

Curso de Navegação de Recreio



NAVEGAÇÃO COSTEIRA - I

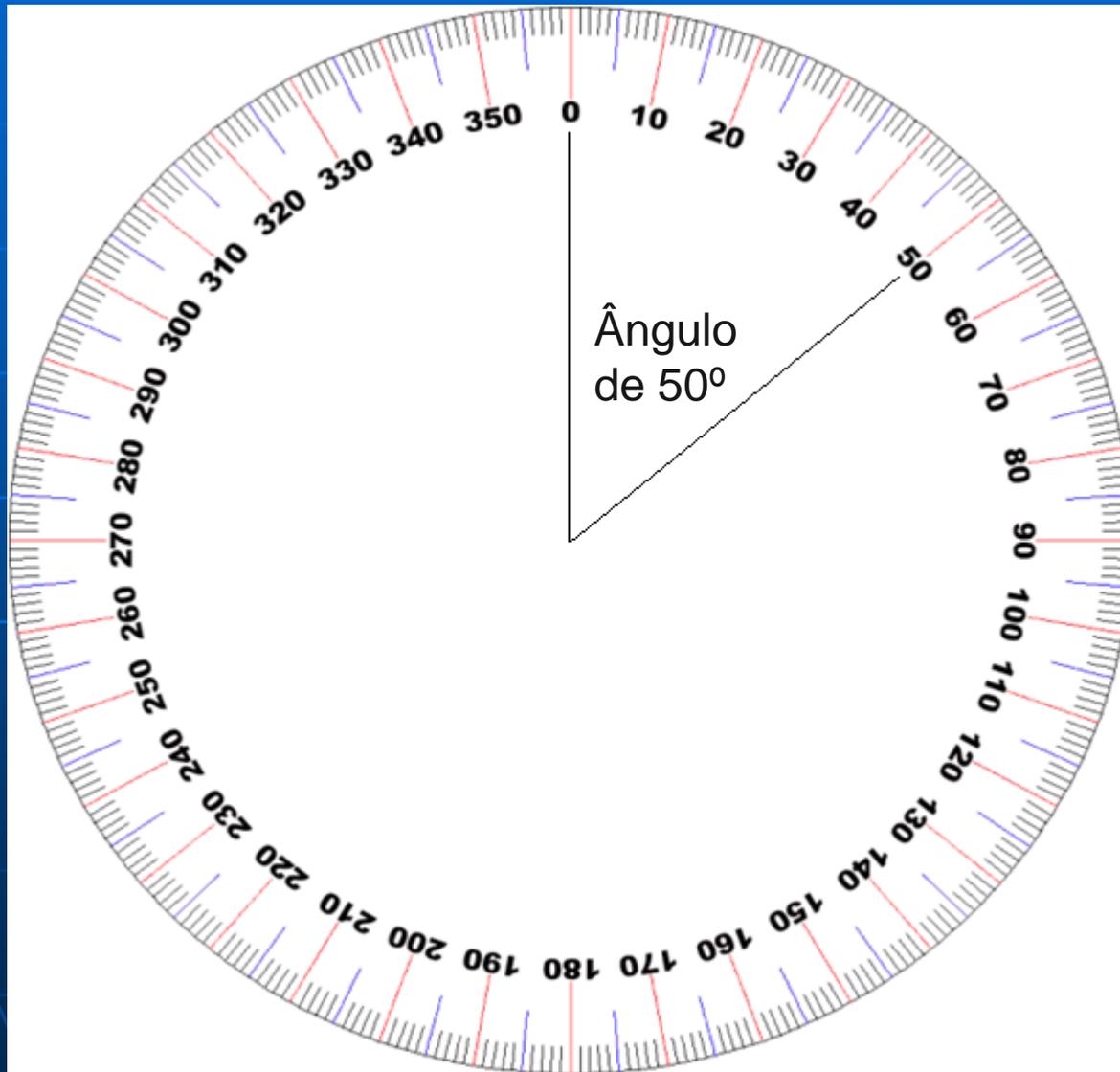
Grau

- O grau é uma unidade de medida angular, correspondente a 1/360 da circunferência.
- O grau subdivide-se em minutos.
- O minuto subdivide-se em segundos.

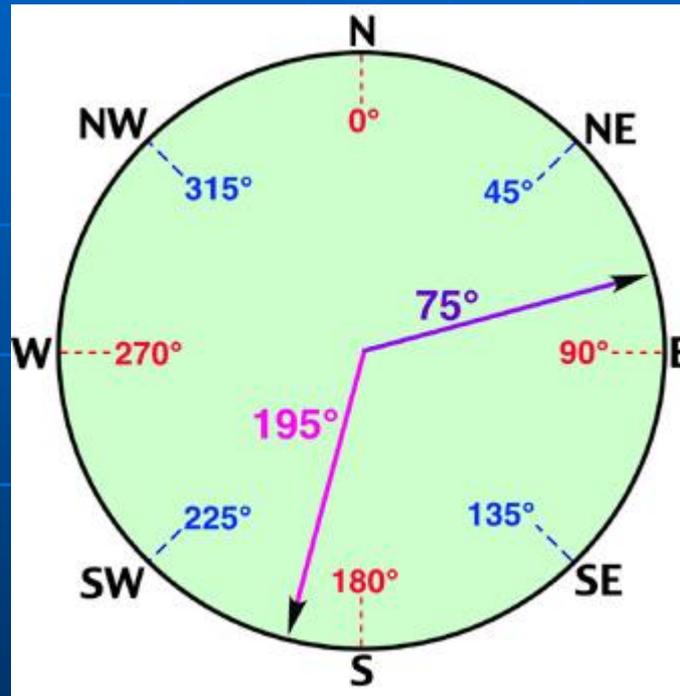
$$1^{\circ} = 60'$$

$$1' = 60''$$

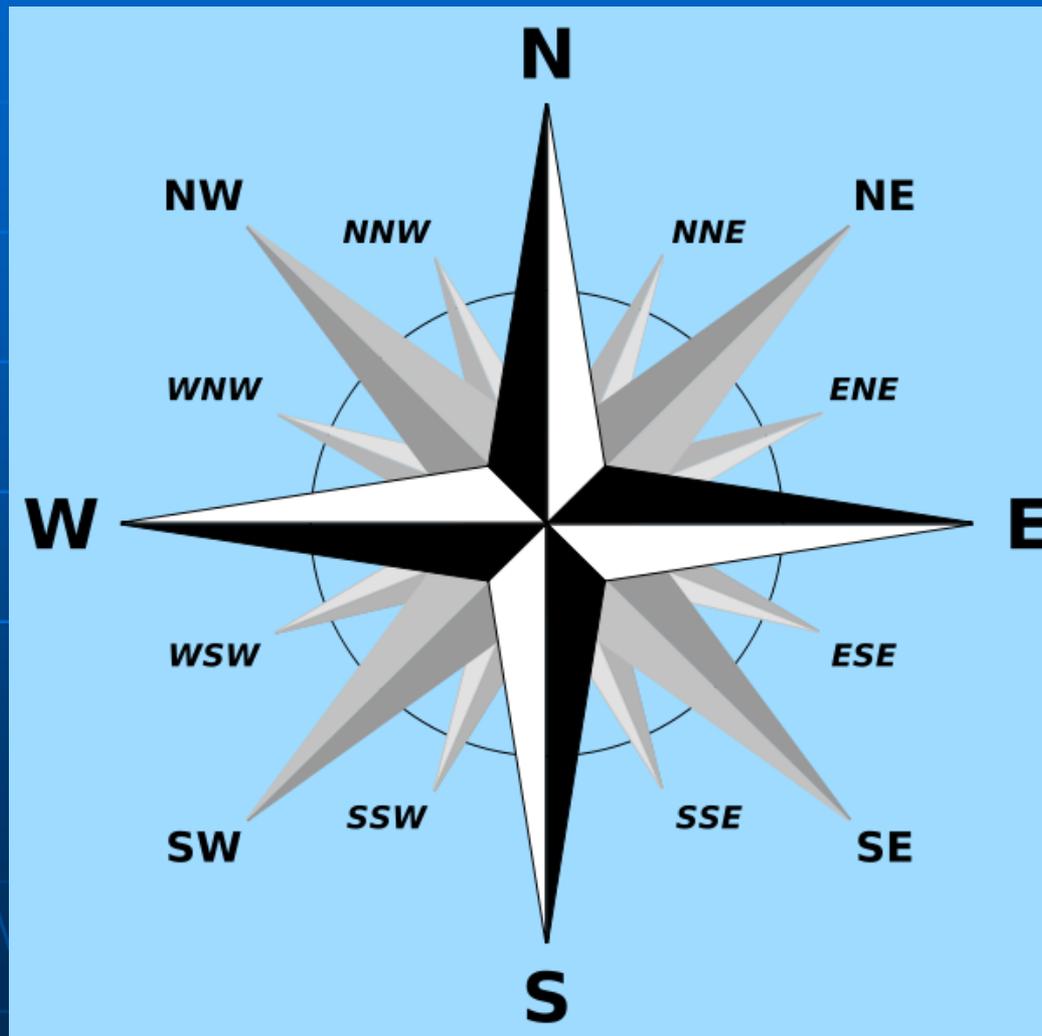
Ângulos



Ângulos e Pontos Cardeais



Rosa dos ventos



Coordenadas geográficas: Latitude e Longitude

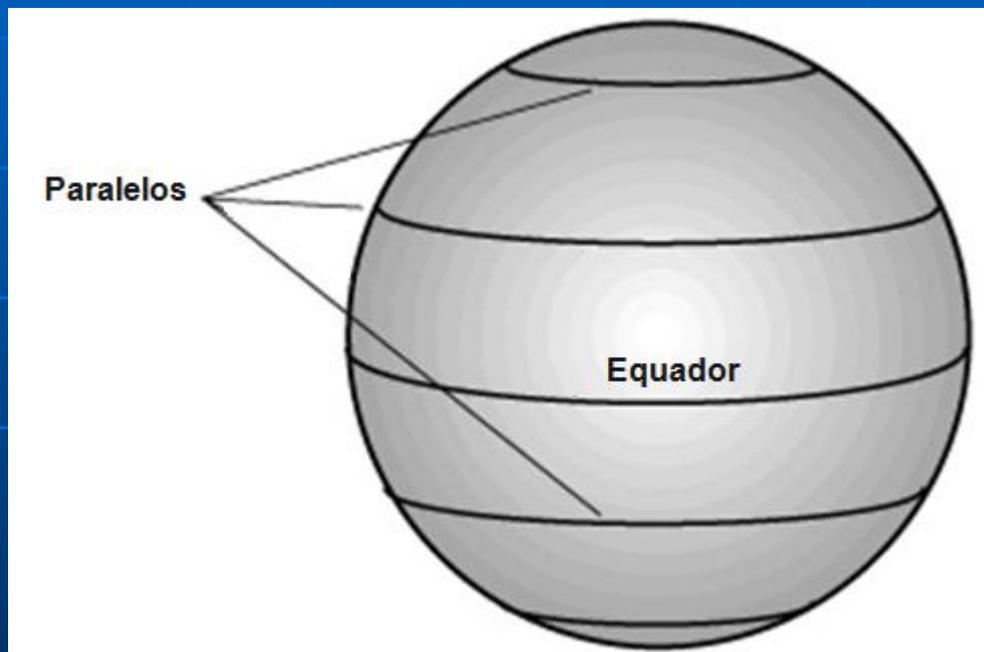
- A Latitude é representada pela letra grega φ (phi)
- A Longitude é representada pela letra L

$$\varphi = 38^{\circ} 30, 2' \text{ N}$$

$$L = 008^{\circ} 54,3' \text{ W}$$

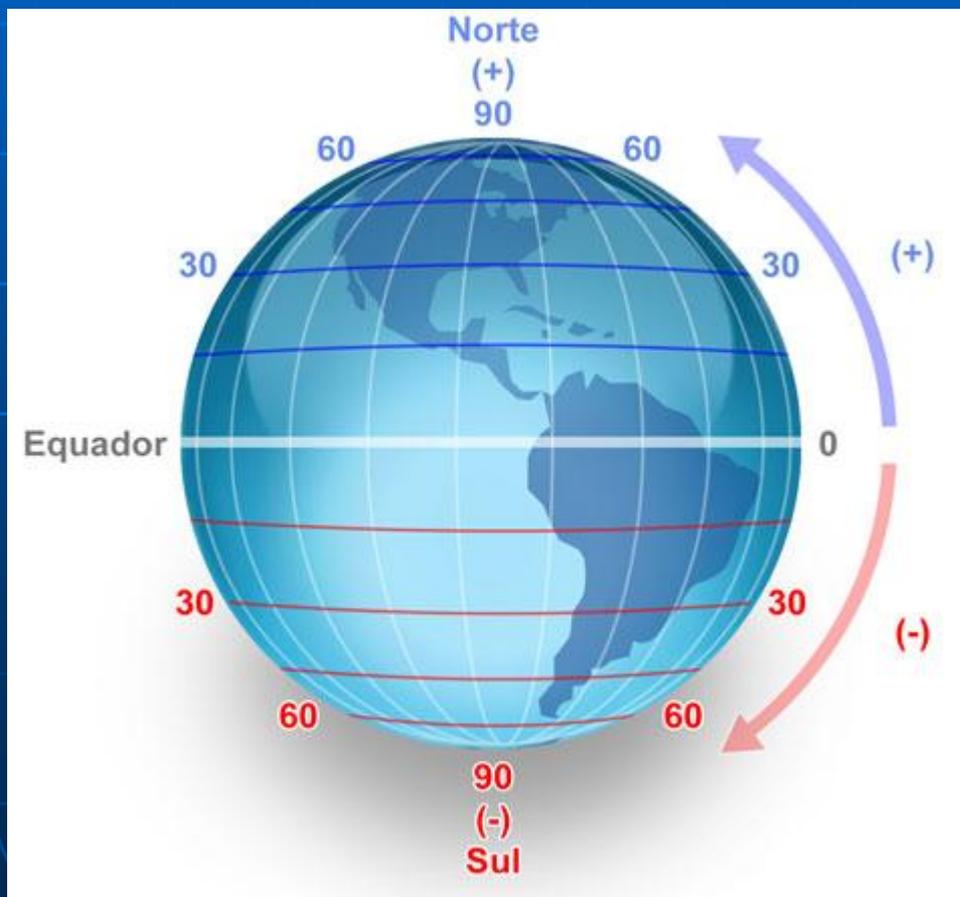
Paralelos

Paralelos - círculos menores paralelos ao plano do equador.

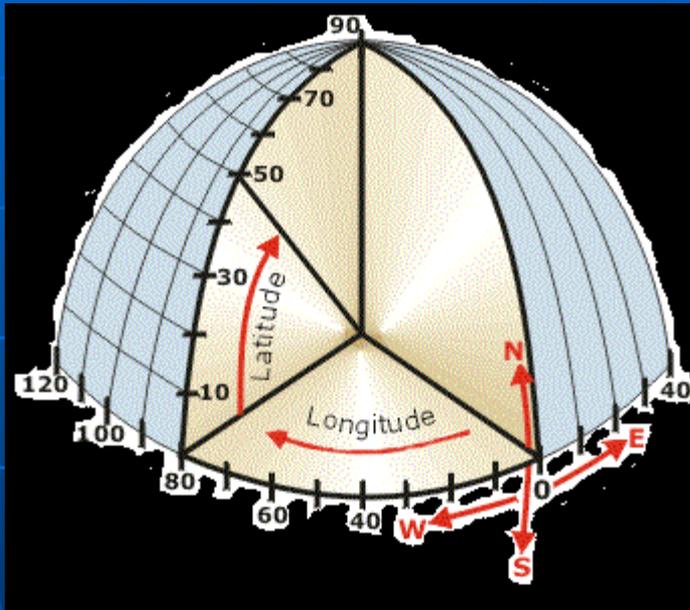


Equador

Equador - círculo máximo, equidistante dos pólos, que divide a terra em dois hemisférios, norte e sul.



Latitude

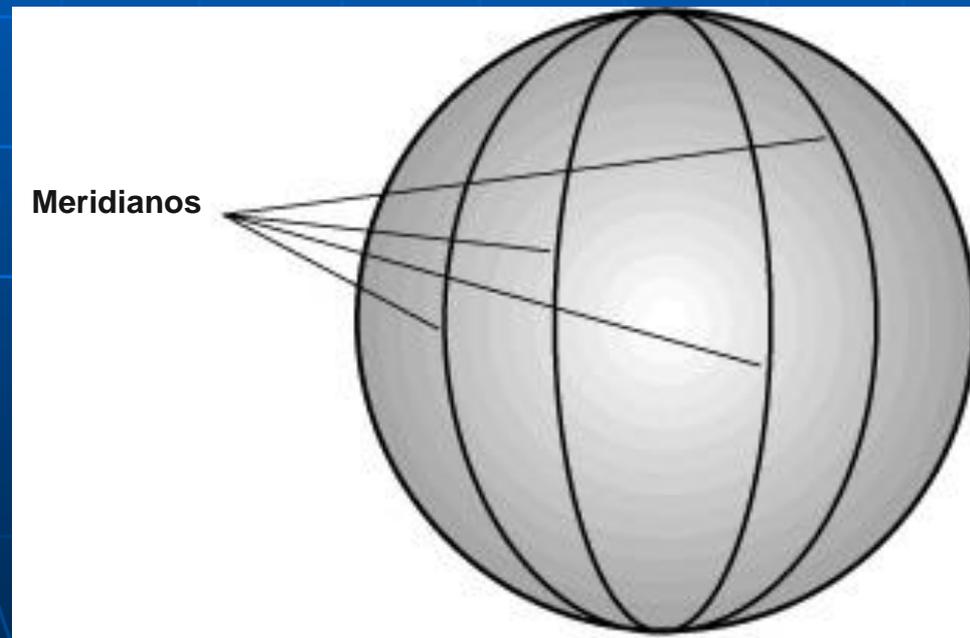


A Latitude de qualquer ponto é medida a partir do Equador e varia entre 0° e 90° Norte ou Sul.

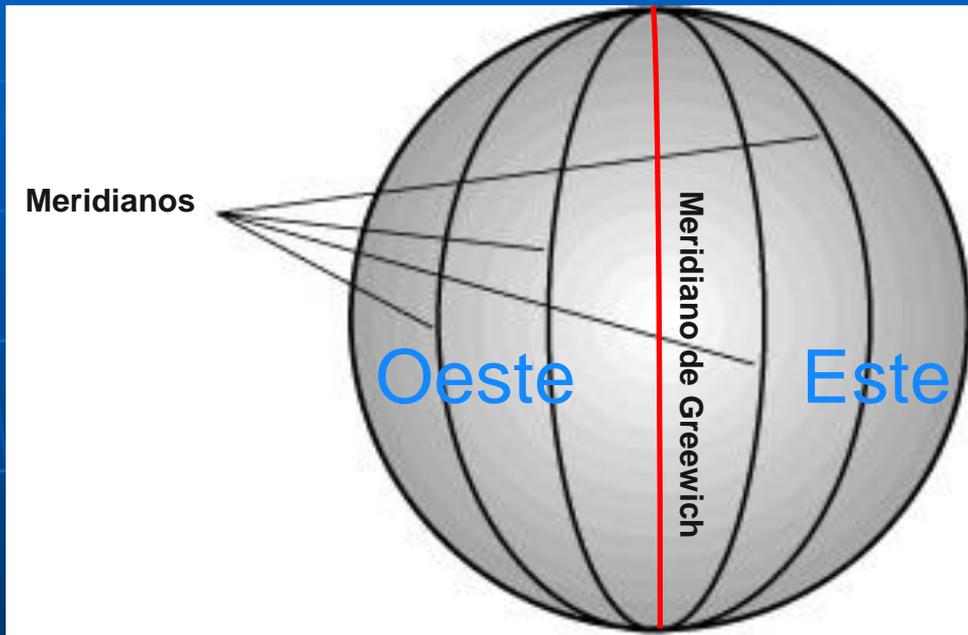
A Latitude de Setúbal é de aproximadamente 38 graus e 30 minutos a norte do equador.

Meridianos

Meridianos - círculos máximos que passam pelos polos e que dividem a terra em duas metades iguais.

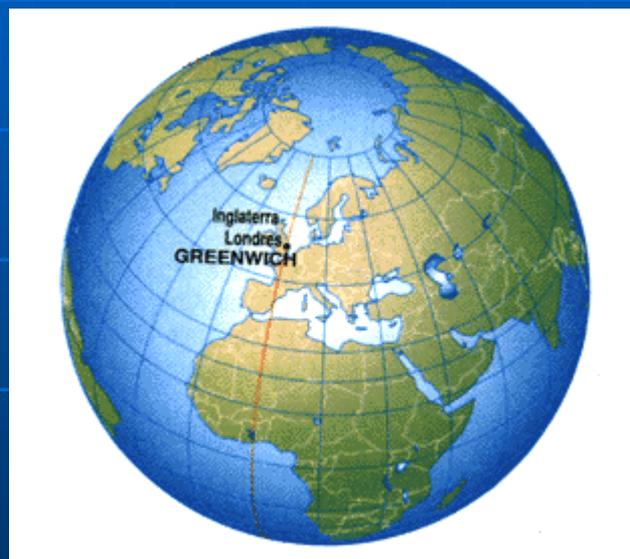


Meridiano de Greenwich

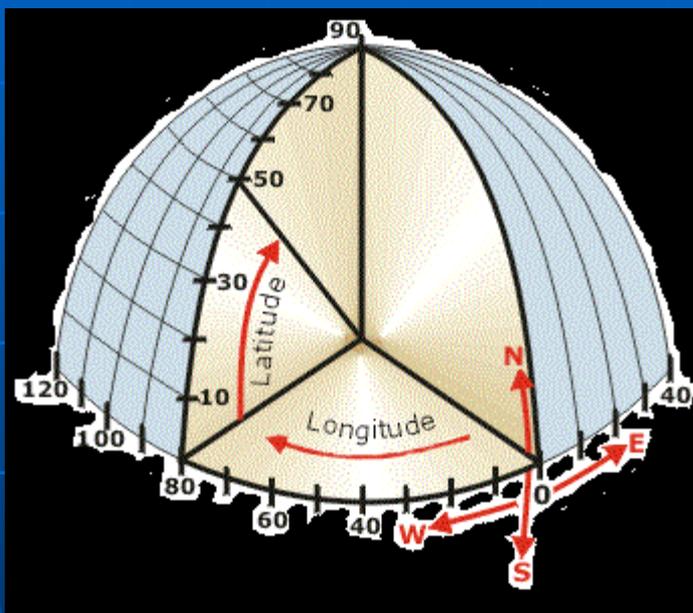


O meridiano de origem (0°), denominado de Greenwich, divide a Terra em dois hemisférios: Este ou oriental e Oeste ou ocidental. A Leste (Este) deste meridiano, os valores da Longitude são crescentes, variando entre 0° E e 180° E. A oeste, também são crescentes, variando entre 0° W e 180° W.

Meridiano de Greenwich



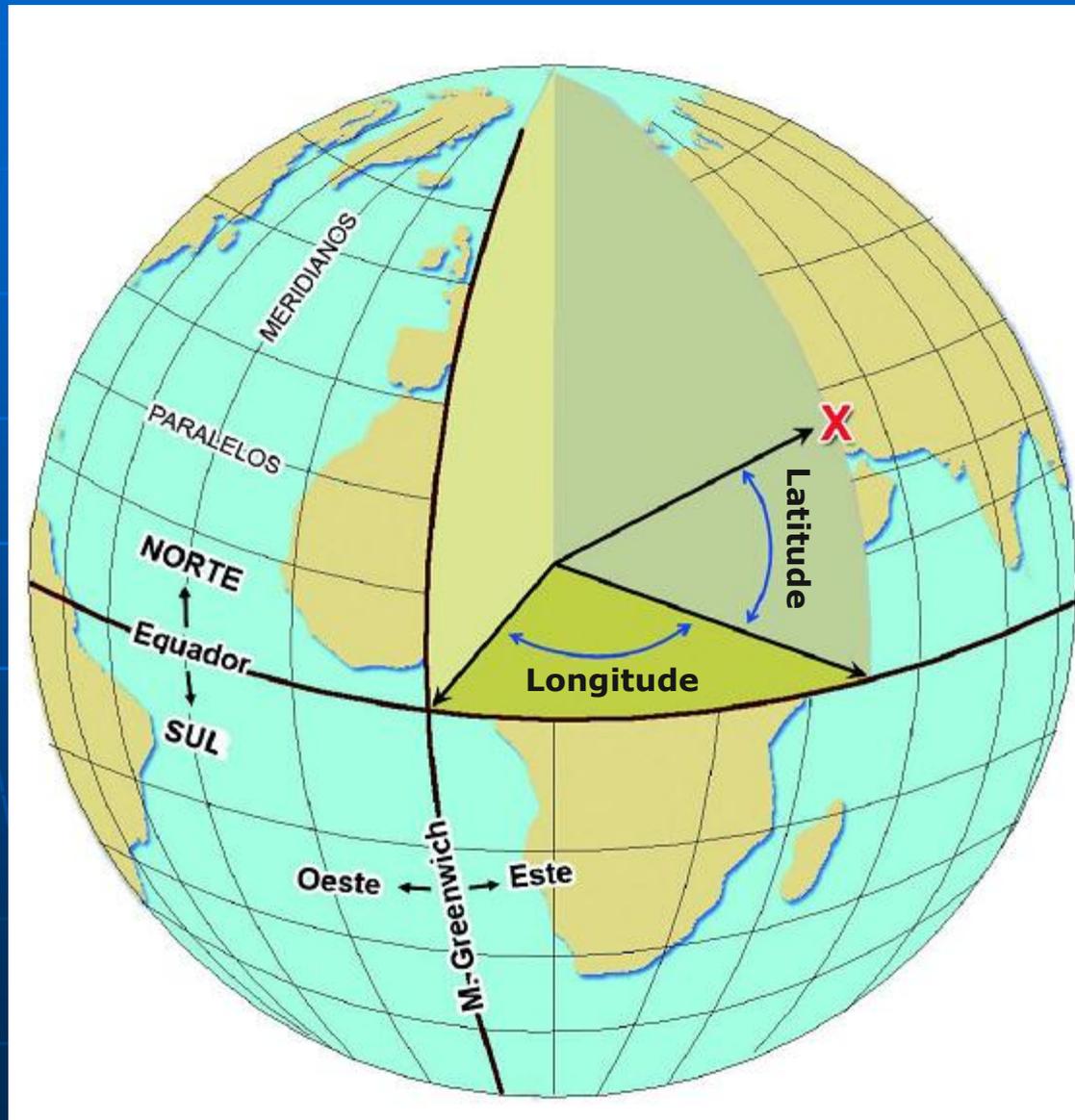
Longitude



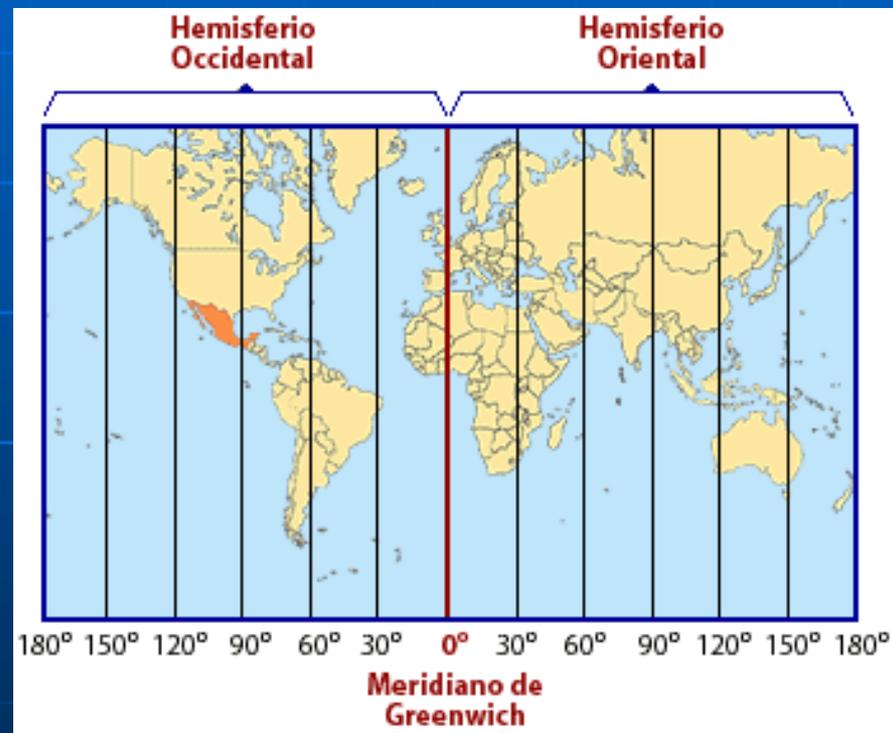
A Longitude de qualquer ponto é medida a partir do meridiano de Greenwich e varia entre 0° e 180° Este ou Oeste.

A Longitude de Setúbal é de aproximadamente 8 graus e 54 minutos a oeste de Greenwich.

Coordenadas geográficas

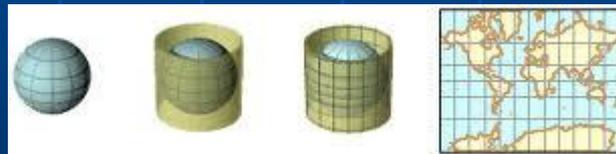


Representação dos meridianos num mapa

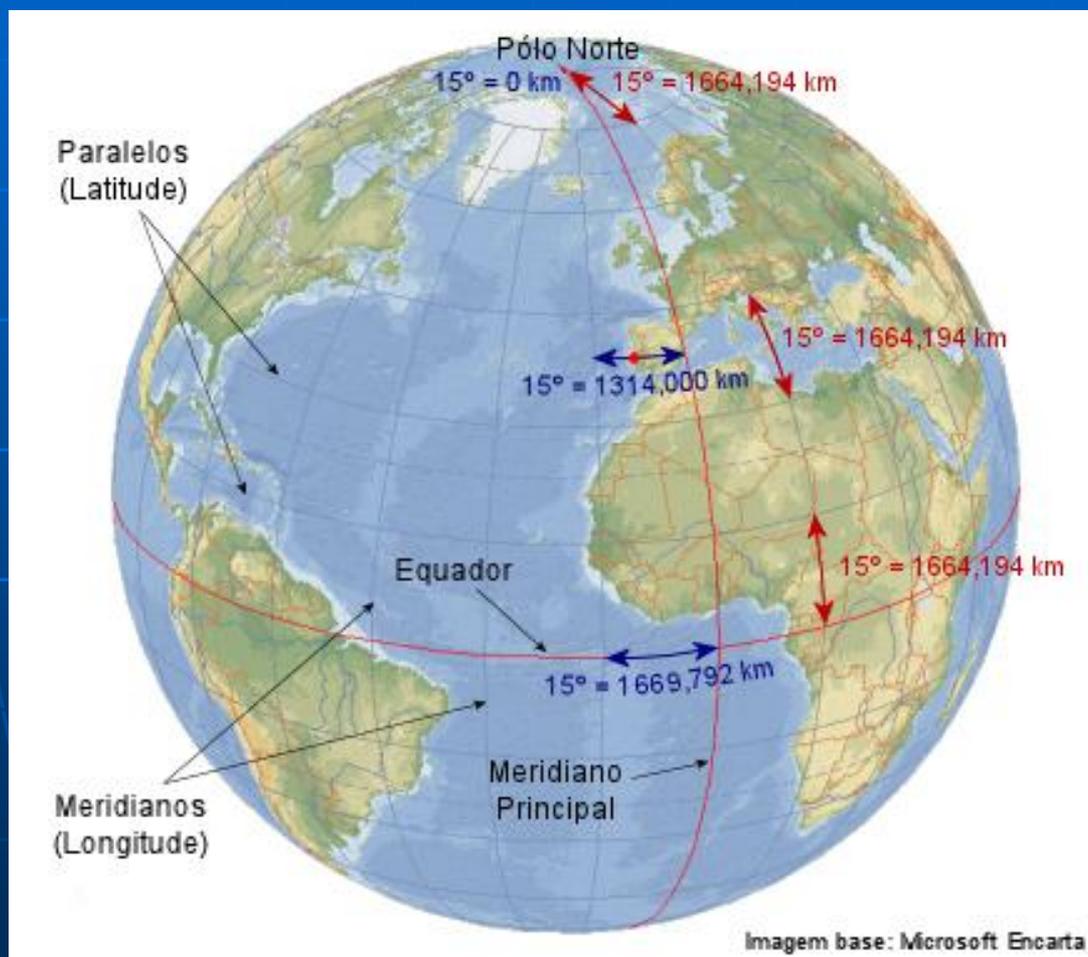


Projecção de Mercator

- A projecção de Mercator foi concebida em 1569 pelo cartógrafo flamengo Gerard Mercator.
- A projecção cilíndrica de Mercator tornou-se a preferida dos navegadores por ser a única em que as direcções podiam ser desenhadas em linha recta sobre o mapa.
- Na projecção de Mercator, os paralelos e os meridianos são linhas rectas que se cruzam formando ângulos de 90° .

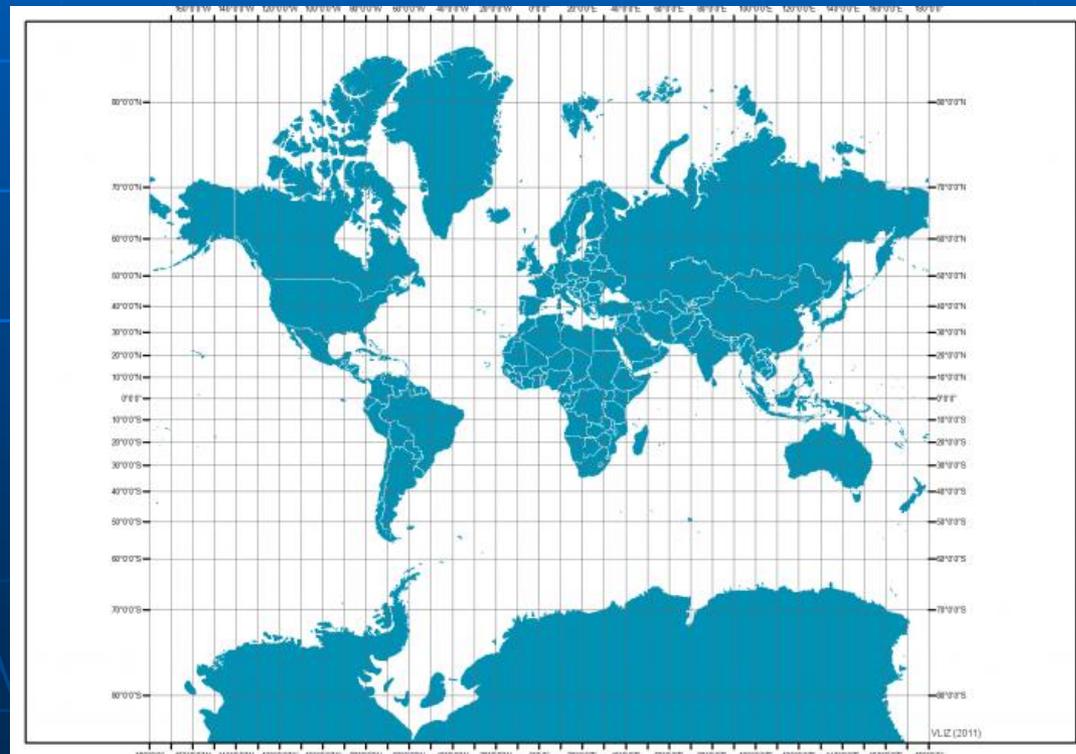


O problema das distâncias



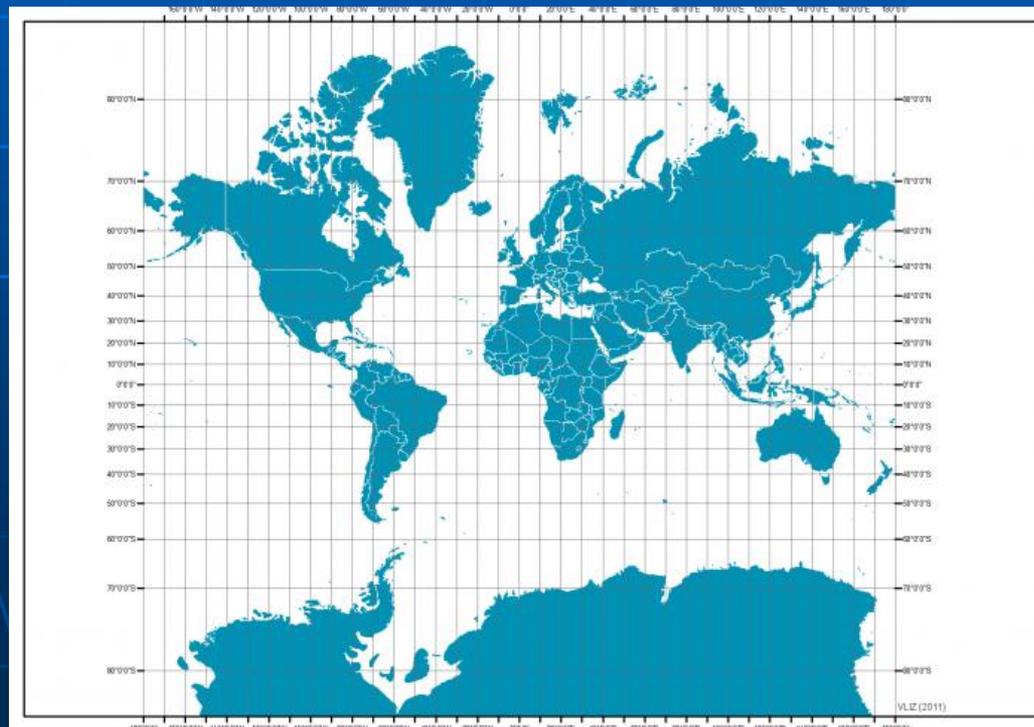
Projecção de Mercator

- A construção da projecção não deforma os ângulos.
- Áreas situadas em latitudes elevadas surgem com dimensões exageradamente ampliadas.
- Problema na medição das distância pois a escala varia com a latitude.



Projecção de Mercator

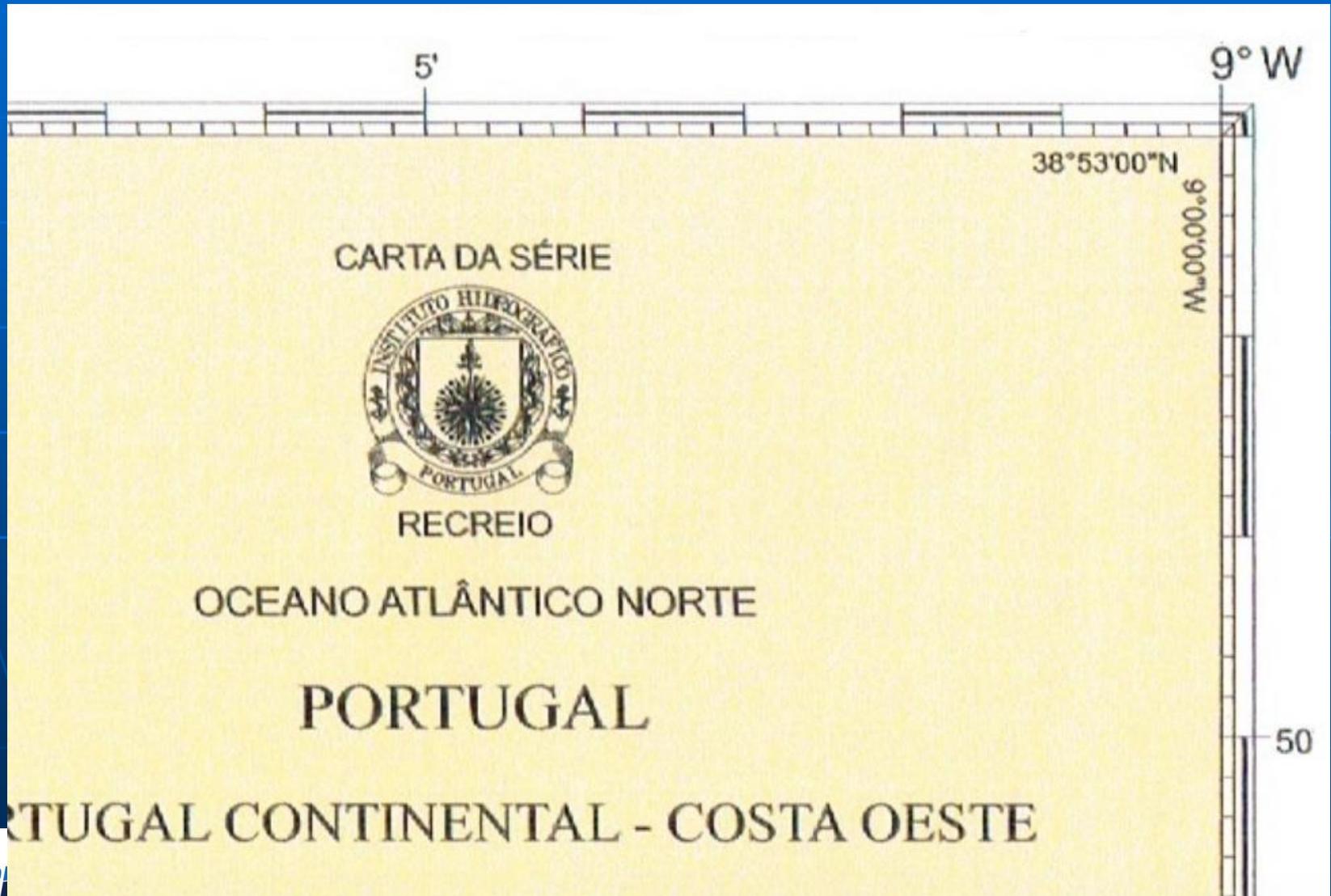
- Na carta de Mercator a escala das longitudes é constante, enquanto que a das latitude varia com o aumento da latitude. Por esta razão, as distâncias devem ser medidas na escala da latitude correspondente à latitude do lugar.



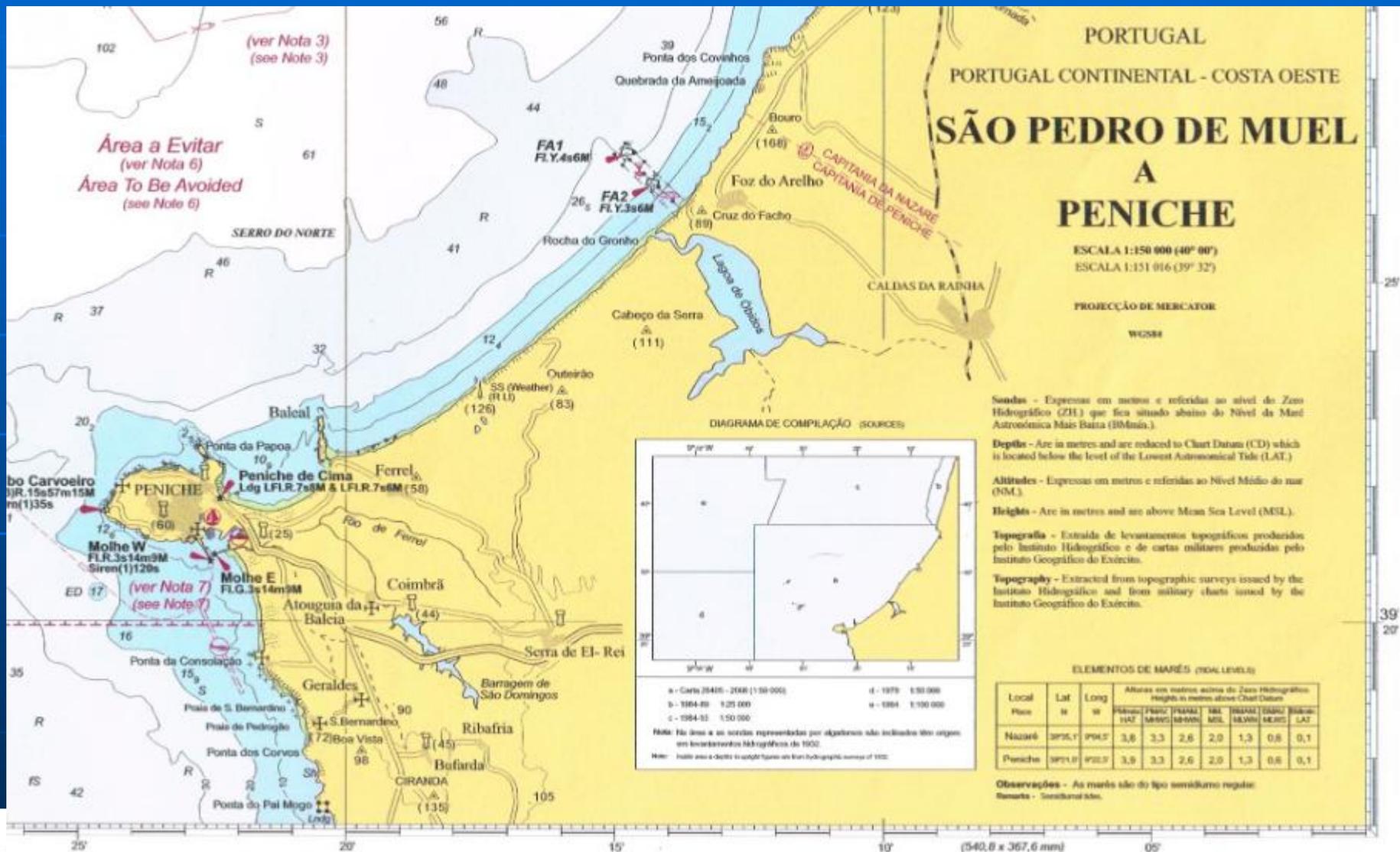
A Carta Náutica



A Carta Náutica



A Carta Náutica



Distâncias e velocidade

- As distâncias no mar são medidas em milhas náuticas e a velocidade em nós.

1 milha náutica = 1.852 m
1 nó = 1 milha / hora

Distância angular

- Um minuto de latitude (ou de longitude, mas apenas no equador) corresponde a uma milha náutica

$$1' = 1 \text{ milha náutica} = 1.852 \text{ m}$$

Quanto mede uma milha náutica?

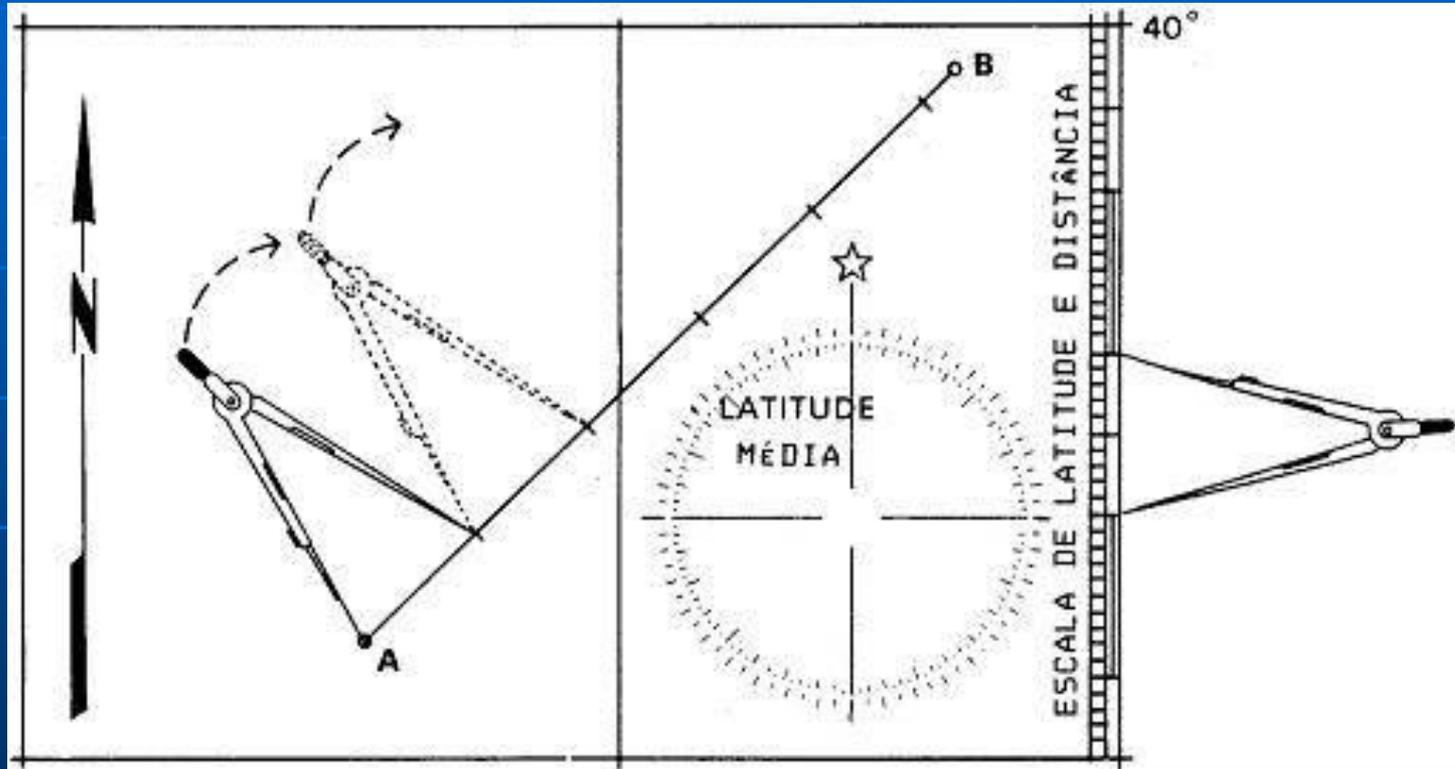
- Perímetro da terra no equador = 40.000 km
- $360^{\circ} \times 60' = 21.600'$
- $40.000 \text{ km} / 21.600' = 1,852 \text{ km}$
- $1' = 1.852 \text{ metros}$
- 1 uma milha náutica = 1.852 metros

Medição de distâncias na carta

1. Assinalar os dois pontos na carta e uni-los por um segmento de recta.
2. Com um compasso de pontas secas abrir o compasso no tamanho do segmento de recta.
3. Fazer a medição da abertura do compasso na escala da latitude, na latitude média dos dois pontos.



Medição de distâncias na carta



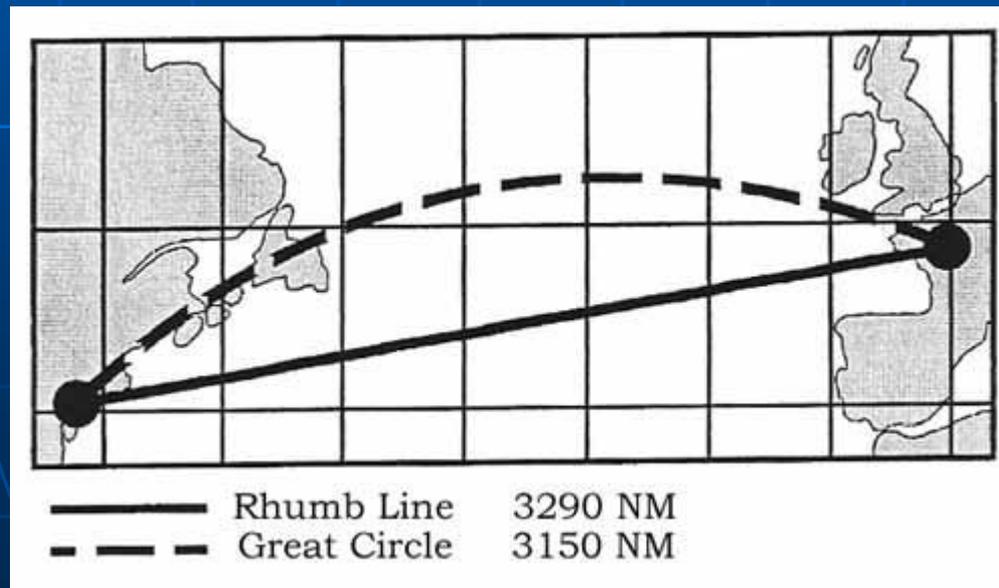
Derrota

- Derrota é a linha que se traça na carta e que une o ponto de partida ao ponto de destino da viagem que pretendemos efetuar.



Derrota Loxodrômica

- É uma linha recta e faz sempre um ângulo constante com os meridianos o que permitir à embarcação seguir sempre a mesma proa.
- A distância entre dois pontos é maior e, é sobretudo, importante em longas distâncias.



Linhas de posição (LDP)

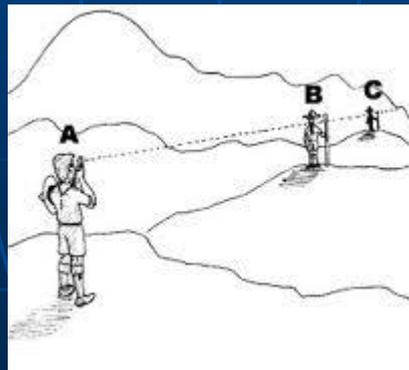
- Azimute
- Marcação
- Enfiamento
- Alinhamento
- Batimétrica
- Distância Radar

Azimute

- É o ângulo entre o Norte e a visual para o alvo (ponto conspícuo).
- É medido no sentido horário ou dos ponteiros do relógio.
- Varia entre 0° e 360° .
- Por exemplo, se o ponto conspícuo estiver a Oeste o seu azimute será de 270°

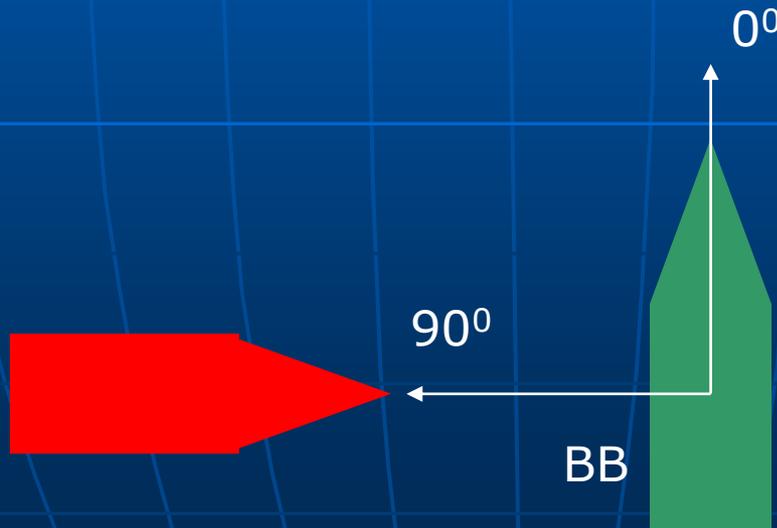


Agulha de marcar



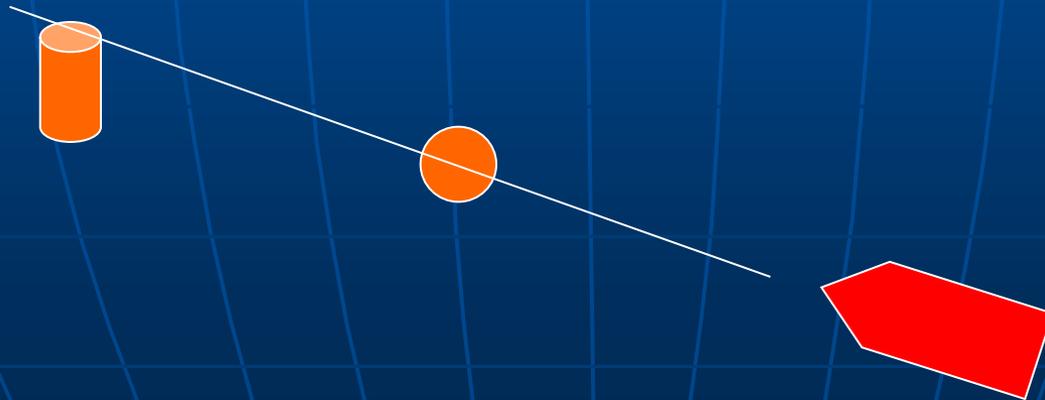
Marcação taximétrica

- Obtém-se medindo o ângulo formado entre a proa do navio e o ponto conspícuo ou embarcação.
- Medem-se os ângulos a partir da proa para estibordo ou bombordo.
- Por exemplo, uma embarcação situada na direção do través de bombordo tem uma marcação de 90° BB.



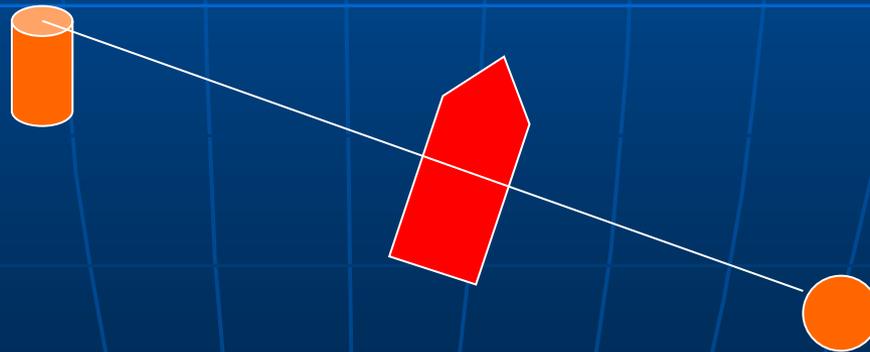
Enfiamento

- Quando o observador vê duas marcas em linha então ele estará precisamente no enfiamento das mesmas.
- Exemplo: as luzes do farol dos pescadores e da Azeda constituem um enfiamento para a entrada na barra de Setúbal (40°).



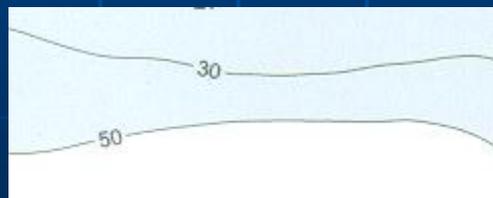
Alinhamento

- Nesta situação o navio encontra-se na linha que une dois pontos conspícuos. Neste caso o observador encontra-se entre as duas marcas, não podendo observá-las em simultâneo como no enfiamento.

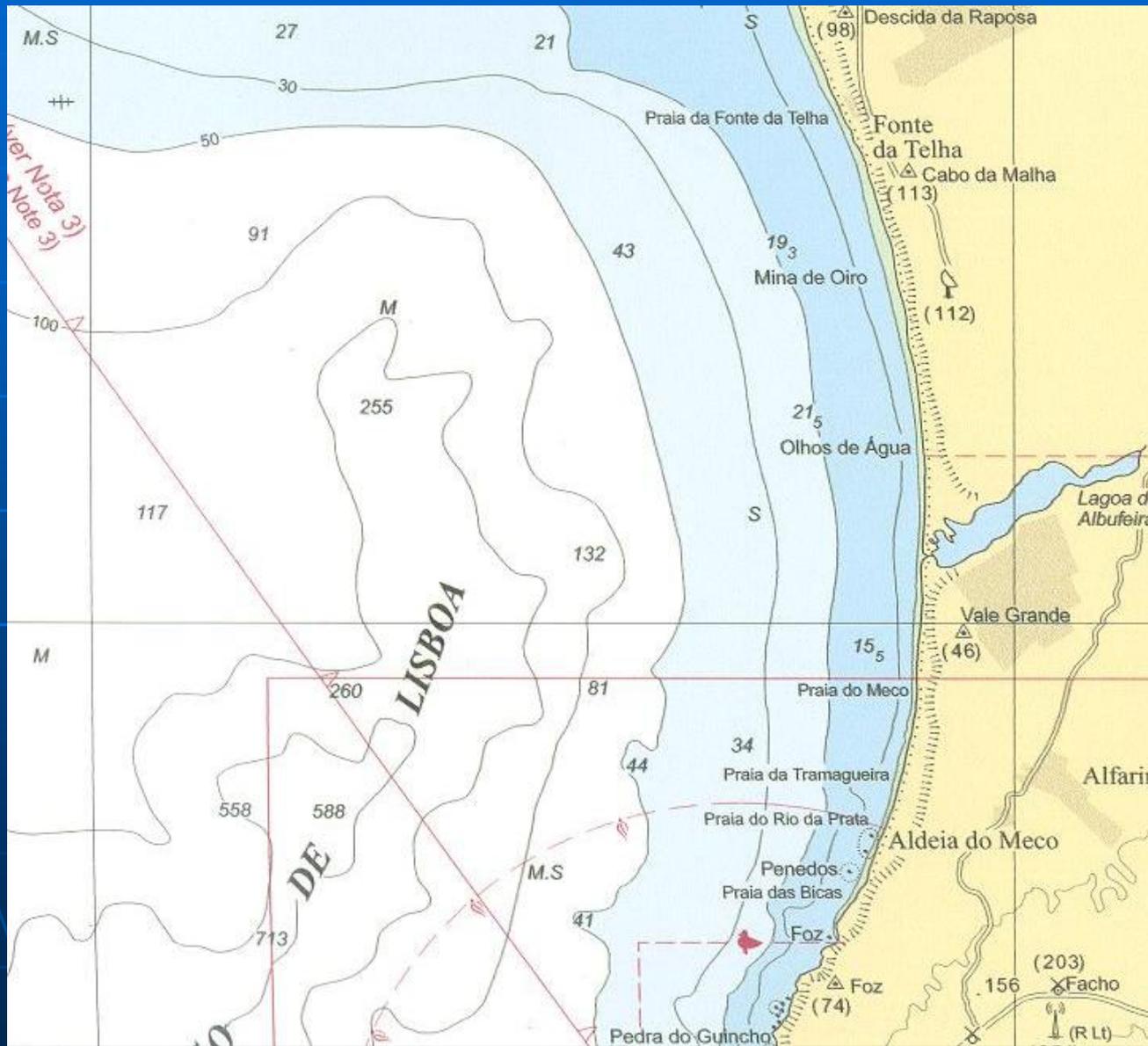


Batimétricas

- As batimétricas são linhas que unem pontos de igual profundidade na carta náutica. As batimétricas correspondem ao Zero Hidrográfico nas cartas.
- As batimétricas podem constituir LDP's, sendo possível comparar a altura obtida pela sonda, feito o respectivo desconto da maré, com as profundidades referenciadas na carta. Desta forma poderemos determinar a nossa posição na carta.



Batimétricas



Proa da agulha

- É o ângulo que a proa da embarcação faz com o norte da agulha (Na) e é indicado na agulha de governo.

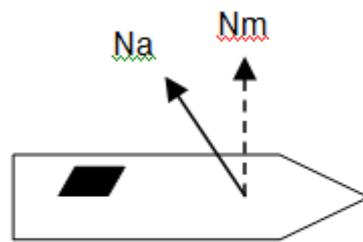


Agulha de governo

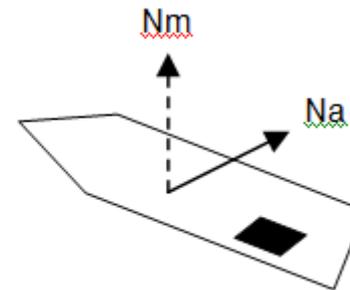
Proa da agulha

- A proa da agulha incorpora duas fontes de erro em relação ao norte geográfico ou verdadeiro (N_v):
 - o desvio da agulha (d) provocado pela presença de objectos metálicos na embarcação;
 - a declinação magnética (D) – resulta da não coincidência entre o norte real e aquele apontado pela agulha, mesmo que corrigida de desvios; o ângulo deste desvio, para leste ou oeste, existe em função do magnetismo terrestre, cujos polos não coincidem com os polos geográficos e varia com o lugar e o ano; o valor da declinação mangética é indicado nas cartas náuticas.

Desvio da agulha

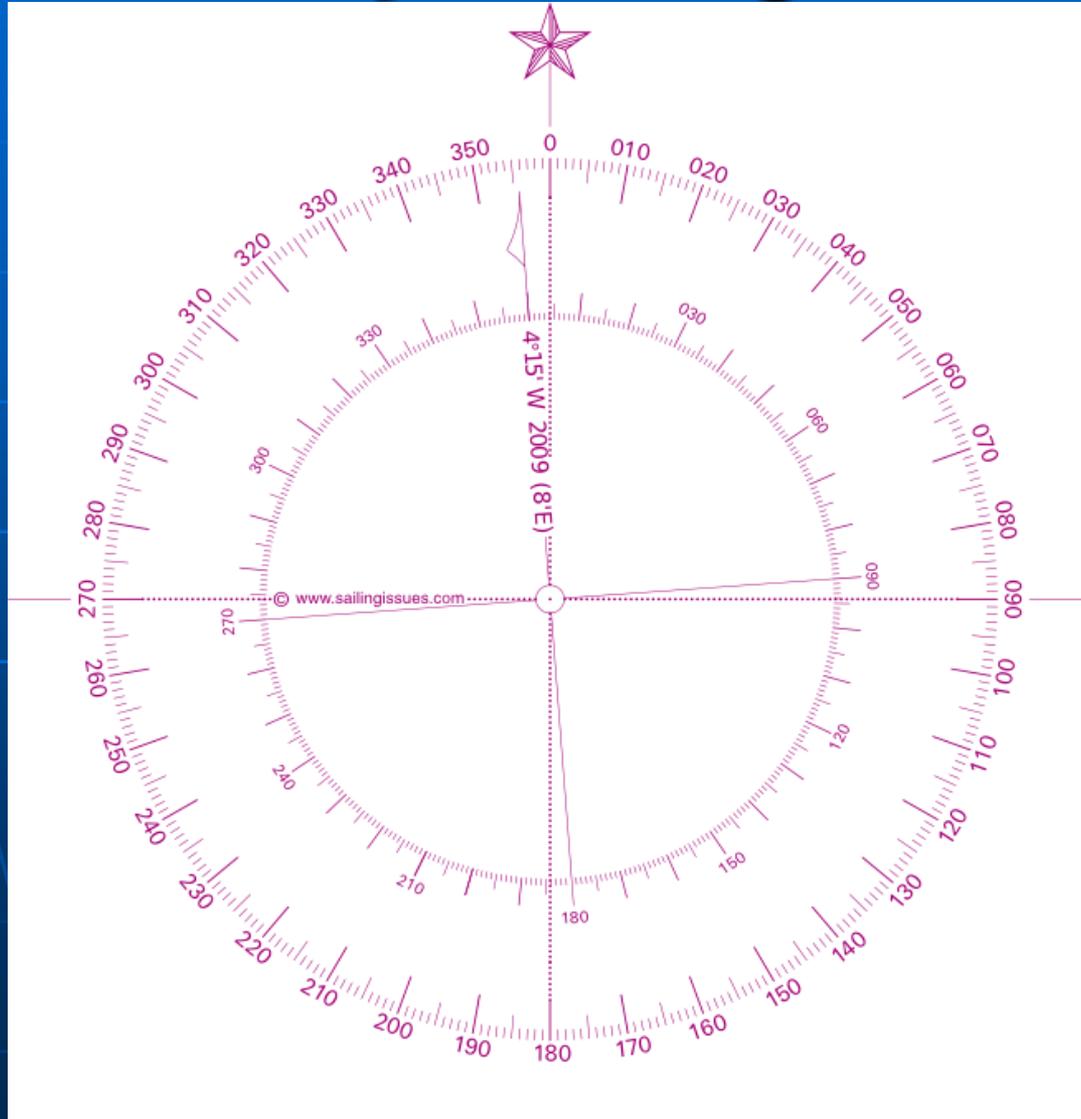


Desvio Oeste



Desvio Este

Declinação magnética



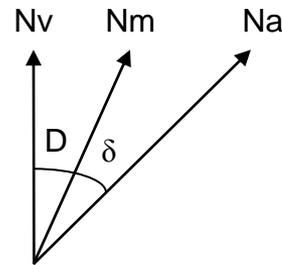
Variação

- Numa embarcação que esteja a navegar a proa a norte (Proa da agulha = N_a = norte da agulha), temos um desvio da agulha (d) em relação ao norte magnético (N_m) e mais um desvio em relação ao norte geográfico ou verdadeiro (N_v) dados pela declinação magnética (D). A soma destes 2 desvios chama-se variação:

$$V = d + D$$

Variação

- A agulha da embarcação indica o N_a .
- Depois de corrigido o desvio, a agulha indica o N_m .
- Depois de corrigida a declinação, a agulha indica o N_v .



Proa verdadeira

- As proas verdadeiras são as que são marcadas nas cartas. Assim, se já tivermos a proa magnética teremos de fazer a correcção da declinação (D) para obter a proa verdadeira.

Método do Aves e Vaos

AVES – Agulha para Verdadeiro Este Soma-se (... e Oeste Subtrai-se)

VAOS – Verdadeiro para Agulha Oeste Soma-se (... e Este Subtrai-se)

AVES --->				<--- VAOS		AVES --->				<--- VAOS	
Pa	d	Pm	D	Pv		Za	d	Zm	D	Zv	

o desvio é da proa da embarcação

Método do Aves e Vaos

AVES – Agulha para Verdadeiro Este Soma-se (... e Oeste Subtrai-se)

VAOS – Verdadeiro para Agulha Oeste Soma-se (... e Este Subtrai-se)

AVES --->					<--- VAOS	
Pa	d	Pm	D	Pv		
90°						



Tabela de Desvios

Pa	d
000	0.5 W
030	1.2 W
060	1.3 W
090	0.5 W
120	1.1 E
150	0.8 E
180	0.0
210	1.0 W
240	0.5 W
270	0.8 E
300	1.0 E
330	0.6 E

Dada a proa da embarcação consultamos a tabela de desvios e retiramos o valor do desvio

Método do Aves e Vaos

AVES – Agulha para Verdadeiro Este Soma-se (... e Oeste Subtrai-se)

VAOS – Verdadeiro para Agulha Oeste Soma-se (... e Este Subtrai-se)

AVES --->			<--- VAOS	
Pa	d	Pm	D	Pv
90°	0,5W			



Pa	d
000	0.5 W
030	1.2 W
060	1.3 W
090	0.5 W
120	1.1 E
150	0.8 E
180	0.0
210	1.0 W
240	0.5 W
270	0.8 E
300	1.0 E
330	0.6 E

Método do Aves e Vaos

AVES – Agulha para Verdadeiro Este Soma-se (... e Oeste Subtrai-se)

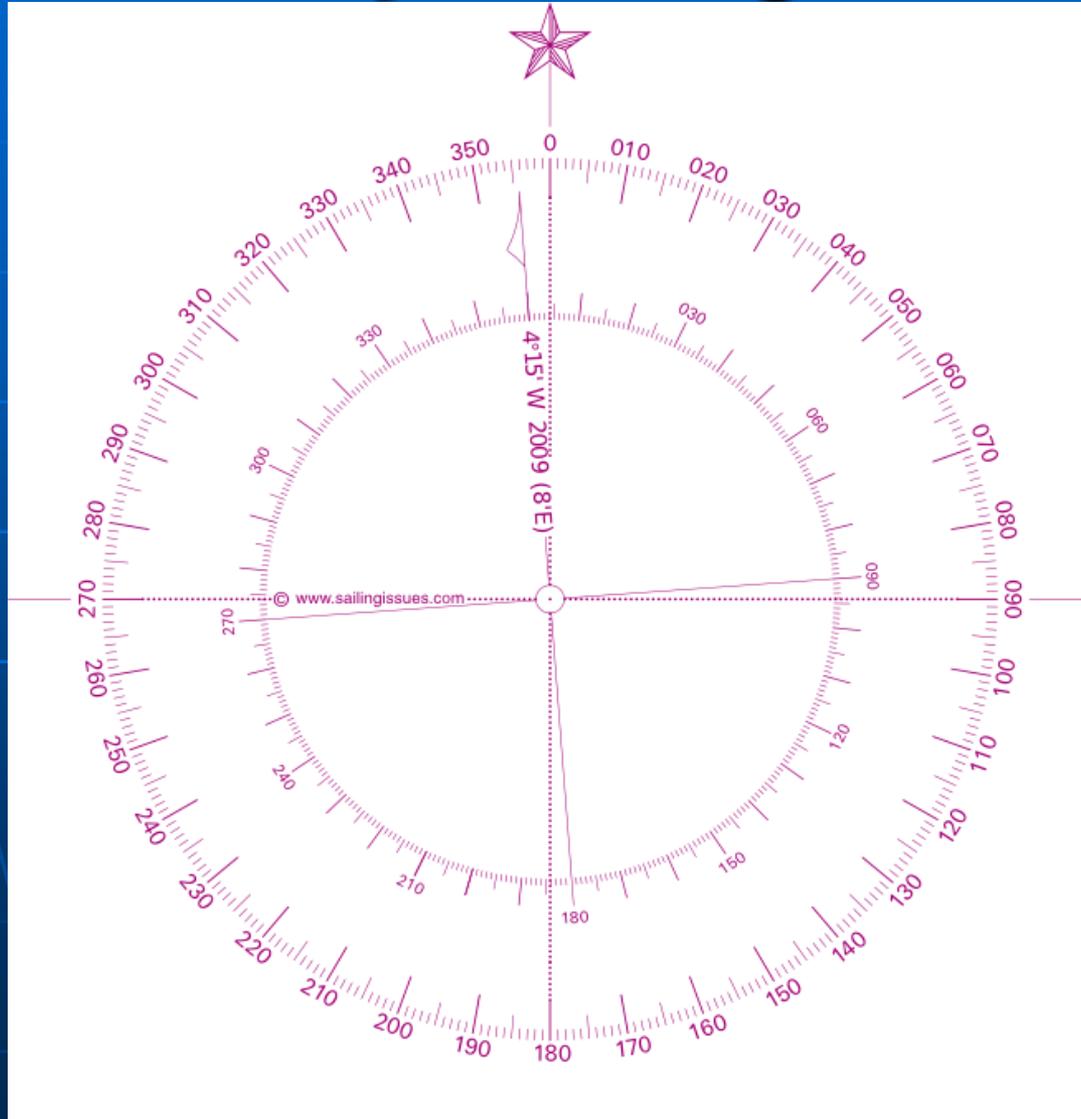
VAOS – Verdadeiro para Agulha Oeste Soma-se (... e Este Subtrai-se)

AVES --->				<--- VAOS
Pa	d	Pm	D	Pv
90°	0,5W	89,5°		

Próximo passo:

Obter na carta a declinação magnética (D)

Declinação magnética



Declinação magnética

Neste exemplo a declinação magnética para o ano de 2009 é:

$4^{\circ}15'W$ 2009 ($8'E$)

Se estamos a navegar em 2013, ou seja, quatro anos depois de 2009, a declinação magnética tem de ser corrigida da seguinte forma:

$$\begin{array}{r} 4 \text{ anos} \\ \times \quad 8'E \\ \hline 32'E \end{array}$$

Declinação magnética

Como a declinação em 2009 é W e o factor de correcção é E, têm sinais contrários, então subtraem-se e dá-se o sinal do maior:

$$\begin{array}{r} 4^{\circ}15'W \\ - 32'E \\ \hline \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{r} 3^{\circ}75'W \\ - 32'E \\ \hline 3^{\circ}43'W \end{array}$$

Finalmente, arredondamos o valor para o meio grau mais próximo, neste caso para 3,5°

Arredondamentos

Arredonda-se sempre para o meio grau mais próximo:



Neste caso o arredondamento é feito para $3,5^{\circ}$

Arredondamentos



Método do Aves e Vaos

AVES – Agulha para Verdadeiro Este Soma-se (... e Oeste Subtrai-se)

VAOS – Verdadeiro para Agulha Oeste Soma-se (... e Este Subtrai-se)

AVES --->			<--- VAOS	
Pa	d	Pm	D	Pv
90°	0,5°W	89,5°	3,5°W	

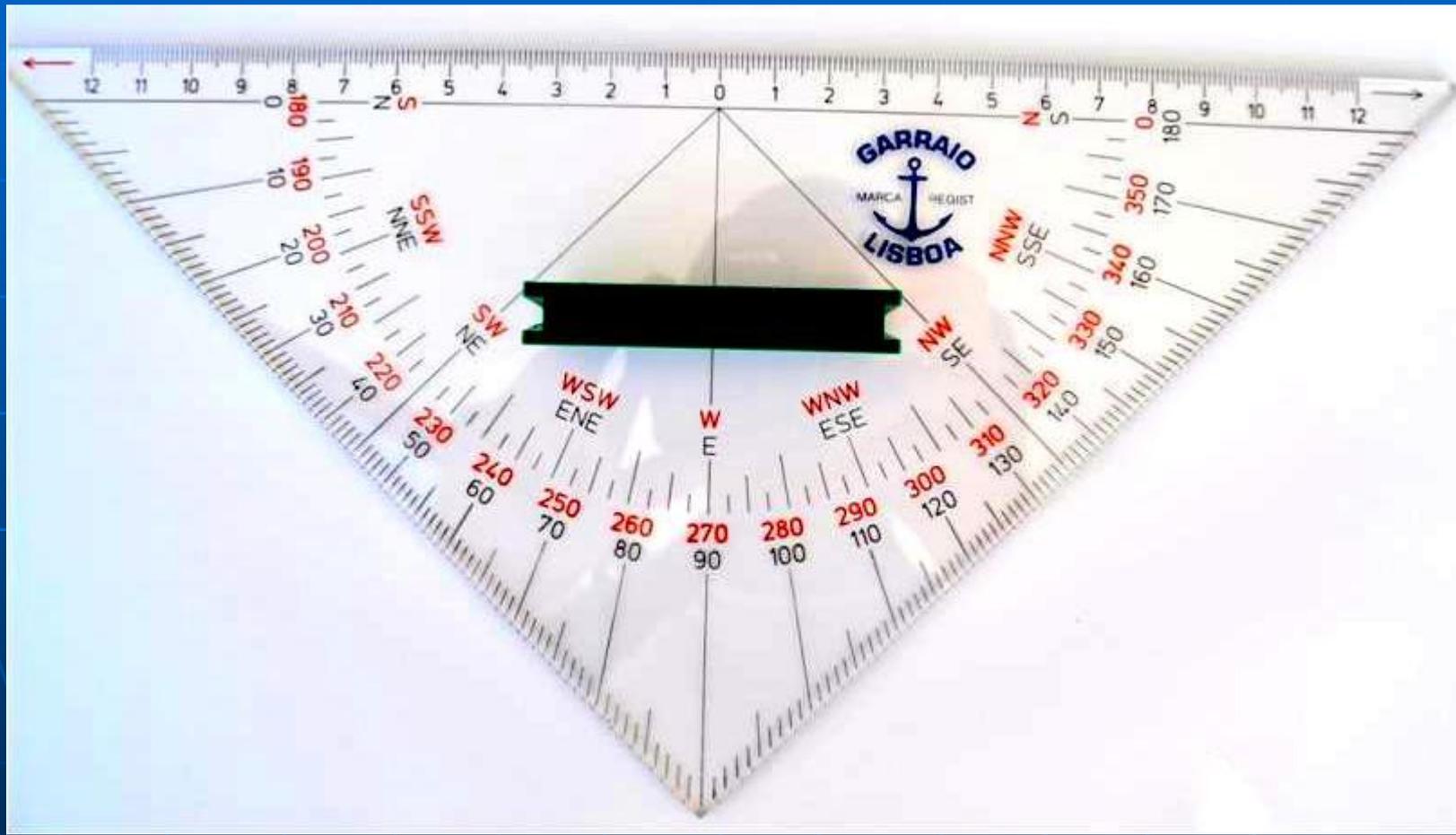
Método do Aves e Vaos

AVES – Agulha para Verdadeiro Este Soma-se (... e Oeste Subtrai-se)

VAOS – Verdadeiro para Agulha Oeste Soma-se (... e Este Subtrai-se)

AVES --->			<--- VAOS	
Pa	d	Pm	D	Pv
90°	0,5°W	89,5°	3,5°W	86°

O esquadro de navegação



O esquadro de navegação



Deslocar o esquadro



Marcar as coordenadas na carta náutica

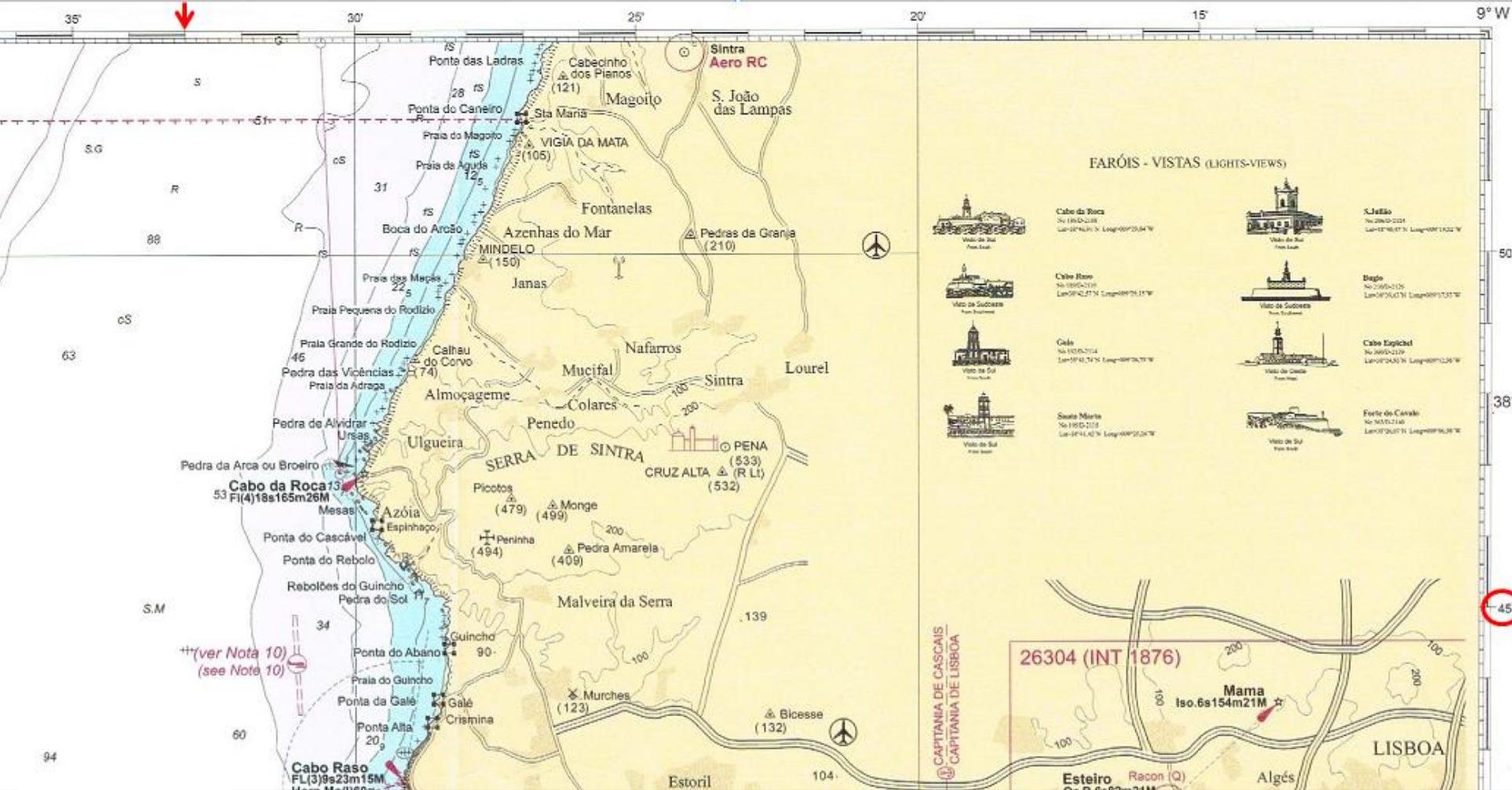
Exemplo:

Pretendo marcar na carta as seguintes coordenadas:

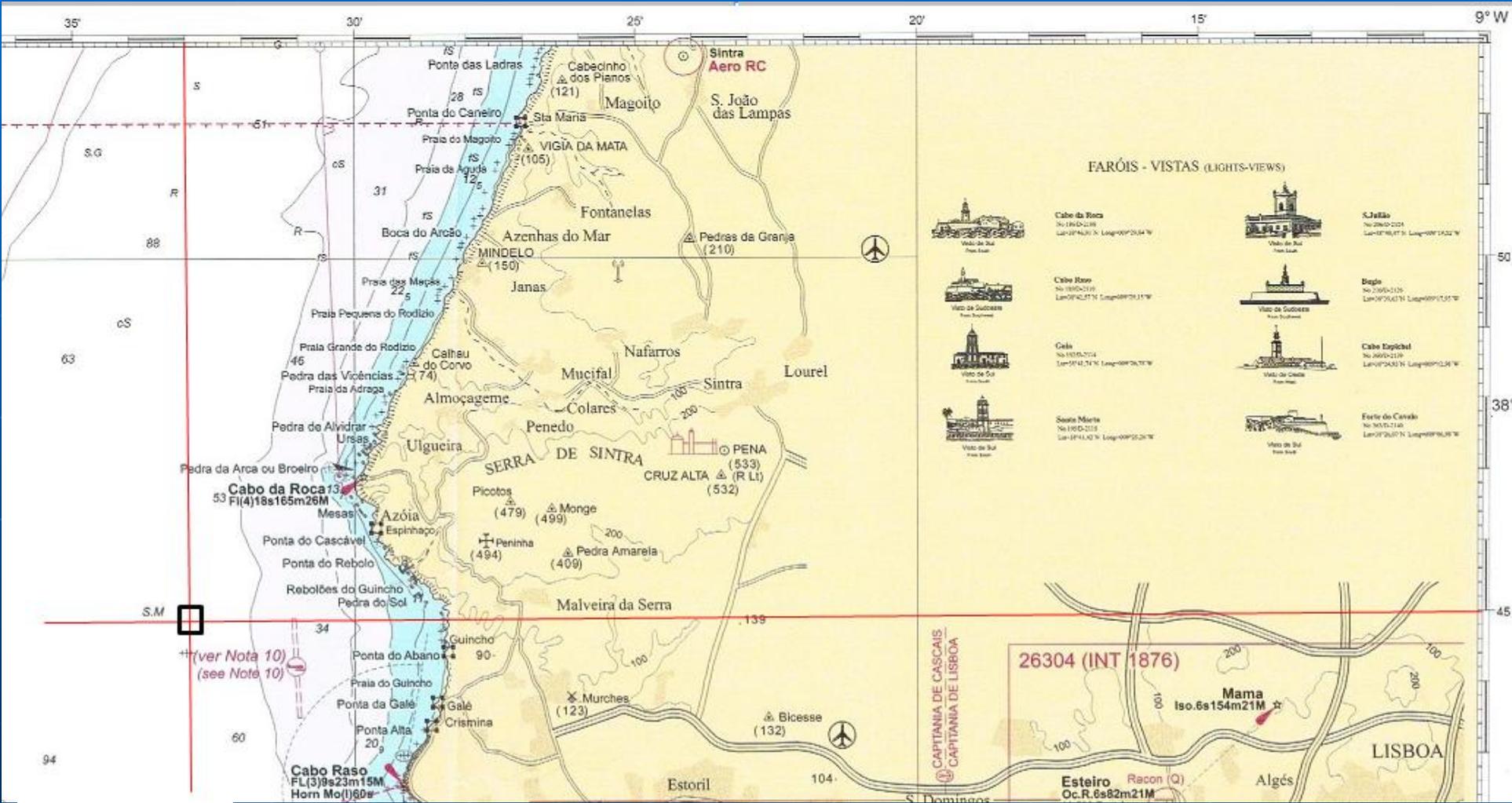
$$\varphi = 38^{\circ} 45' \text{ N}$$

$$L = 009^{\circ} 33' \text{ W}$$

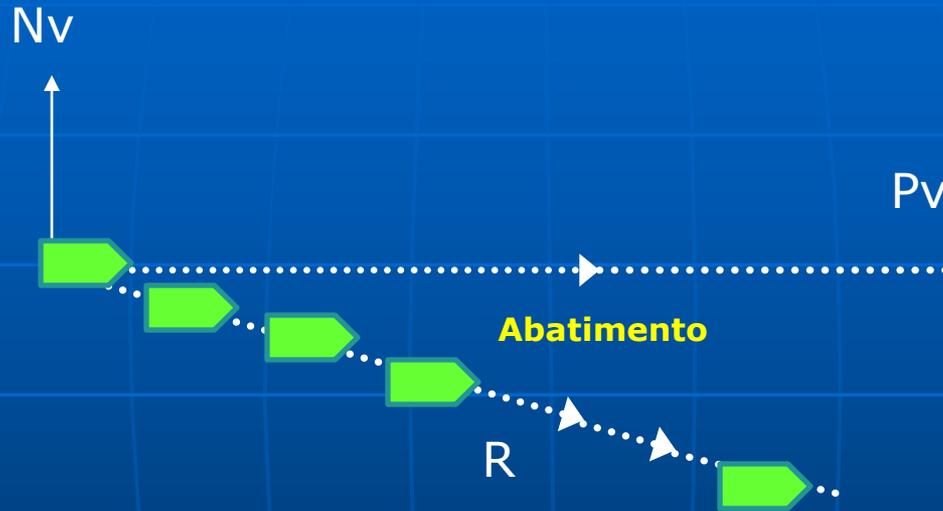
$\phi = 38^{\circ} 45' N$
 $L = 009^{\circ} 33' W$



$\varphi = 38^{\circ} 45' N$
 $L = 009^{\circ} 33' W$



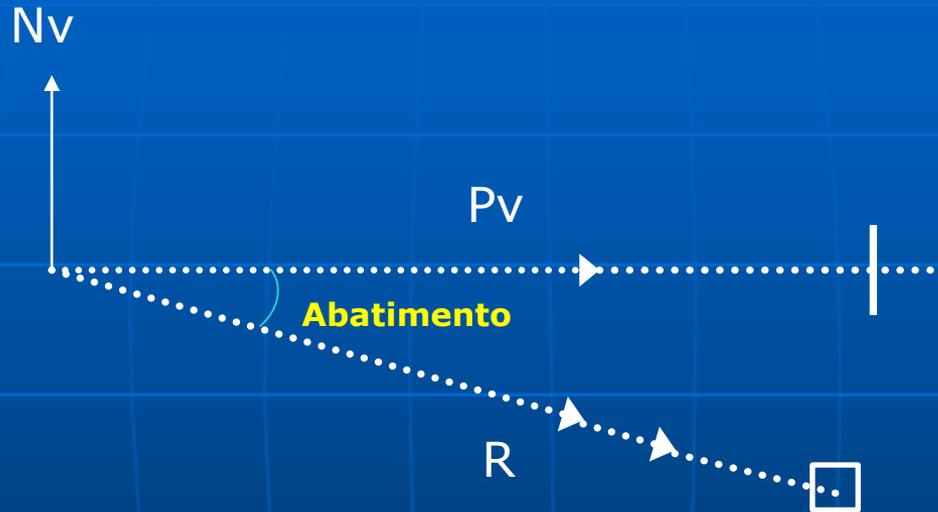
Rumo



Rumo

- Rumo é o ângulo entre o norte geográfico e o caminho de uma embarcação em relação ao fundo.
- O rumo é igual à proa verdadeira quando não se verifica o efeito dos ventos e das correntes.

Rumo



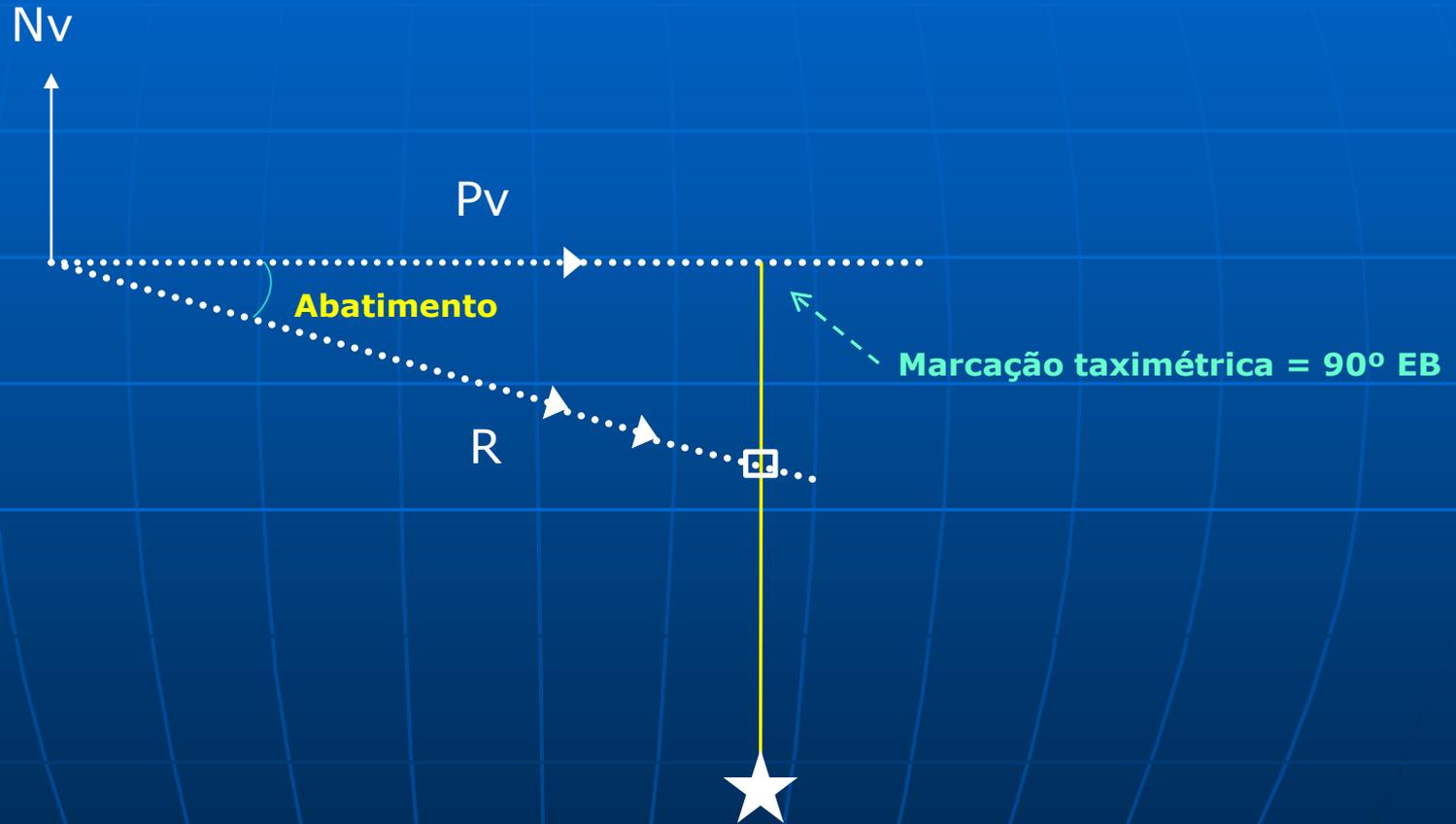
Abatimento

- Abatimento é o ângulo entre o Rumo e a Proa Verdadeira:

$$A = R - Pv$$

- Se este ângulo for positivo o abatimento é de estibordo;
- Se este ângulo for negativo o abatimento é de bombordo.

Marcação pelo través

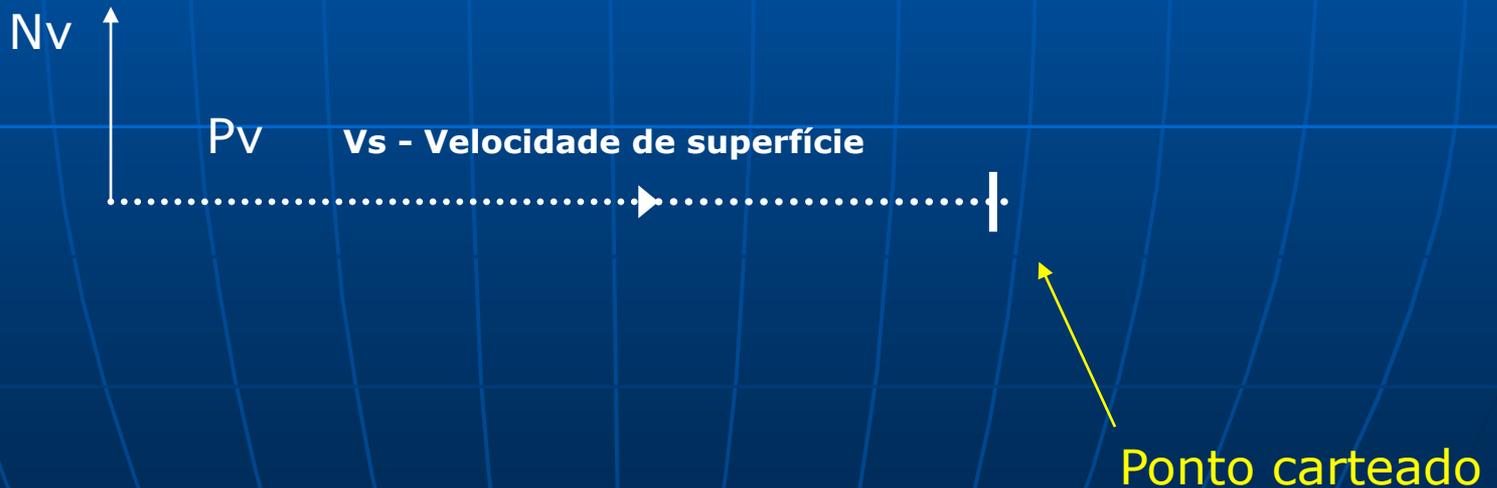


Rumo



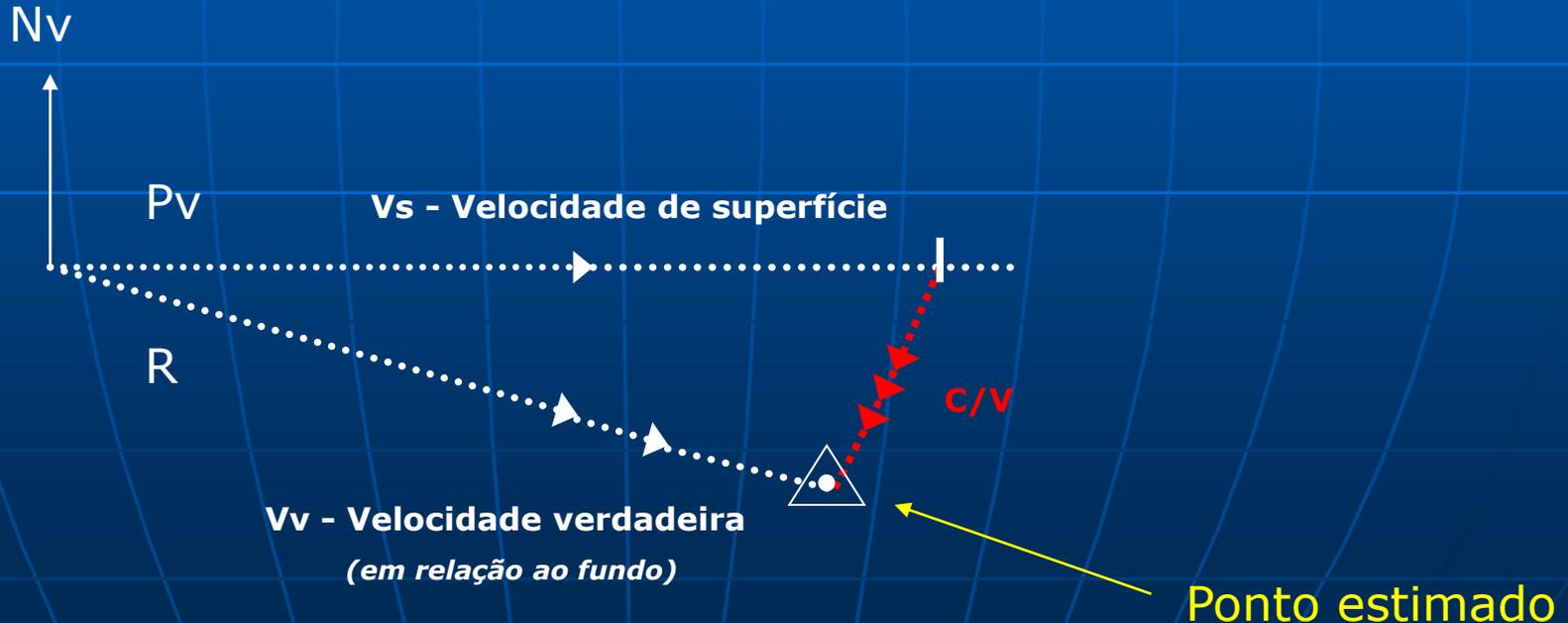
Carteação

- Os pontos são marcados na carta sem se ter em conta o efeito do vento e das correntes, ou seja, não se considera o abatimento.



Estima

- Tem mais rigor que a carteação pois considera a direção e a velocidade da corrente. Procura determinar o caminho percorrido em relação ao fundo.



Ponto marcado

- É uma posição muito rigorosa resultante do cruzamento de várias LDP's, como por exemplo azimutes, ou trata-se de uma posição GPS.



Ponto marcado

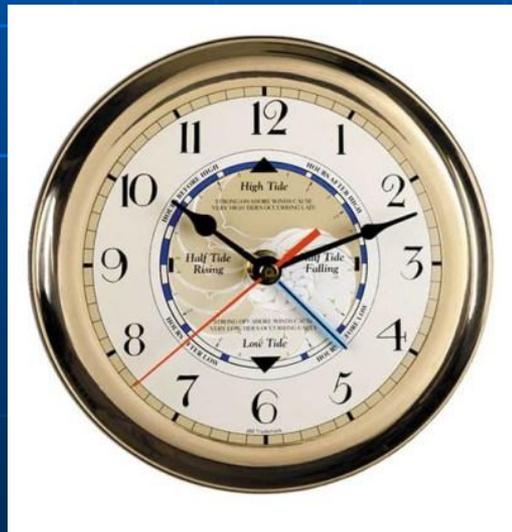
Do mais ao menos rigoroso

1. Ponto marcado 
2. Ponto estimado 
3. Ponto carteadado 

Problemas de Navegação

Terminologia

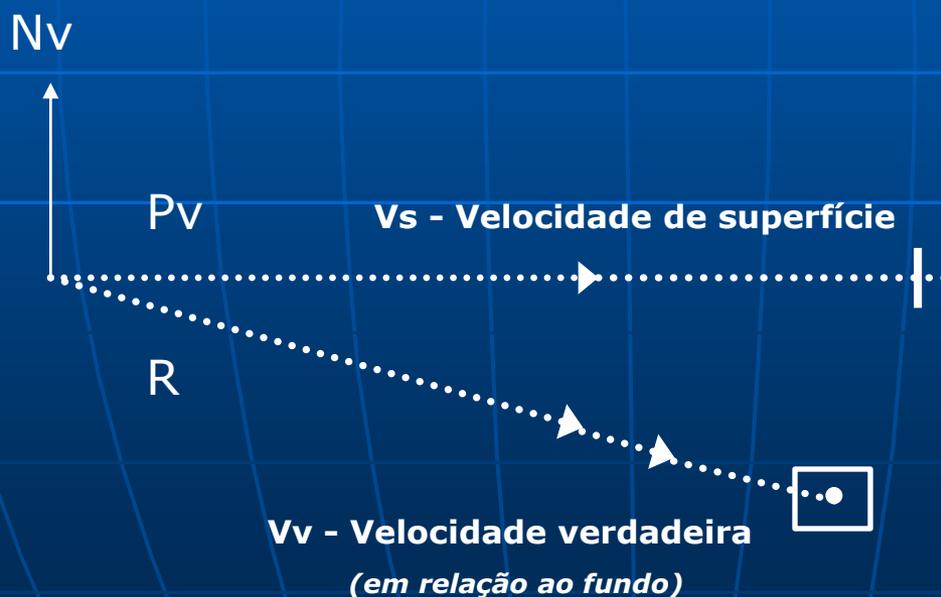
- ETD – Estimated Time of Departure.
- ETA – Estimated Time of Arrival.
- ATD – Actual Time of Departure.
- ATA – Actual Time of Arrival.



1º problema tipo

Dada a P_v , V_s , o tempo e um ponto marcado, determinar a direção e a velocidade da C/V

- Sabendo a P_v , a V_s e o ETA obtemos um ponto carteadado.
- Por outro lado, tendo um ponto marcado, obtemos o R e a V_v .



Dada a P_v , V_s , o tempo e um ponto marcado, determinar a direção e a velocidade da C/V

- Finalmente, unimos o ponto carteadado e o ponto marcado para obtermos a direção e a velocidade da corrente.



2º problema tipo

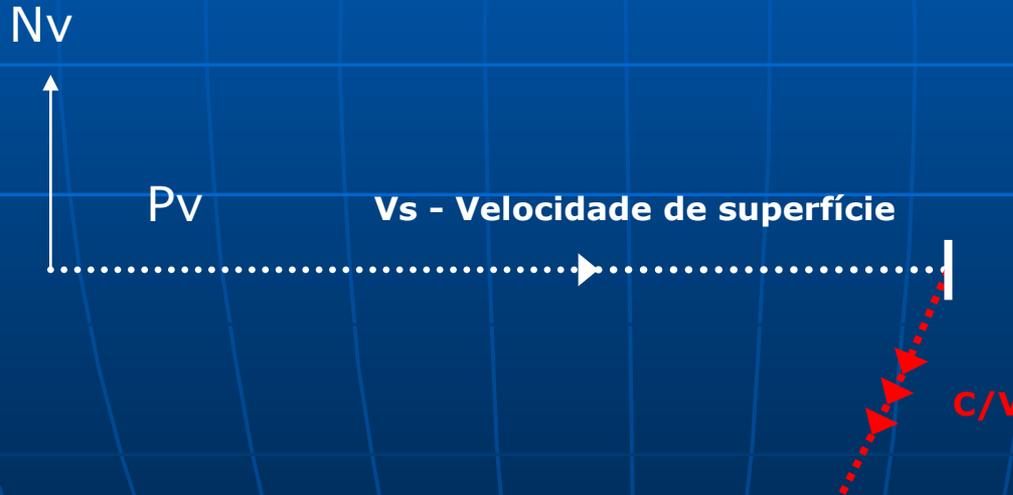
Dada a $Pv+Vs$, o tempo e a direção e a velocidade da C/V , determinar o $R+Vv$

- Sabendo a Pv , a Vs e o ETA obtemos um ponto carteadado.



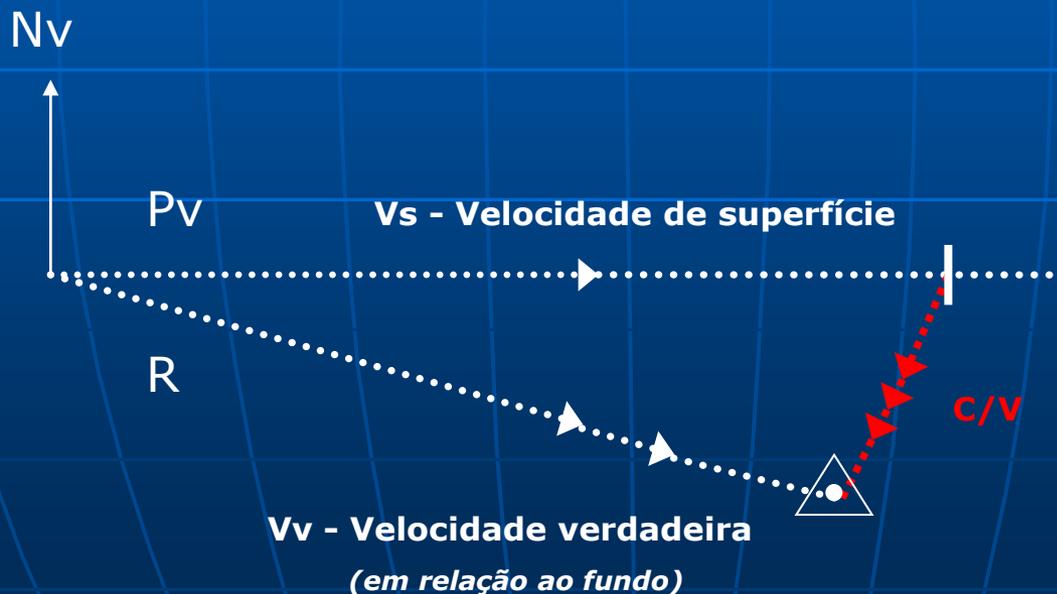
Dada a $Pv+Vs$, o tempo e a direção e a velocidade da C/V , determinar o $R+Vv$

- Sabendo a direção, a força da corrente e o ETA, obtemos o vector C/V



Dada a $Pv+Vs$, o tempo e a direção e a velocidade da C/V , determinar o $R+Vv$

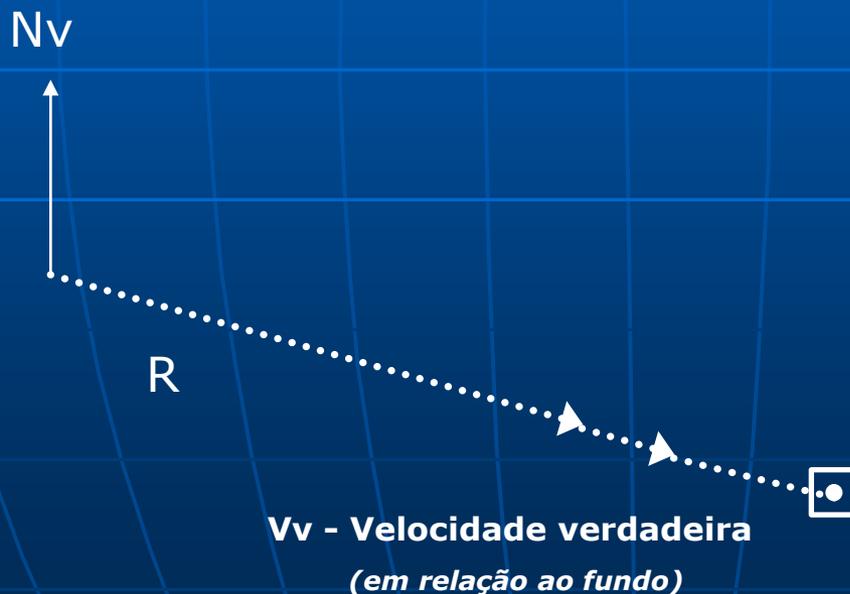
- Finalmente, marcamos o vetor R e calculamos a Vv .
- O ponto obtido é um ponto estimado.



3º problema tipo

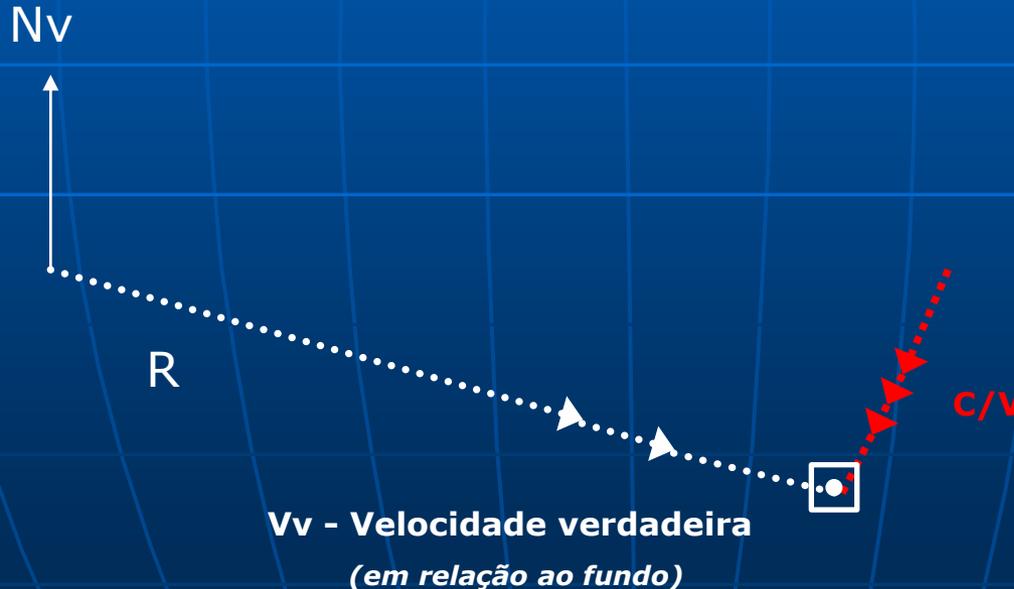
Dado o $R+Vv$, o tempo e a direção e a velocidade da C/V , determinar a $Pv+Vs$

- Sabendo o R , a Vv e o ETA obtemos o ponto estimado.



Dado o $R+Vv$, o tempo e a direção e a velocidade da C/V , determinar a $Pv+Vs$

- Ao ponto estimado aplicamos o vector C/V , mas ao contrário. O comprimento do vector corrente é dado pela velocidade e pelo ETA.



Dado o $R+Vv$, o tempo e a direção e a velocidade da C/V , determinar a $Pv+Vs$

- Finalmente, marcamos o vetor Pv e calculamos a Vs .



4º problema tipo

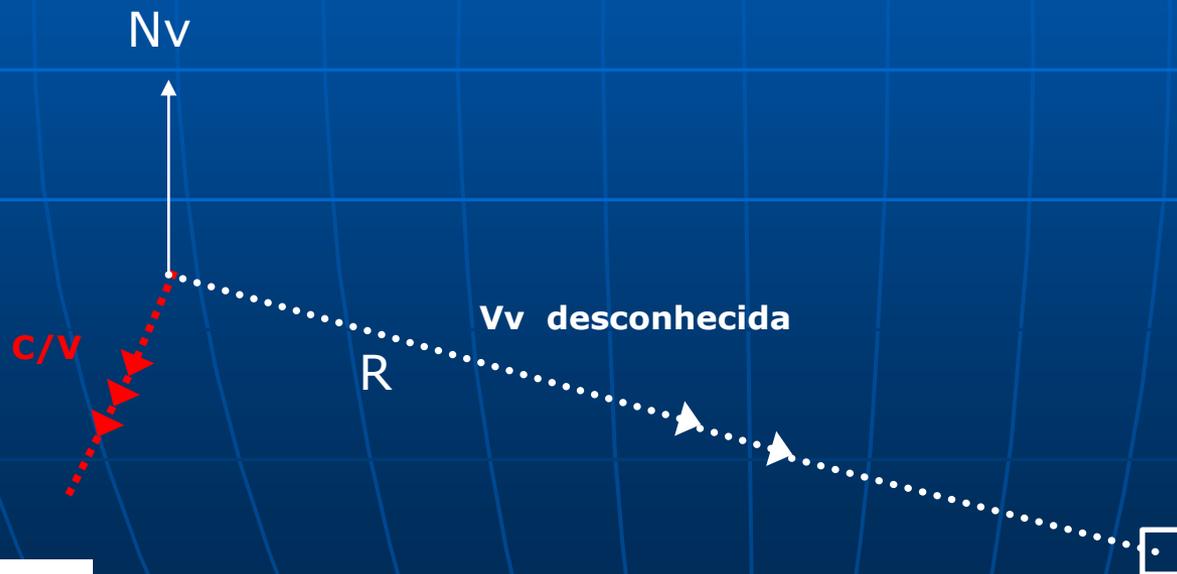
Dado o $R+Vs$ e a direção e a velocidade da C/V , determinar a $Pv+Vv$

Esta é a situação mais comum no planeamento de uma viagem:

- Conhecemos o ponto de partida.
- Sabemos qual o ponto de chegada.
- Conhecemos a Vs (odómetro).
- Sabemos qual a força e direção da corrente/vento.
- Queremos saber a Pv e a Pa a que temos de governar.
- Queremos saber qual a hora estimada de chegada (ETA).

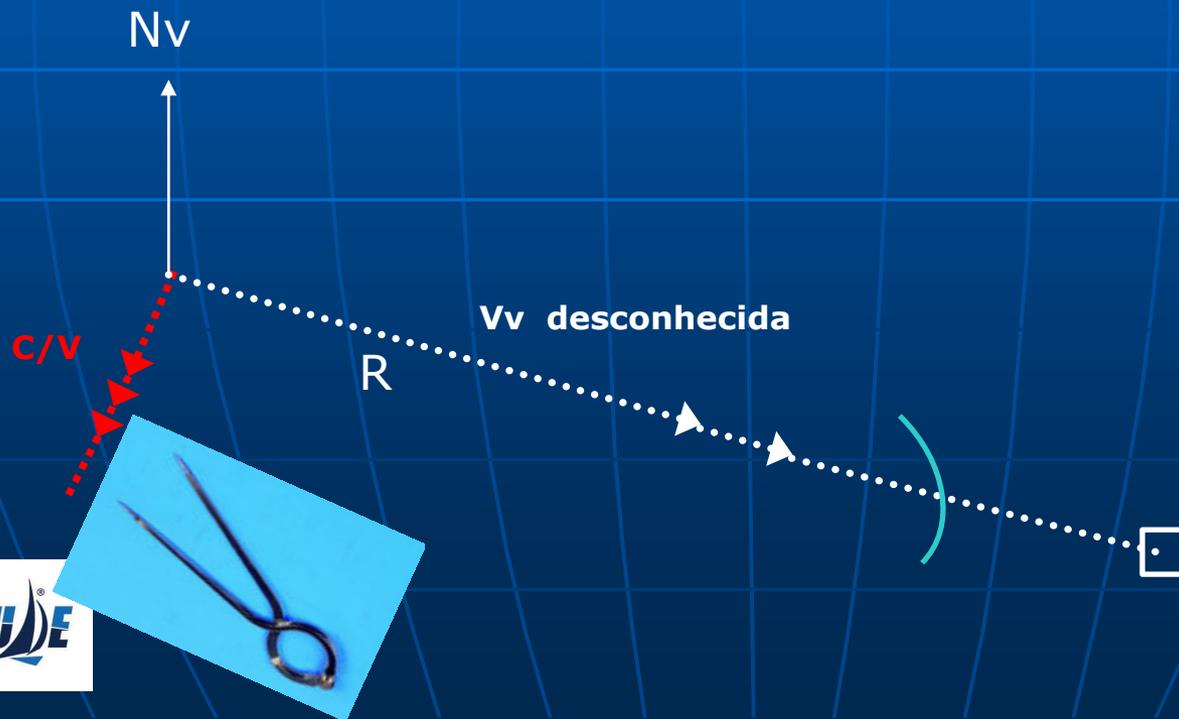
Dado o $R+Vs$ e a direção e a velocidade da C/V , determinar a $Pv+Vv$

- Com base na velocidade da corrente traçamos o vetor C/V para 1 hora de viagem.
- Nesta fase a Vv é ainda desconhecida.



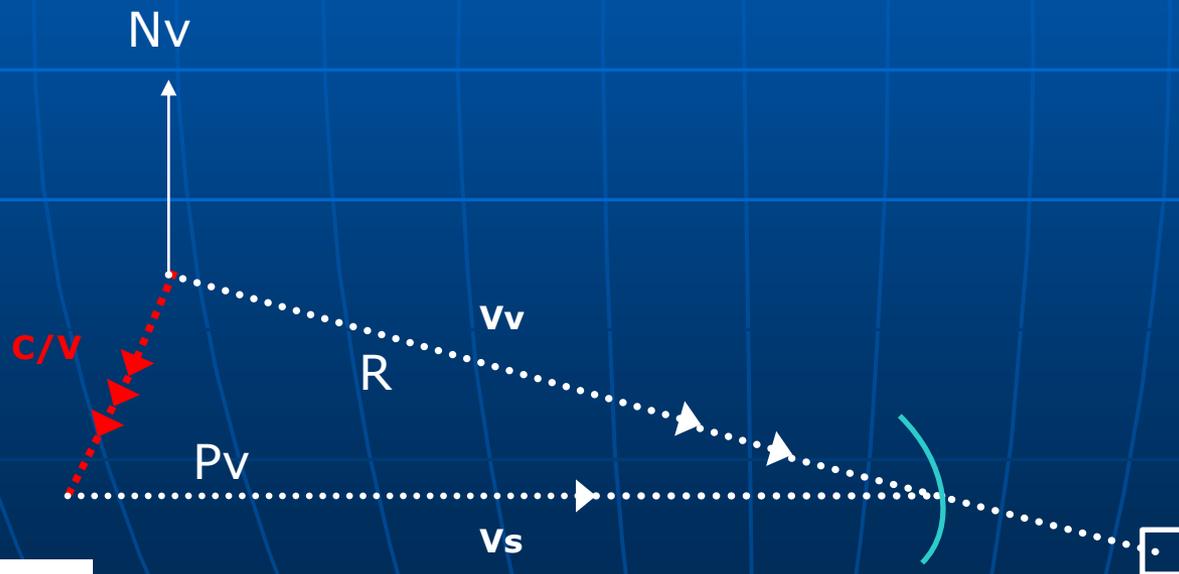
Dado o $R+V_s$ e a direção e a velocidade da C/V , determinar a P_v+V_v

- Dada a V_s vamos traçar a distância percorrida para 1 hora de viagem a esta velocidade.
- Uma das pontas do compasso será colocada na extremidade do vetor C/V , com uma abertura igual à V_s , e a outra deverá rodar e interseccionar o vetor R .



Dado o $R+V_s$ e a direção e a velocidade da C/V , determinar a $Pv+Vv$

- Desta forma obtemos a Pv .
- Seguidamente podemos calcular a Vv e o ETA.



Obrigado e boa navegação!

