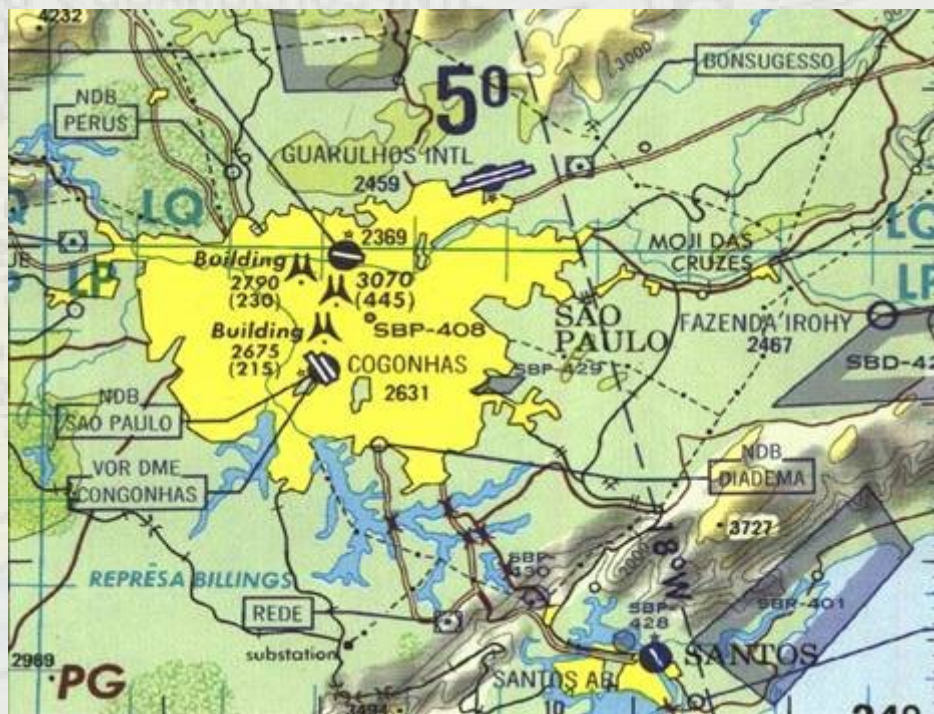


NAVEGAÇÃO



Vinícius Rogério da Rocha

Navegação

- Ciência/técnica de planejar e executar uma viagem de um ponto de partida até seu destino, através de algum meio dirigível de transporte
- Métodos:
 - a) Visual (observação de pontos de referência)
 - b) Estimada (considera influência do vento; utiliza bússola, velocímetro e relógio)
 - c) Rádio (radiogonometria)
 - d) Eletrônica (instrumentos)
 - e) Inercial (acelerômetros e giroscópios)
 - f) Por satélite (GPS)
 - g) Astronômica (sextante e posições dos astros)

Posição, orientação e distância

- Posição: ponto na superfície da Terra, dada pelas coordenadas geográficas
- Orientação: direção de um ponto a outro, dada pela rosa dos ventos
- Distância: espaço compreendido entre dois pontos

Unidades de medida

- **Distância horizontal**

Milha náutica (NM) – 1852 m

Milha terrestre (MT) – 1609 m

- **Distância vertical**

Pé (ft) – 30,48 cm (1000 ft = 304,8 m)

- **Velocidade horizontal**

Nós (kt) – 1,852 km/h (1 NM/h)

- **Velocidade vertical**

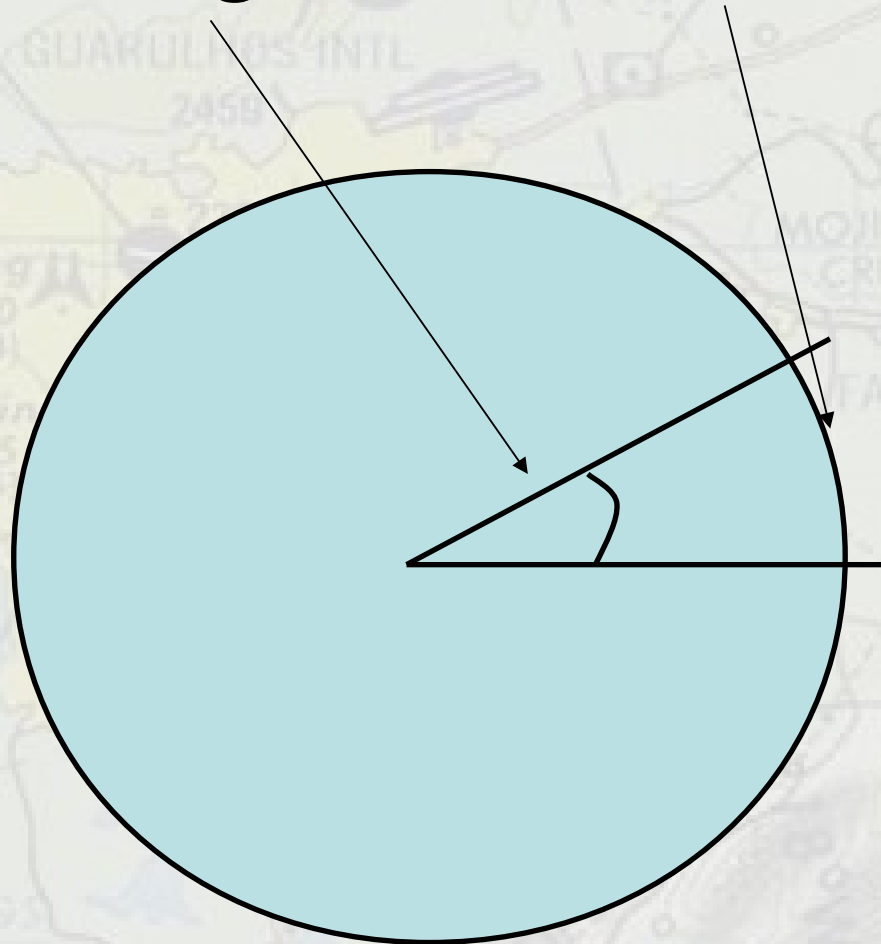
Pés por minuto (ft/min)

Terra

- Aproximadamente uma esfera
- Gira de oeste para leste
- **Paralelos** (círculos)
- **Círculo menor:** plano que não passa pelo centro da Terra
- **Círculo máximo:** divide esfera em duas partes iguais (hemisférios)
- **Meridianos** (semi-círculos)



Ângulo e arco

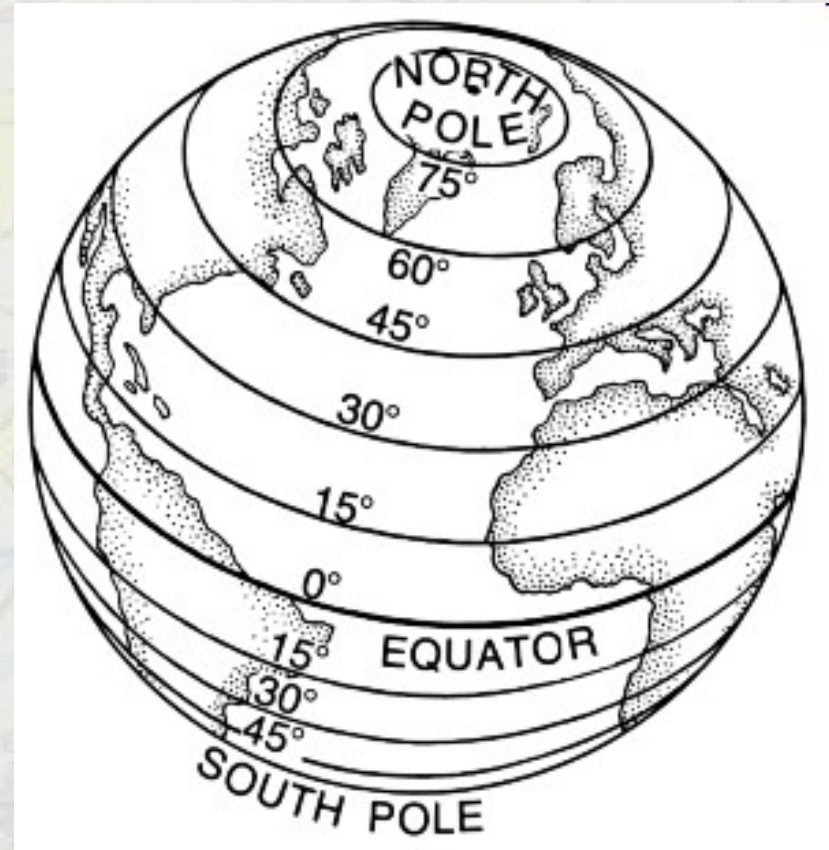


Arco

- Porção de uma linha curva e contínua
- Medida em ângulo (grau)
- Cada grau ($^{\circ}$) é dividido em 60 minutos ($'$), e cada minuto em 60 segundos ($''$)
- Ex: $14^{\circ}14'40''$
- A milha náutica é definida como $1'$, então:
 $1 \text{ NM} = 1'$
Ex: $60 \text{ NM} = 60' = 1^{\circ}$

Paralelo e latitude

- **Paralelos:** círculos paralelos ao Equador
- **Latitude:** ângulo definido pelo arco de meridiano que parte do equador ao ponto considerado. Varia de 00° a 90° para N ou S
- **Colatitude:** ângulo entre o paralelo e o pólo daquele hemisfério (o que falta pra dar 90°)



Linha do Equador



Quito (Equador)



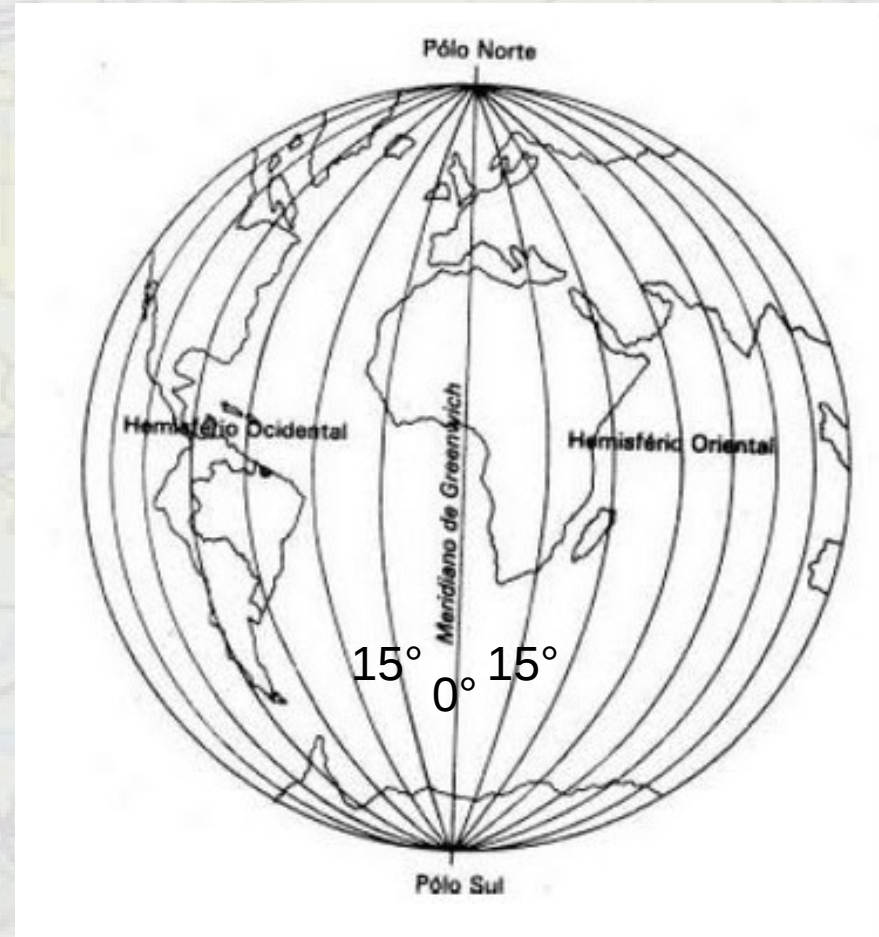
São Tomé e Príncipe



Macapá (AP)

Meridiano e longitude

- **Meridiano:** semi-círculos perpendiculares ao Equador
- **Longitude:** ângulo definido pelo menor arco de paralelo que parte do Meridiano de Greenwich ao ponto considerado. Varia de 000° a 180° para W ou E
- **Longitude do anti-meridiano:** longitude do meridiano oposto 180° a um meridiano considerado (o que falta pra completar 180°). Ex: Linha Internacional da Data



Meridiano de Greenwich

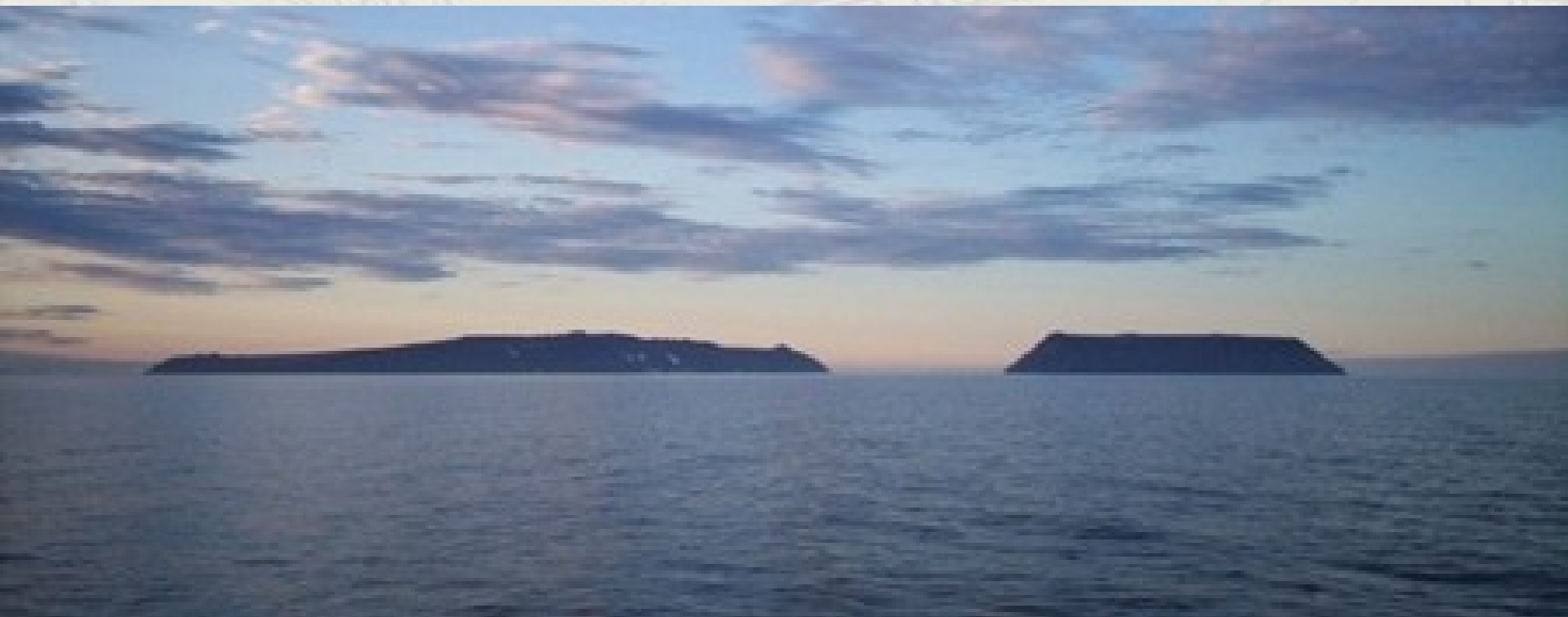


Espanha



Londres (Inglaterra)

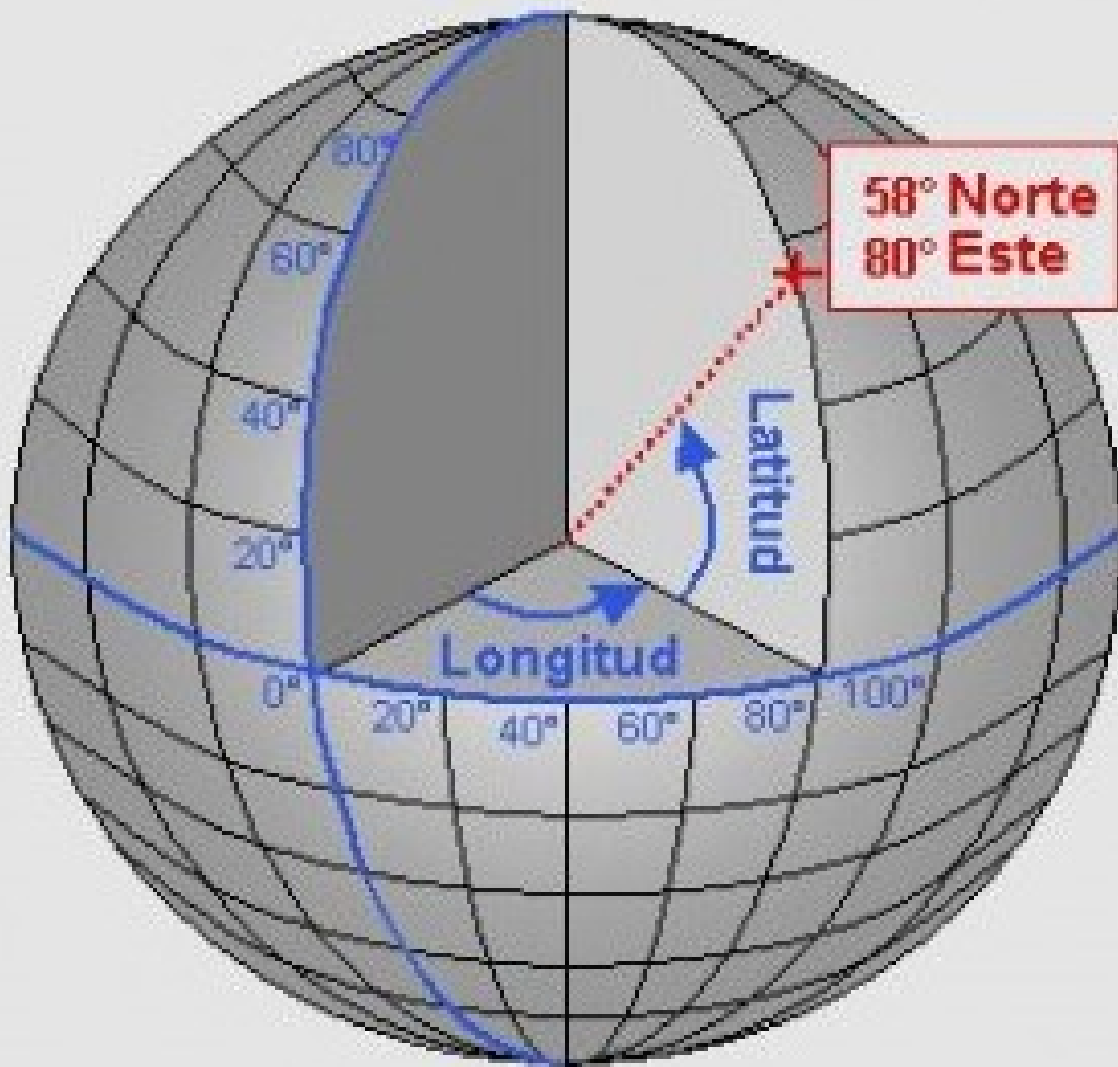
Linha Internacional da Data



Rússia (Leste – 2ª Feira)

Estados Unidos (Oeste - Domingo)

Ilhas Diomedede (estreito de Bering, entre Sibéria e Alasca)




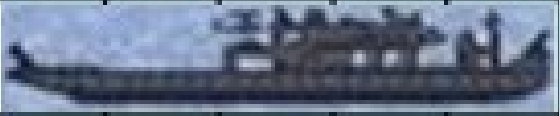

58° Norte
80° Este

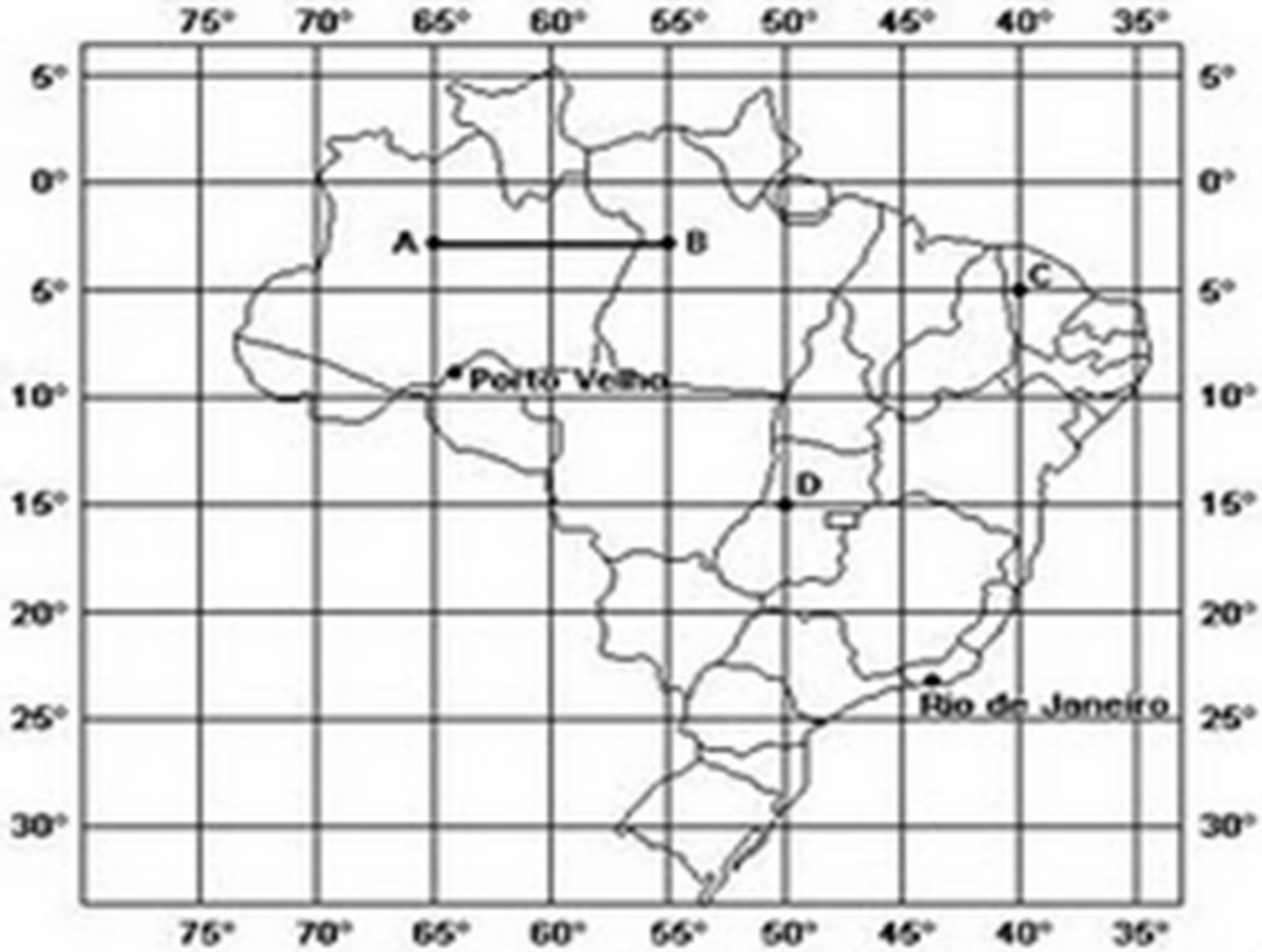
Latitud

Longitud

Coordenadas geográficas

- Localização de um ponto dada pela **latitude** (ao N ou S do Equador) e **longitude** (a W ou E de Greenwich)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								



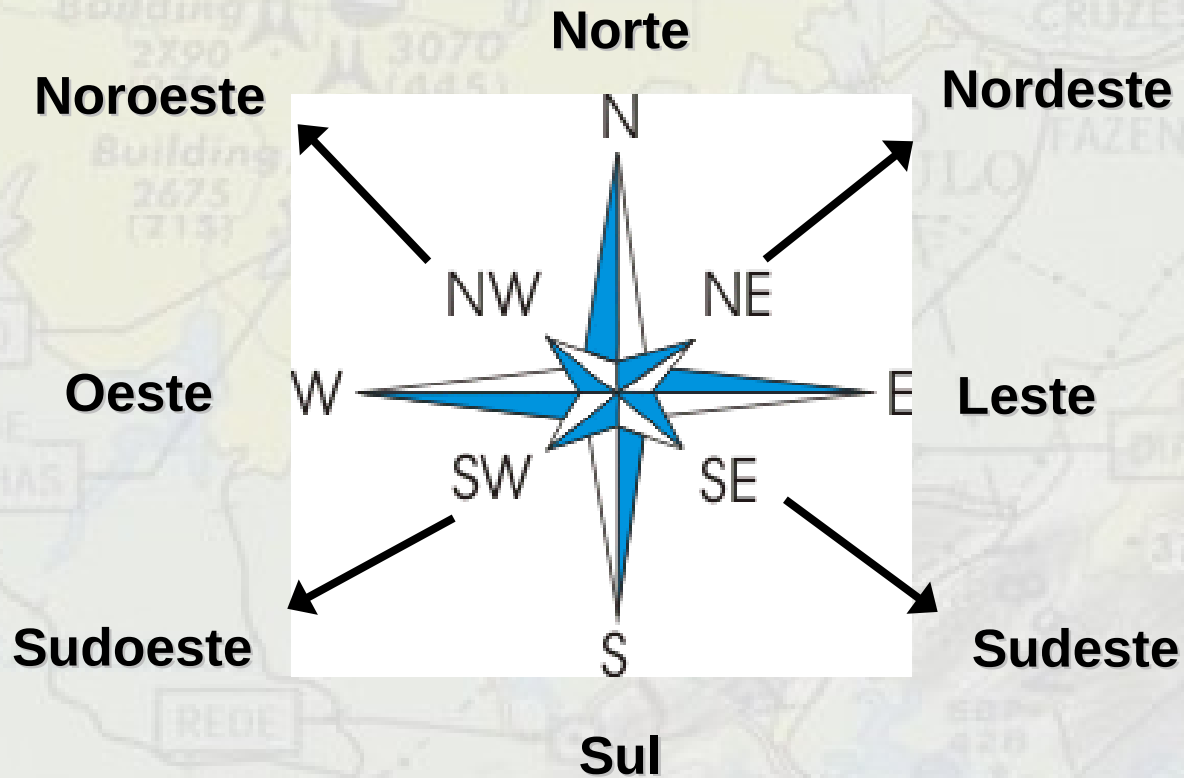
Representação das Coordenadas

- Certo ou errado?

- a) $10^{\circ}25'30''\text{S} - 067^{\circ}35'28''\text{W}$ **CERTO**
- b) $55^{\circ}43'\text{N} - 089^{\circ}10'\text{E}$ **CERTO**
- c) $33^{\circ}48'15'' - 005^{\circ}56'20''$ **ERRADO** (Faltam as letras)
- d) $11^{\circ}\text{S} - 185^{\circ}\text{E}$ **ERRADO** (Não existe esta longitude)
- e) $00^{\circ} - 000^{\circ}$ **CERTO**
- f) $45^{\circ}65'\text{N} - 133^{\circ}80'\text{W}$ **ERRADO**
(os minutos e segundos não podem passar de 59)

Orientação

- Pontos cardeais
- Pontos colaterais

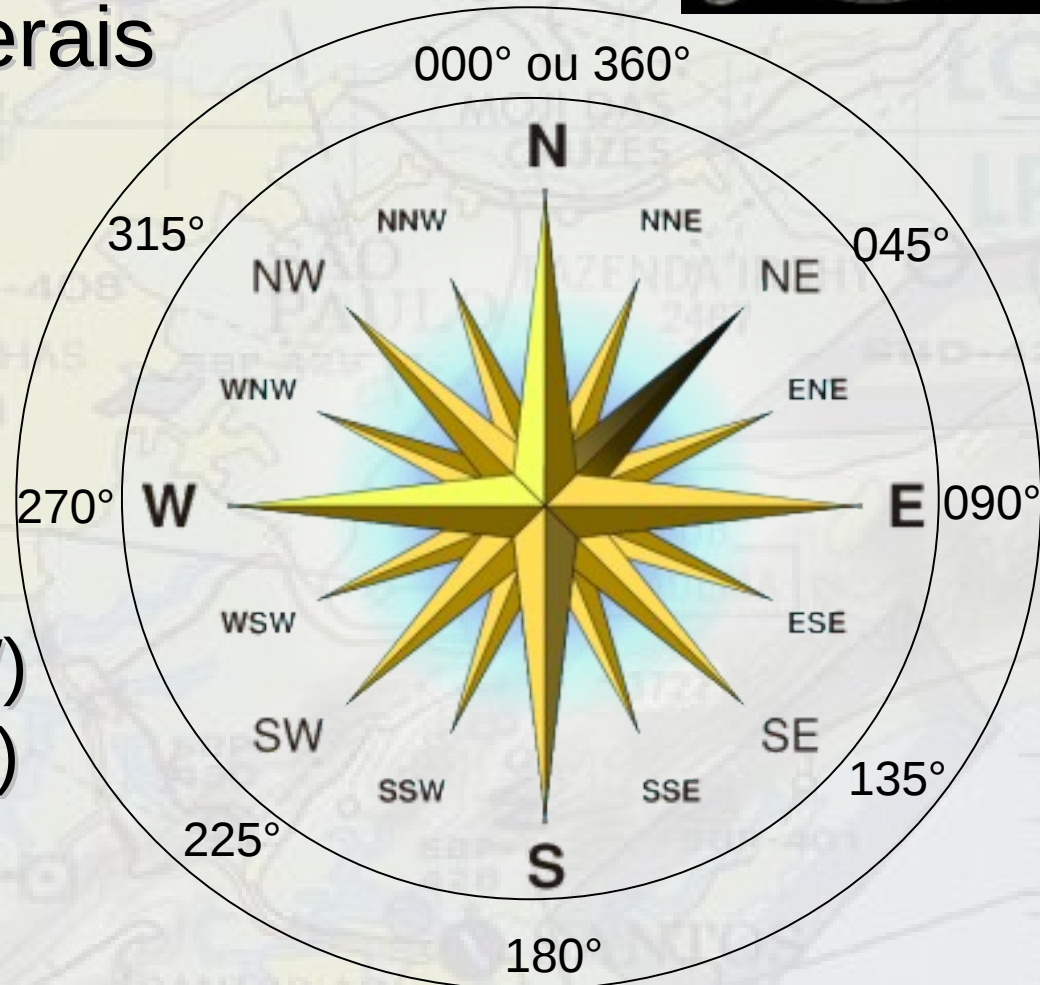


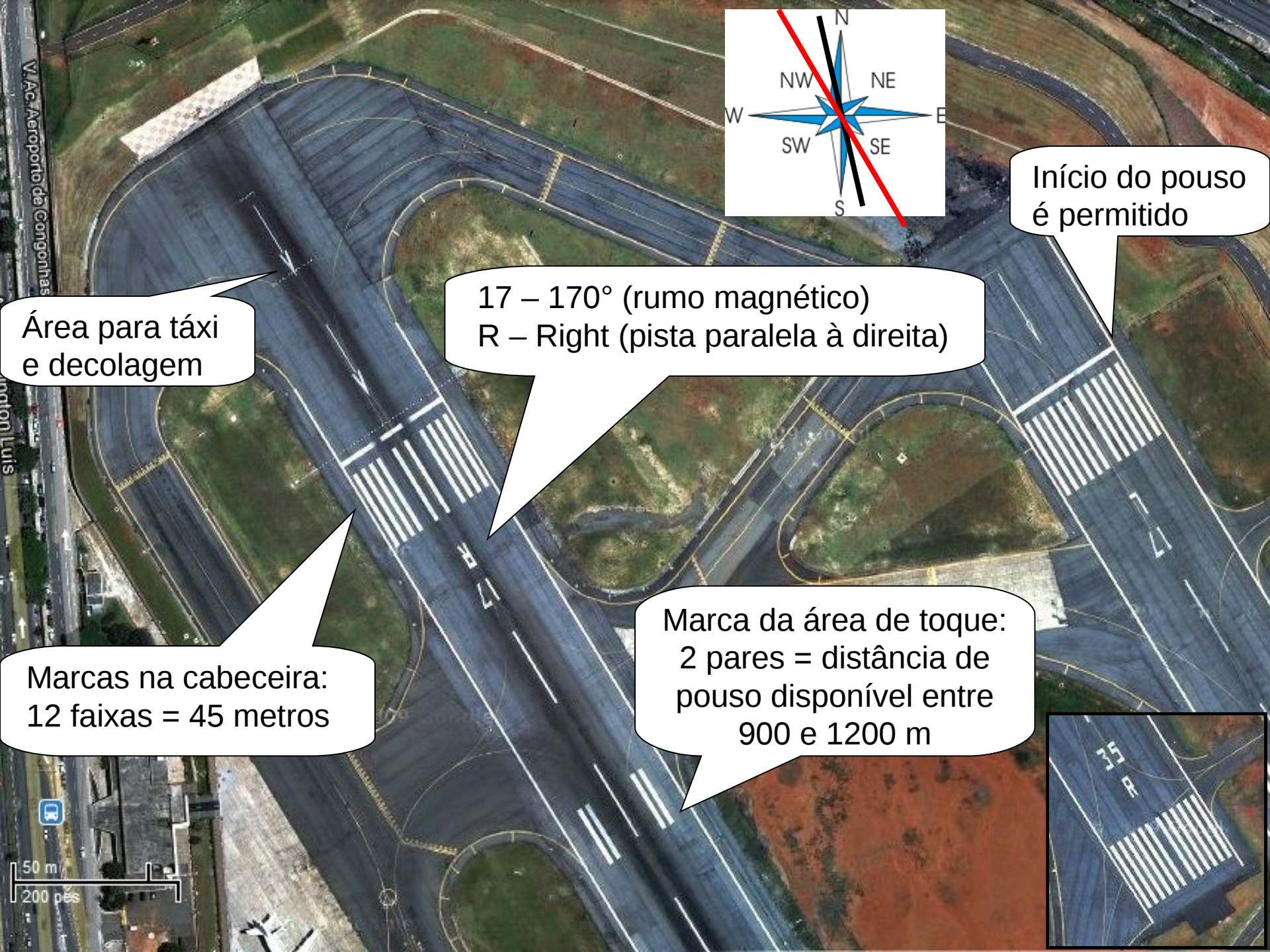
Orientação



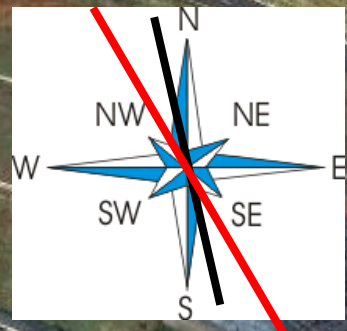
- Pontos sub-colaterais

- Nornordeste (NNE)
- Estenordeste (ENE)
- Estesudeste (ESE)
- Sulsudeste (SSE)
- Sulsudoeste (SSW)
- Oestesudoeste (WSW)
- Oestenoroeste (WNW)
- Nornoroeste (NNW)





V. Ac. Aeroporto de Congonhas



Início do pouso é permitido

17 – 170° (rumo magnético)
R – Right (pista paralela à direita)

Área para táxi e decolagem

Marcas na cabeceira:
12 faixas = 45 metros

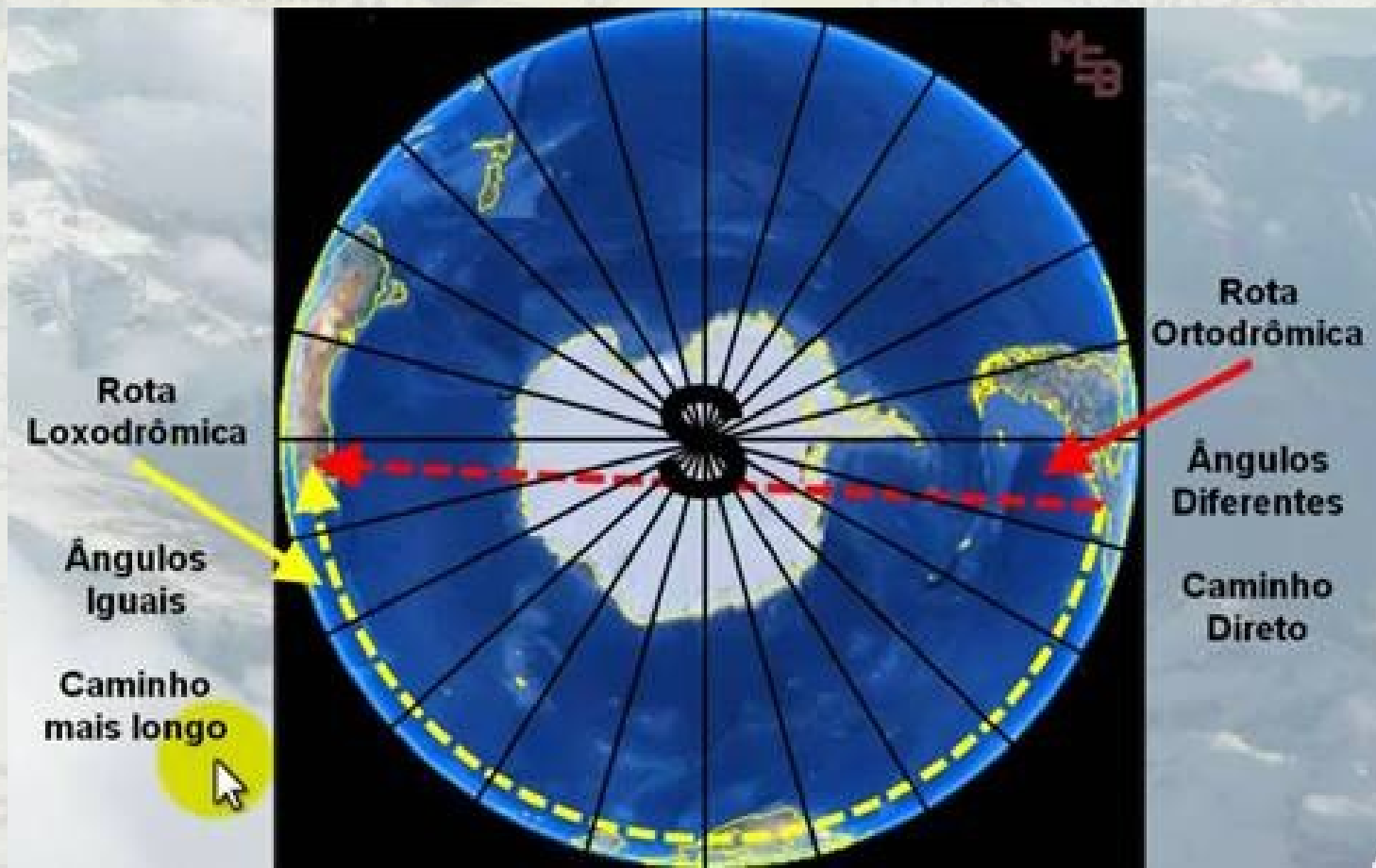
Marca da área de toque:
2 pares = distância de pouso disponível entre 900 e 1200 m



50 m
200 pés

Rota

- Trajetoria percorrida ou a percorrer por uma aeronave sobre a superfície da Terra. Pode ser Ortodrômica (“caminho reto”) ou Loxodrômica (“direção constante”)



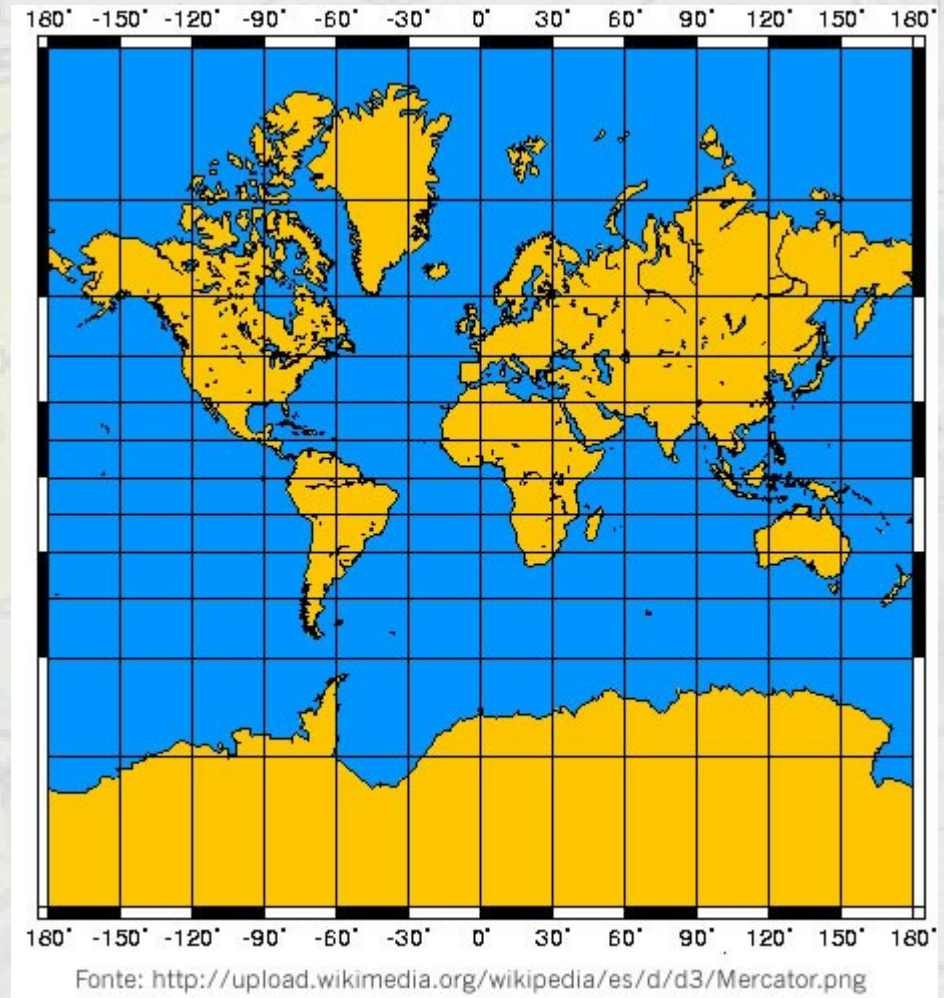
Rota

	Corta meridianos em ângulos...	Vantagens
Orto (reto)	Diferentes	Menor distância
Loxo	Iguais	Mais fácil planejar

- Para pequenas distâncias (menor que 850 NM) a diferença é insignificante (ex: NY-Londres, Loxo: 3145NM Orto: 3022NM => diferença de 230 km)

Projeção e mapa

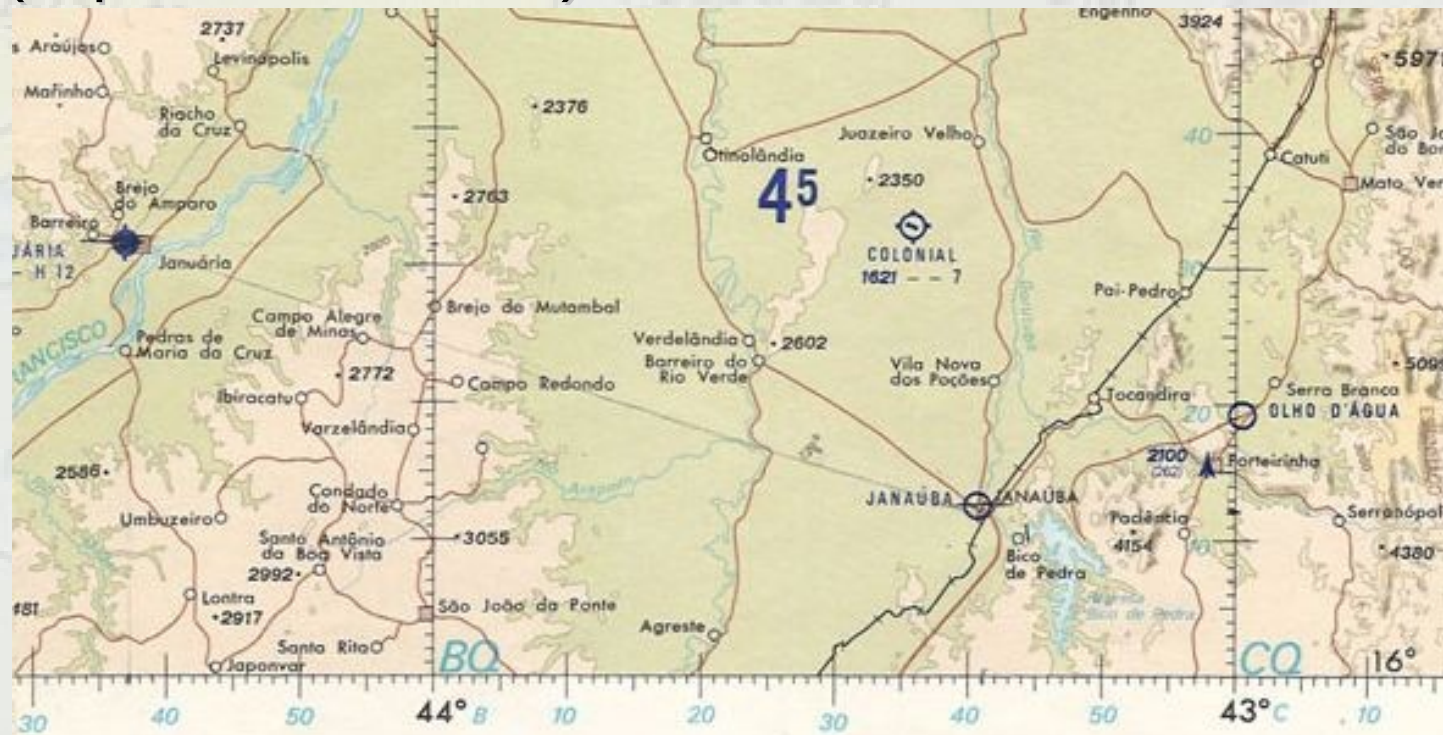
- Projeção: maneira de representar num plano a superfície da Terra ou parte dela
- Mapa: representação da Terra ou parte dela, sem grandes detalhes



Carta e escala

- Carta: representação numa superfície plana mostrando no máximo de detalhes as elevações, cidades, vilas, rodovias, ferrovias, lagos, rios, aeroportos, áreas perigosas e tudo mais que possa ser útil à navegação
- Escala: relação entre uma distância na carta e na realidade (superfície da Terra)

Carta WAC



Escala 1:1.000.000

1 cm da carta
= 1.000.000 de cm
da superfície
terrestre
(ou 10 km)

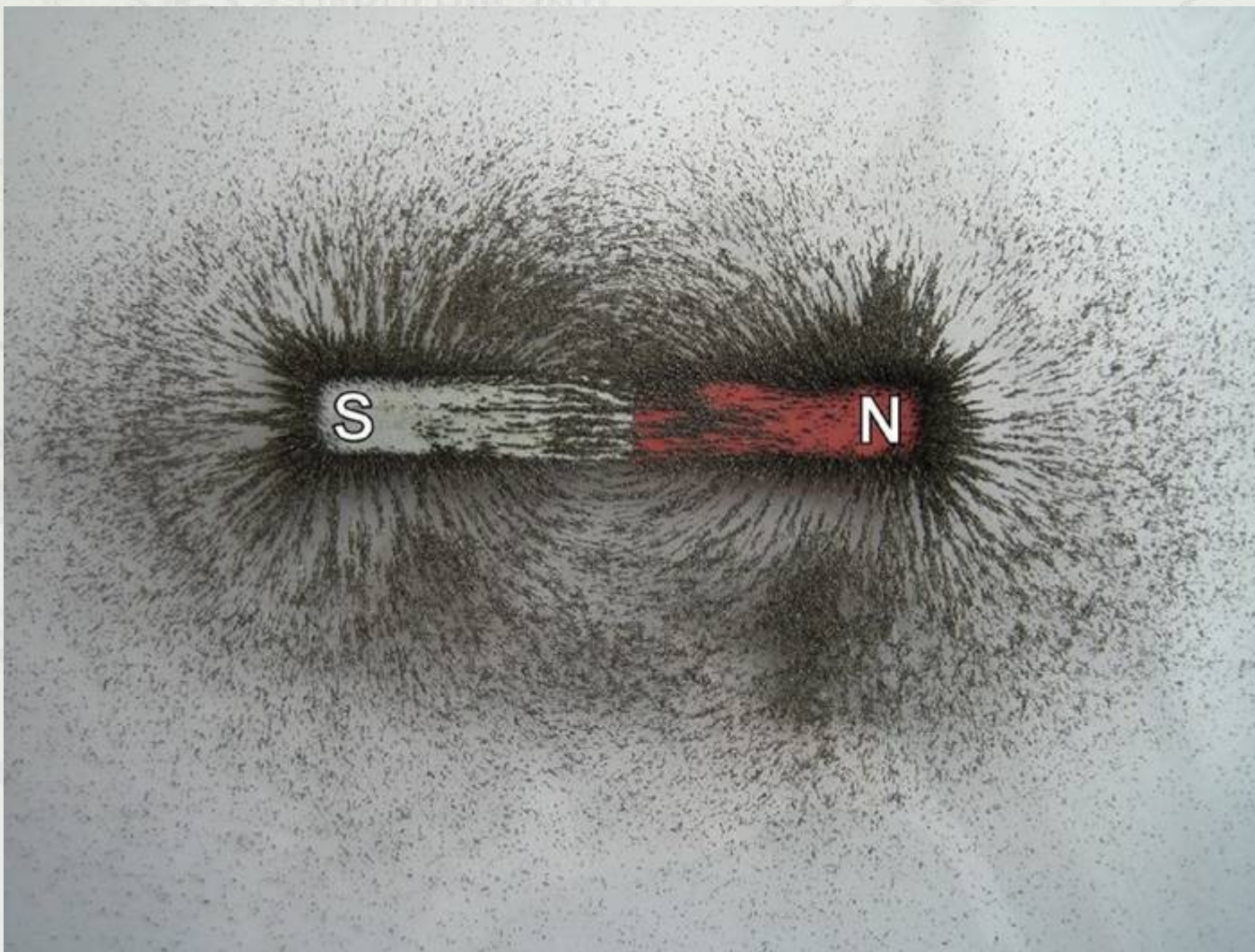
Rumo, proa e rota

- **Rumo:** ângulo entre a linha de rota e um meridiano qualquer (sentido de voo)
- **Proa:** ângulo entre o eixo longitudinal e o meridiano (para onde aponta o nariz)
- **Rota:** trajetória da aeronave

Ângulo de correção de deriva (ACD): correção que se aplica à proa para neutralizar o efeito do vento sobre o rumo da aeronave (diferença entre rumo e proa)

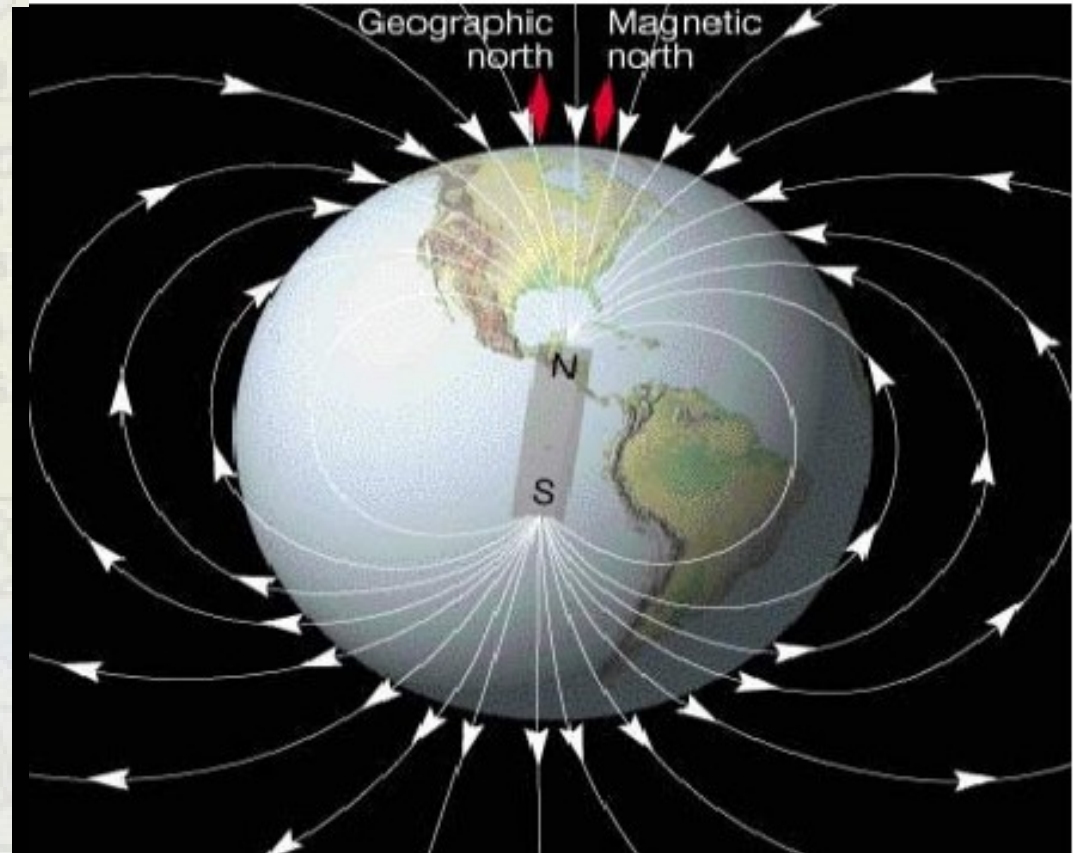


Magnetismo



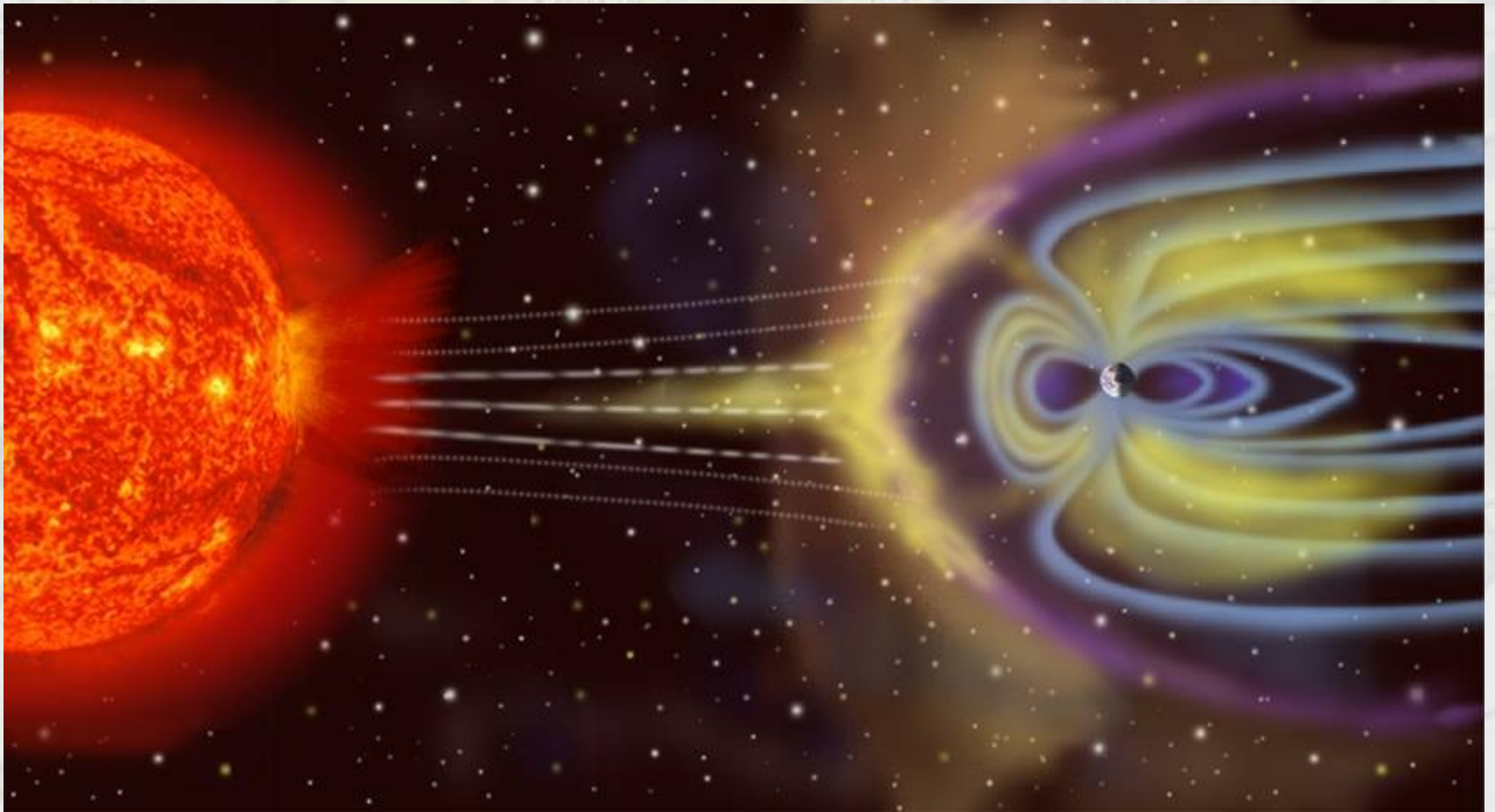
Como é criado campo magnético terrestre?

- **Teoria dínamo:** fluido condutor de eletricidade em rotação e convecção pode manter um campo magnético durante escalas temporais astronômicas



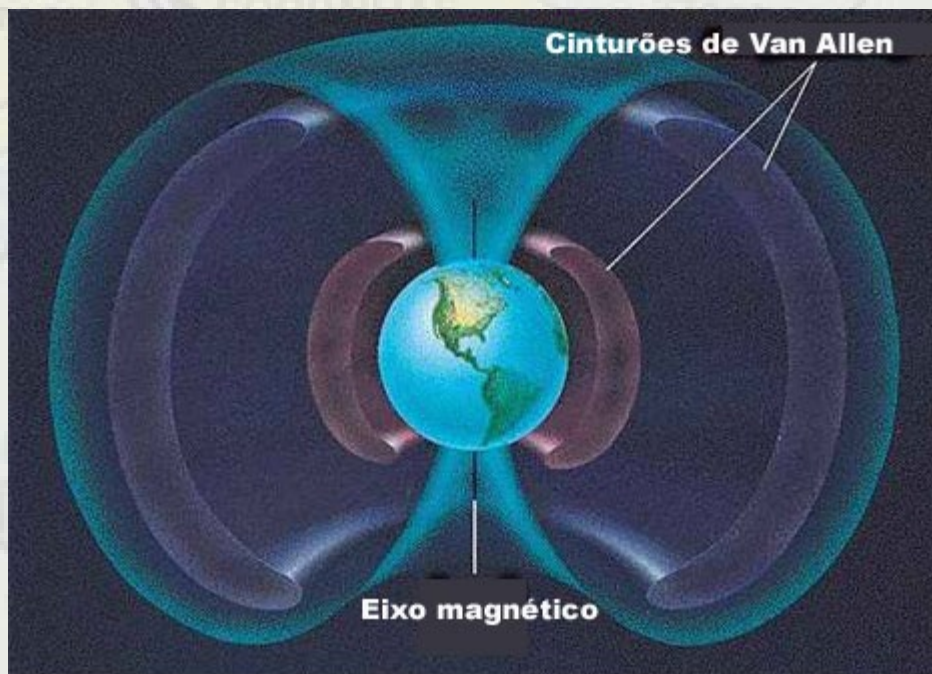
Como é criado campo magnético terrestre?

- Atuação do vento solar

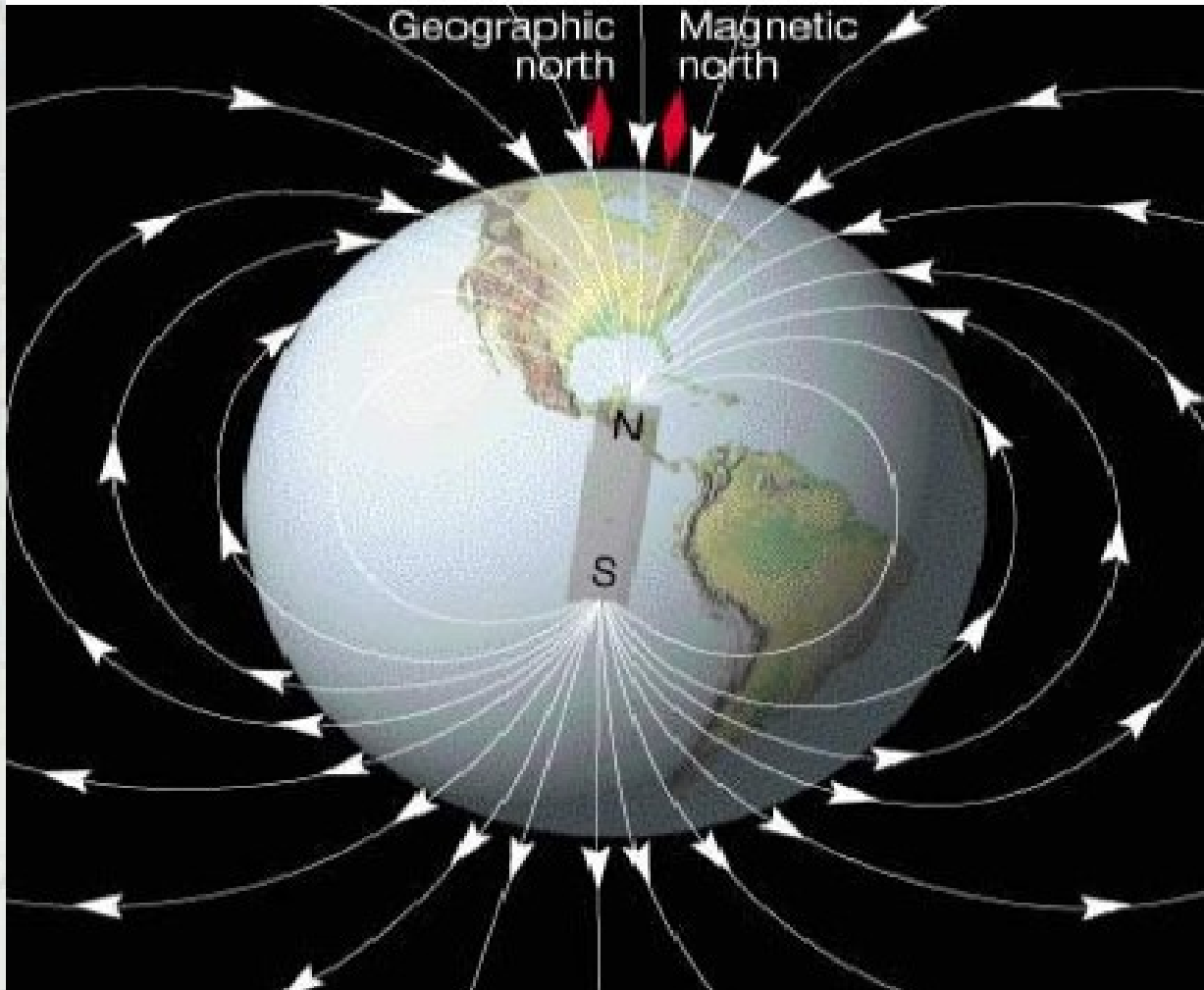


Como é criado campo magnético terrestre?

- **Cinturão de Van Allen:** concentração de partículas plasmáticas que se movem em trajetórias espirais ao longo das linhas de força do campo magnético terrestre



Magnetismo terrestre

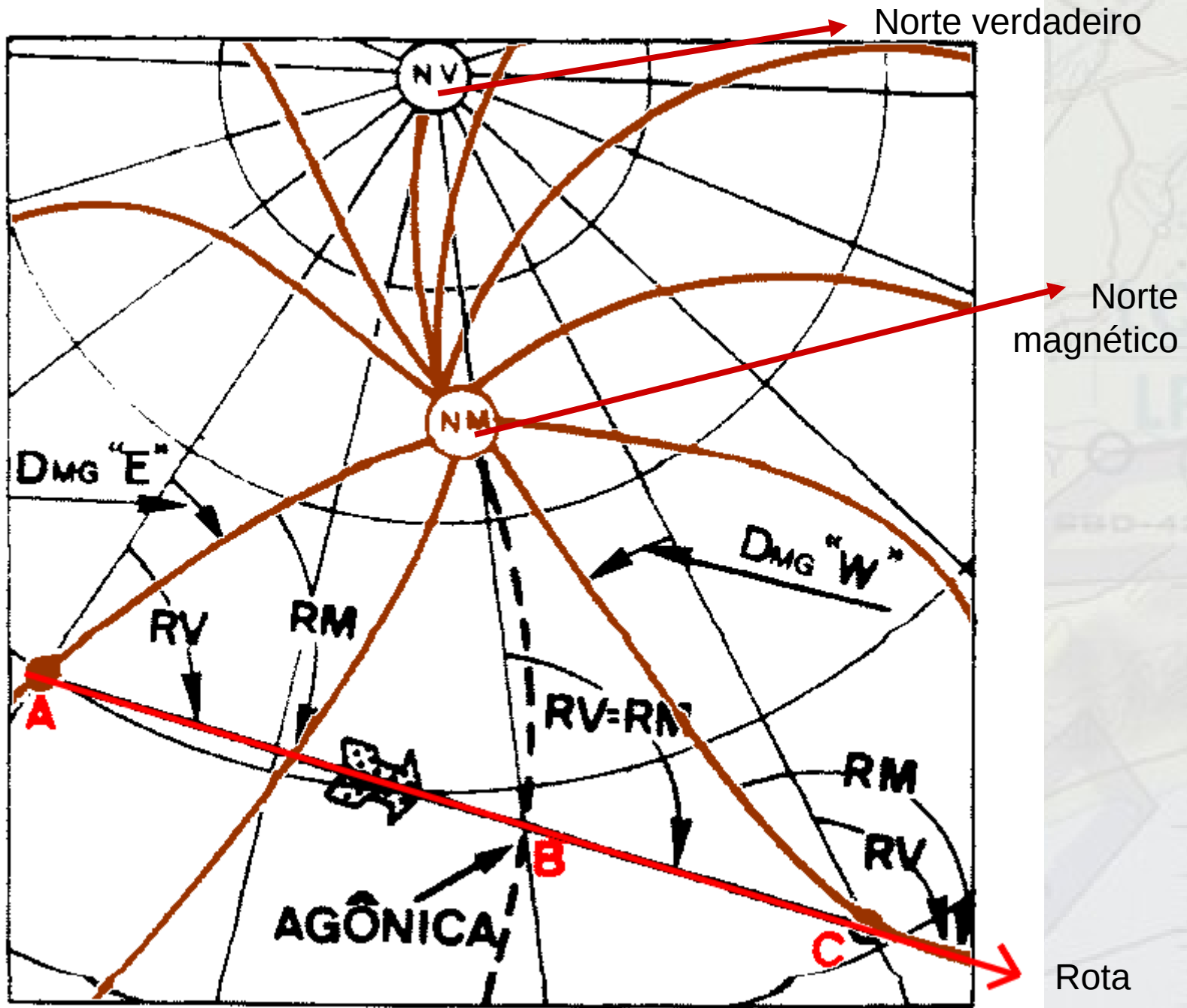


Bússola apontando para o norte (barra de aço imantado)



Líquido no interior da bússola: xilene

Pólo norte *geográfico* diferente do Pólo norte *magnético* => DECLINAÇÃO MAGNÉTICA

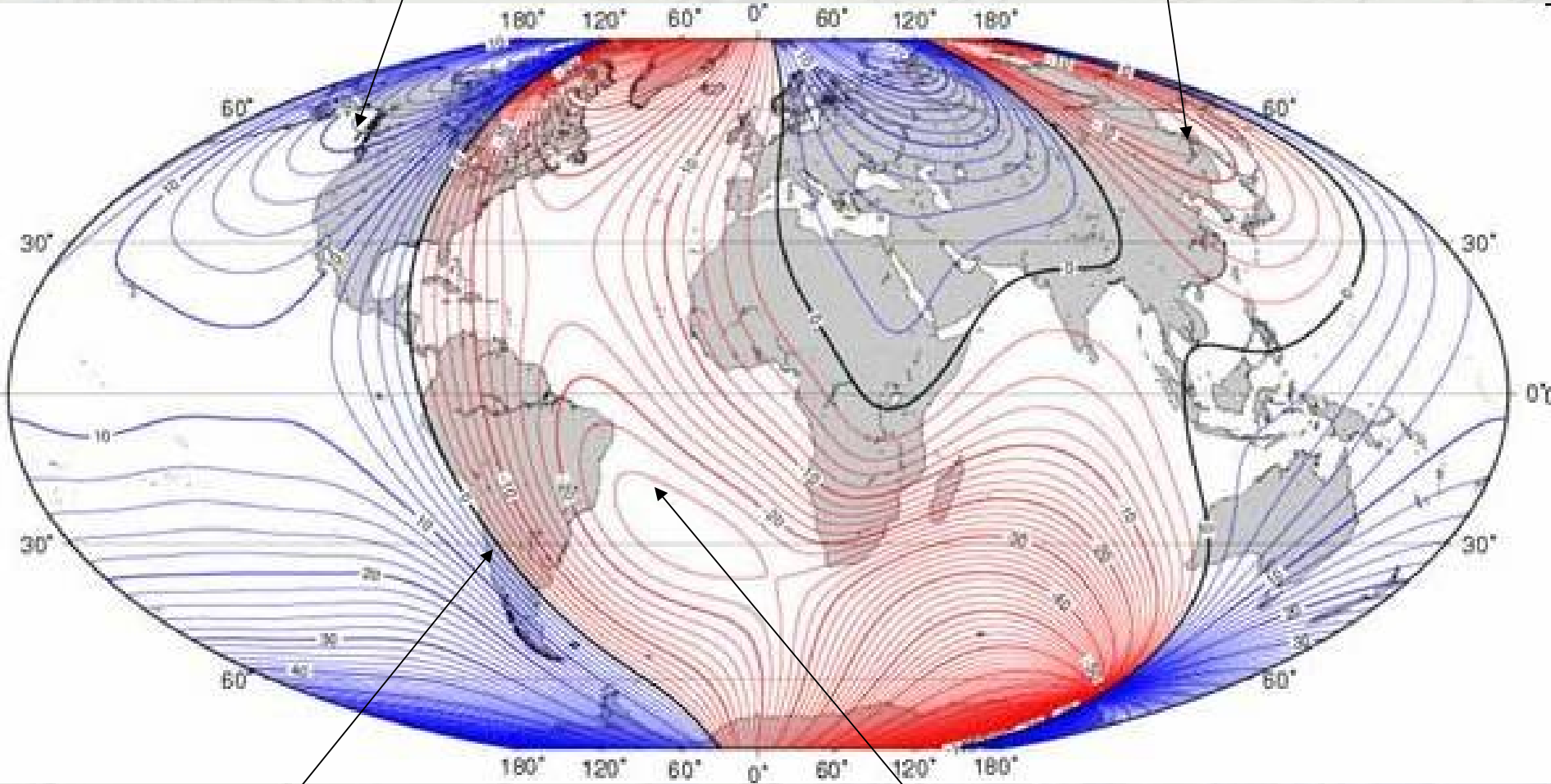


Magnetismo terrestre

- Declinação Magnética (D_{mg}): ângulo entre o Norte verdadeiro e o Norte magnético; varia conforme o lugar e anualmente (precisa correção)
- Linha Agônica: declinação nula
- Linha Isogônica: linha de mesma declinação magnética
- Desvio de bússola (d): interferências que provocam erro de leitura

Desvio à oeste (declinação negativa em vermelho)

Desvio à leste (declinação positiva em azul)



Linha agônica (sem declinação)

Linha isogônica (mesmo valor de declinação)

Calunga (gráfico demonstrativo)

- DIREÇÕES

NV – Norte verdadeiro

NM – Norte magnético

NB – Norte bússola

- ÂNGULOS

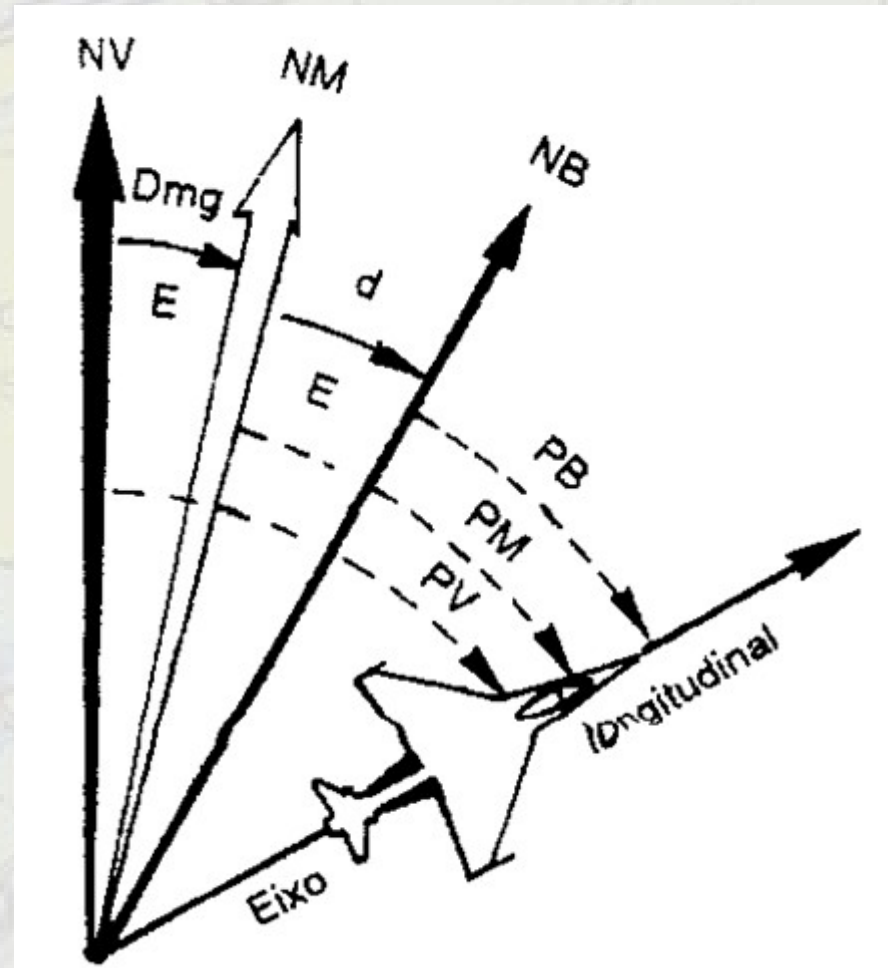
PV – Proa verdadeira

PM – Proa magnética

PB – Proa bússola

Dmg – Declinação magnética

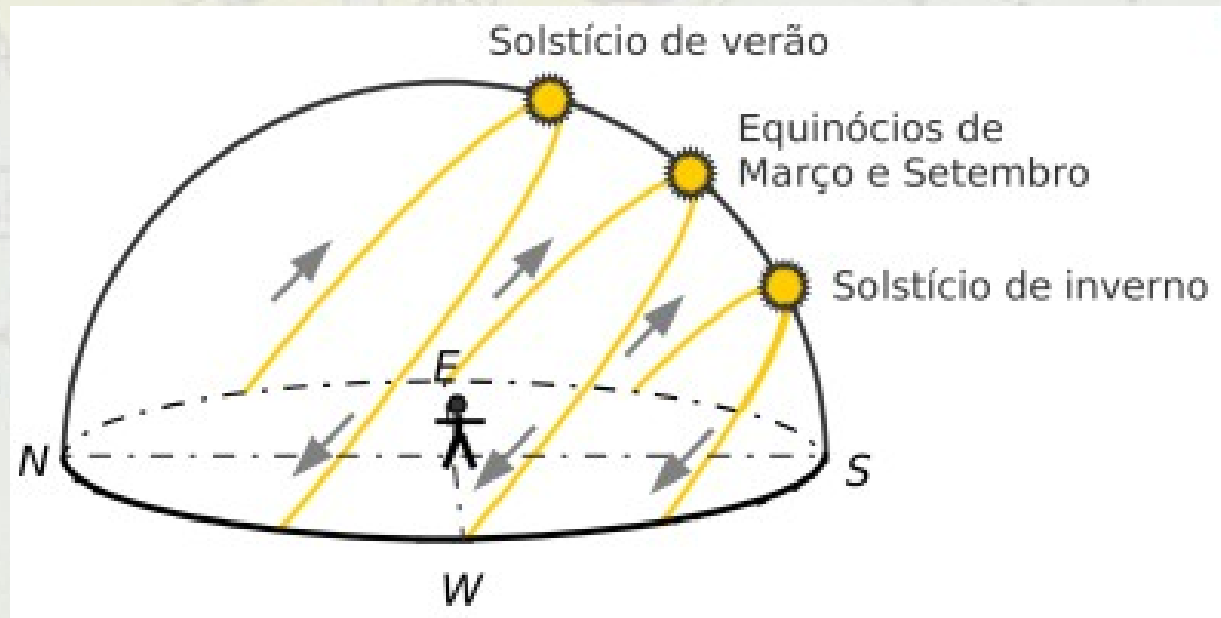
d – Desvio de bússola



Exemplo com Dmg e d a leste (E)

Estudo do tempo

- Terra gira ao redor do Sol (translação) e ao redor do próprio eixo (rotação), mas iremos imaginar a Terra parada e o Sol fazendo o movimento aparente no céu



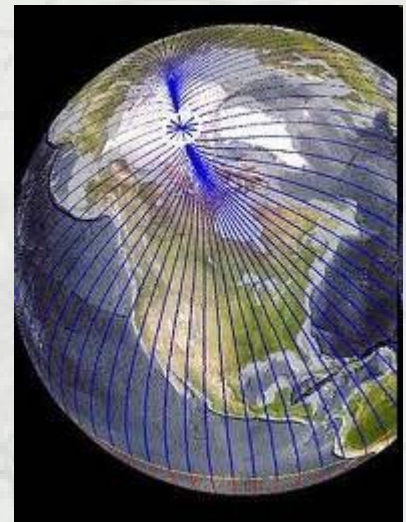
Estudo do tempo

- Dia Sideral: duração de 23h 56min 04s
- Dia Solar: duração de 24 horas ou seja, 1 volta (360°) em 1 dia (24h)
- Arco de longitude. O Sol percorre:

15° em 1 hora

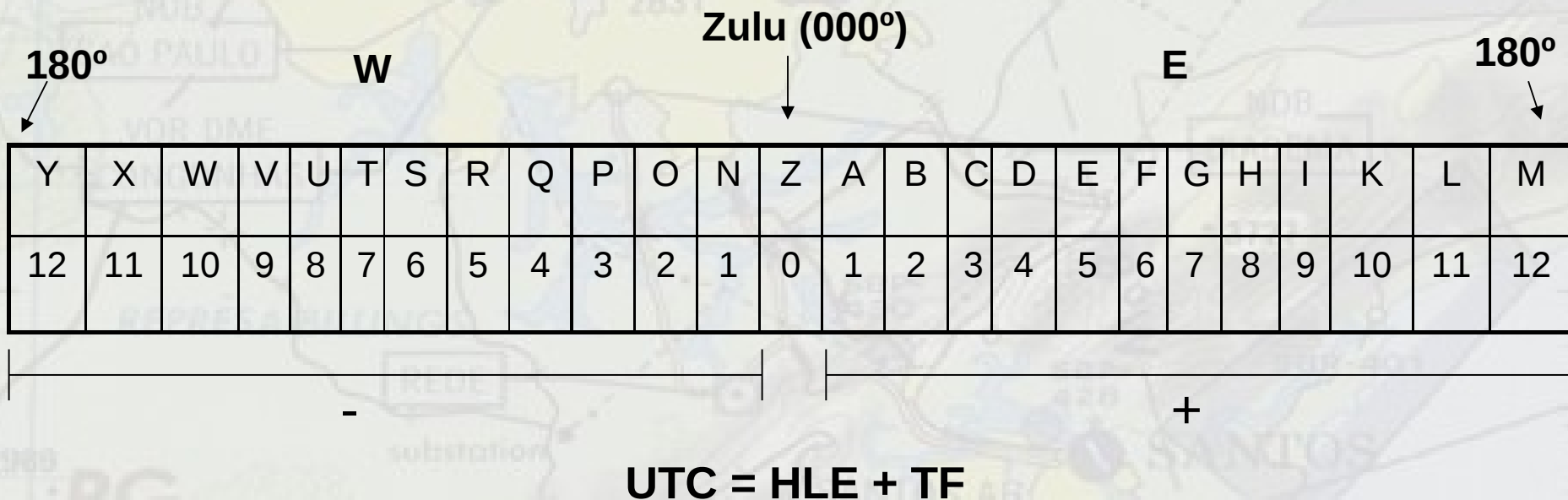
$15'$ em 1 minuto

$15''$ em 1 segundo

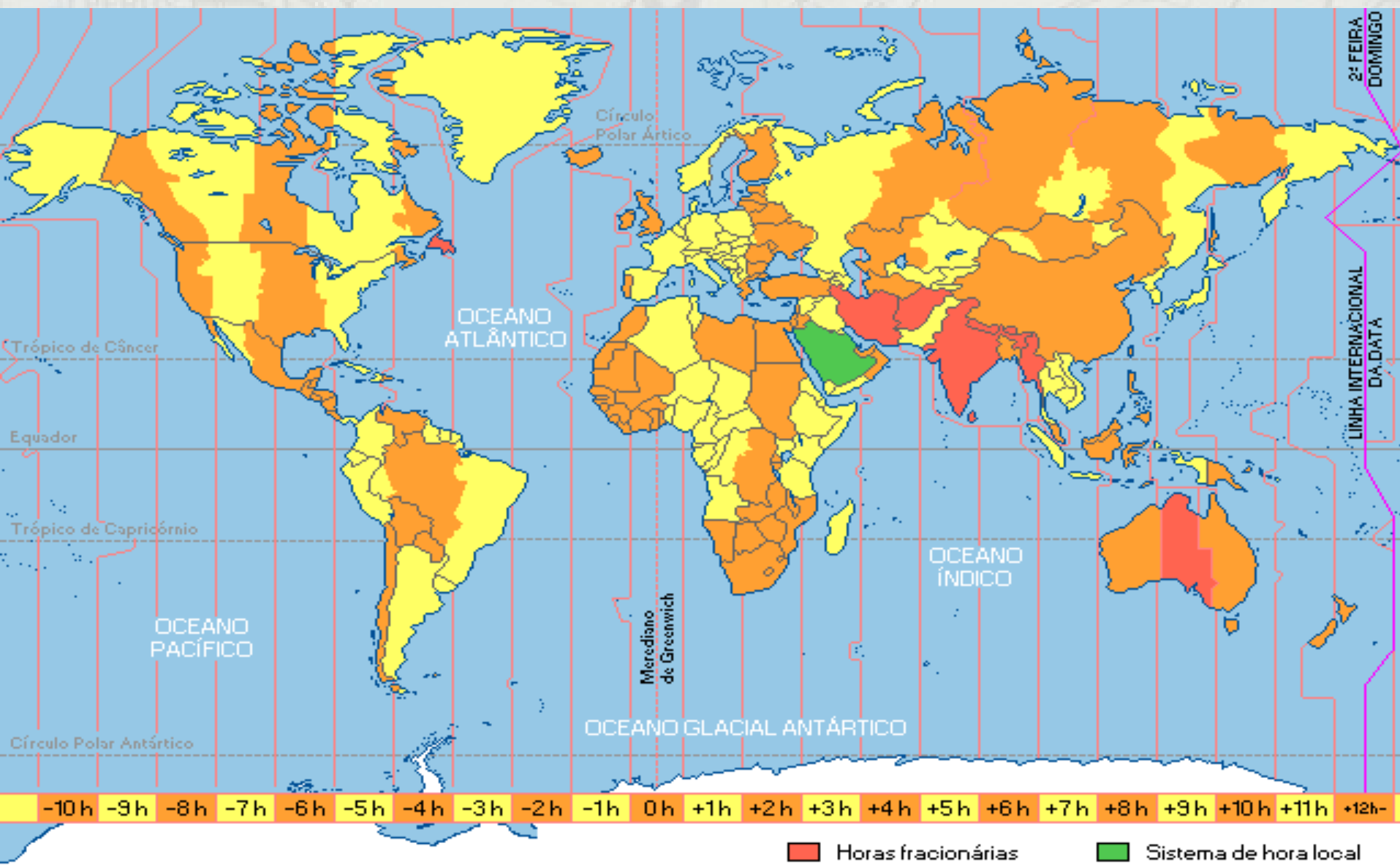


Fuso horário

- Faixas com largura de 15° de longitude, cada um compreendendo 1h; 12 fusos para cada lado do meridiano de Greenwich (fuso zero, ou Zulu-Z) até a Linha Internacional da Data (meridiano 180°)



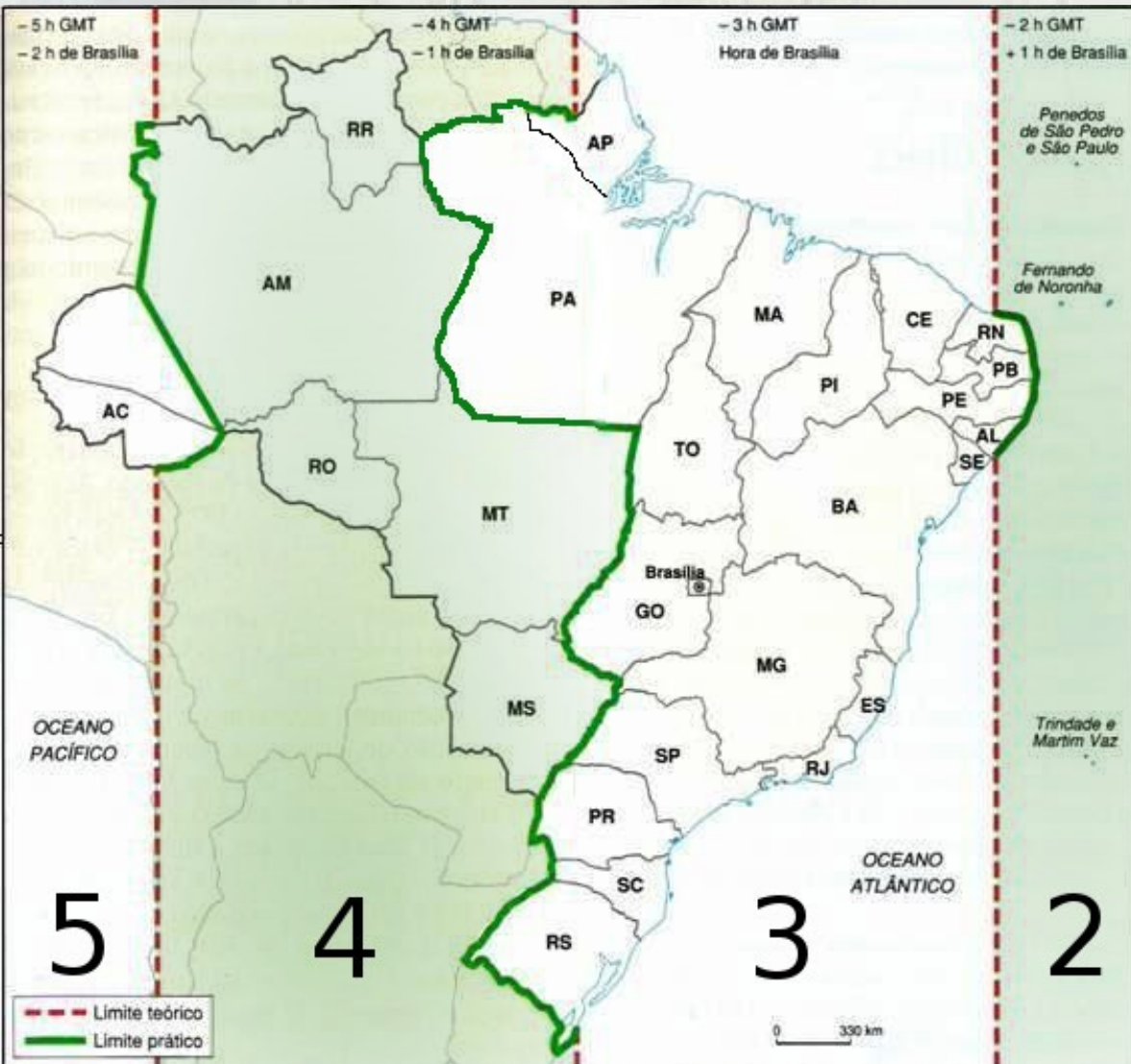
Fuso horário



Determinação das horas

- **HLO** (Hora local) – Hora correspondente a cada meridiano de longitude
- **HLE** (Hora legal) – Hora local da longitude central do fuso vale para o fuso todo; determinado por lei
- Hora Zulu (**Z**) ou UTC (Universal Time Coordinated) ou GMT (Greenwich Mean Time) – Horário de referência (hora no fuso zero)

Fuso horário



$$\text{UTC} = \text{HLE} + \text{TF}$$
$$\text{HLE} = \text{UTC} - \text{TF}$$

Ex1: Em Brasília, 19h
UTC = 19 + 3 = 22h

Ex2: Londres, 15h30min (UTC)
Em Brasília:
15h30min - 3h = 12h30min
Em Manaus:
15h30min - 4h = 11h30min

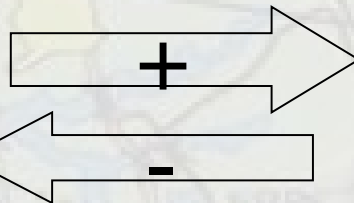
Relações importantes!

Espaço (arco)	Tempo
15°	1 hora
1° (grau)	4 minutos
1' (minuto de arco)	4 segundos

Passos (fuso horário):

- 1) Encontrar as longitudes
- 2) Calcular diferença de fusos
- 3) Encontrar HLE
- 4) Calcular HLO

W



E

180	165	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

“Tínhamos que enfiar todas essas coisas na cabeça para as provas, gostássemos ou não. Esta coerção tinha um efeito desencorajador sobre mim que, depois que passei nos exames finais, considereei desagradáveis quaisquer problemas científicos, durante um ano”

Albert Einstein