

Ortodromia e Loxodromia

Em um deslocamento entre 2 pontos na superfície terrestre o navegador planejará uma trajetória a ser percorrida verificando as posições que ocupará. A rota planejada será em função do processo de navegação disponível e sempre poderá ser de dois tipos, ortodrômica ou loxodrômica.

Rota Loxodrômica

- Palavra de origem grega, loxo significa “direção constante” e dromos significa “caminho”, esta é sem dúvida a mais escolhida em virtude das facilidades de planejamento que apresenta.

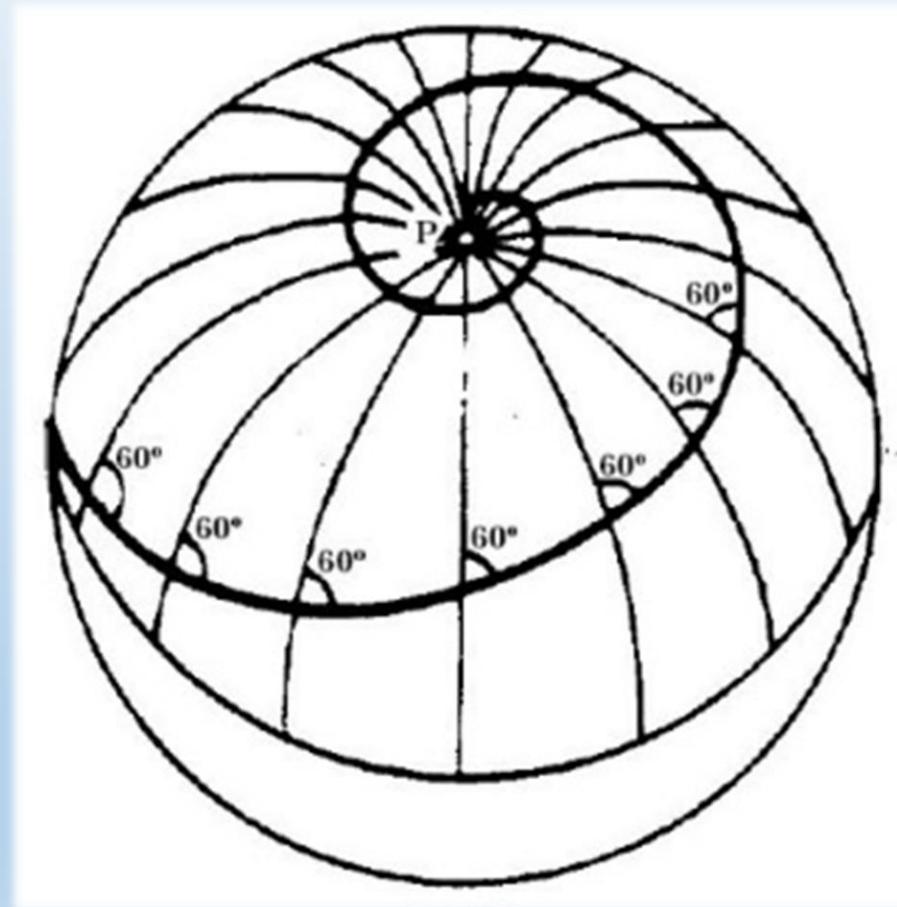
Pode-se, em princípio, definir rota loxodrômica como sendo “a trajetória descrita na superfície terrestre que forma com todos os meridianos que cruza ângulos iguais”. Percebe-se facilmente que na maioria das vezes esta rota toma a forma de uma espiral, se prolongada.

Rota Loxodrômica

Percebe-se que na maioria das vezes esta rota toma a forma de uma espiral, se prolongada. A exceção da espiral é quando a loxodromia for a Linha do Equador ou qualquer meridiano.

Como exemplo de rota loxodrômica temos: Linha do Equador, meridianos ou uma trajetória que une dois pontos cruzando os meridianos em ângulos iguais.

Rota Loxodrômica



Rota Ortodrômica

- Originada das palavras “ortho” (reto) e “dromos” (caminho), esta rota se caracteriza por ser o menor segmento de um círculo máximo que passa por dois pontos.

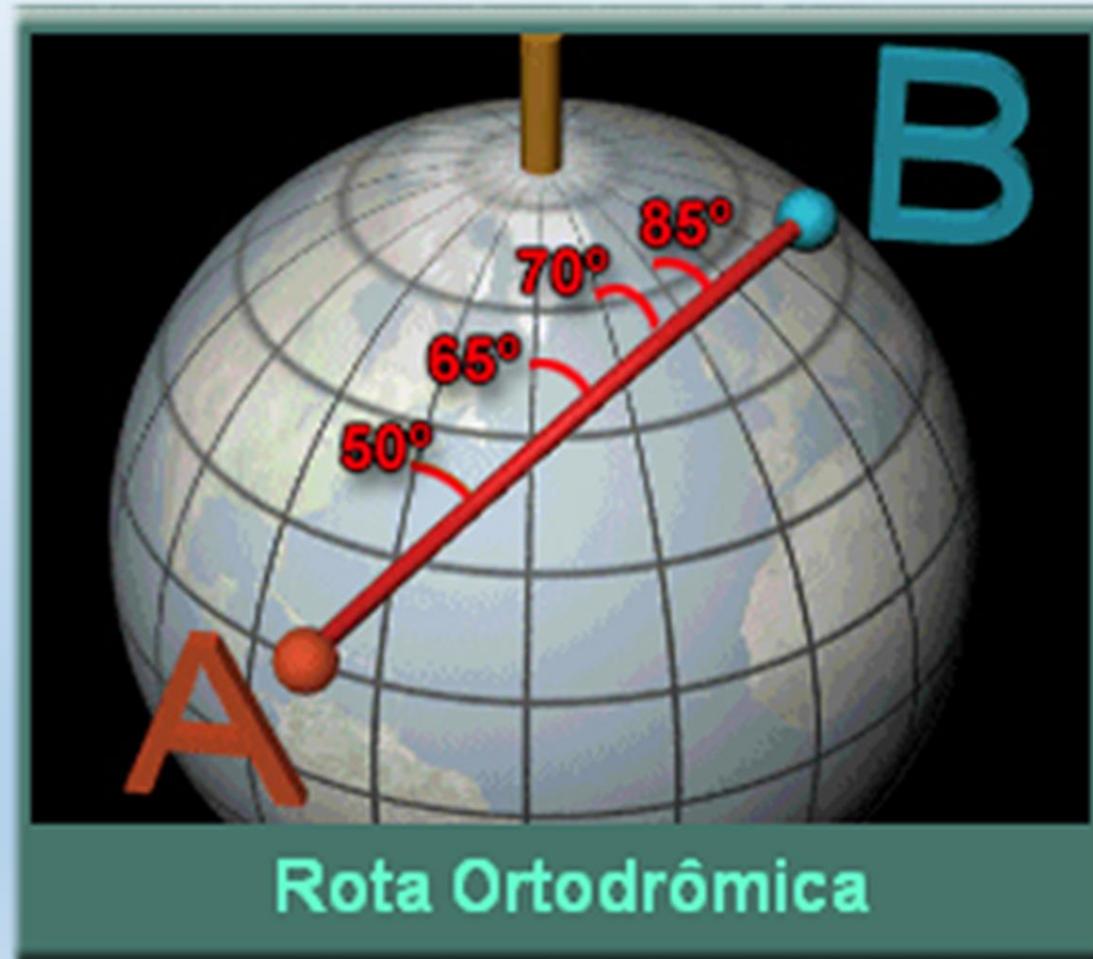
É uma rota ideal para se voar pois é sempre a menor distância entre dois pontos na superfície terrestre. Porém, em virtude de dificuldades de planejamento e exigir processos de navegação coerentes, não é muito utilizada pela navegação de pequeno porte.

Rota Ortodrômica

Por exemplo, voando entre Nova York e Londres, percorre-se uma distância aproximada de 3145NM. Ao passar pela ortodrômica voaríamos 3022NM, o que representa uma diferença aproximada de 123NM (230Km).

Como exemplo de ortodrômica temos: Linha do Equador, meridianos ou qualquer outro círculo máximo unindo dois pontos na superfície terrestre.

Rota Ortodrômica

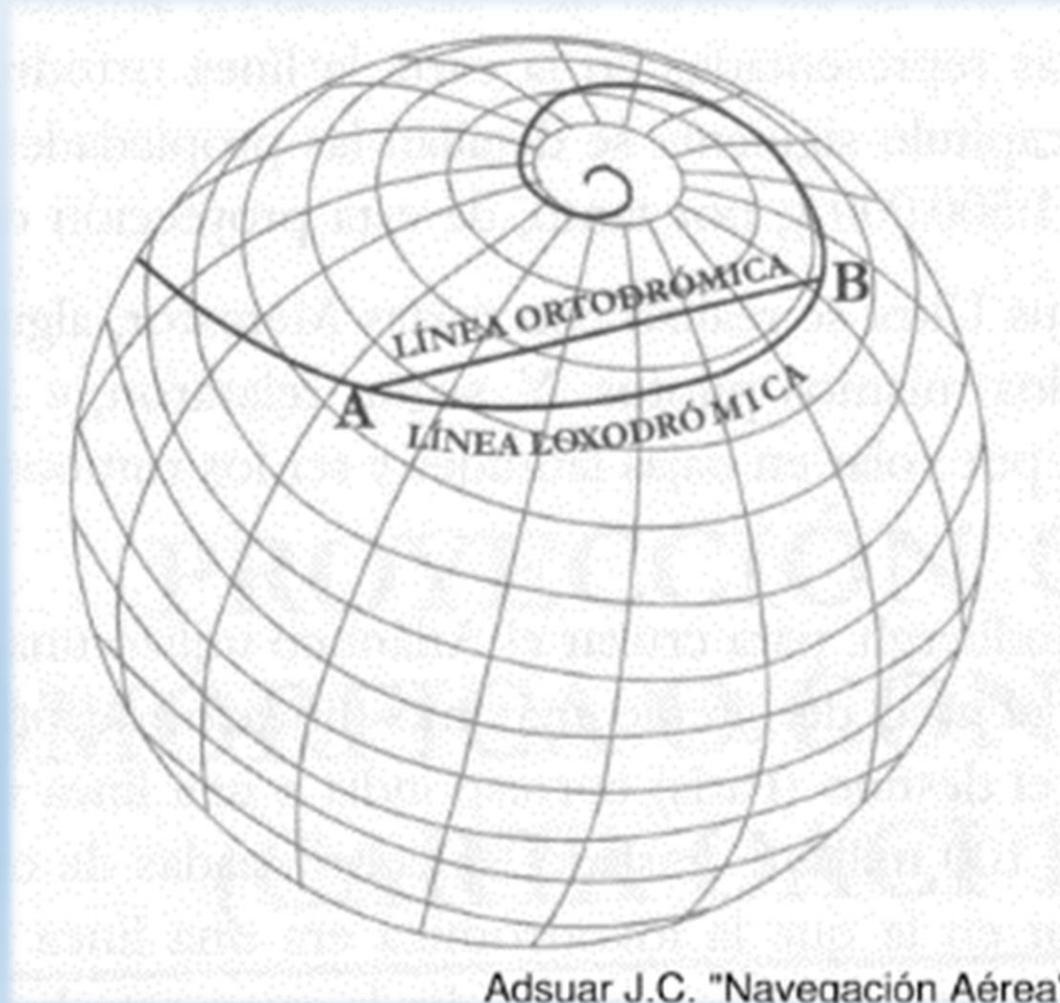


Rota Ortodrômica

- Na figura anterior, vimos que para voar pela ortodrômica (círculo máximo), a aeronave mantém sempre uma única orientação e isto implica, no exemplo, a cruzar os meridianos em ângulos desiguais.

A loxodrômica entre estes pontos, para ser seguida, implica numa mudança da orientação da aeronave para se manter sobre a rota, mas os ângulos com os meridianos são iguais.

Loxodrômica x Ortodrômica



Projeções

O globo terrestre tem a forma de uma esfera e isto faz com que as cartas que são planas, representem a superfície da Terra com distorções.

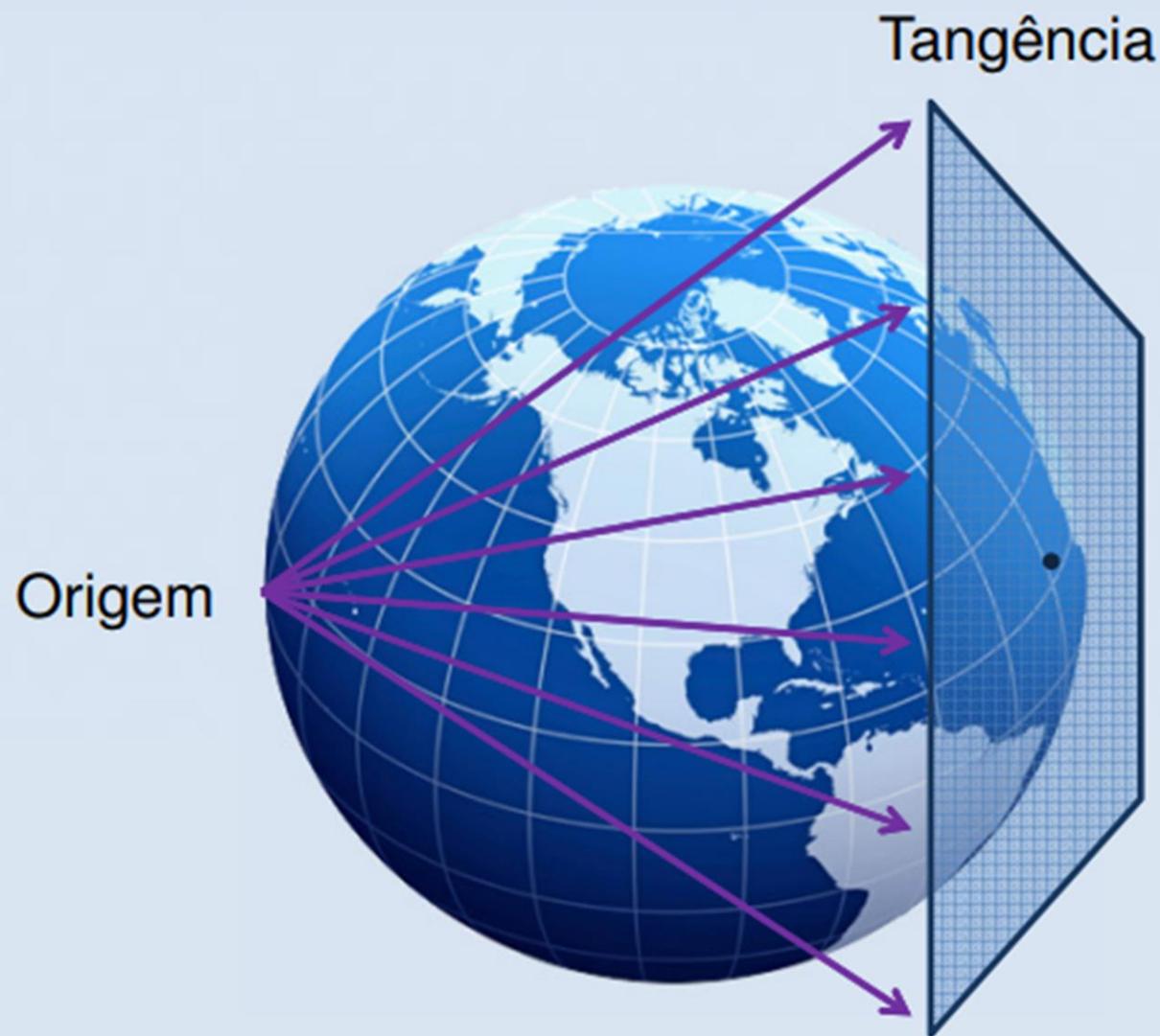
Estas distorções, que todas as cartas apresentam, podem ser minimizadas ou mesmo compensadas quando usamos alguns artifícios matemáticos de projeção com figuras geométricas.

Projeções

- A finalidade de uma carta determinará o tipo de projeção ou artifício matemático utilizado. As figuras geométricas mais utilizadas serão o cone e o cilindro, pois podem ser planificados.

Basicamente, as principais características de cada carta serão determinadas pela aparência da graticula ou gradeado (projeção dos paralelos e meridianos). O modo como estas linhas aparecem numa carta nos dará condições de verificar as maiores ou menores distorções de direção, distância e forma.

Para se projetar uma superfície esférica em uma superfície plana, na qual sejam mostrados o máximo de detalhes, há de considerar três fatores:

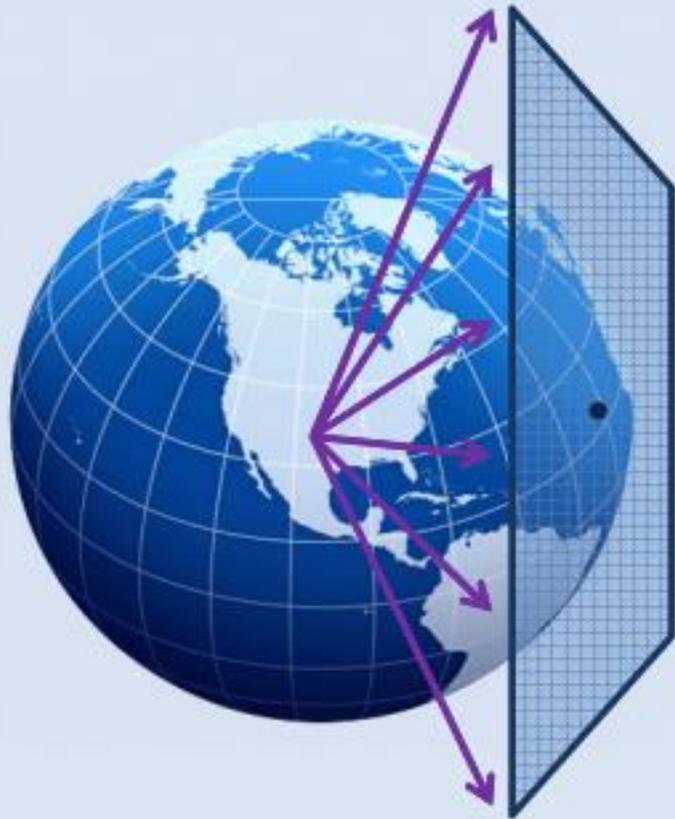


Conformidade

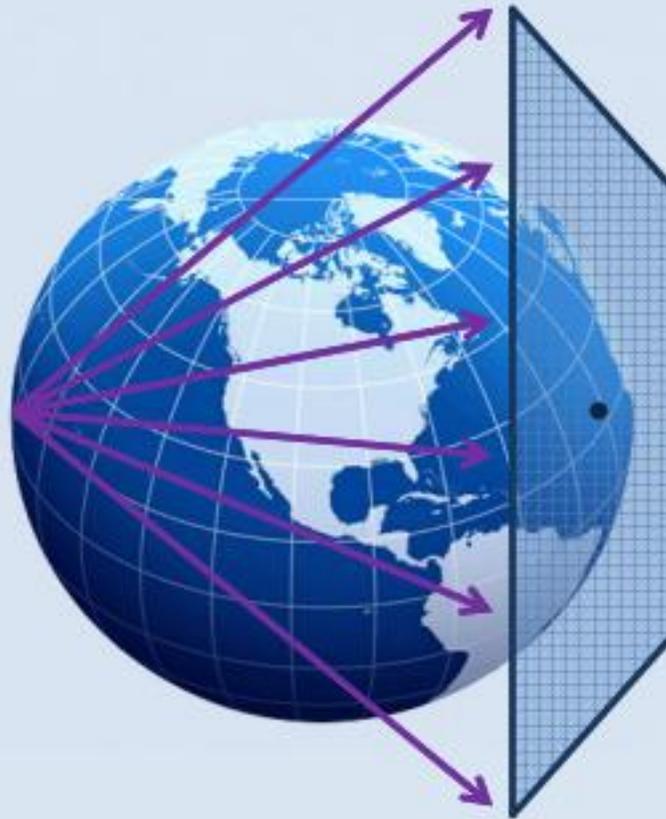


Linhas retas de 90° na terra se interceptam a ângulos de 90° no mapa

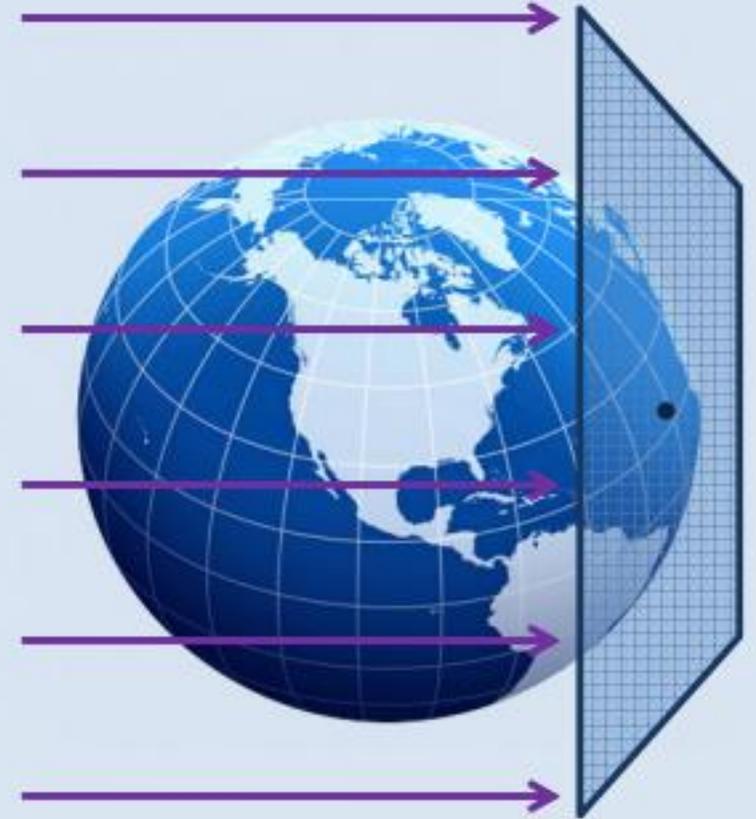
Origem das Projeções: O ponto inicial imaginado para o desenvolvimento de uma projeção



Centro da Terra
Gnomônica



Lado oposto
Estereográfica



Infinito
Ortográfica

Tangência de Projeção: A parte onde o plano é desenvolvido ao tocar na superfície da Terra



Equatorial



Oblíqua

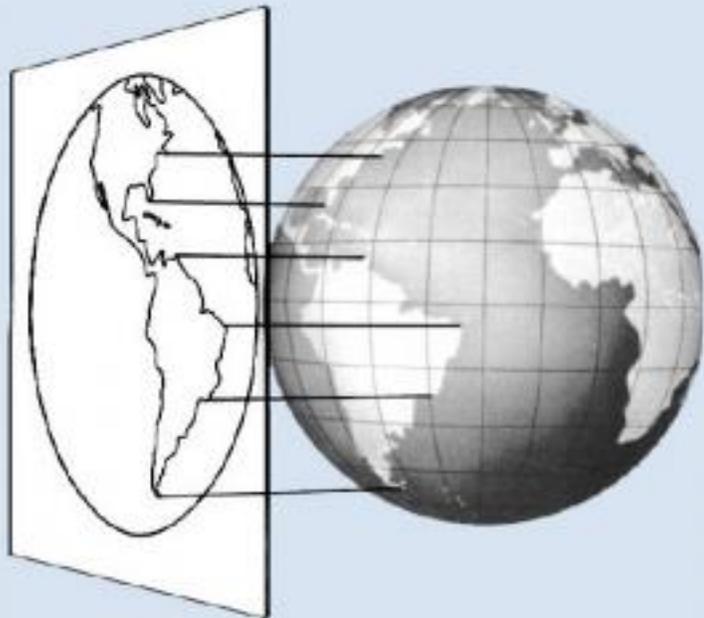


Polar

Projeção Ortográfica

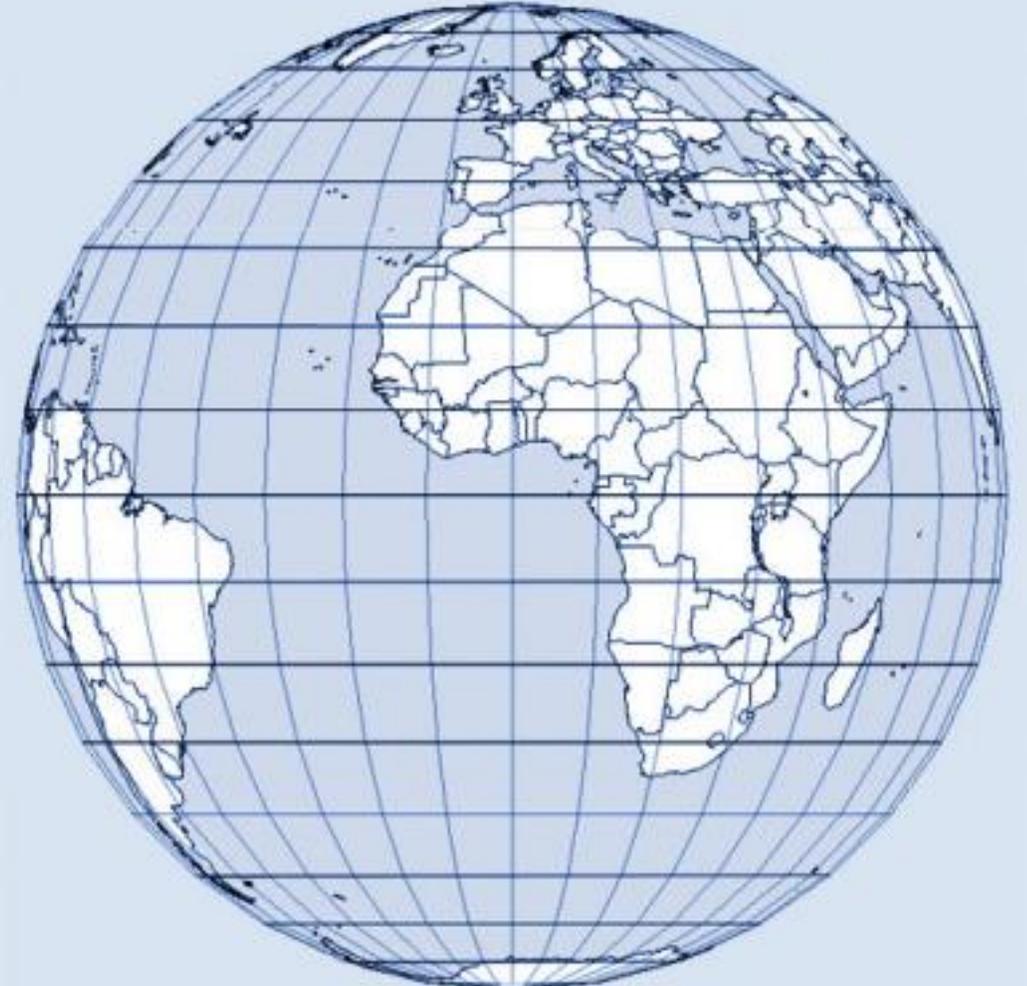
Origem: **Infinito**

Uso: **Obter coordenadas com visão de corpos celestes (Sol, Lua, etc.)**



Tangência: Polar

Paralelos: Linhas retas
Meridianos: Elípticas, menos o central

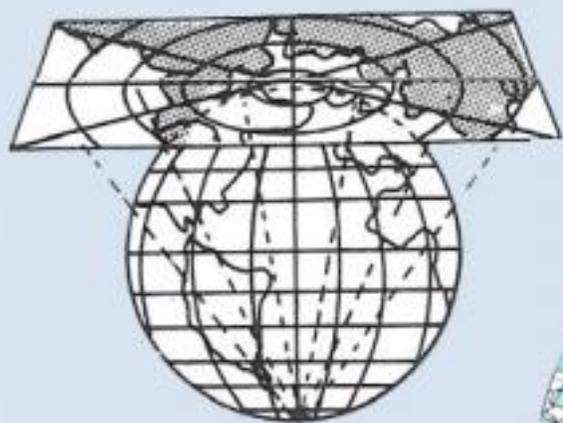


Tangência: Equatorial

Projeção Estereográfica

Origem: Lado oposto

Uso: Navegação polar (20° a 30°)



Tangência: Equatorial

Paralelos: Círculos concêntricos

Meridianos: Linhas retas convergentes



Tangência: Polar

Projeção Gnomônica

Origem: Centro da Terra

Uso: Navegação polar

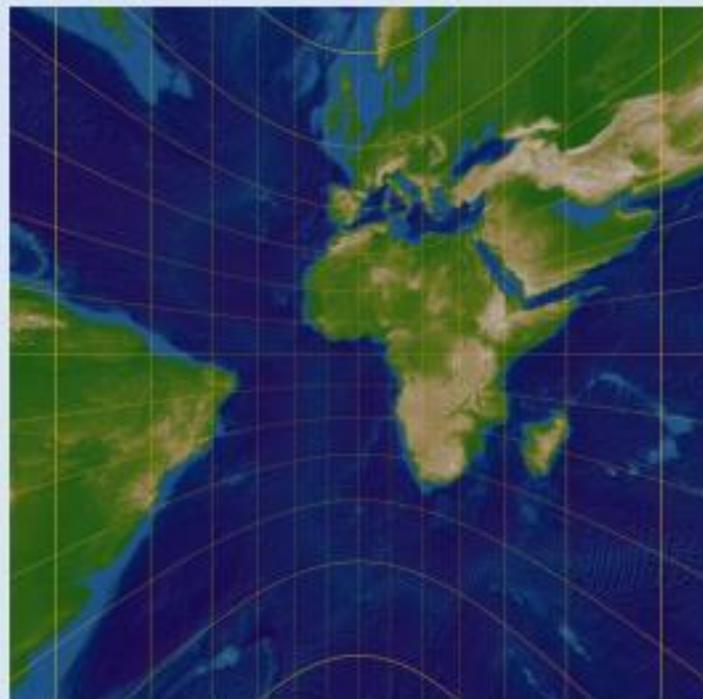
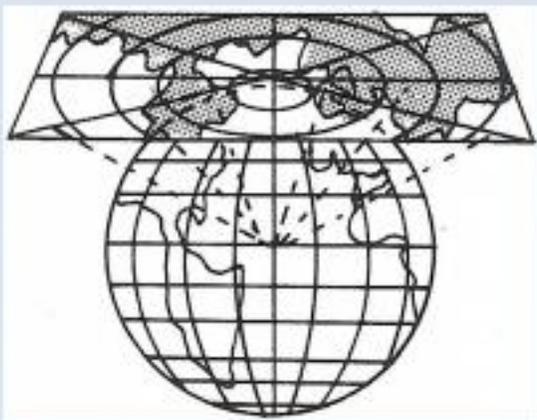
Linha reta: Ortodrômica

Não conformal, exata só no ponto de tangência

Paralelos: Círculos concêntricos

Meridianos: Linhas retas convergentes

Limite praticável: 50° para o pólo



Tangência: Equatorial



Tangência: Polar

Projeção conforme Lambert

Origem: Centro da Terra

Superfície: Projetado sobre um cone secante

Interseção: Dois paralelos

Área: Limitada

Projeção: Conformal (dentro da área limitada)



Paralelos: Arcos de círculos concêntricos
Meridianos: Linhas retas, convergentes para os pólos

Projeção conforme Lambert

Vantagens

- Projeção conformal: **Paralelos e meridianos interceptam-se em ângulos de 90°**
- Escala de latitude constante (dentro da área construída): **Facilita a medição das distâncias**
- Carta ideal para plotagem de pontos e de linhas para rádio-posição
- Linha reta apresenta uma grande aproximação de um círculo máximo (rota ortodrômica)

Desvantagens

- Rota loxodrômica é representada por curva
- Leitura correta das direções são obtidas no meridiano médio do trecho a ser voado
- Difícil construção
- A plotagem de pontos por coordenadas é mais difícil, devido à convergência dos meridianos

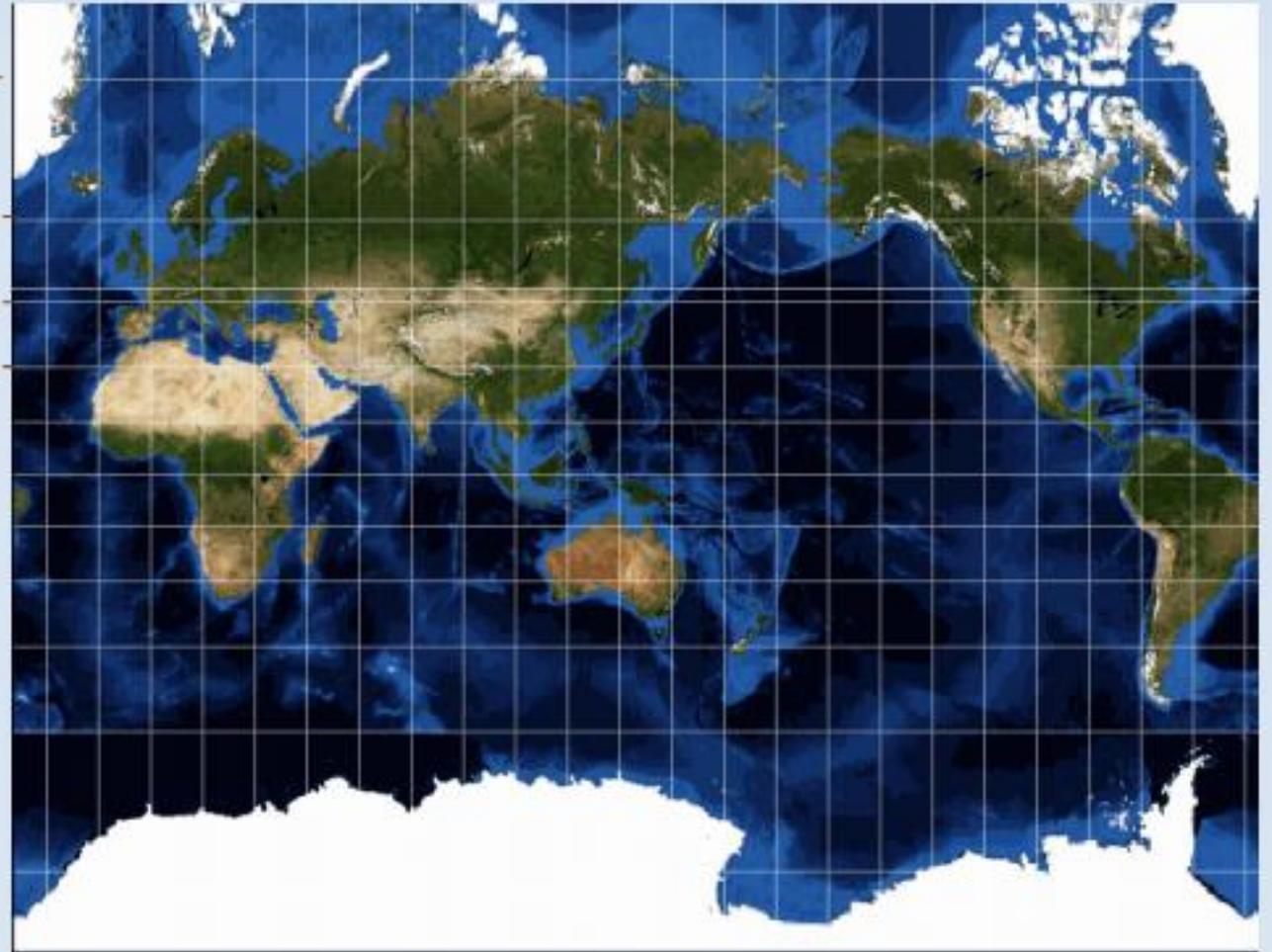


Projeção Mercator Equatorial



Latitude em
Escala
Expandida

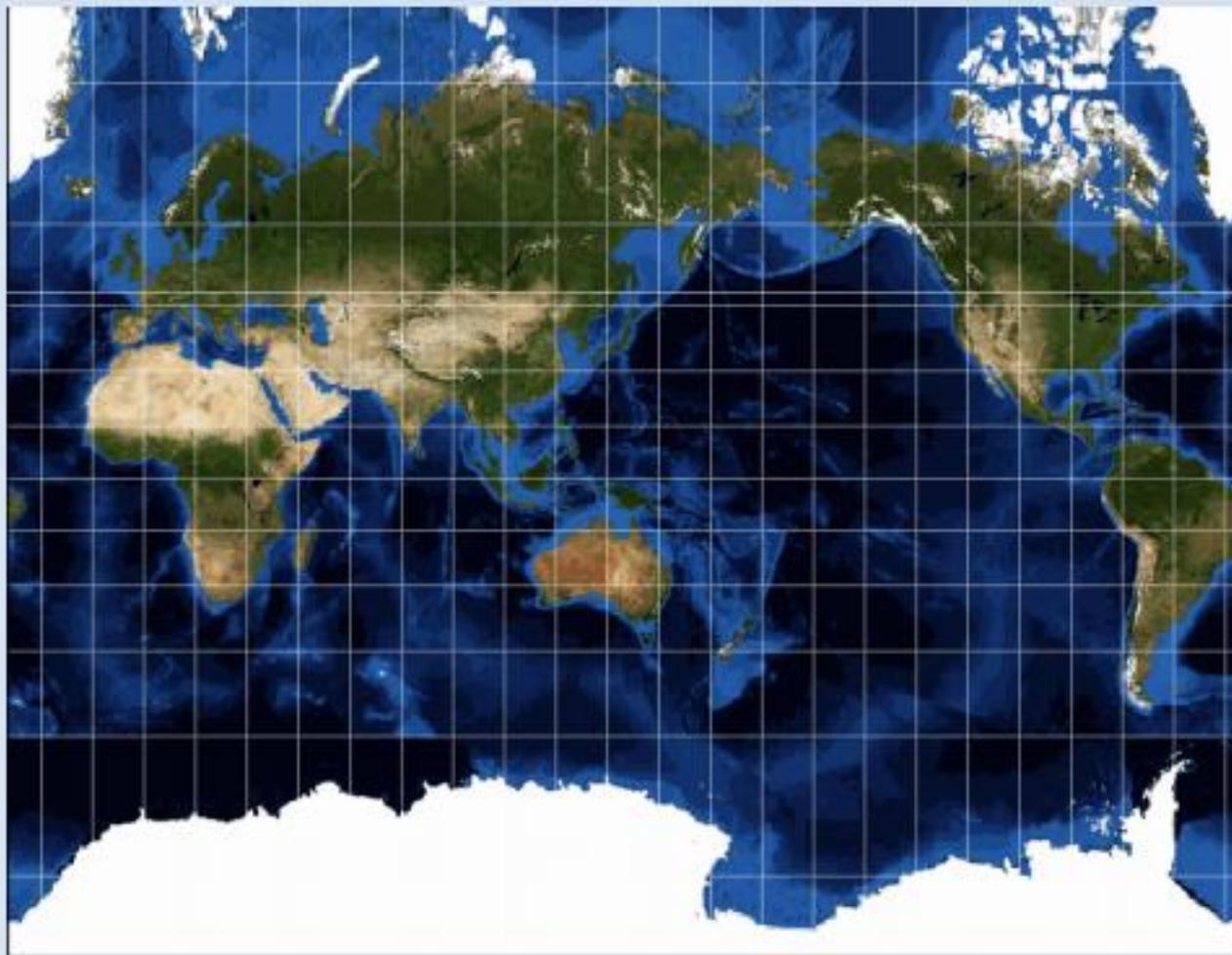
Longitude com Igual Espaçamento



Origem: Centro da Terra
Tangência: Cilíndrica Equatorial

Projeção Mercator Equatorial

- Paralelos e meridianos: Linhas retas, interceptando-se a ângulos de 90° (sistema retangular da projeção)
- Paralelos não equidistantes
- Plotagem dos pólos não é possível
- Distorção nas latitudes elevadas



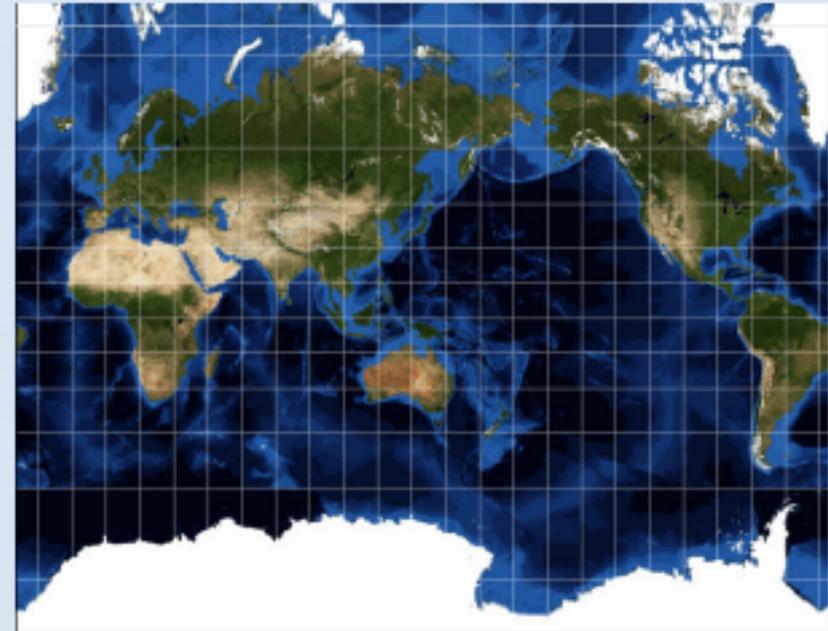
Projeção Mercator Equatorial

Vantagens

- É fácil a plotagem das coordenadas dos pontos
- Paralelos e meridianos são linhas retas e se cruzam a ângulos de 90°
- É de fácil construção
- As direções podem ser lidas em qualquer meridiano
- Uma linha reta representa uma rota loxodrômica

Desvantagens

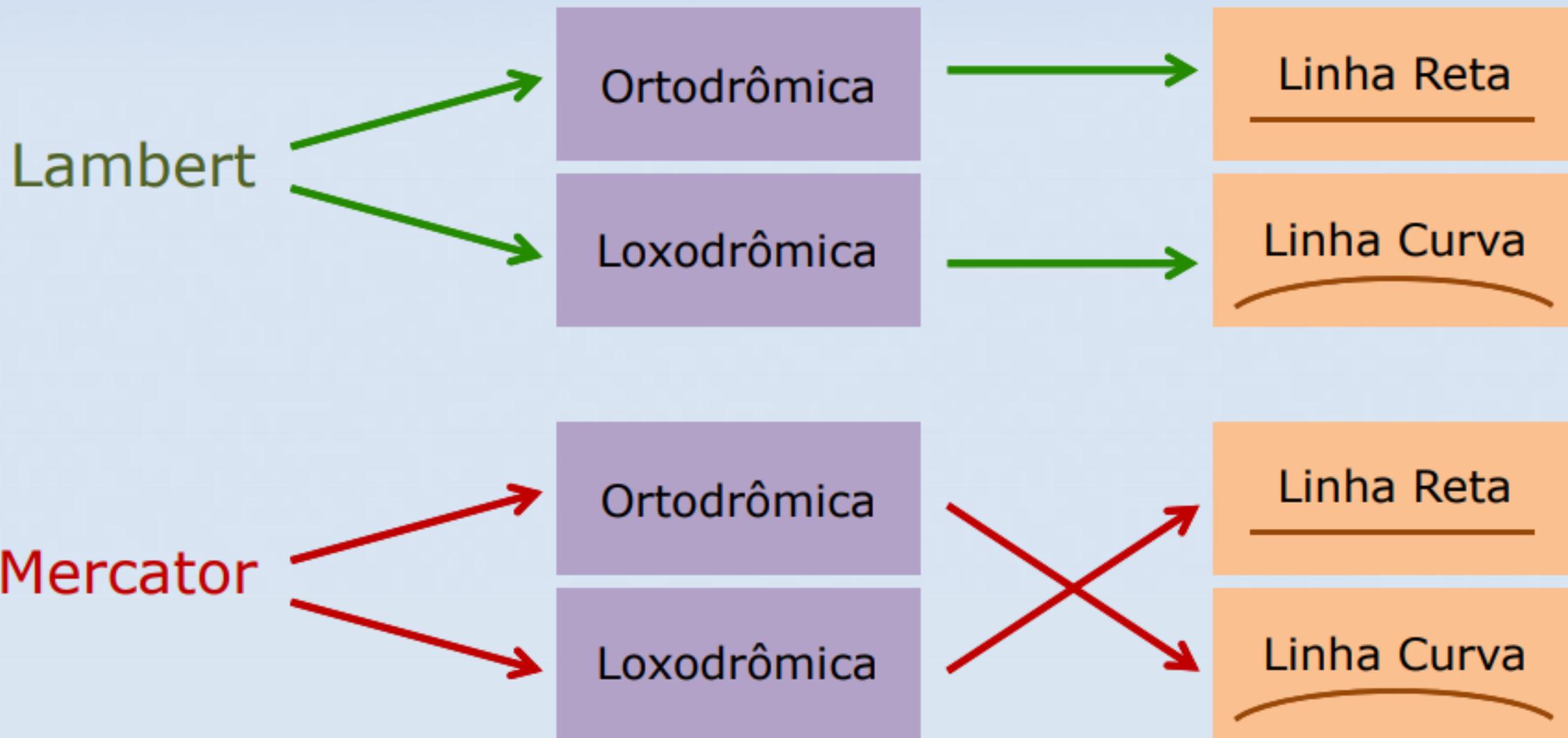
- Grandes distorções em altas latitudes
- Limitação de uso em redor das latitudes 60° N e S
- Um círculo máximo é representado por uma curva
- As distâncias são variáveis e medidas na latitude média
- As marcações rádio necessitam de correções, em altas latitudes para serem plotados na carta (ângulo de conversão)



Quadro Comparativo

| | Mercator Equatorial | Conforme Lambert |
|-----------------------------|---|---|
| Paralelos | Linhas retas, espaçamento desiguais | Arco de círculos concêntricos, espaçamento quase iguais |
| Meridianos | Linhas retas, esp. iguais | Linhas retas convergentes |
| Cruzamento Mer./Par. | 90° | 90° |
| Rota (linha reta) | Ângulo constante (loxodromia) | Ângulos variados (ortodromia) |
| Ortodromia | Linha curva, exceto no Equador e meridianos | Aproximado de linha reta |
| Loxodromia | Linha reta | Linha curva |
| Escala de distâncias | Medida na latitude média | Medida em qualquer trecho |
| Origem da projeção | Centro da Terra | Centro da Terra |
| Distorção | Aumenta se afastar do Equad. | Muito pouco |
| Tangência | Cilindro tangente no Equador | Cone tangente em dois paralelos |
| Usos navegacionais | Adaptável para todos os tipos | Plotagem de rádio, adaptável |
| Conformidade | Conformal | Conformal |

Rotas



Carta Aeronáutica: WAC (World Aeronautical Chart)

- Projeção Lambert
- Projetados em partes definidas, cobrem todo o território brasileiro
- Usado para voo visual, com referências de rios, estradas, ferrovias, etc.

