

Projeções

Profa. Dra. Rúbia Gomes Morato

O que são projeções cartográficas?

- Podemos definir um **projeção** como sendo um sistema plano de meridianos e paralelos, sobre os quais pode ser desenhado um mapa (RAISZ, 1969);
- Oliveira (1983) define a projeção cartográfica como: “traçado sistemático de linhas numa **superfície plana**, destinados à representação de paralelos de latitude e meridianos de longitude da terra ou parte dela. Pode ser construído mediante cálculo analítico ou traçado geometricamente”.

Superfície da Terra e sua Representação

- O globo terrestre é uma representação esferoidal da terra. Apesar de sua simplificação, é a representação que mais se aproxima da superfície em virtude da sua forma **esférica**;
- Possui desvantagens em relação aos mapas:
 - Não permite que o observador tenha visão de toda a superfície da terra ao mesmo tempo em razão de sua esfericidade;
 - Difícil manuseio (tirar cópias e realizar medidas);
 - Representa a terra numa escala muito pequenas.



Globo Terrestre



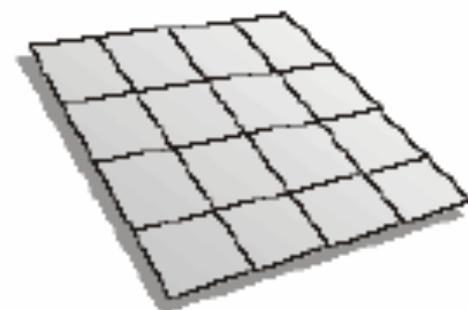
O globo representa a Terra.

Quais as dificuldades encontradas?

- Ao contrário do globo terrestre, a carta é uma **representação plana** da terra;
- Quando se representa apenas uma parte da superfície terrestre, a deformação não é tão significativa. Na representação de grandes extensões (Pais ou Globo), as distorções são inevitáveis;
- A maior dificuldade num mapa é **transferir uma representação que é curva para o plano**. Quando adota-se uma projeção, fatalmente haverá **deformação**.



TERRA



MAPA

Projeções Cartográficas

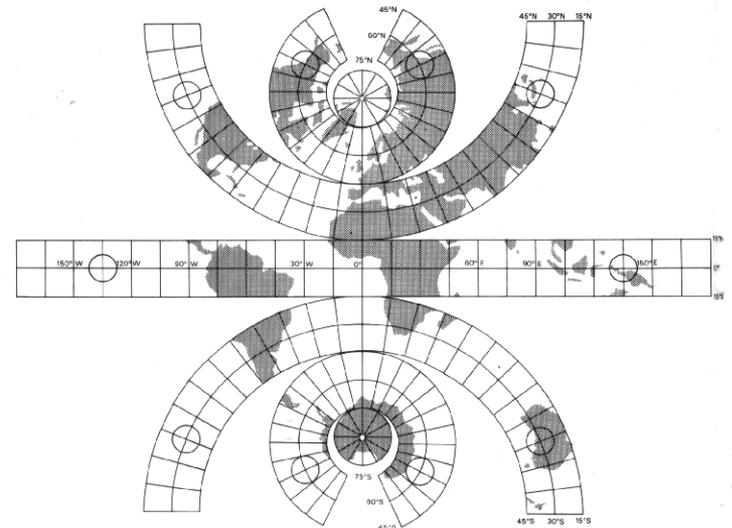
- Projeções Geográficas são transformações projetivas, que permitem transformar a superfície tridimensional da superfície terrestre em uma representação plana, ou seja bidimensional.
- A correspondência entre a superfície e o mapa não pode ser exata por dois motivos básicos:
 - Alguma transformação de escala deve ocorrer porque a correspondência 1/1 é fisicamente impossível.
 - A superfície curva da Terra não pode ajustar-se a um plano sem a introdução de alguma espécie de deformação ou distorção, equivalente a esticar ou rasgar a superfície curva.

Projeções Cartográficas

- O Conceito de Distorção
 - As distorções ou deformações são tanto maiores quanto maior a área representada, e terão características próprias segundo a forma de relacionamento entre a superfície terrestre e a representação plana correspondente, caracterizando a projeção adotada.

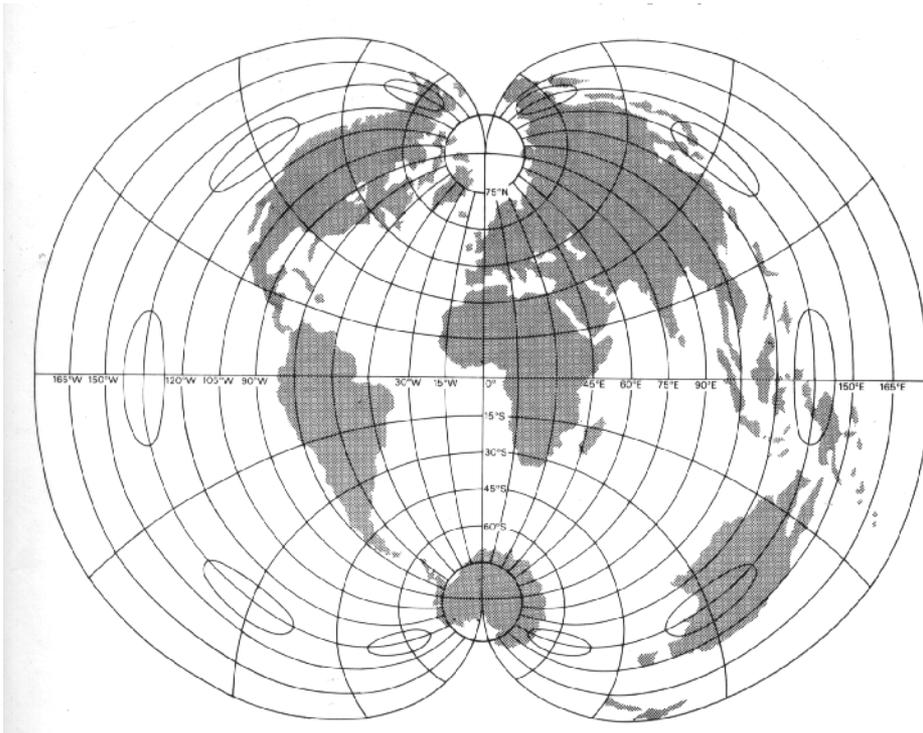
A figura ao lado apresenta uma representação plana da Terra pelo corte da superfície esférica ao longo dos paralelos de $\pm 15^\circ$, $\pm 45^\circ$ e 75° e ao longo do meridiano de Greenwich.

Esta representação faz com que alguns paralelos sejam mostrados duas vezes, gerando uma descontinuidade do mapa e deixando vazios entre os paralelos.



Projeções Cartográficas

- Desejando-se evitar estes vazios, ou seja, o mapa mostrar a superfície de forma contínua, deve-se fechar os vazios esticando-se cada zona em uma direção ao longo dos meridianos até a coincidência dos paralelos, conforme mostra a figura abaixo.



Projeções Cartográficas

- Classificação
 - Propriedades
 - Superfície de projeção
 - Método de traçado

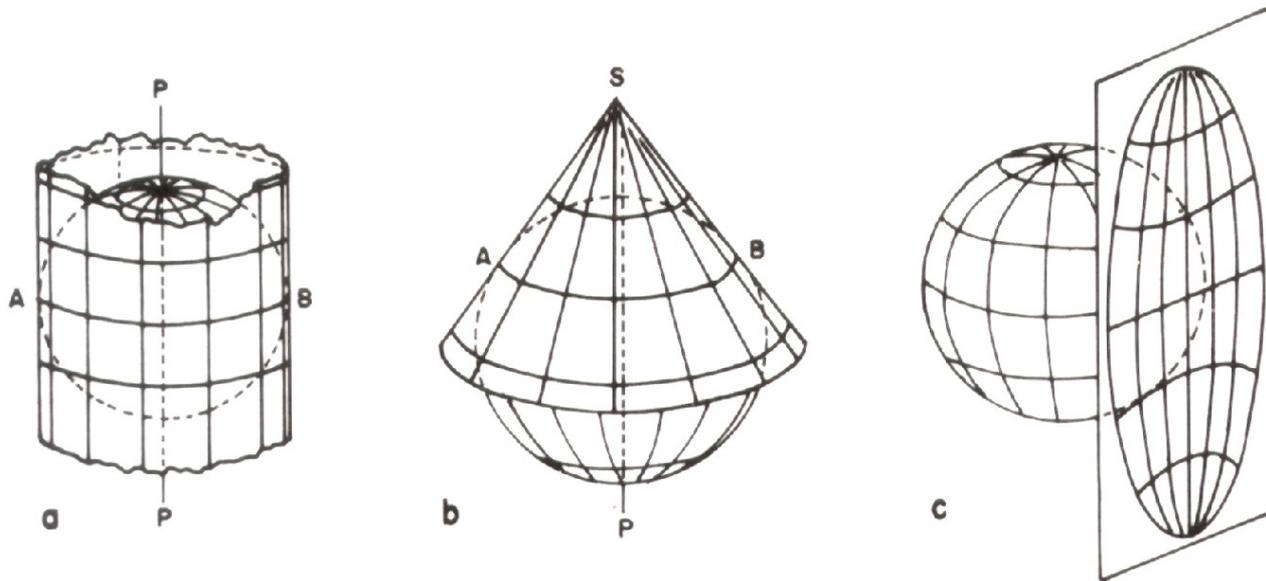
CONCEPÇÕES GEOMÉTRICAS

As formas básicas utilizadas no desenvolvimento da esfera são:

- Cilindro: circunscreve a esfera num cilindro;
- Cone: circunscreve a esfera num cone;
- Plano: coloca um plano tangente à esfera.

- Dependendo da figura geométrica utilizada, as projeções são chamadas de: projeção cilíndrica, projeção cônica e projeção plana;
- A escolha da projeção utilizada depende dos objetivos pretendidos. **Toda projeção possui erro!**
- A superfície terrestre assume as características do sistema adotado.

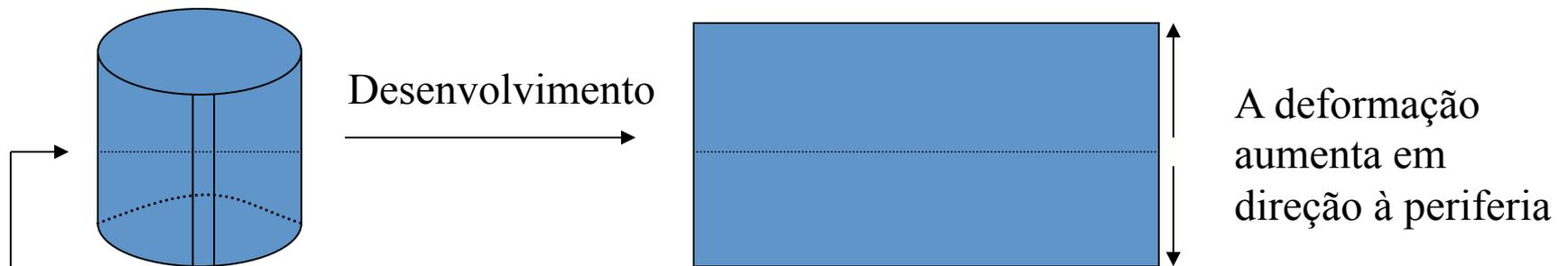
CONCEPÇÕES GEOMÉTRICAS



No caso das figuras a e b, o paralelo AB conservará na superfície **desenvolvida** a sua verdadeira grandeza.

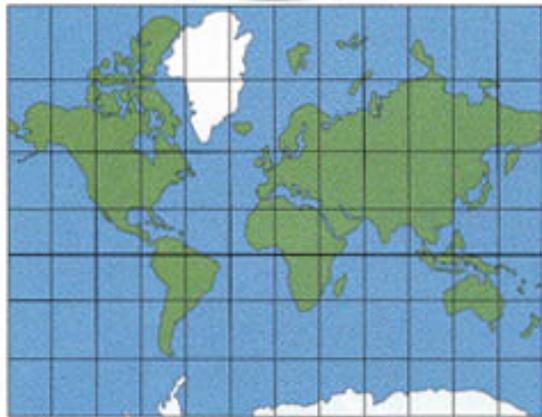
O QUE É DESENVOLVIMENTO?

- O desenvolvimento refere-se ao processo transferir a superfície de um sólido num plano.



Linha de verdadeira grandeza (o centro da projeção não possui alteração na escala)!

DESENVOLVIMENTO DAS FIGURAS GEOMÉTRICAS

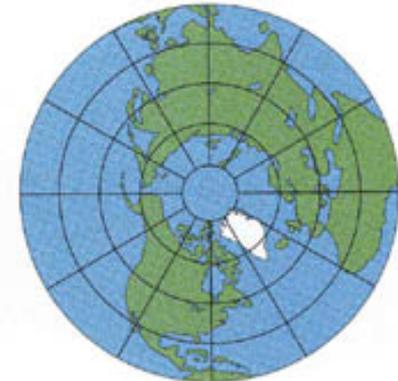
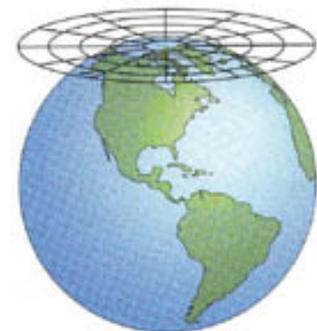


Projeção Cilíndrica



Projeção Cônica

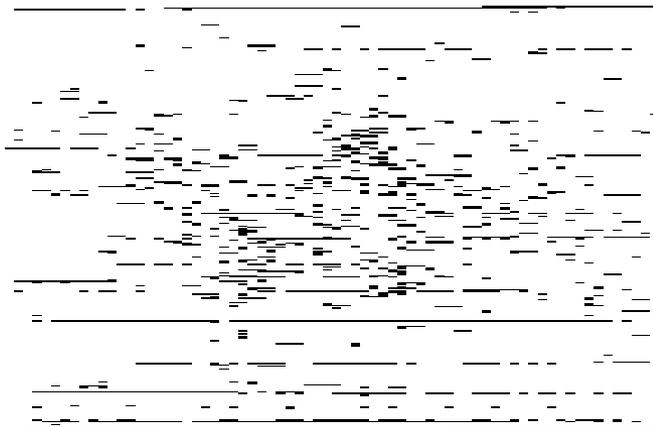
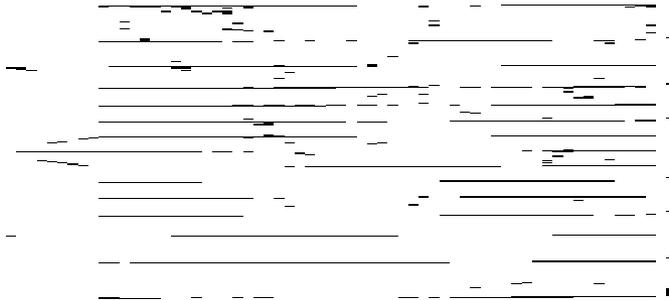
Projeção Plana



Projeções Cartográficas

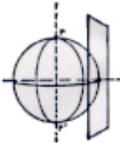
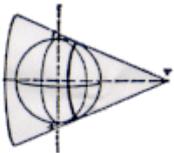
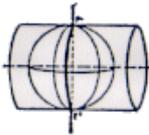
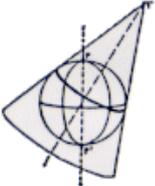
■ Mercator

- Os meridianos da projeção de Mercator são retas verticais paralelas, igualmente espaçadas, cortadas ortogonalmente por linhas retas representando os paralelos, que por sua vez são espaçados a intervalos maiores, à medida que se aproxima dos polos. Este espaçamento é tal que permita a conformidade, e é inversamente proporcional ao cosseno da latitude.



É ainda bastante empregada em Atlas e cartas que necessitem mostrar direções (cartas magnéticas e geológicas). Praticamente todas os mapas de fusos horários são impressas na projeção de Mercator.

VARIAÇÕES DAS PROJEÇÕES

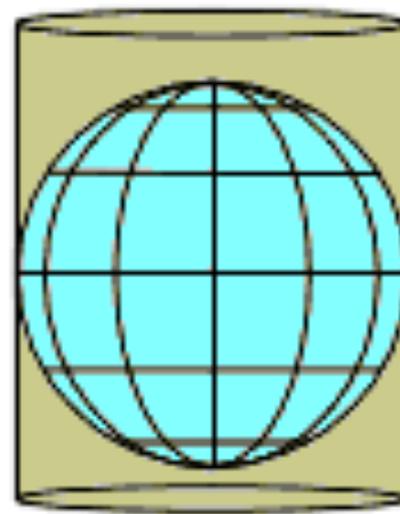
PLANAS	CÔNICAS	CILINDRICAS
 <p>POLAR – plano tangente no pólo</p>	 <p>NORMAL – eixo do cone paralelo ao eixo da Terra</p>	 <p>EQUATORIAL – eixo do cilindro paralelo ao eixo da Terra</p>
 <p>EQUATORIAL – plano tangente no equador</p>	 <p>TRANSVERSA – eixo do cone perpendicular ao eixo da Terra</p>	 <p>TRANSVERSA – eixo do cilindro perpendicular ao eixo da Terra</p>
 <p>HORIZONTAL – plano tangente em um ponto qualquer</p>	 <p>HORIZONTAL – eixo do cone inclinado em relação ao eixo da Terra</p>	 <p>HORIZONTAL – eixo do cilindro inclinado em relação ao eixo da Terra</p>

Concepção utilizada pela projeção Universal Transversa de Mercator-UTM



PROJEÇÃO CILÍNDRICA

- Na projeção cilíndrica, a superfície terrestre é projetada sobre um cilindro tangente ao elipsóide que então é longitudinalmente cortado e planificado.



TANGENTE

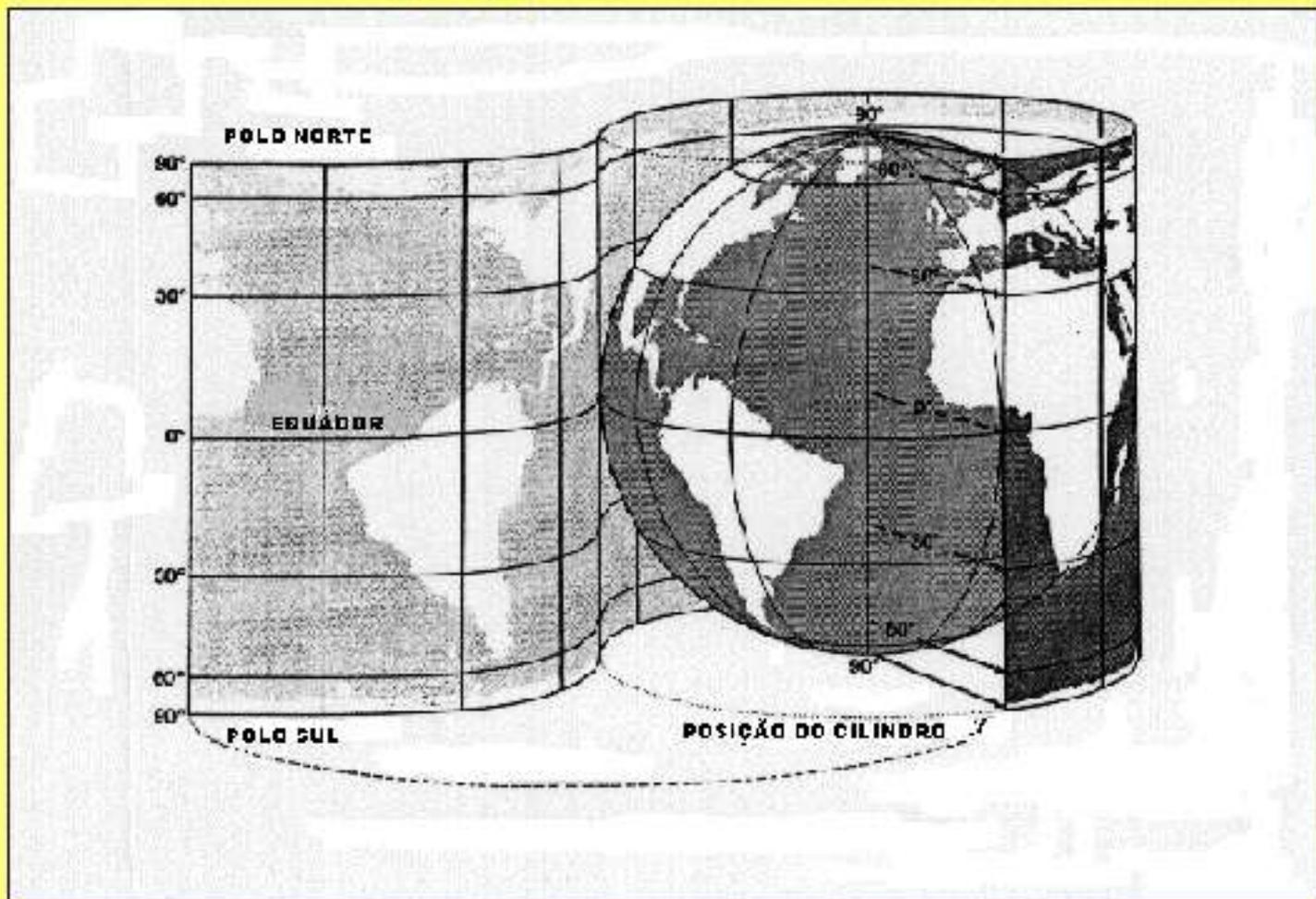
DISTORÇÃO



BAIXA **MÉDIA** **ALTA**



Projeção cilíndrica 1



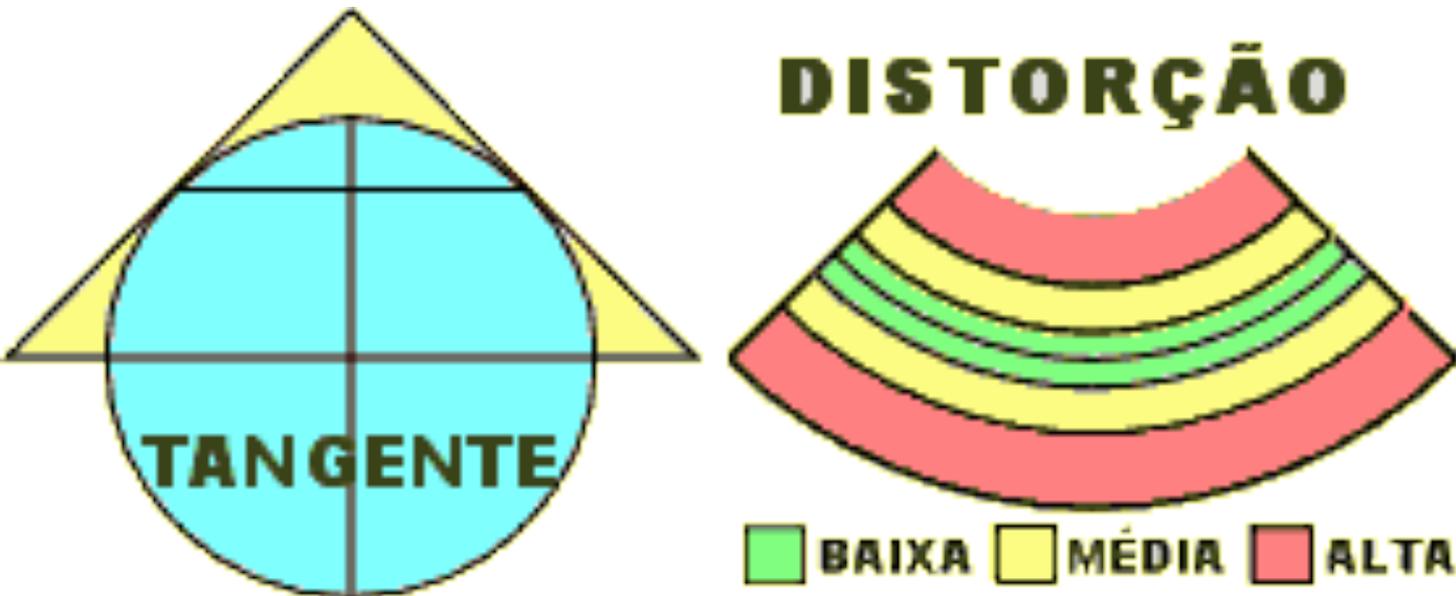
Nesta projeção os meridianos e os paralelos são linhas retas que se cortam em ângulos retos. Nela as regiões polares aparecem muito exageradas. Os mapas-múndi são feitos em projeções cilíndricas.

Projeção cilíndrica (Mercator)



PROJEÇÃO CÔNICA

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



Projeção cônica

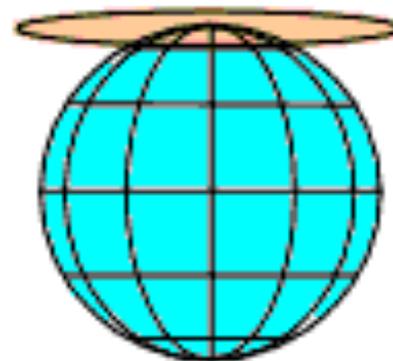


Nesta projeção os meridianos convergem para os pólos e os paralelos são arcos concêntricos situados a igual distância uns dos outros. São utilizados para mapas de países de latitudes médias.



PROJEÇÃO AZIMUTAL

- 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.



TANGENTE

DISTORÇÃO



MÁXIMA

BAIXA MÉDIA ALTA

Classificação das projeções segundo as deformações

Conformes ou Semelhantes
Eqüidistantes
Equivalentes
Azimutais ou Zenitais
Afiláticas ou Arbitrárias

Projeções Cartográficas

- Propriedades das Projeções

- **Conformidade**

- Uma projeção conforme é uma projeção em que a escala máxima é igual à mínima em todas as partes do mapa ($a = b$). Um pequeno círculo na superfície terrestre se projetará como um círculo na projeção, caracterizando uma deformação angular nula.

- **Equivalência**

- As escalas máxima e mínima são recíprocas: $a \cdot b = 1$, mantendo uma escala de área uniforme. Deforma muito em torno de um ponto, porque a escala varia em todas as direções. O princípio da equivalência é a manutenção das áreas de tamanho finito.

- **Eqüidistância**

- Uma escala específica é mantida igual à escala principal ao longo de todo o mapa. Por exemplo: a escala ao longo de um meridiano $h = 1.0$. Assim sob certas condições, as distâncias são mostradas corretamente. A equidistância porém não é mantida em todo o mapa, a escala linear é correta apenas ao longo de determinadas linhas ou a partir de um ponto específico.

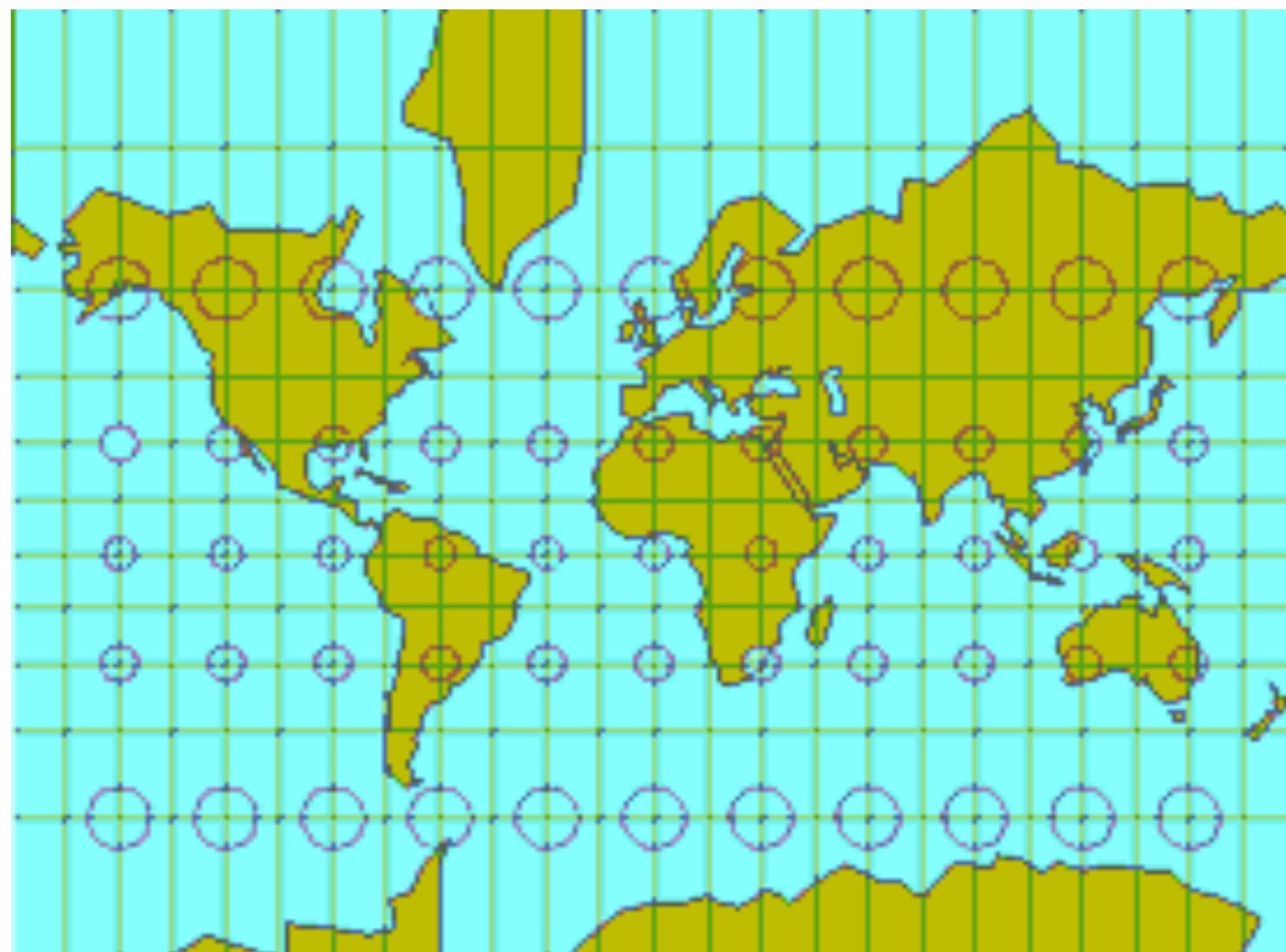
- **Afilática**

- As projeções afiláticas não conservam área, distância, forma ou ângulos, mas podem apresentar alguma outra propriedade específica que justifique a sua construção.

Conformes ou Semelhantes

- propriedade de não deformar os ângulos de pequenas áreas. Nestas projeções os paralelos e o meridianos se cruzam em ângulos retos
- a escala em torno de um ponto se mantém para qualquer direção.
- Porém, ao se manter a precisão dos ângulos, distorce-se a a proporção dos objetos no mapa.

Ex. Mercator



Eqüidistantes

- projeções que não apresentam deformações lineares, ou seja, os comprimentos são representados em escala uniforme. Esta condição só é conseguida em determinada direção.
- projeções são menos empregadas que as projeções conformes e equivalentes, porque raramente é desejável um mapa com distâncias corretas apenas em uma direção. Ex. Cilíndrica Eqüidistante

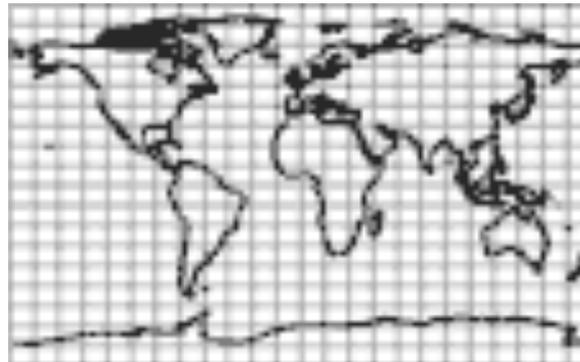
Eqüidistantes



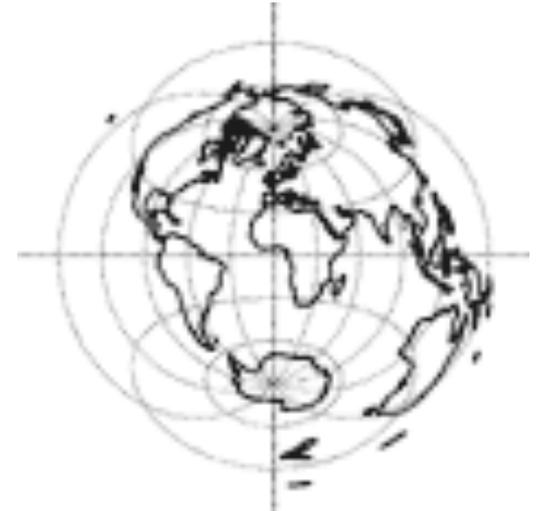
CÔNICA
EQUIDISTANTE



CILÍNDRICA EQUIDISTANTE



MILLER EQUIDISTANTE



AZIMUTAL
EQUIDISTANTE

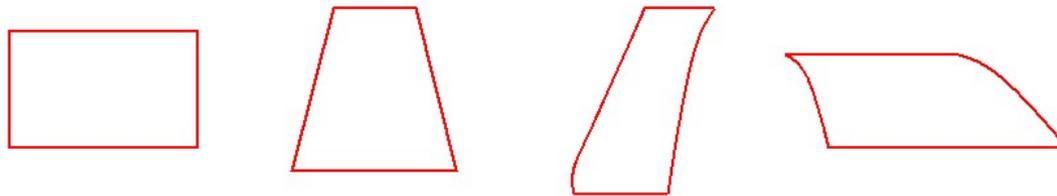
Equivalentes

- não deformam áreas, conservando uma relação constante, em termos de área, com a superfície terrestre.
- Devido a suas deformações não são adequadas a cartografia de base, porém são muito utilizadas para a cartografia temática.

Ex. Azimutal de Lambert

TIPOS DE PROJEÇÃO EM RELAÇÃO A DEFORMAÇÃO - EQUIVALENTE

- **Projeção Equivalente:** uma projeção é considerada equivalente quando uma extensão qualquer, grande ou pequena, **tem a mesma área no plano e na esfera** (numa mesma escala);
- Os mapas equivalentes são apropriados para representar a distribuição de produtos nos estudos econômicos e industriais (RAISZ, 1969);

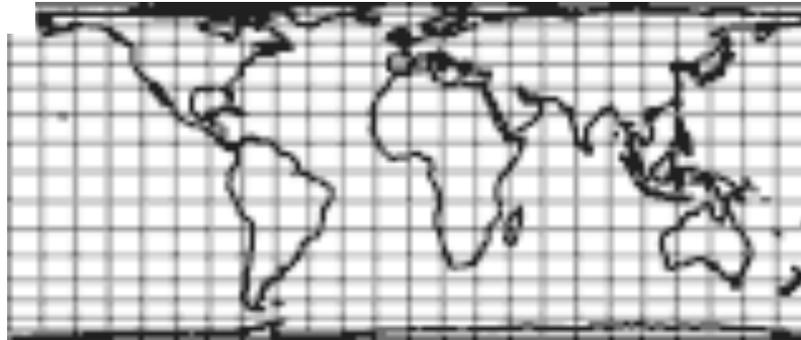


Às vezes a igualdade de área é obtida com uma excessiva deformação da figura

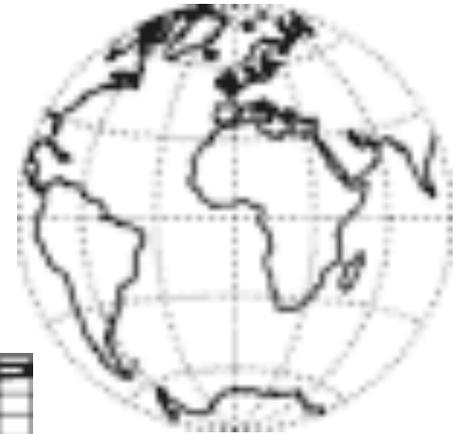
Equivalentes



CÔNICA
IGUAL ÁREA DE ALBERS



CILÍNDRICA
IGUAL ÁREA DE BEHRMANN

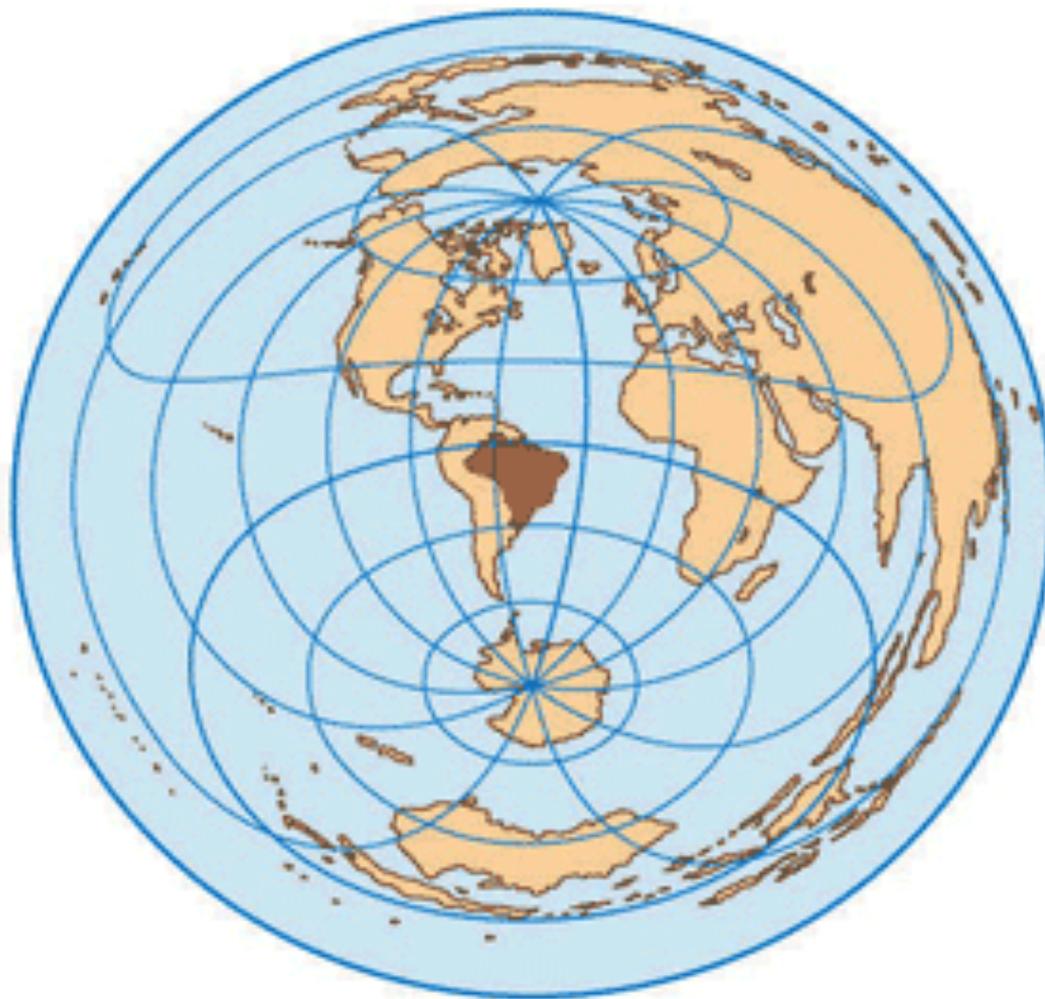


AZIMUTAL
IGUAL ÁREA
LAMBERT

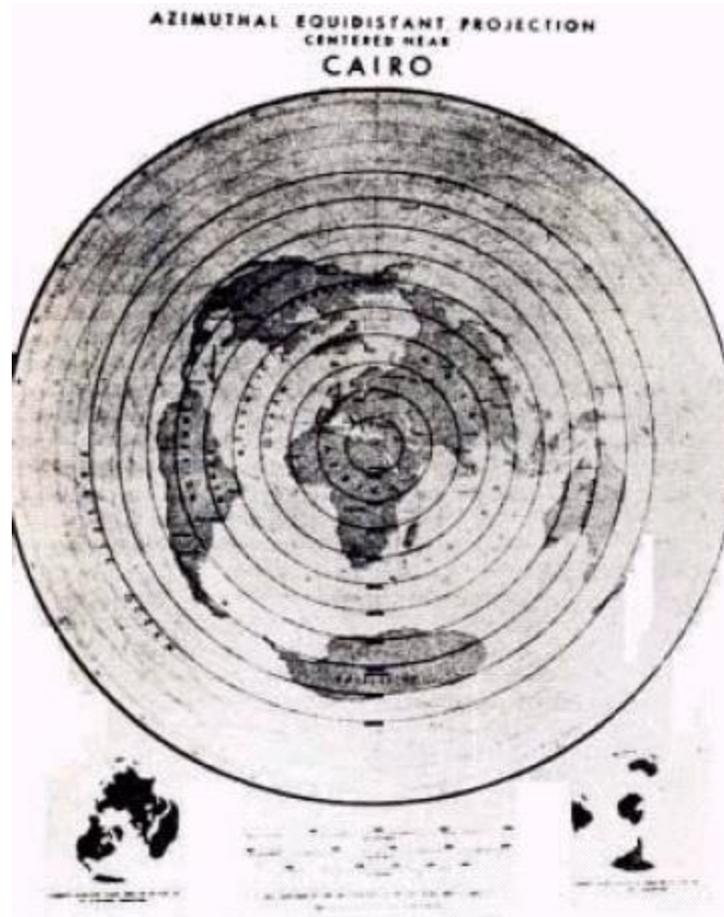
Azimutais ou Zenitais

- São destinadas para finalidades bem específicas, quando nem as projeções conformes ou equivalentes satisfazem. Essas projeções se preocupam apenas com que os azimutes ou as direções de todas as linhas vindas do ponto central da projeção sejam iguais aos das linhas correspondentes na esfera terrestre.

Projeção Azimutal Centrada na Cidade de São Paulo

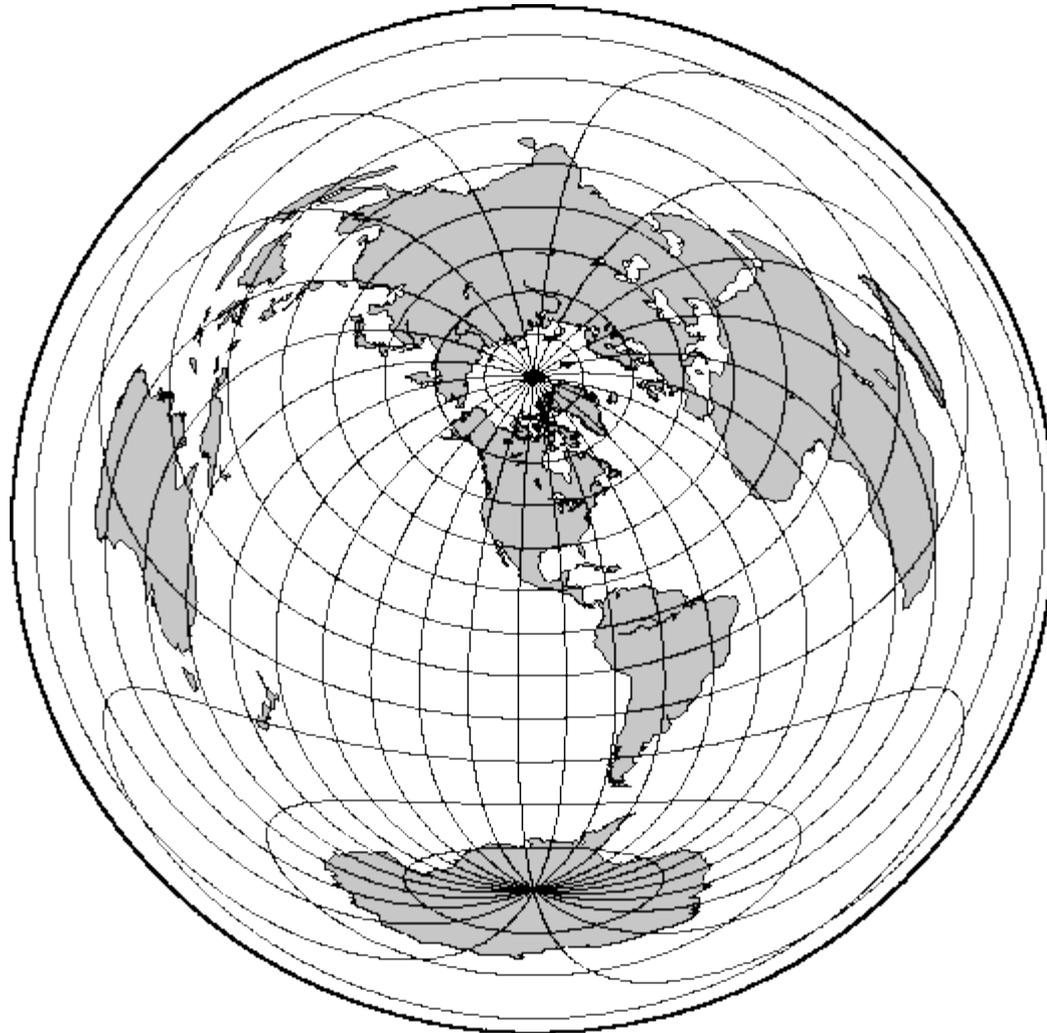


Projeção Eqüidistante Azimutal centrada na cidade do Cairo, Egito.



Força Aérea dos Estados Unidos da América – USF

World map using the equidistant azimuthal projection.



Afiláticas ou Arbitrárias

- não possui nenhuma das propriedades dos outros tipos, isto é, equivalência, conformidade e equidistância,
- as projeções em que as áreas, os ângulos e os comprimentos não são conservados.