

Coordenadas

Aula 1

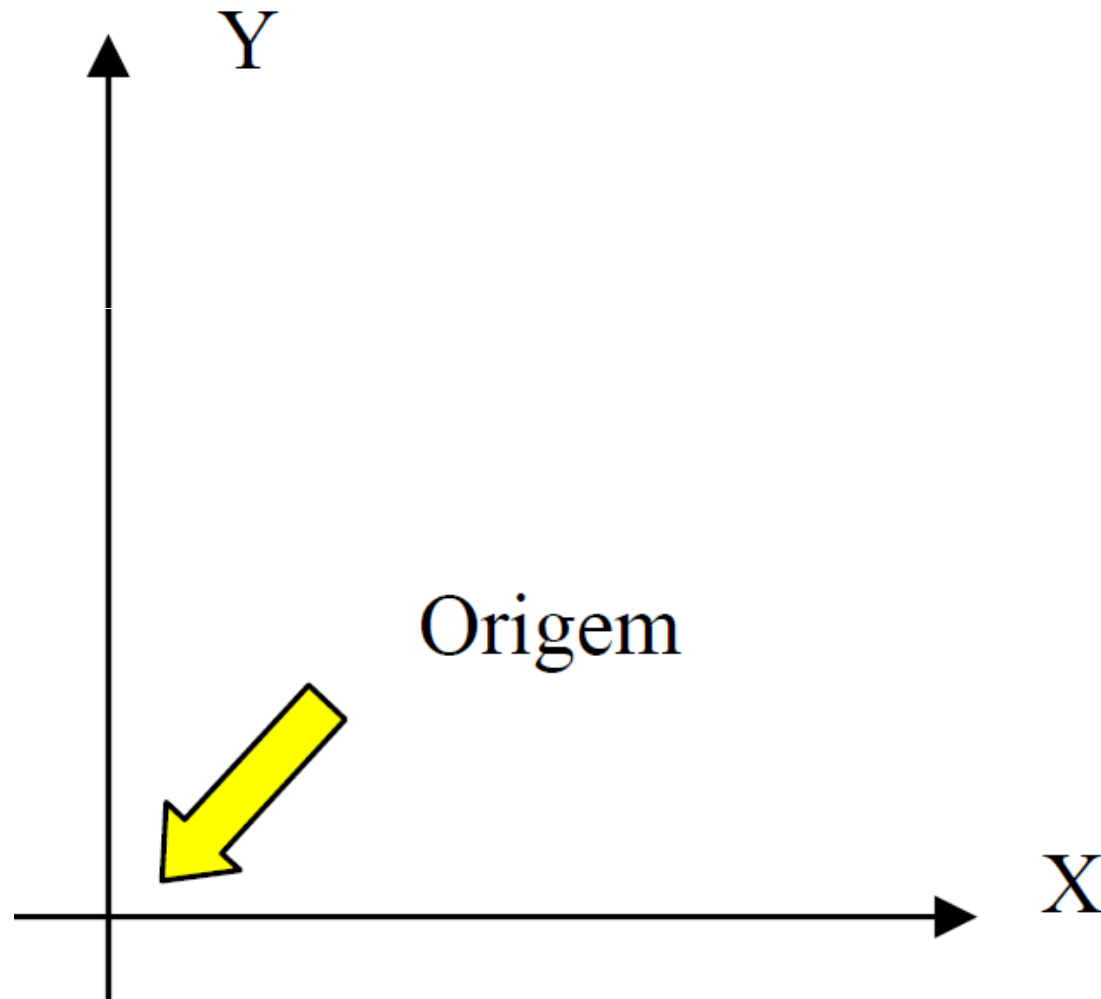
Sistema de Coordenadas

Um dos principais objetivos da Topografia é a determinação de coordenadas relativas de pontos. Para tanto, é necessário que estas sejam expressas em um sistema de coordenadas.

- Sistema de coordenadas cartesianas
- Sistema de coordenadas esféricas

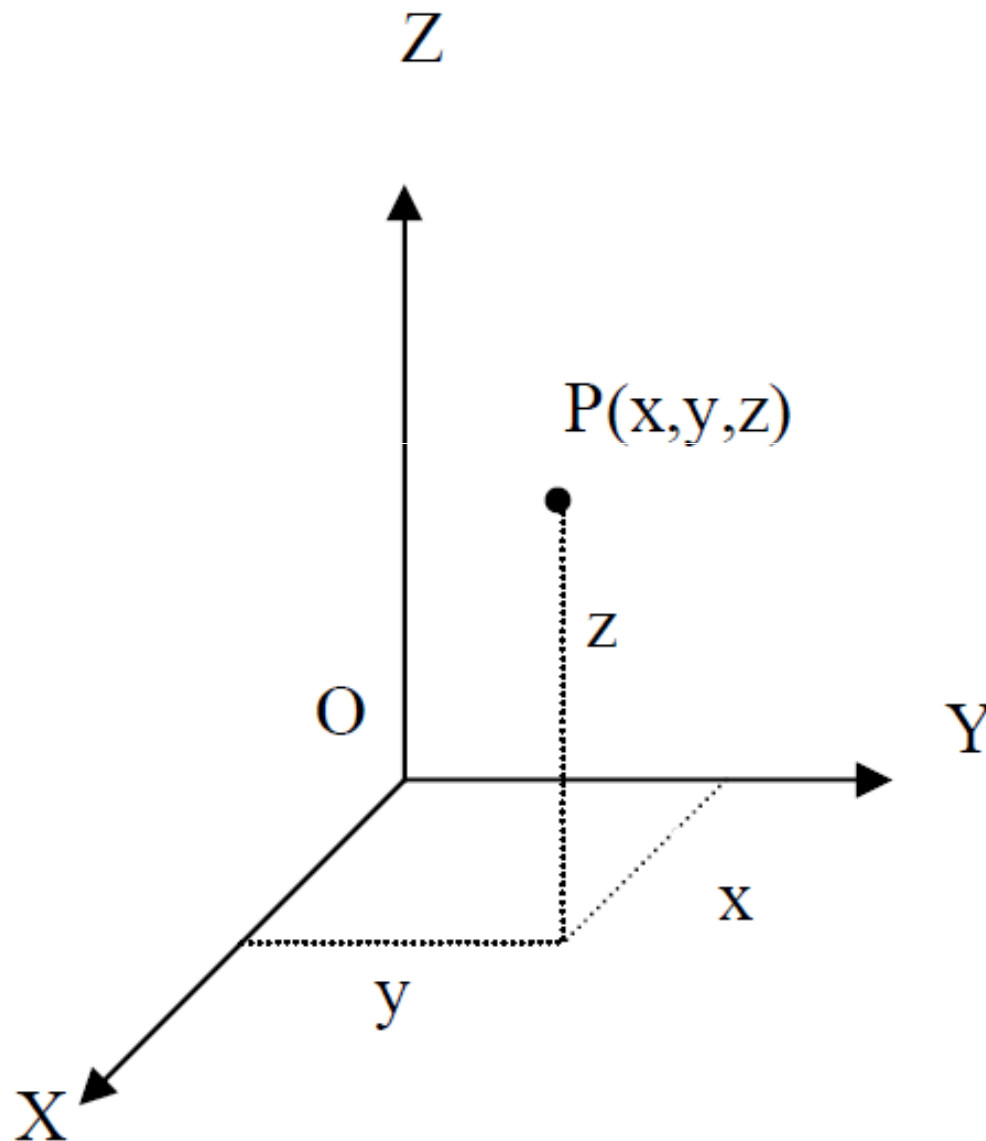
Sistema de Coordenadas Cartesianas

Este é um sistema de eixos ortogonais no plano, constituído de duas retas orientadas X e Y, no espaço bidimensional



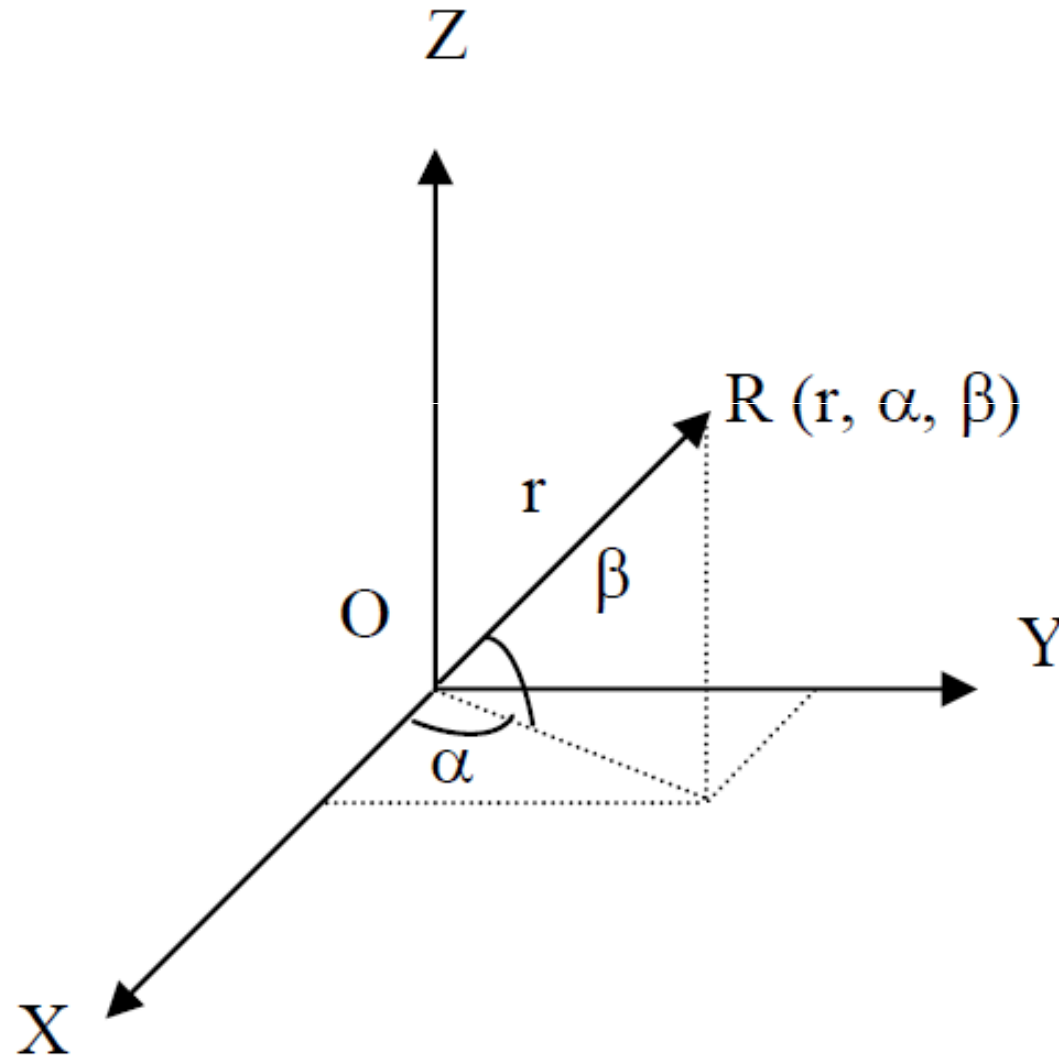
Sistema de Coordenadas Cartesianas

No espaço tridimensional é caracterizado por um conjunto de três retas (X, Y, Z)



Sistema de Coordenadas Esféricas

As coordenadas esféricas de um ponto R são dadas por (r, α, β)



Superfícies de Referência

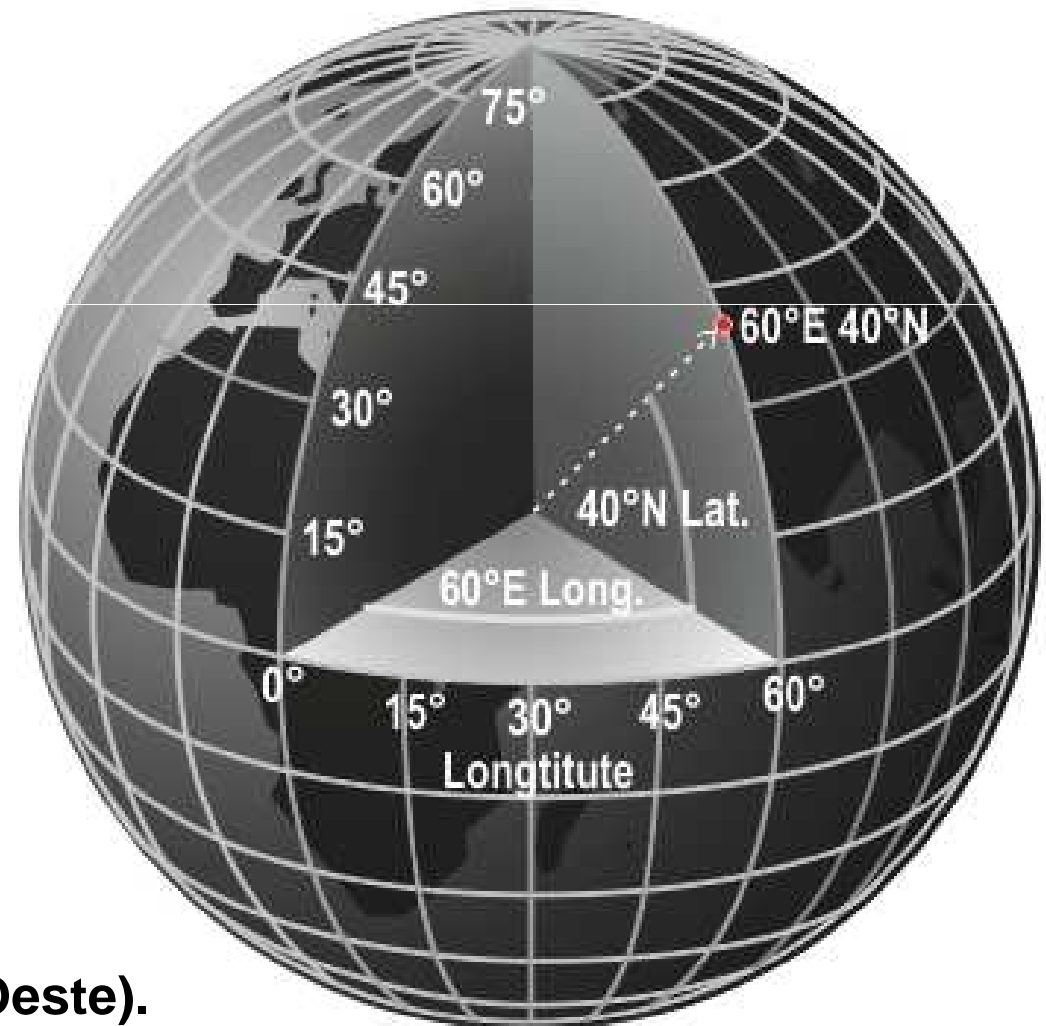
Devido às irregularidades da superfície terrestre, utilizam-se modelos para a sua representação, mais simples, regulares e geométricos e que mais se aproximam da forma real para efetuar os cálculos.

Cada um destes modelos tem a sua aplicação, e quanto mais complexa a figura empregada para a representação da Terra, mais complexos serão os cálculos sobre esta superfície

Modelo Esférico

Em diversas aplicações a Terra pode ser considerada uma esfera, como no caso da Astronomia.

- **Latitude Astronômica**
- **Longitude Astronômica**

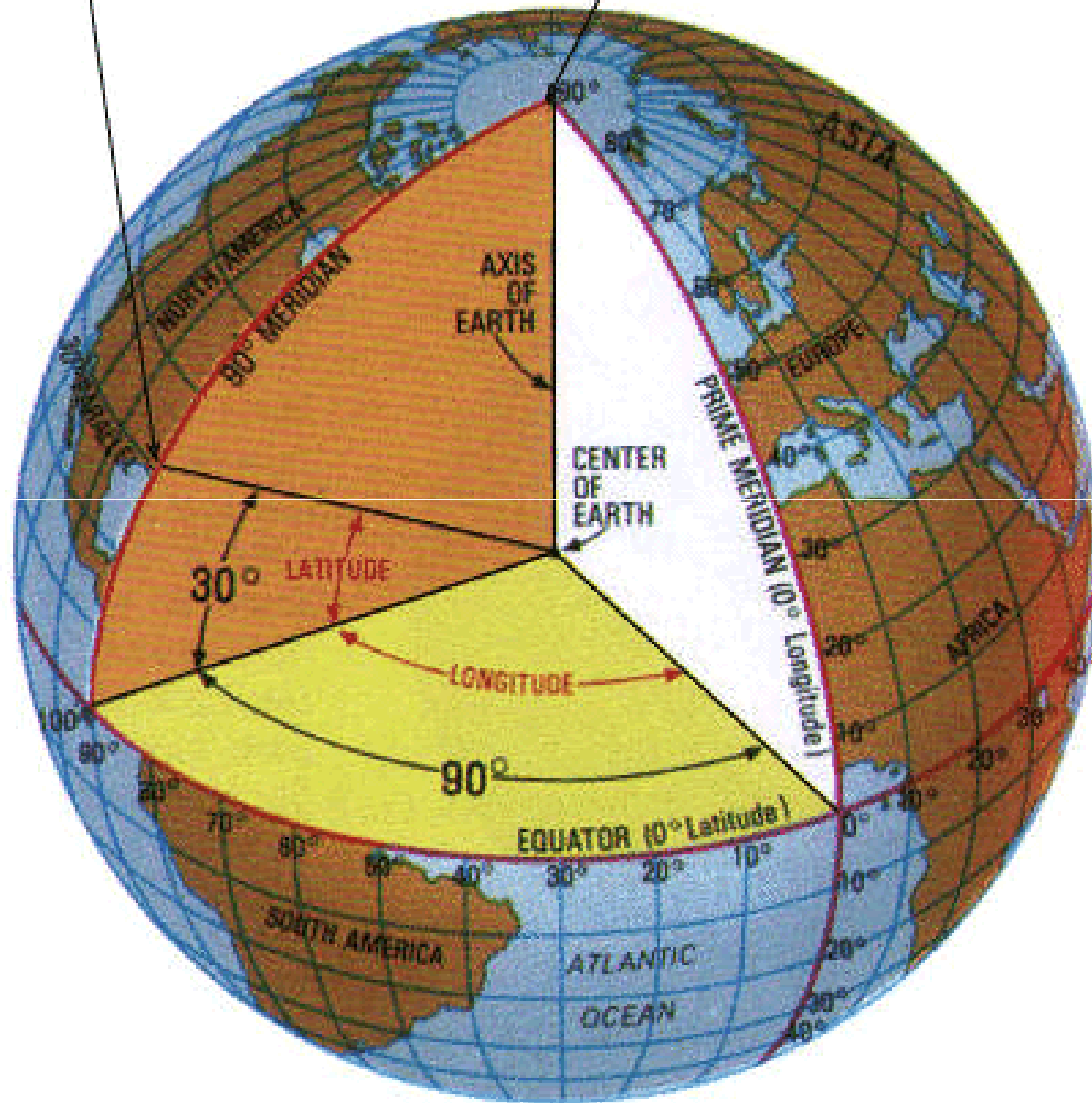


Latitudes, 0 a 90 graus (Norte ou Sul)

Longitudes, 0 a 180 graus (Leste ou Oeste).

NEW ORLEANS
(30° N. Latitude, 90° W. Longitude)

NORTH POLE (90° N. Latitude)





Observatório Real de Londres Meridiano de Greenwich





Lima $77^{\circ} 01' W$
St. Helena $59^{\circ} 43' W$
La Paz $68^{\circ} 10' W$
Brasilia $47^{\circ} 40' W$
Tahiti $149^{\circ} 34' W$

Rio de Janeiro $43^{\circ} 17' W$

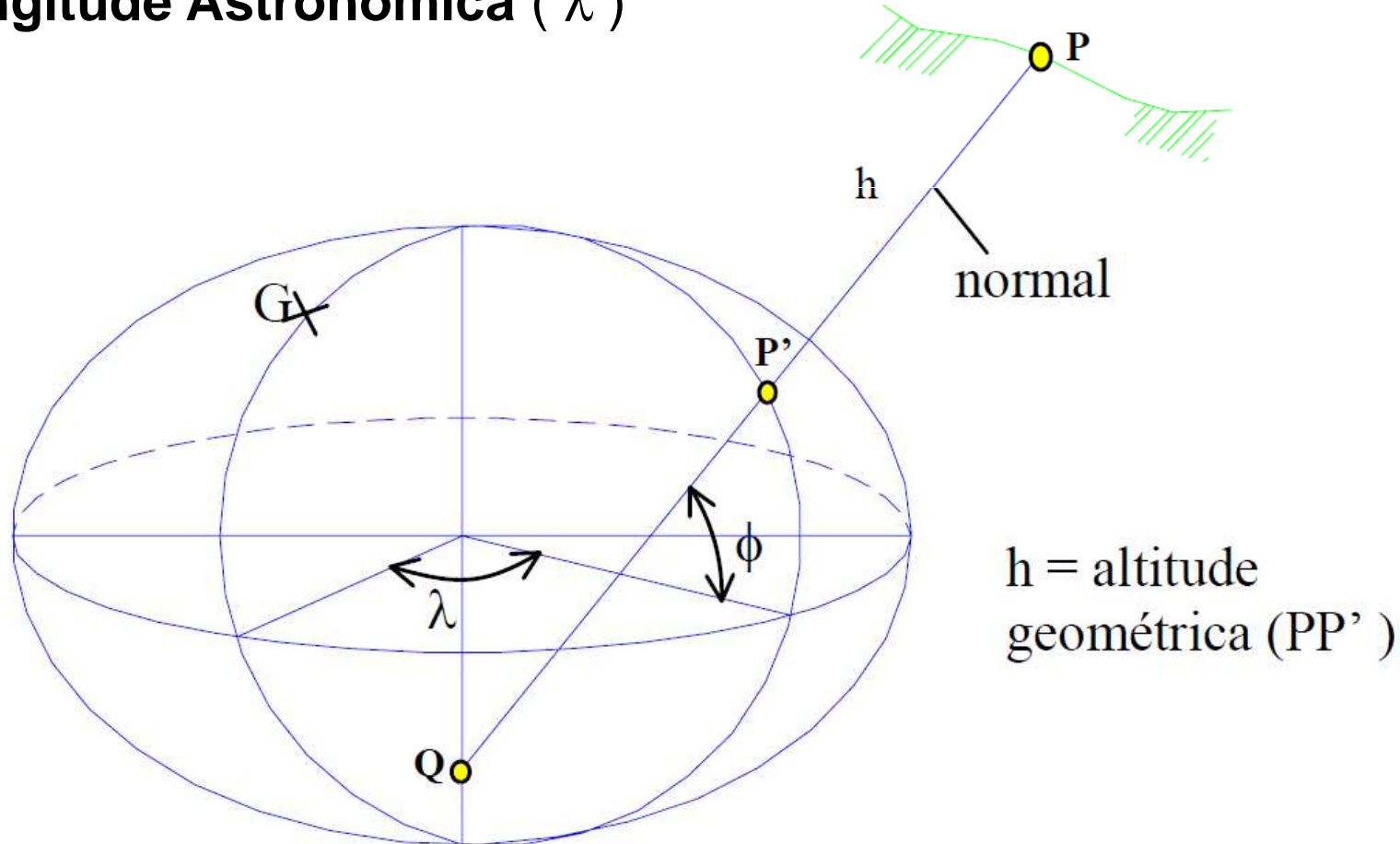
Asunción $57^{\circ} 40' W$

Sydney $151^{\circ} 10' E$

Modelo Elipsóidal

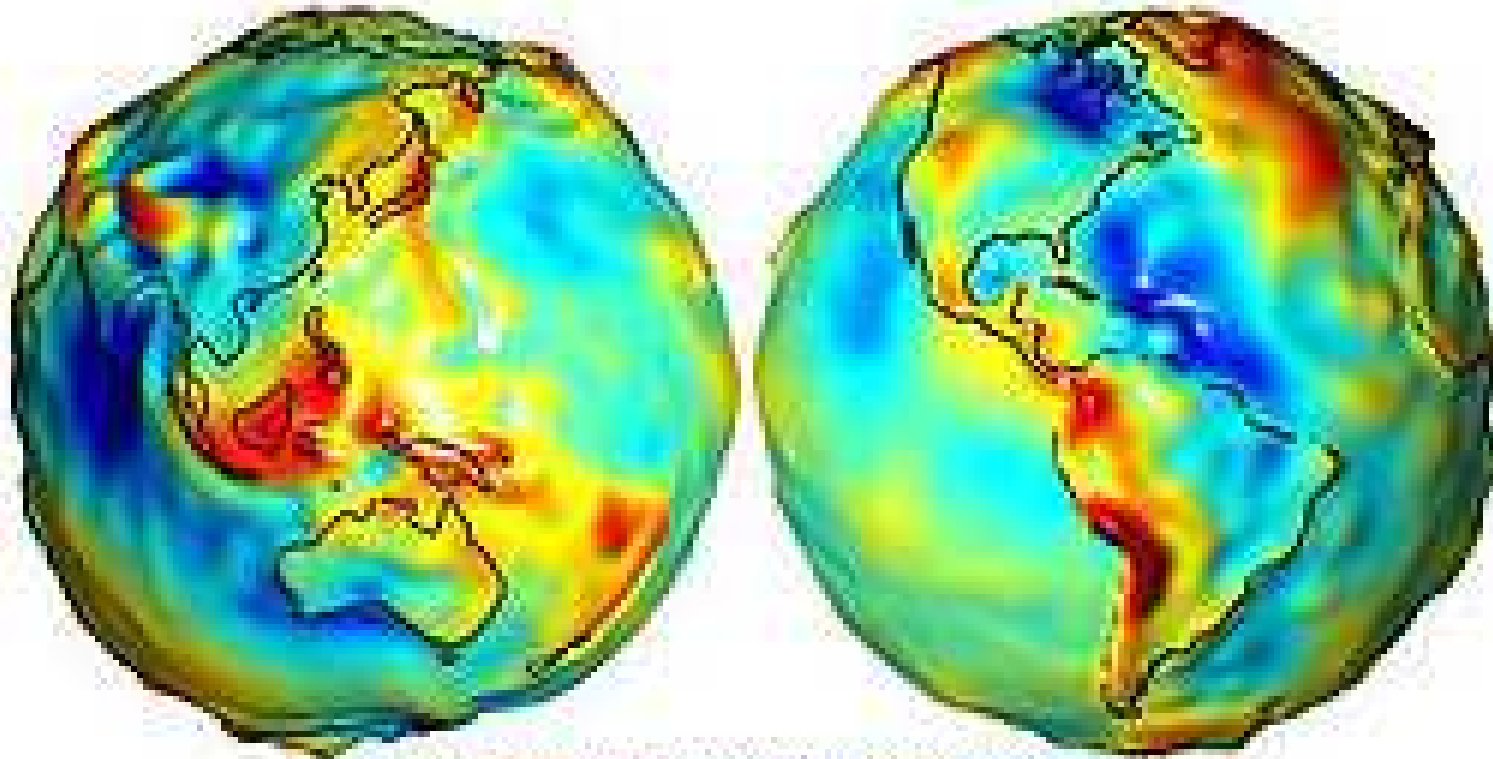
A Geodésia adota como modelo o Elipsóide de Revolução ou Biaxial

- Latitude Geodésica (ϕ)
- Longitude Astronômica (λ)

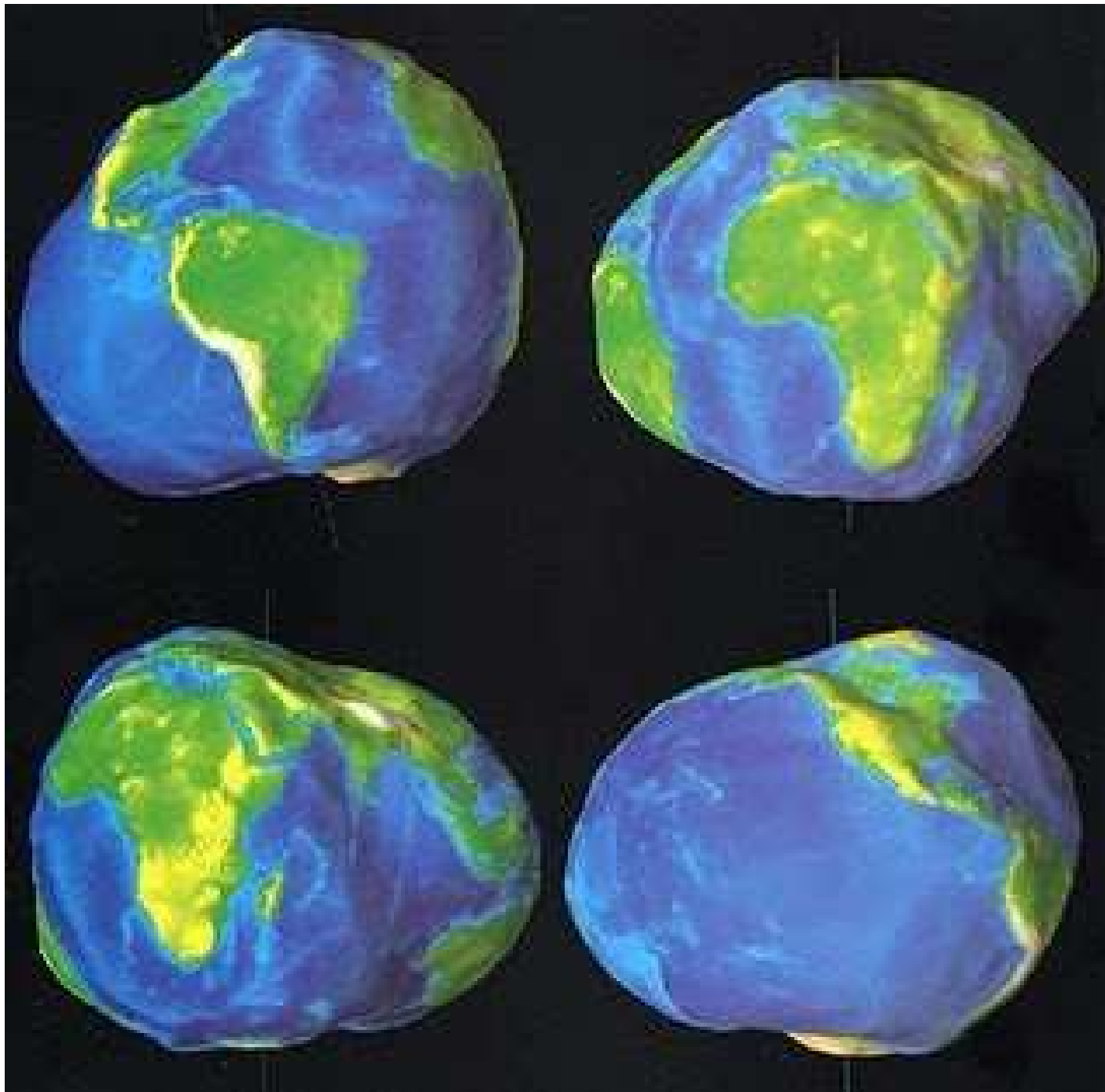


Modelo Geoidal

O modelo Geoidal é o que mais se aproxima da forma da Terra. É definido teoricamente como sendo o nível médio dos mares em repouso, prolongado através dos continentes. Não é uma superfície regular e é de difícil tratamento matemático. Considerado como a superfície de nível de altitude igual a zero e coincidente com o nível médio dos mares.



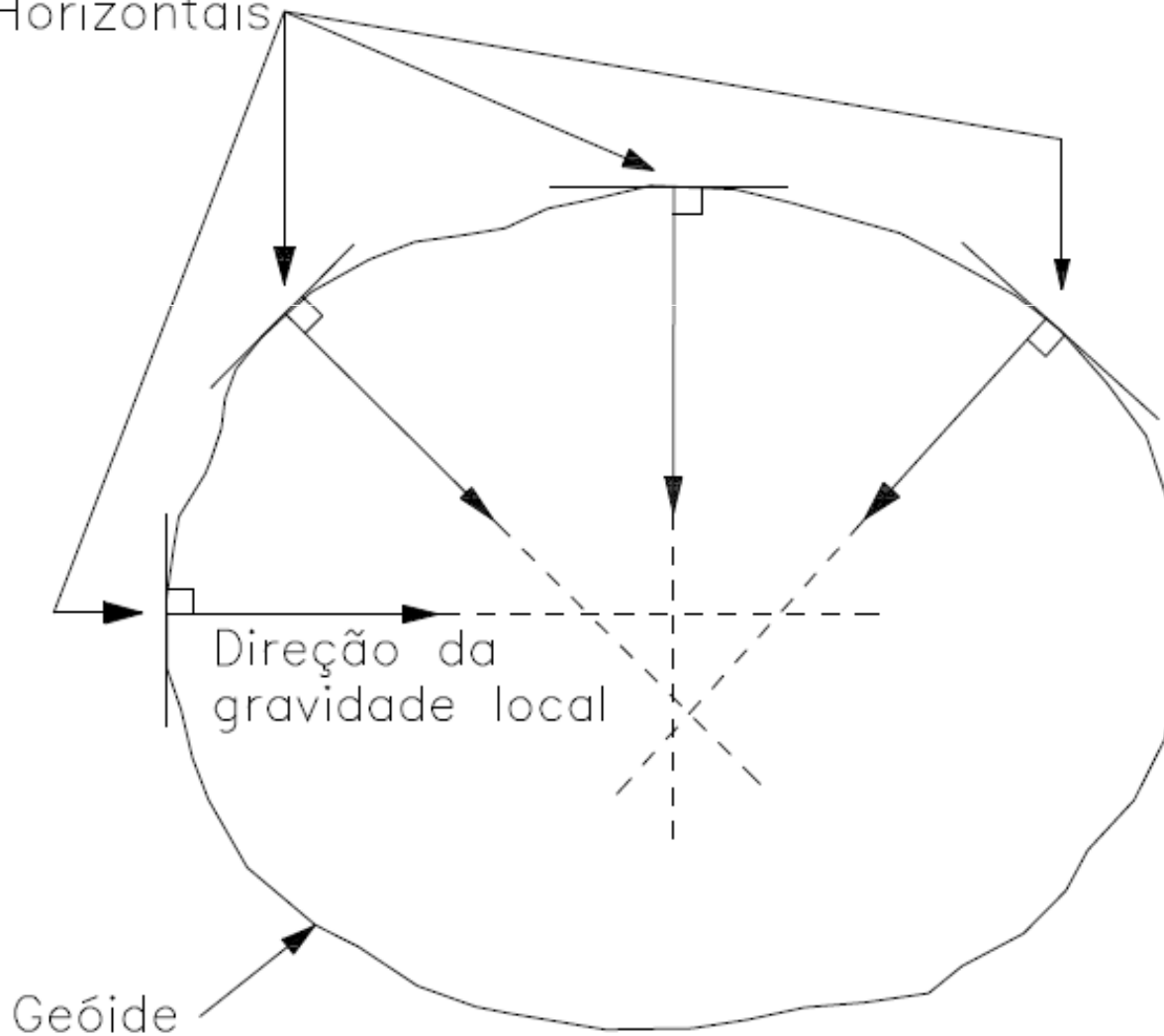
Modelo Geoidal



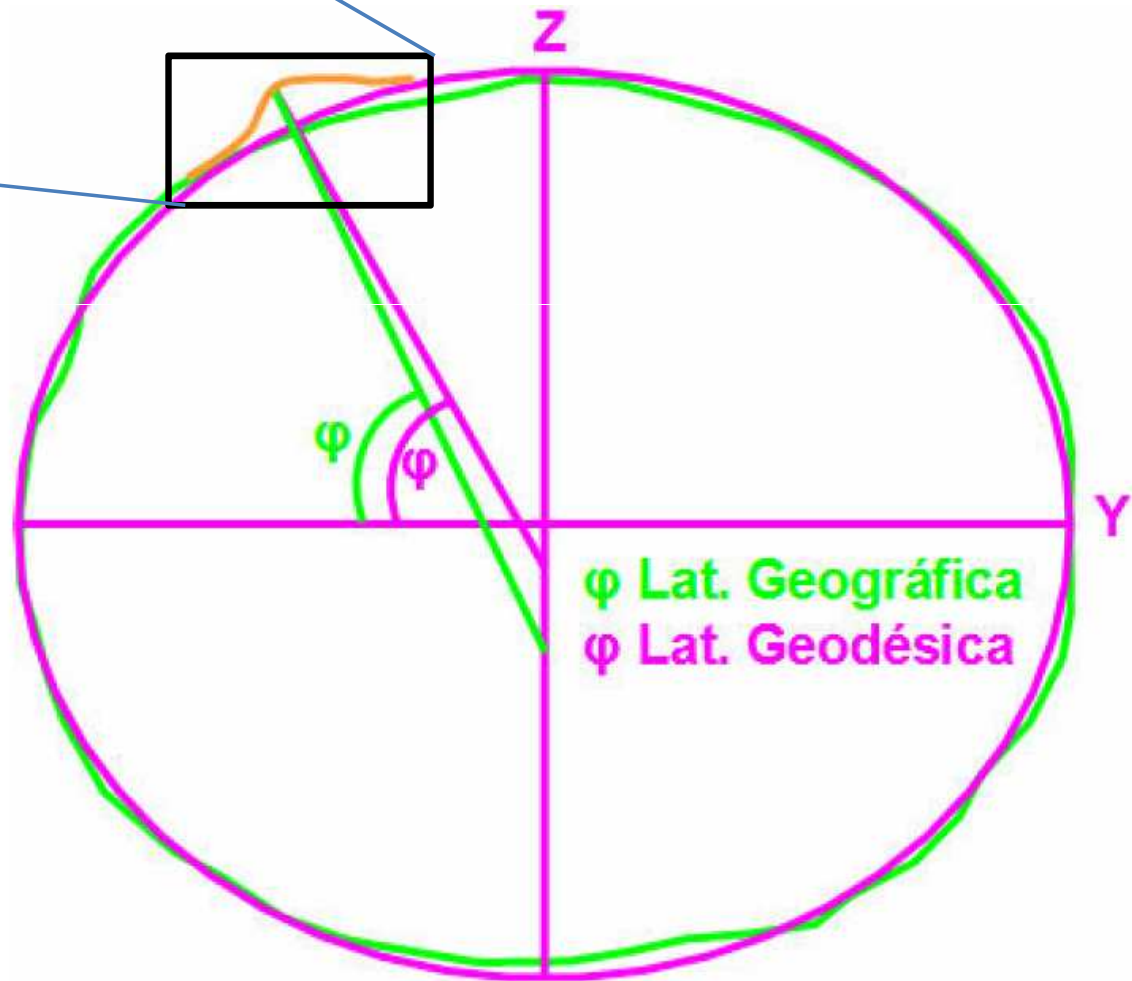
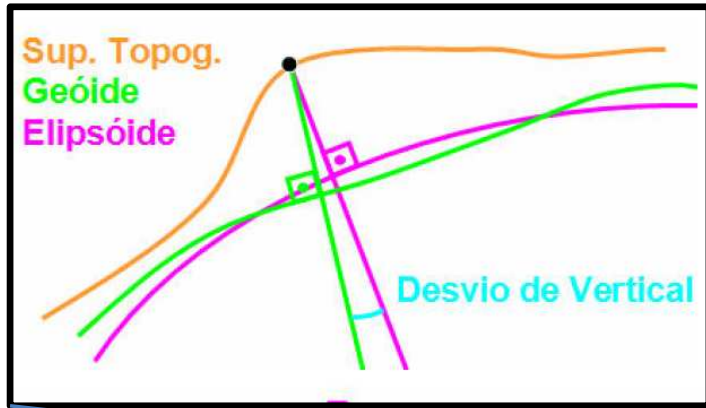
Modelo Geoidal

O Geóide é uma superfície equipotencial do campo da gravidade ou superfície de nível, sendo utilizado como referência para as altitudes ortométricas (distância contada sobre a vertical, do Geóide até a superfície física no ponto considerado).

Planos Horizontais



Desvio da Vertical

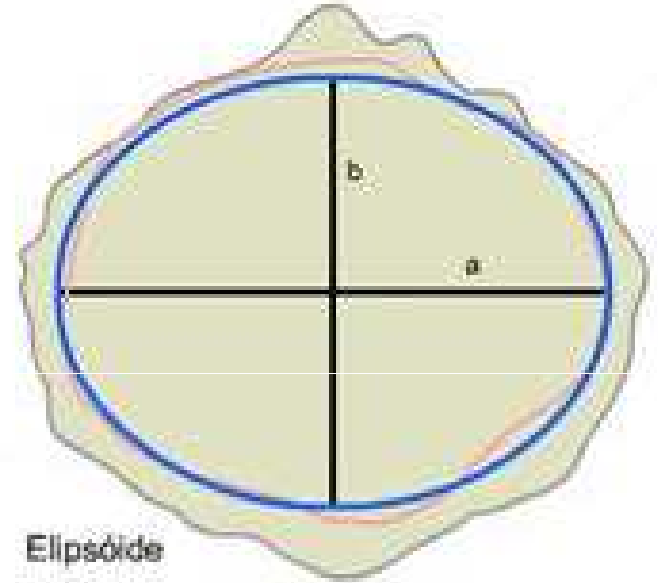
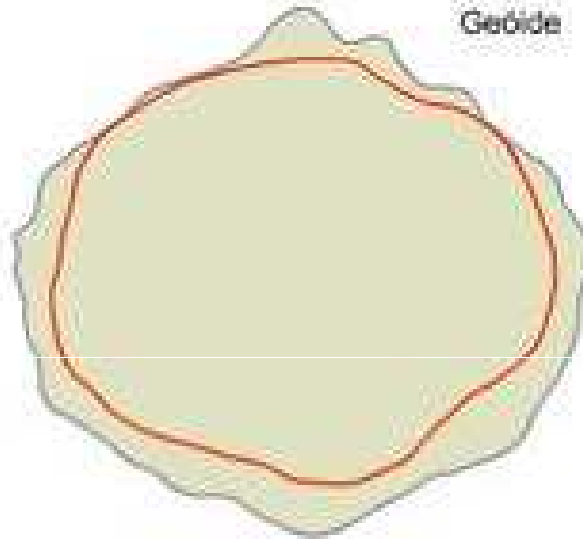


Modelos de Superfície de Referência

Forma da Terra

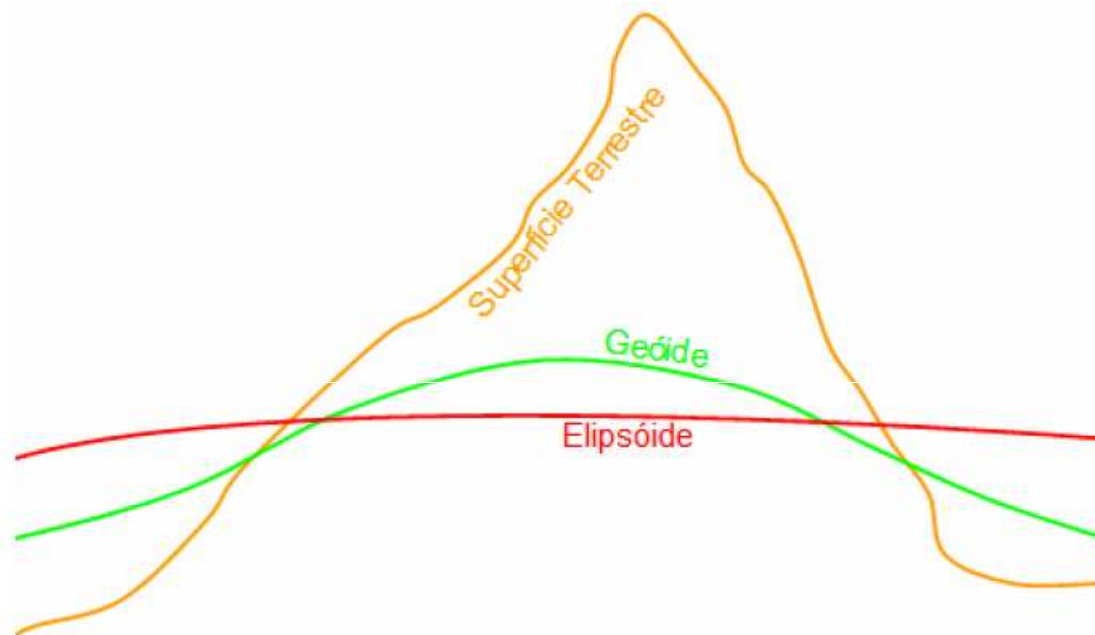
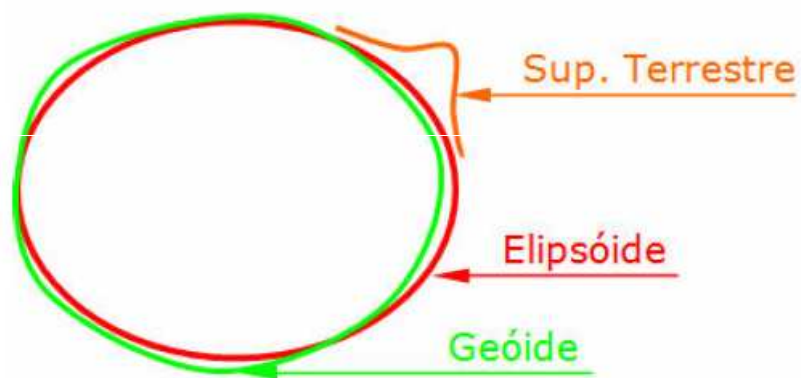


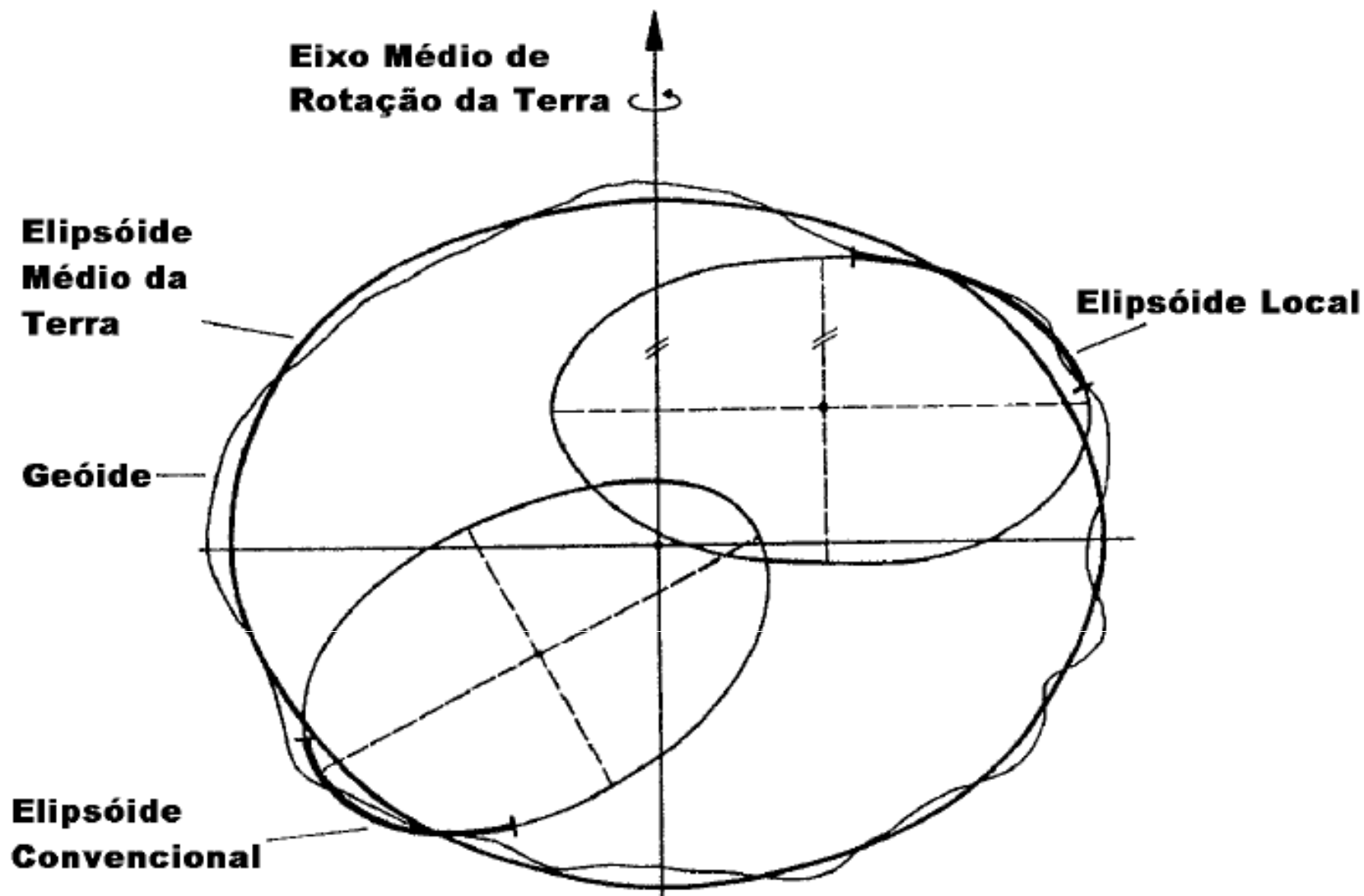
Geóide



Elipsóide

Modelos de Superfície de Referência





Além do **Elipsóide terrestre médio** que é uma aproximação do Geóide total, se estabelece também o **Elipsóide Local** através da adaptação a uma porção da superfície Geoidal.

Datum Geodésico Horizontal

A forma e tamanho de um Elipsóide, bem como sua posição relativa ao Geóide define um **Sistema Geodésico** (também designado por Datum geodésico horizontal)

No Brasil, o atual Sistema Geodésico Brasileiro (SIRGAS2000 - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas de 2000) adota o elipsóide de revolução GRS80 (Global Reference System 1980), cujos semi-eixo maior e achatamento são:

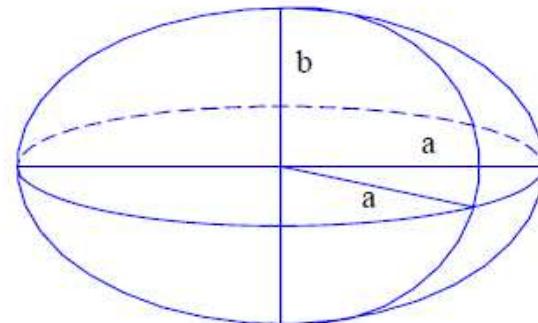
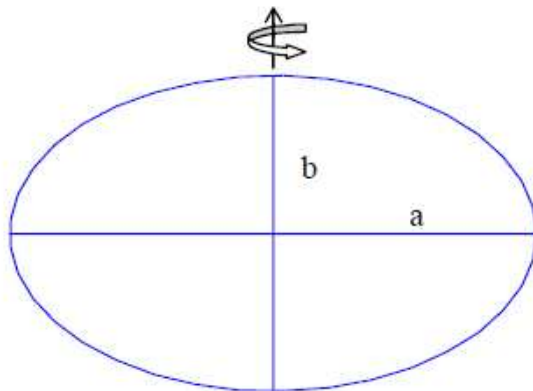
$$a = 6.378.137,000 \text{ m}$$

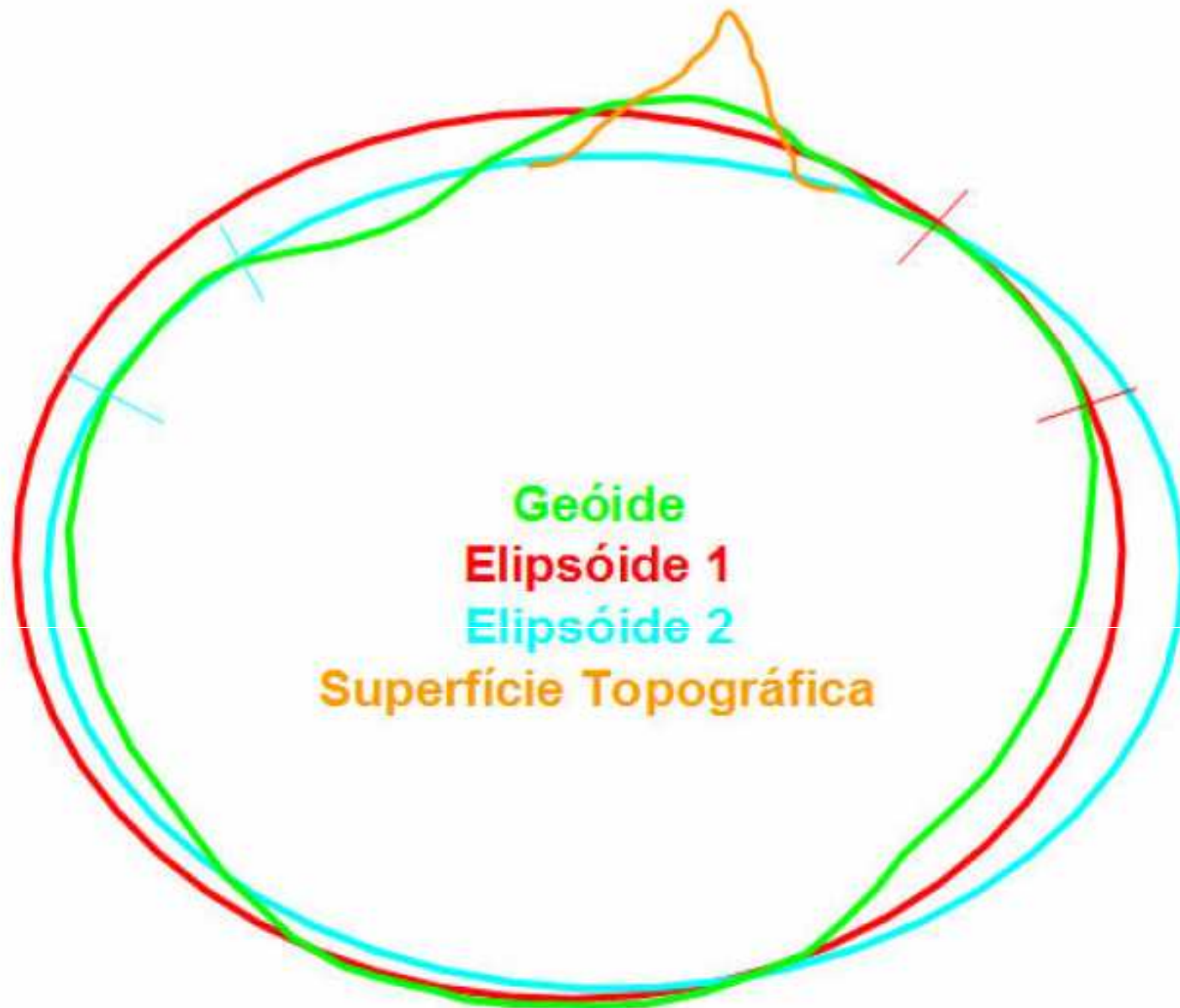
$$f = 1/298,257222101$$

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

a: semi-eixo maior da elipse

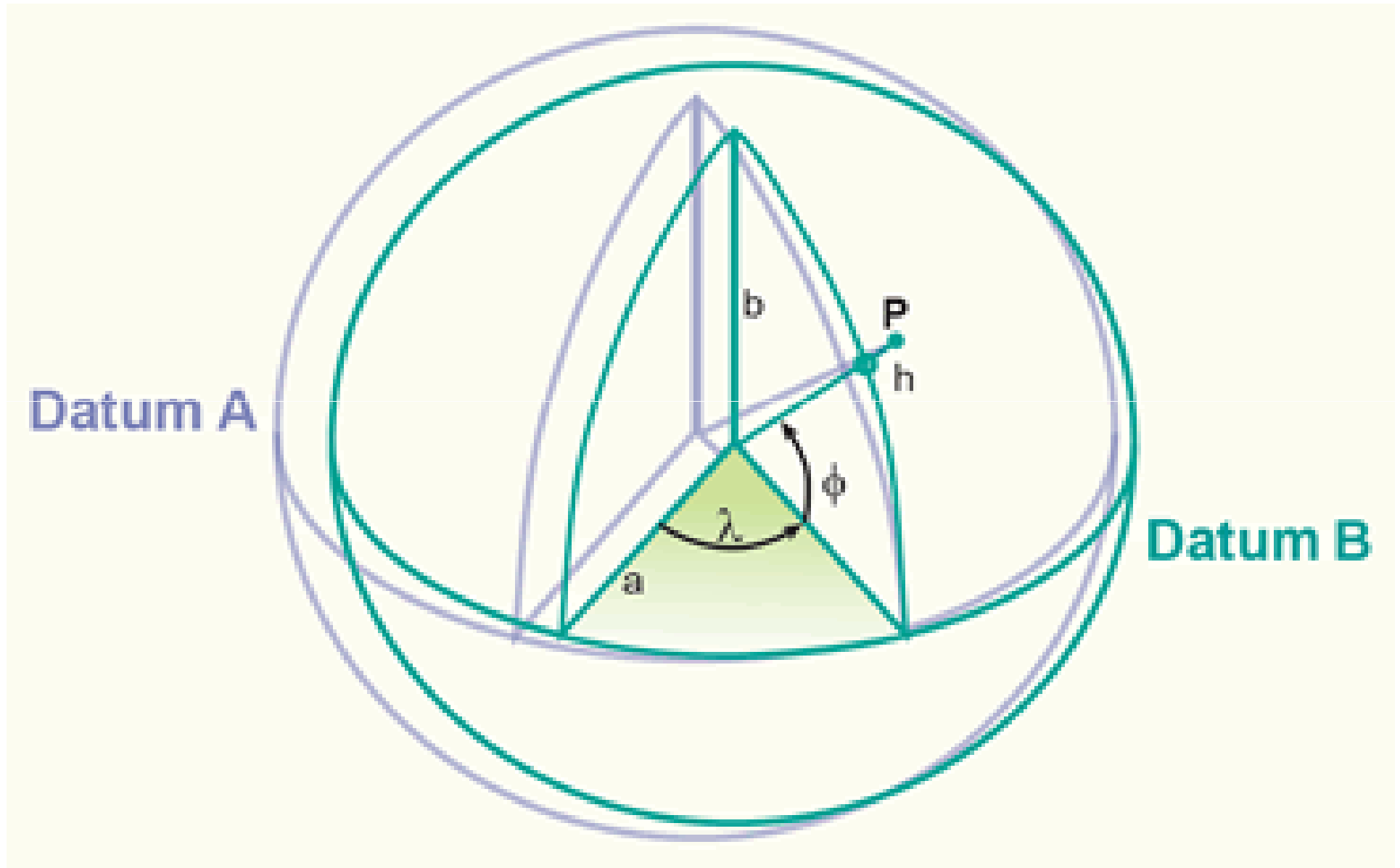
b: semi-eixo menor da elipse



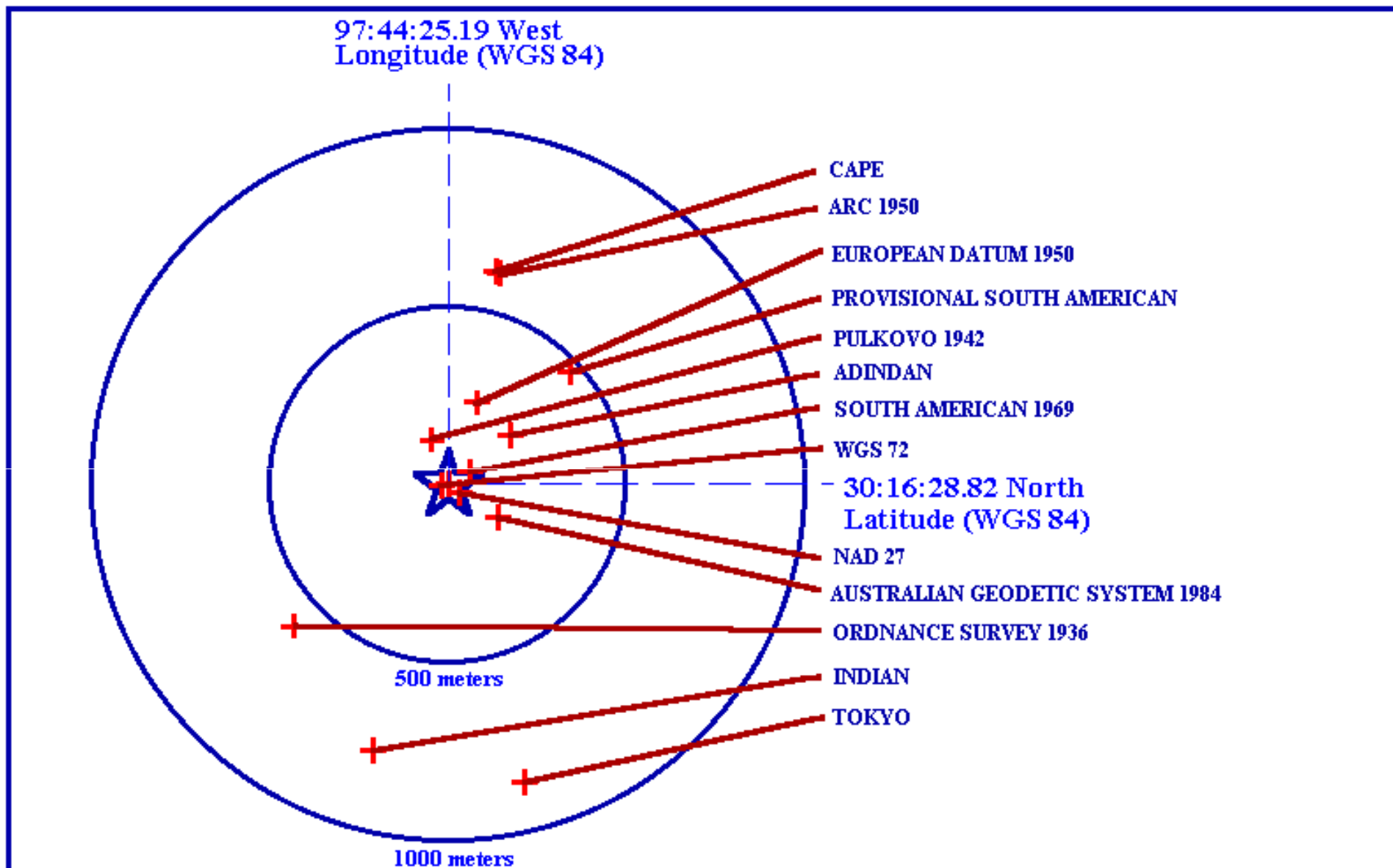


Atualmente, o Datum geodésico horizontal oficial no Brasil é o **SIRGAS2000** (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas de 2000) e até 2015 poderá ser utilizado o **SAD-69** (South American Datum of 1969).

Datum Geodésico Horizontal



Datum Geodésico Horizontal



Position Shifts from Datum Differences

Texas Capitol Dome Horizontal Benchmark

Estação :	93991	Nome da Estação :	93991	Tipo :	Estação Planimétrica - SAT
Município :	RECIFE			UF :	PE
Última Visita:	22/10/2007	Situação Marco Principal :	Bom		

DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	08 ° 08 ' 07,8394 " S	Altitude Ortométrica(m)	8,81	Gravidade(mGal)	
Longitude	34 ° 54 ' 58,7693 "W	Altitude Geométrica(m)	31,14	Sigma Gravidade(mGal)	
Fonte	GPS Geodésico	Fonte	GPS Geodésico	Precisão	
Origem	Ajustada	Data Medição	22/10/2007	Datum	
S Datum	SAD-69	Data Cálculo	24/01/2008	Data Medição	
A Data Medição	22/10/2007	Sigma Altitude Geométrica(m)		Data Cálculo	
D Data Cálculo	24/01/2008	Modelo Geoidal	MAPGEO2004	Correção Topográfica	
6 Sigma Latitude(m)	0,008			Anomalia Bouguer	
9 Sigma Longitude(m)	0,008			Anomalia Ar-Livre	
UTM(N)	9.100.218,227			Densidade	
UTM(E)	288.854,075				
MC	33				
Latitude	08 ° 08 ' 09,3305 " S	Altitude Ortométrica(m)	8,82	Gravidade(mGal)	
Longitude	34 ° 54 ' 59,9255 "W	Altitude Geométrica(m)	2,69	Sigma Gravidade(mGal)	
Fonte	GPS Geodésico	Fonte	GPS Geodésico	Precisão	
R Origem	Ajustada	Data Medição	22/10/2007	Datum	
G Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo	24/01/2008	Data Medição	
A Data Medição	22/10/2007	Sigma Altitude Geométrica(m)	0,028	Data Cálculo	
S Data Cálculo	24/01/2008	Modelo Geoidal	MAPGEO2004	Correção Topográfica	
2 Sigma Latitude(m)	0,003			Anomalia Bouguer	
0 Sigma Longitude(m)	0,004			Anomalia Ar-Livre	
0 UTM(N)	9.100.175,344			Densidade	
0 UTM(E)	288.819,654				
MC	33				

* Último Ajustamento Planimétrico Global SAD-69 em 15/09/1996

** Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006

*** Dados Planimétricos para Fonte carta nas escalas menores ou igual a 1:250000, valores SIRGAS2000 = SAD-69

Localização

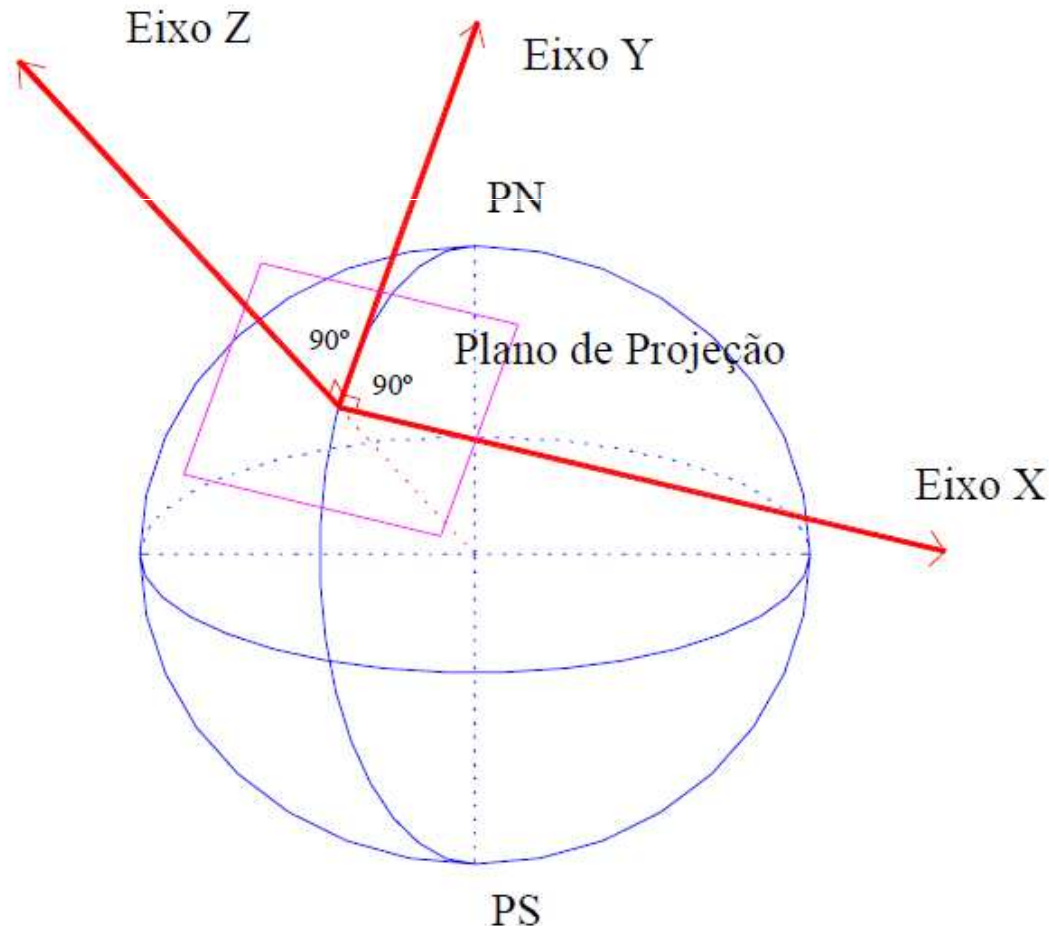
Na Avenida Marechal Mascarenhas de Moraes, próximo ao viaduto, sentido Centro.

Descrição

Tronco de pirâmide de concreto, padrão IBGE, medindo 18 cm x 18 cm no topo e 30 cm x 40 cm na base, aflorando 30 cm da base quadrangular que mede 60 cm x 60 cm. Possui uma chapa de metal estampada: V-13 - ENGEFOTO

Modelo Plano

Considera a porção da Terra em estudo com sendo plana. É a simplificação utilizada pela Topografia. Esta aproximação é válida dentro de certos limites e facilita bastante os cálculos topográficos. Face aos erros decorrentes destas simplificações, este plano tem suas dimensões limitadas. Tem-se adotado como limite para este plano na prática a dimensão de 20 a 30 km. A NBR 13133 (Execução de Levantamento Topográfico) admite um plano com até aproximadamente **80 km**.

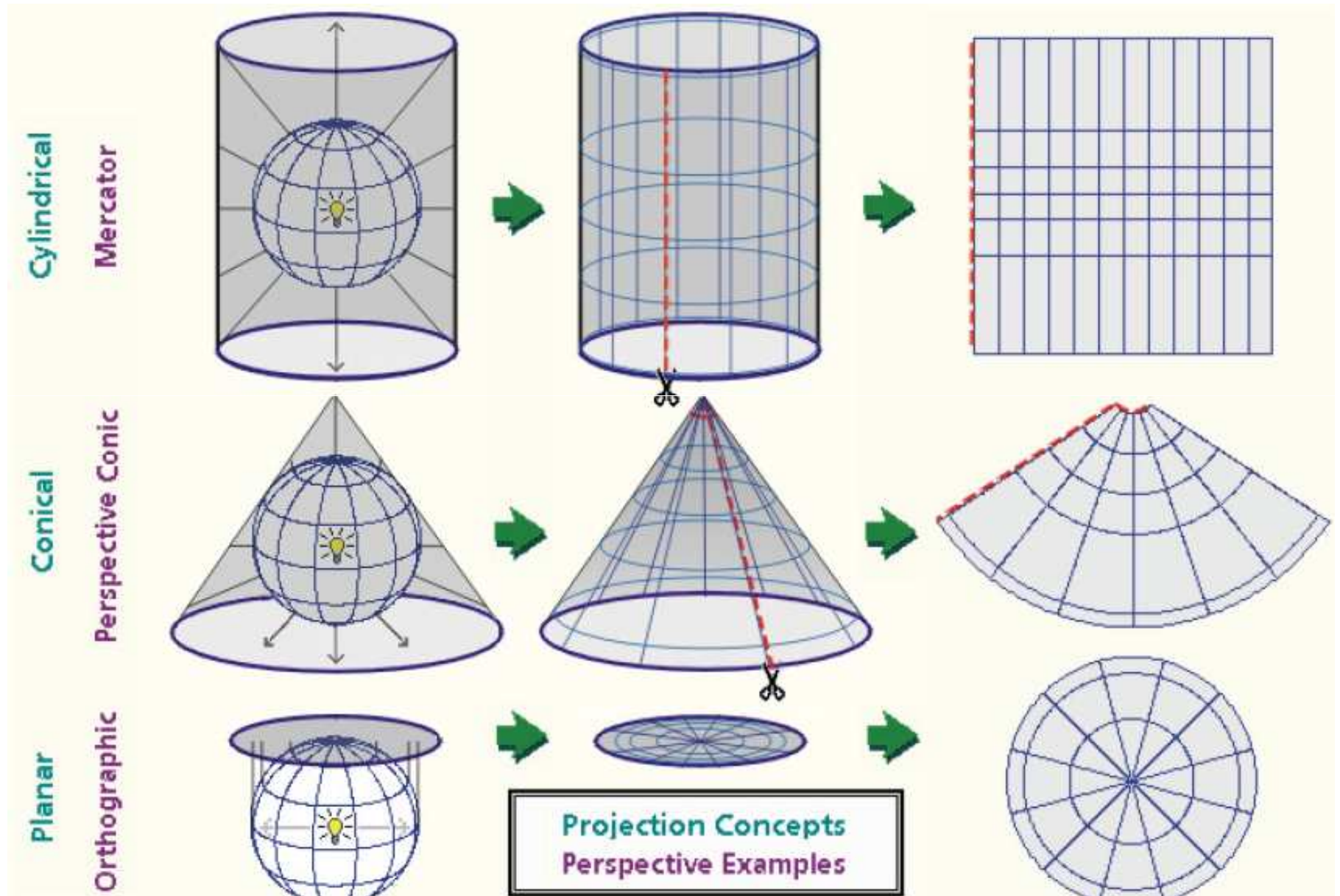


Projeção Cartográfica

Designa o processo de transformar porções da superfície da Terra para que sejam representadas em uma **superfície plana** mantendo as relações espaciais. Este processo é obtido pelo uso de Geometria e, mais comumente, por meio de Funções Matemáticas. Para se obter essa correspondência são usados os **Sistemas de Projeções Cartográficas**.



Projeção Cartográfica

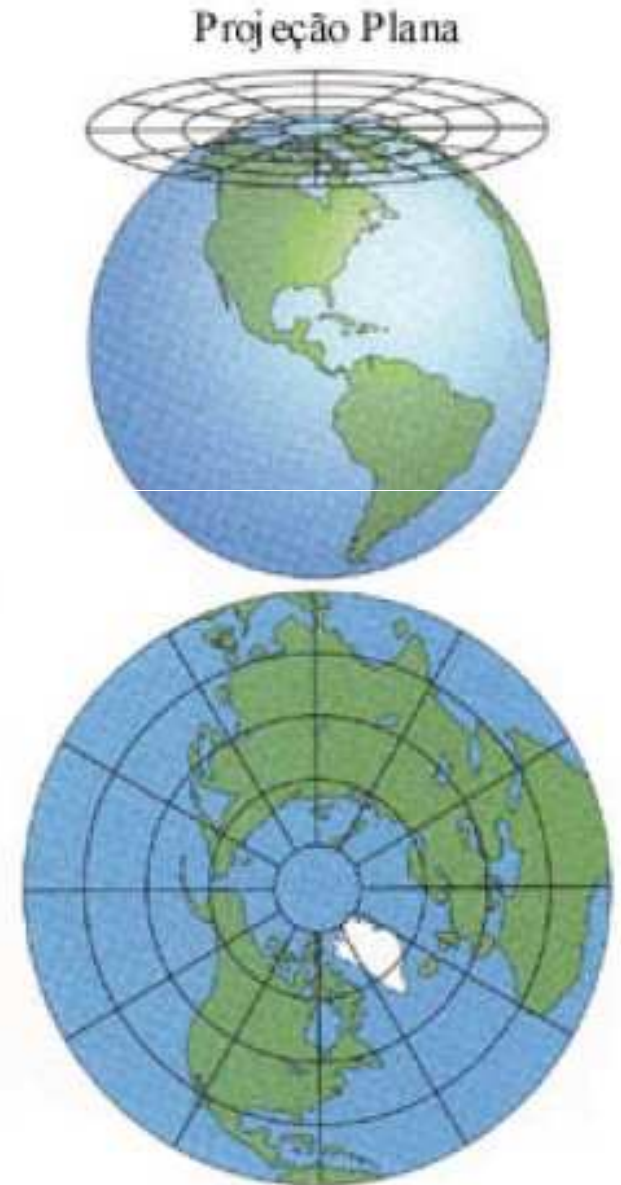


Projeção Cartográfica Plana

Projeção Plana (azimutal ou zenital):

São projeções sobre um plano tangente ao Esferóide em um ponto. No tipo normal (ou polar), o ponto de tangência representa o pólo norte ou sul e os meridianos de longitude são linhas retas radiais que partem deste ponto enquanto paralelos de latitude aparecem como círculos concêntricos.

São frequentemente usadas para mapear as regiões polares.



Projeção Cartográfica Cônicas

Projeções Cônicas:

Na projeção cônica, a superfície terrestre é projetada sobre um cone imaginário, tangente ou secante ao elipsóide, que então é longitudinalmente cortado e planificado

Este tipo de projeção é geralmente indicada para representação de regiões de latitude média entre -25° e -65° , 25° e 65° de longitude



Projeção Cônica

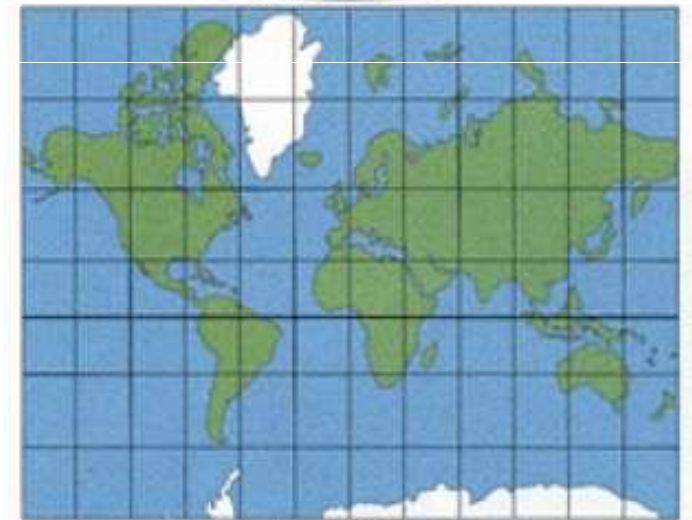
Projeção Cartográfica Cilíndrica

Projeção Cilíndrica:

A superfície terrestre é projetada sobre um cilindro tangente ou secante ao elipsóide que então é longitudinalmente cortado e planificado.

Em todas as projeções cilíndricas, os meridianos e os paralelos são retas perpendiculares, como na esfera.

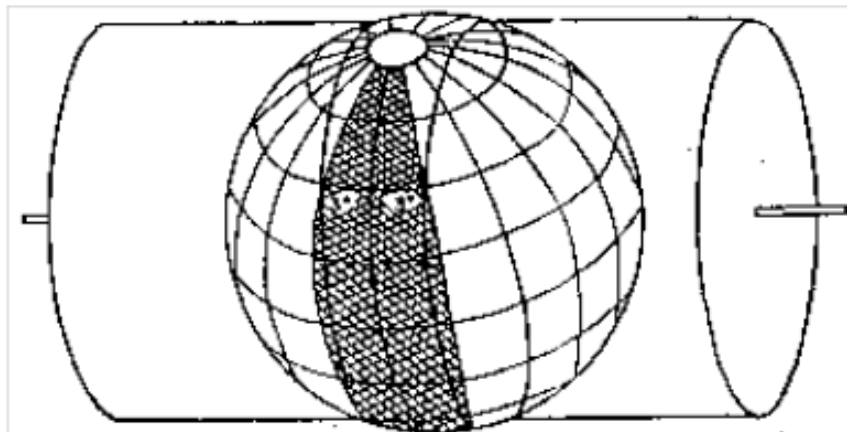
São geralmente usadas para mapas de toda a superfície terrestre, uma vez que tendem a evitar a grande distorção que acontece em projeções cônicas e azimutais em áreas que estão distantes do ponto de contato.



Projeção Cilíndrica

A Projeção UTM

- A [projeção de Mercator](#) utiliza o desenvolvimento do [cilindro](#). Foi concebido pelo [cartógrafo belga Gerhard Kremer \(1512-1594\)](#), mais conhecido pelo seu nome latinizado *Mercator*.
- O Sistema **Universal Transverso de Mercator** (UTM) é baseado na projeção cilíndrica transversa proposta nos [EUA](#) em [1950](#) com o objetivo de abranger todas as longitudes.
- A diferença entre a projeção de Mercator e o sistema UTM é que, no primeiro, o cilindro é paralelo ao eixo de rotação da Terra esférica, enquanto que, no segundo, o cilindro é perpendicular ao eixo de rotação da Terra [elipsoidal](#).



A Projeção UTM

O mapeamento sistemático do Brasil, que compreende a elaboração de cartas topográficas, é feito na projeção UTM (*Projeção Universal Transversa de Mercator*).

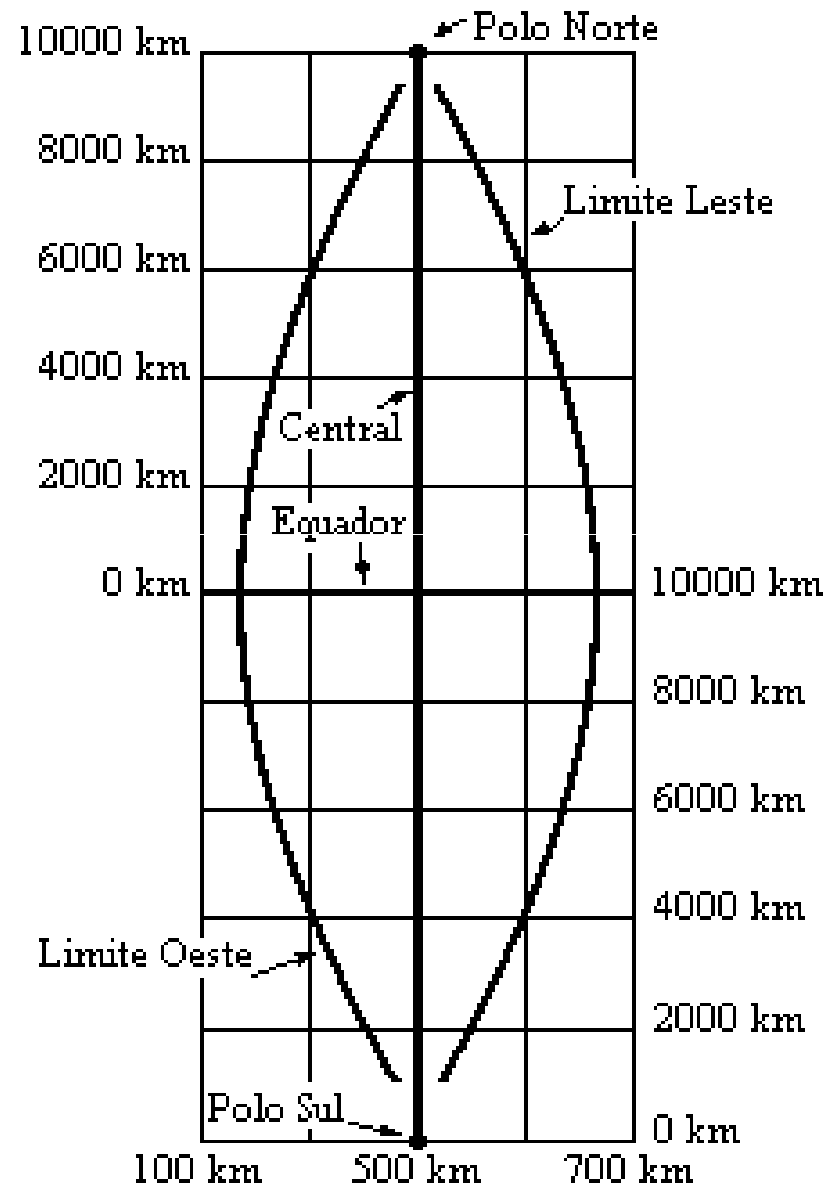
- a superfície de projeção é um cilindro transversal e a projeção é conforme;
- o meridiano central da região de interesse, o equador e os meridianos situados a 90° do meridiano central são representados por retas;
- os outros meridianos e os paralelos são curvas complexas;
- utiliza-se um fator de redução de escala para reduzir as deformações:
 $K = 1 - 1/2.500 = 0,9996$;

A Projeção UTM

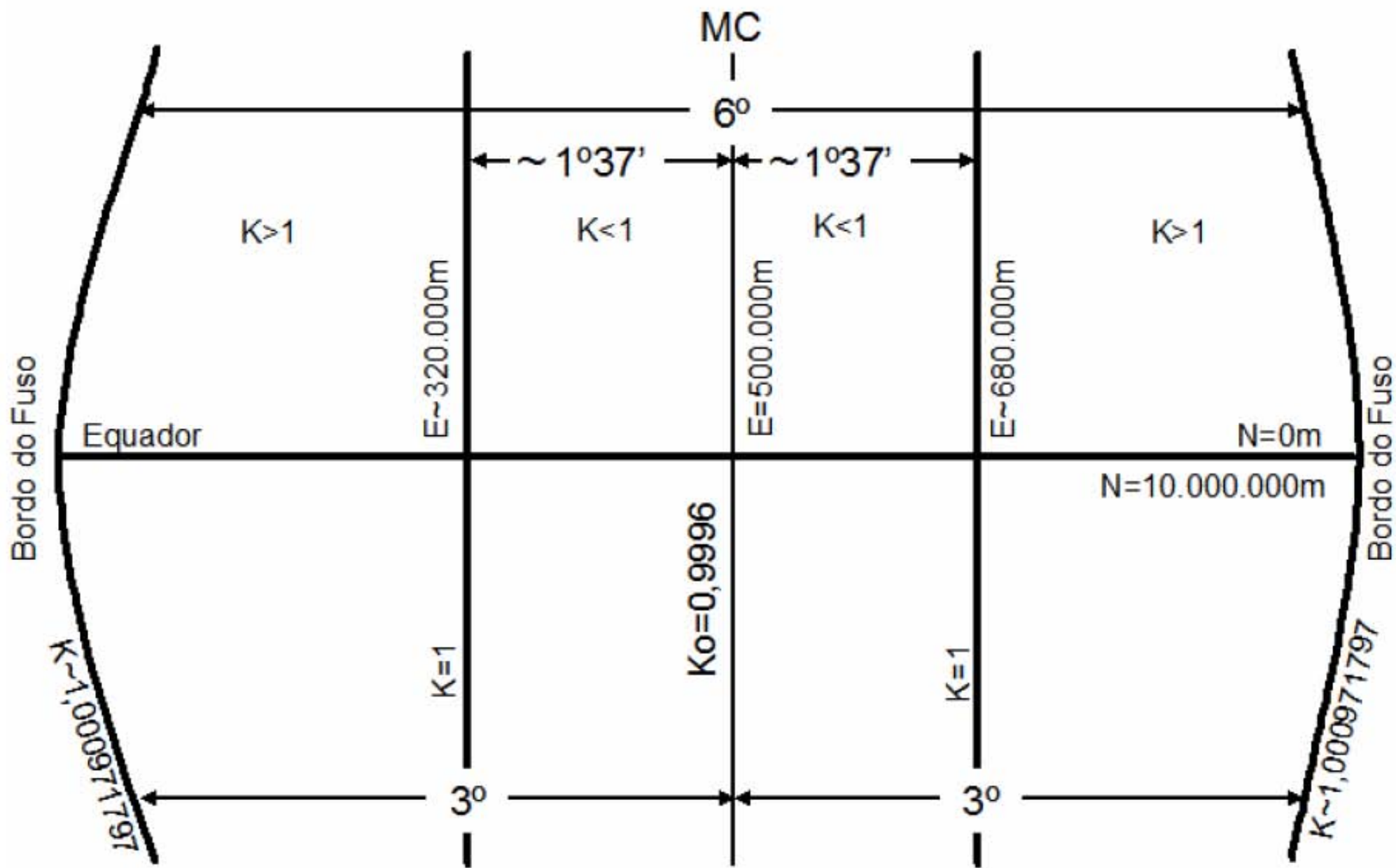
- como a Terra é dividida em 60 fusos de 6° de longitude, o cilindro transversal adotado como superfície de projeção assume 60 posições diferentes, já que seu eixo mantém-se sempre perpendicular ao meridiano central de cada fuso;
- o sistema é limitado em latitude para os pontos situados entre $\varphi = \pm 80^\circ$. Esta especificação visa evitar deformações exageradas na representação dos pontos próximos aos pólos;
- O sistema apresenta dois eixos cartesianos ortogonais: o eixo das ordenadas é representado pela transformada do meridiano central do fuso e o eixo das abscissas pela transformada do equador;

A Projeção UTM

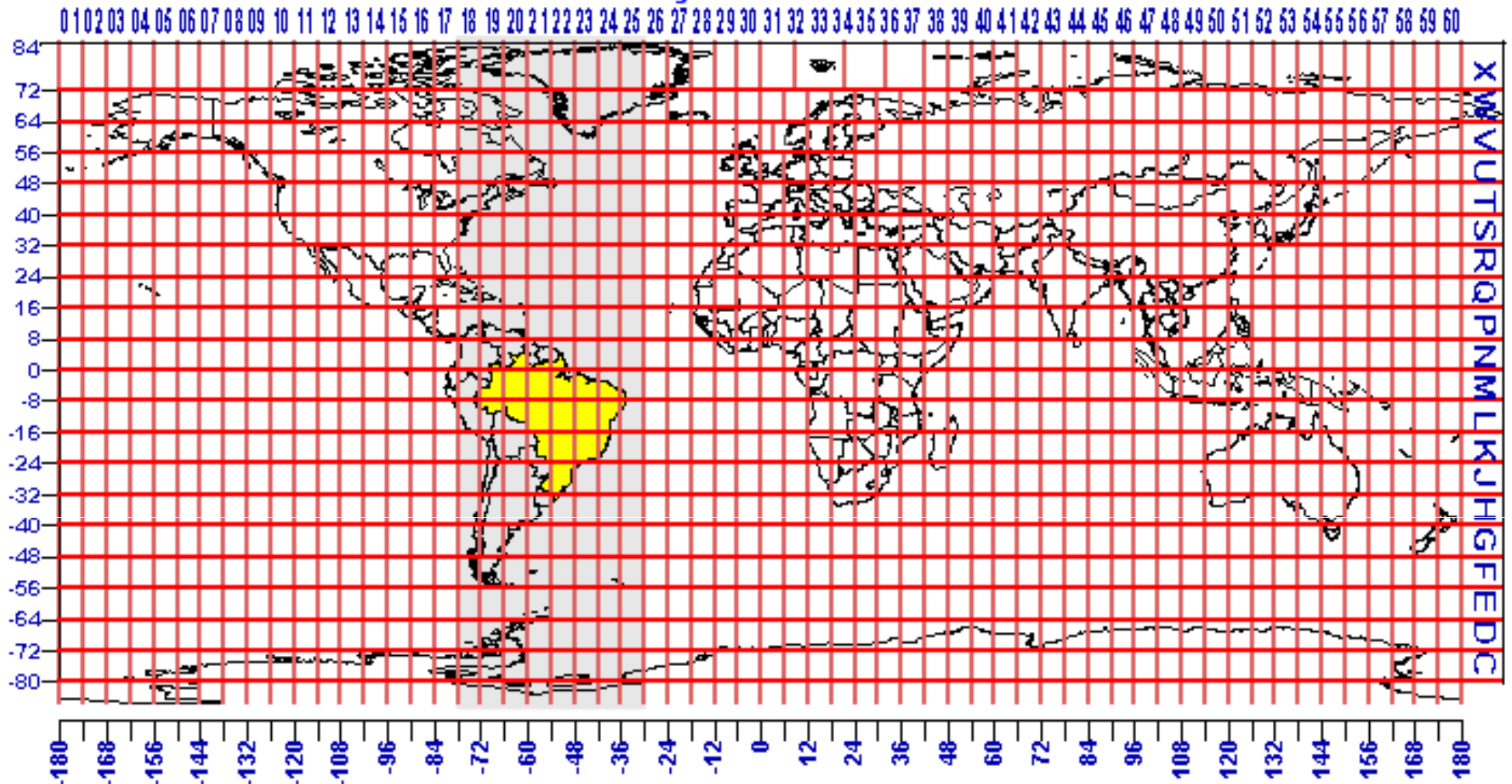
- as coordenadas neste sistema são representadas pelas letras N (latitude) e E (longitude);
- para o Hemisfério Norte as ordenadas variam de 0 a 10.000 km enquanto para o Hemisfério Sul variam de 10.000 a 0 km.
- as abscissas variam de 500 a 100 km à Oeste do Meridiano Central e de 500 a 700 km a Leste do mesmo.



Representação de um fuso de 6°



NUMERAÇÃO ZONAS UTM



Em latitudes a divisão é feita em segmentos de 8° e o sistema é limitado pelos paralelos 84 ° N e 80° S, onde as deformações ainda não são significativas.

No sentido Norte-Sul, A nomenclatura é usada somente entre os paralelos 84° N e 80° S, começando a 80° S, com a letra **C** até a letra **X**. As letras **I** e **O** são omitidas porque podem ser confundidos com números.

