LONGITUDE
Escola Náutica de Recreio

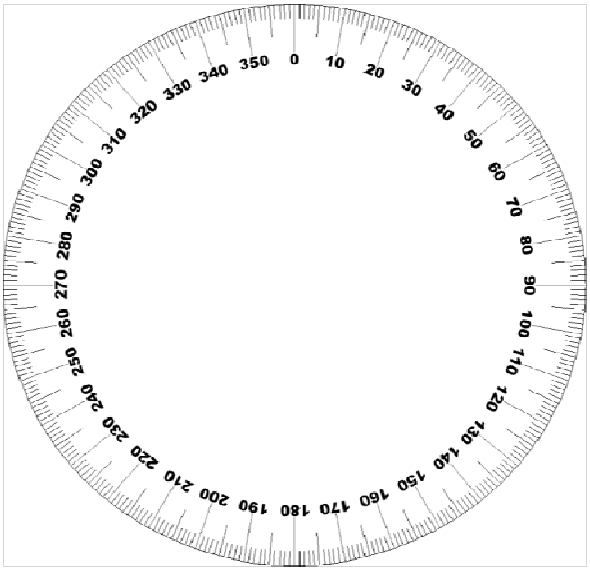
Curso de Navegação de Recreio

www.longitude.pt

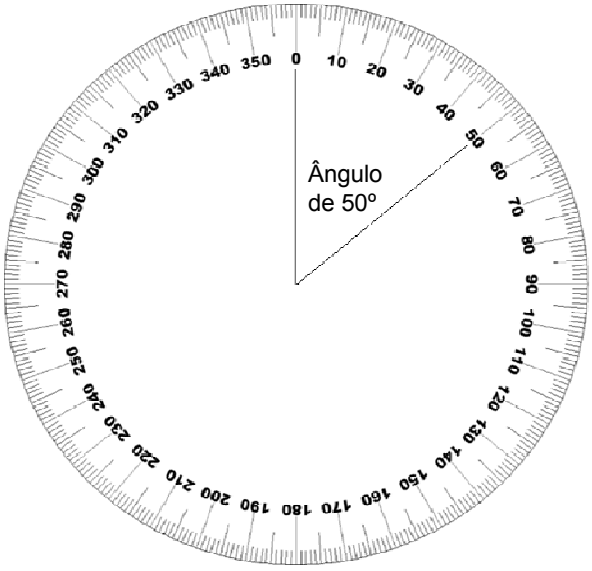
NAVEGAÇÃO COSTEIRA - I

LONGITUDE

Ângulos



Ângulos

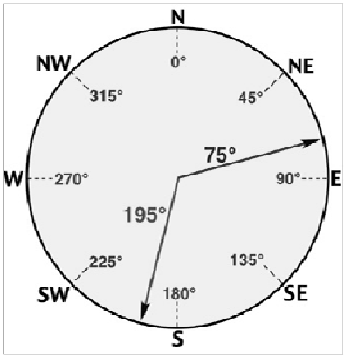


Grau

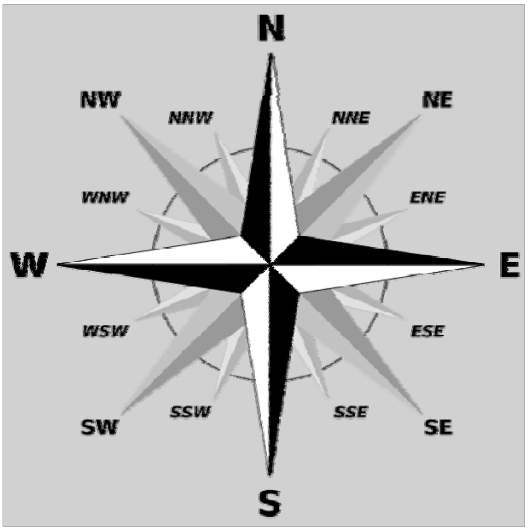
- O grau é uma unidade de medida angular, correspondente a 1/360 da circunferência.
- O grau subdivide-se em minutos.
- O minuto subdivide-se em segundos.

$1^0 = 60'$
$1' = 60''$

Ângulos e Pontos Cardeais



Rosa dos ventos

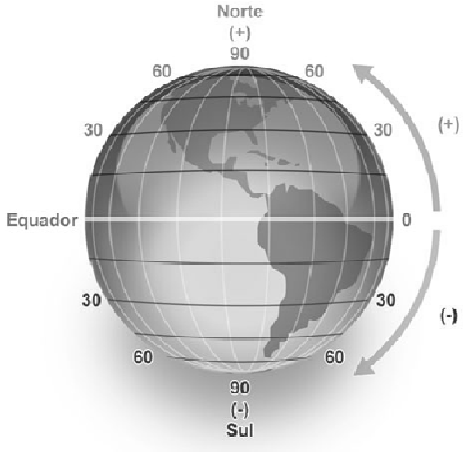


Coordenadas geográficas

- φ - latitude
- L - longitude

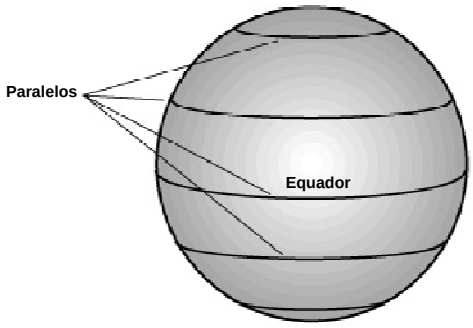
Equador

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



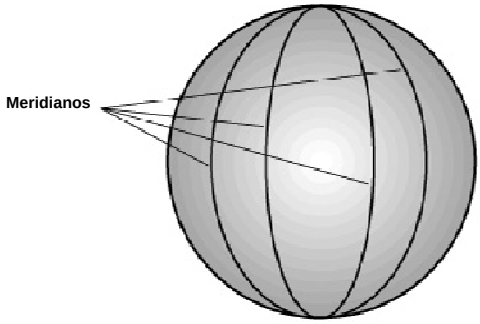
Paralelos

Paralelos - círculos menores paralelos ao plano do equador.

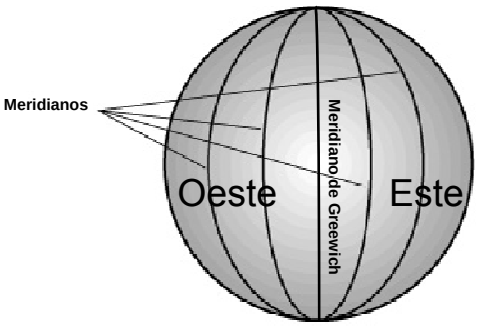


Meridianos

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



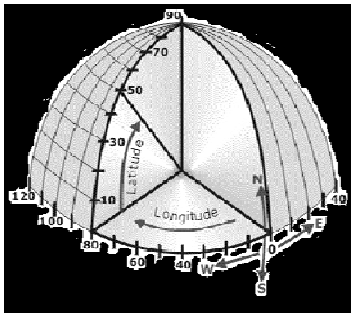
Meridiano de Greenwich



O meridiano de origem (0º), 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 0º E e 180° E. A oeste, também são crescentes, variando entre 0º W e 180º W.

Meridiano de Greenwich

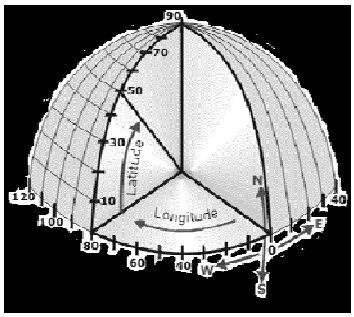
Latitude



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

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

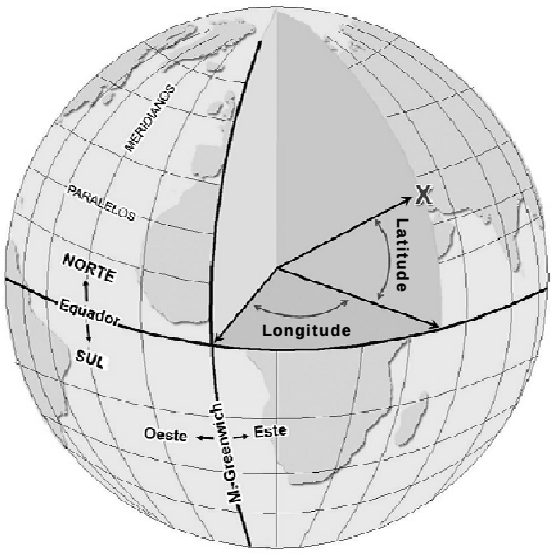
Longitude



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

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

Coordenadas geográficas



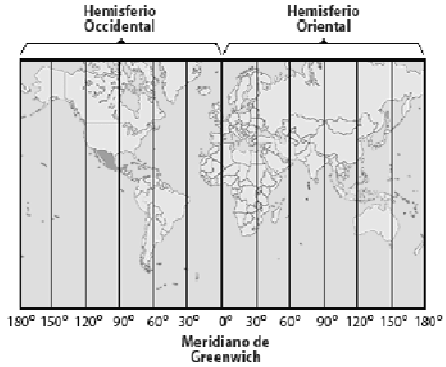
Representação da Latitude e da Longitude

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

$\varphi = 38^0\ 30'\ 10''\ N$

$L = 008^0\ 54'\ 20''\ W$

Representação dos meridianos num mapa

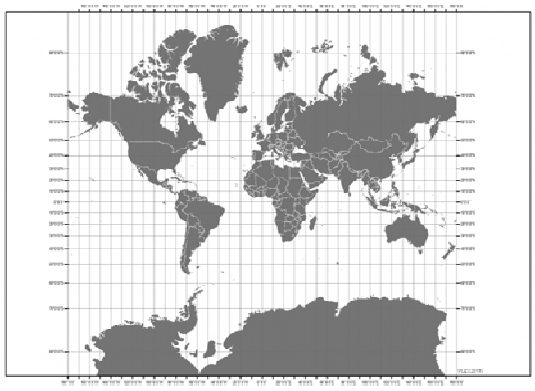


Projecção de Mercator

- A projeção 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 90º.

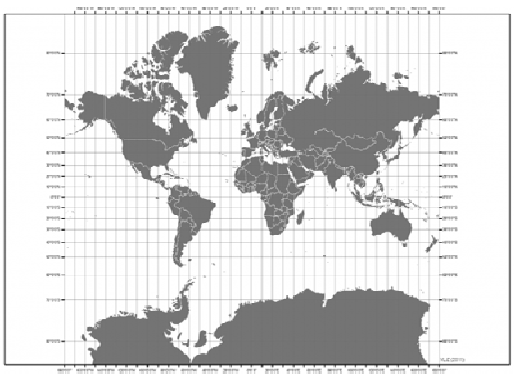
Projecção de Mercator

- 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.

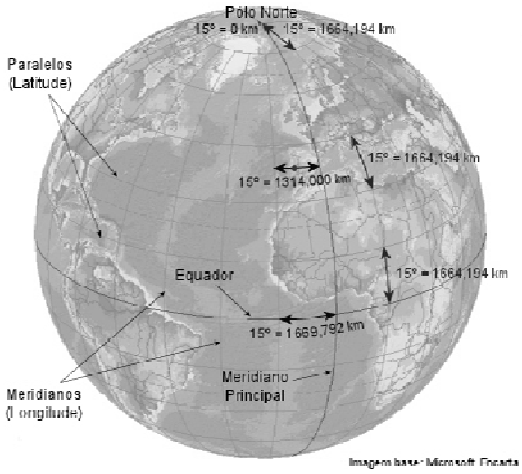


Projecção de Mercator

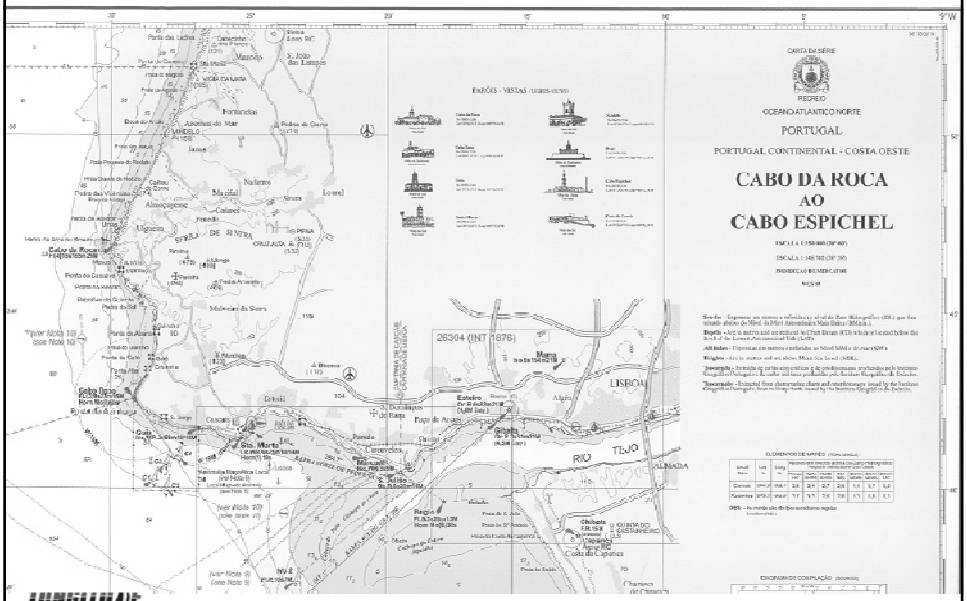
- Na carta de Mercator a escala das longitudes é constante, enquanto que a das latitude varia com o aumento da latitude. Por esta razão, as distâncias devem ser medidas na escala da latitude correspondente à latitude do lugar.



O problema das distâncias

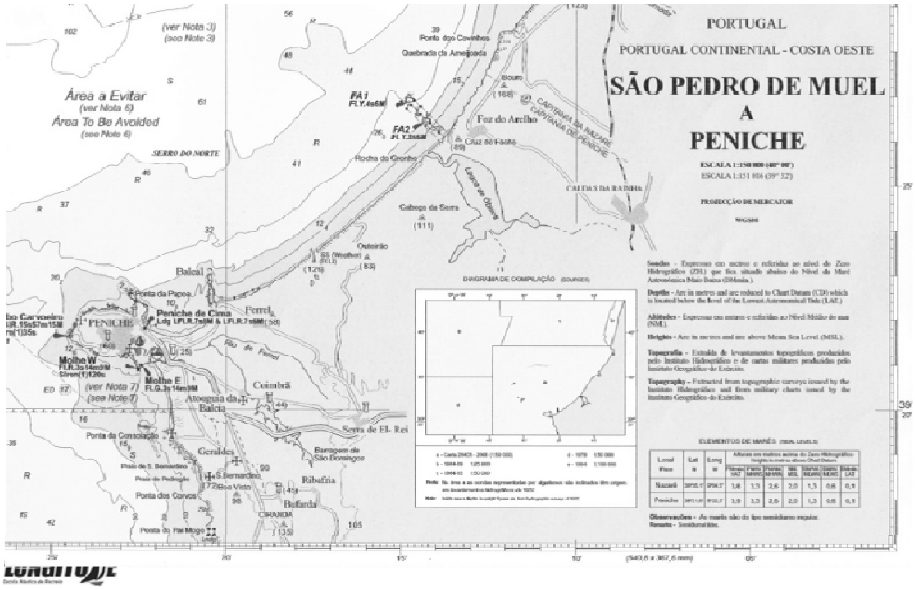


A Carta Náutica



A Carta Náutica

A Carta Náutica



Quanto mede uma milha náutica?

- Perímetro da terra no equador = 40.000 km
- 360^0 x 60’ = 21.600’
- 40.000 km / 21.600’ = 1,852 km
- 1’ = 1.852 metros
- 1 uma milha náutica = 1.852 metros

Distância angular

- Um minuto de longitude no equador corresponde a uma milha náutica

1' = 1 milha náutica = 1.852 m

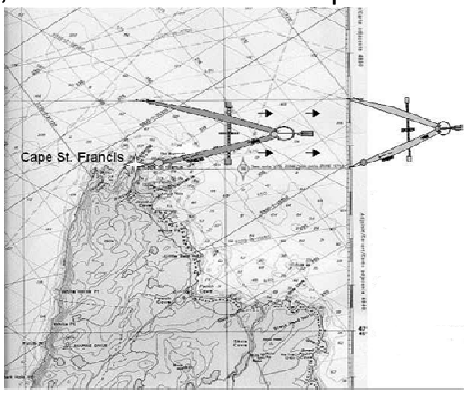
Distâncias e velocidade

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

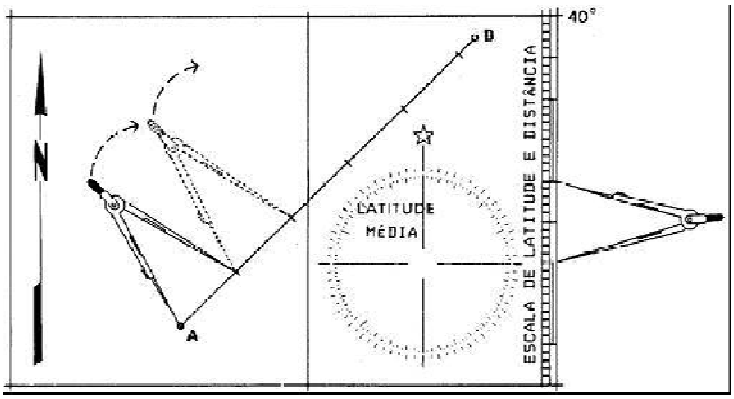
1 milha náutica = 1.852 m
1 nó = 1 milha / hora

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.

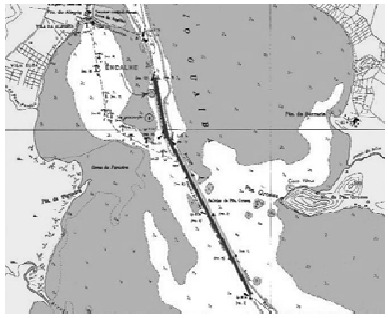


Medição de distâncias na carta



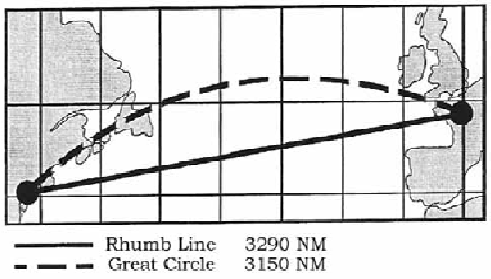
Derrota

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



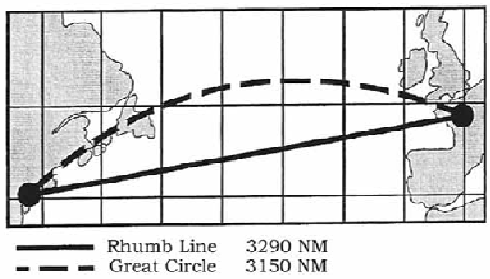
Derrota ortodrómica

- É uma linha curva que faz parte de um círculo máximo que passa pelos pontos de partida e de chegada. É o caminho mais curto entre dois pontos.
- Tem o inconveniente de fazer sempre um ângulo diferente com os meridianos.



Derrota loxodrómica

- 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.



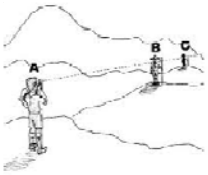
Linhas de posição (LDP)

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

Azimute

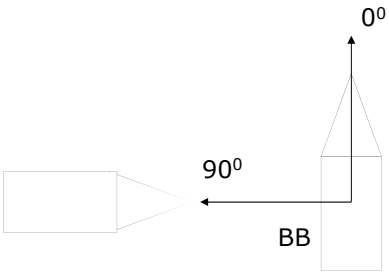
- É o ângulo entre o Norte e a visual para o alvo (ponto conspícuo).
- É medido no sentido horário ou dos ponteiros do relógio.
- Varia entre 0° e 360°.
- Por exemplo, se o ponto conspícuo estiver a Oeste o seu azimute será de 270°

Agulha de marcar



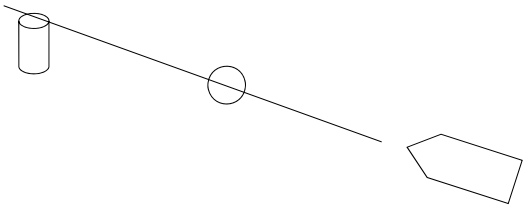
Marcação taximétrica

- 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 90º BB.



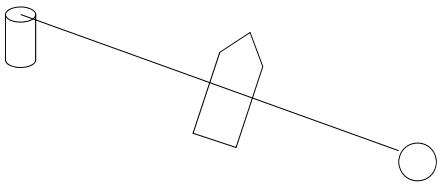
Enfiamento

- 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 (40^0).



Alinhamento

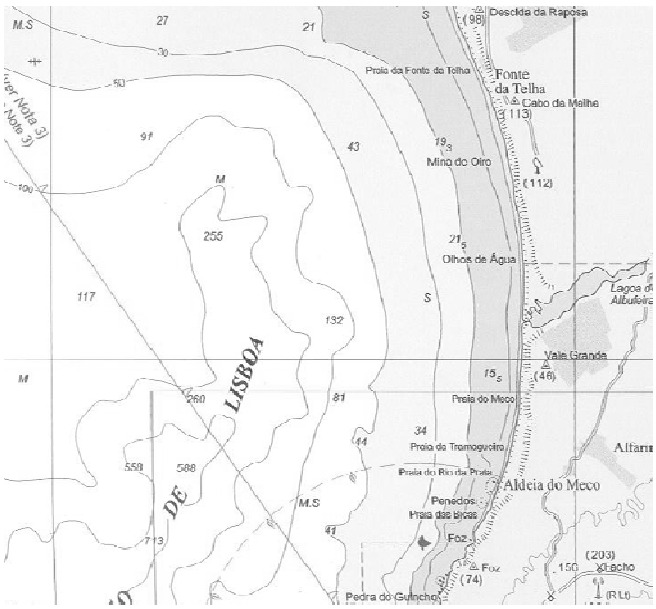
- Nesta situação o navio encontra-se na linha que une dois pontos conspícuos. Neste caso o observador encontra-se entre as duas marcas, não podendo observá-las em simultâneo como no enfiamento.



Batimétricas

- As batimétricas são linhas que unem pontos de igual profundidade na carta náutica. As batimétricas correspondem ao Zero Hidrográfico nas cartas.
- As batimétrica 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

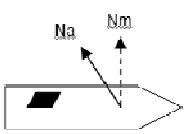
- É o ângulo que a proa da embarcação faz com o norte da agulha (Na) e é indicado na agulha de governo.

Agulha de governo

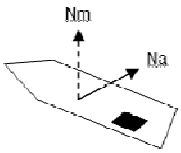
Proa da agulha

- A proa da agulha incorpora duas fontes de erro em relação ao norte geográfico ou verdadeiro (Nv):
  - 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 pólos não coincidem com os pólos geográficos e varia com o lugar e o ano; o valor da declinação mangética é indicado nas cartas náuticas.

Desvio da agulha

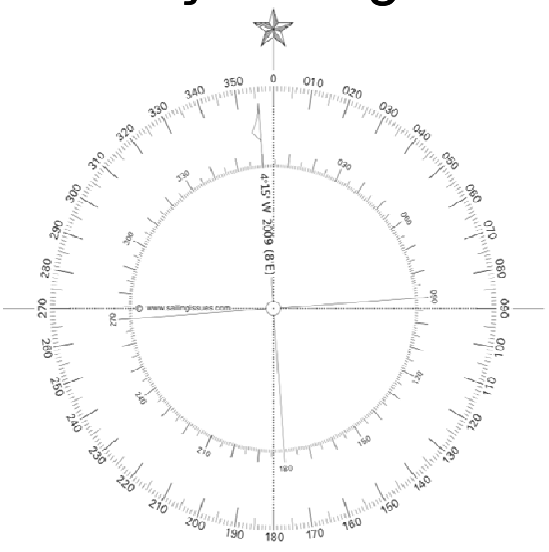


Desvio Oeste



Desvio Este

Declinação magnética



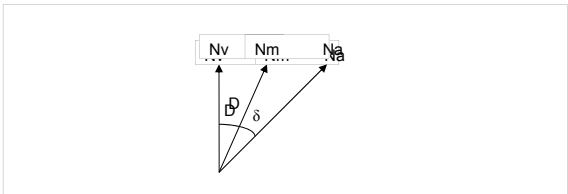
Variação

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

$$V = d + D$$

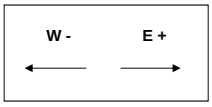
Variação

- A agulha da embarcação indica o Na.
- Depois de corrigido o desvio, a agulha indica o Nm.
- Depois de corrigida a declinação, a agulha indica o Nv.



Proa da agulha

- A proa da agulha é corrigida do desvio da agulha mediante uma tabela de desvio que corrige os valores da agulha consoante o rumo tomado.
- O desvio da agulha (d) se for para Leste é positivo, se for para Oeste, é negativo:



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.

Conversão das proa magnéticas em verdadeiras

A proa verdadeira é igual à proa magnética mais a declinação:

Pv=Pm+D

A declinação pode ser positiva ou negativa (consoante seja E ou W), o que implica

Pv=Pm+(+D) caso a D seja Este

ou

Pv=Pm+(-D) caso a D seja Oeste

Conversão das proa da agulha em magnéticas

A Proa Magnética é igual à Proa da Agulha + desvio:

Pm=Pa+d

O desvio pode ser positivo ou negativo (consoante seja E ou W), o que implica:

Pm=Pa+(+ d) caso o d seja Leste

ou

Pm=Pa+(- d) caso o d seja seja Oeste

Conversão das proa da agulha em verdadeiras

A Proa Verdadeira é igual à Proa da Agulha + variação:

Pv=Pa+V

A variação pode ser positiva ou negativa (consoante seja E ou W), o que implica:

Pv=Pa+(+ V) caso a V seja Leste

ou

Pv=Pa+(- V) caso a V seja Oeste

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					<--- VAOS
						o desvio é da proa da embarcação			
Pa	d	Pm	D	Pv	Za	d	Zm	D	Zv

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)

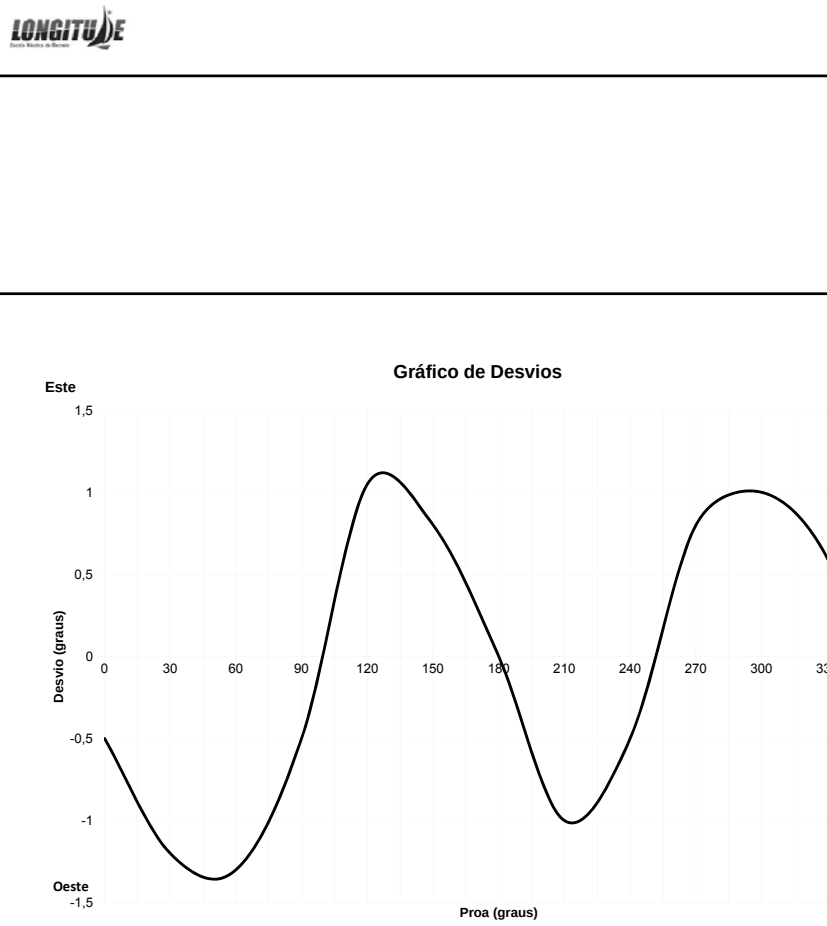
AVES ---> <--- VAOS

Pa	d	Pm	D	Pv
90°				

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

Tabela de Desvios

Pa	d
000	0.5 W
030	1.2 W
060	1.3 W
090	0.6 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			

Pu	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	0.6 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)

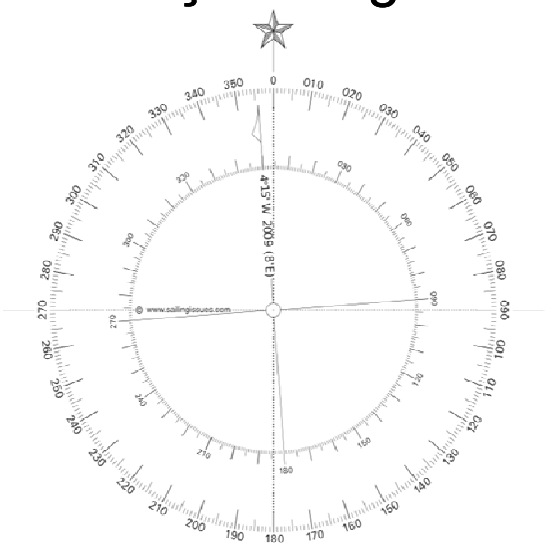
AVES > < VAOS

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°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:

4 anos
X 8'E
32'E

Declinação magnética

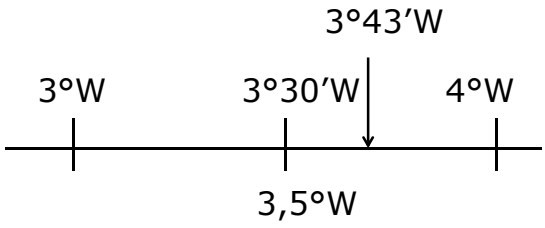
Como a declinação em 2009 é W e o factor de correcção é E, têm sinais contrários, então subtraem-se e dá-se o sinal do maior:

$$\begin{array}{r} 4°15'W \\ -\ 32'E \\ \hline \end{array} \quad \Longleftrightarrow \quad \begin{array}{r} 3°75'W \\ -\ 32'E \\ \hline 3°43'W \end{array}$$

Finalmente, arrendondamos 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°

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

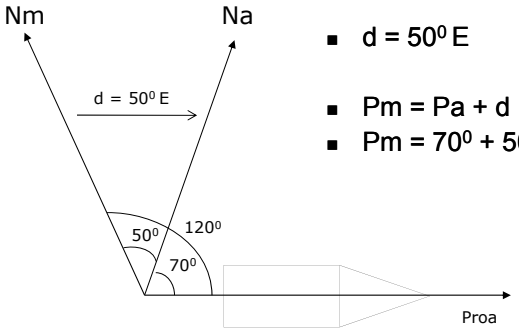
AVES – Agulha para Verdadeiro Este Soma-se (… e Oeste Subtrai-se)
VAOS – Verdadeiro para Agulha Oeste Soma-se (… e Este Subtrai-se)

AVES ---> <--- VAOS

Pa	d	Pm	D	Pv
90°	0,5°W	89,5°	3,5°W	86°

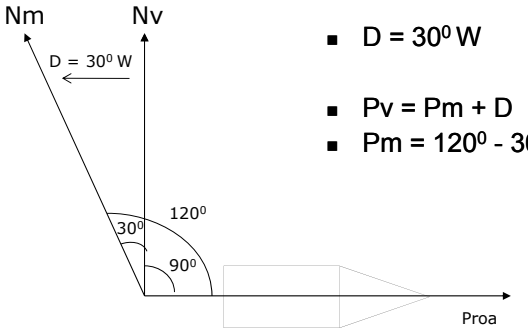
Desvio

- Pa = 70^0
- Pm = 120^0
- d = 50^0 E
- Pm = Pa + d
- Pm = 70^0 + 50^0



Declinação

- Pm = 120⁰
- Pv = 90⁰

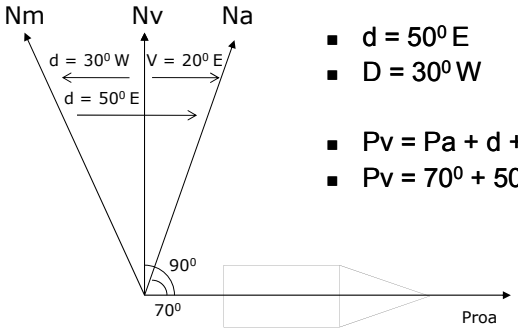


- D = 30⁰ W

- Pv = Pm + D
- Pm = 120⁰ - 30⁰

Variação = Desvio + Declinação

- Pa = 70⁰
- Pv = 90⁰

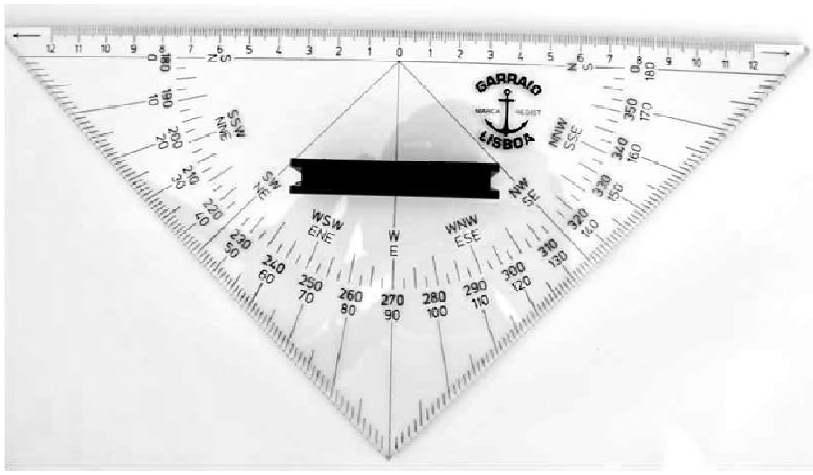


- d = 50⁰ E
- D = 30⁰ W

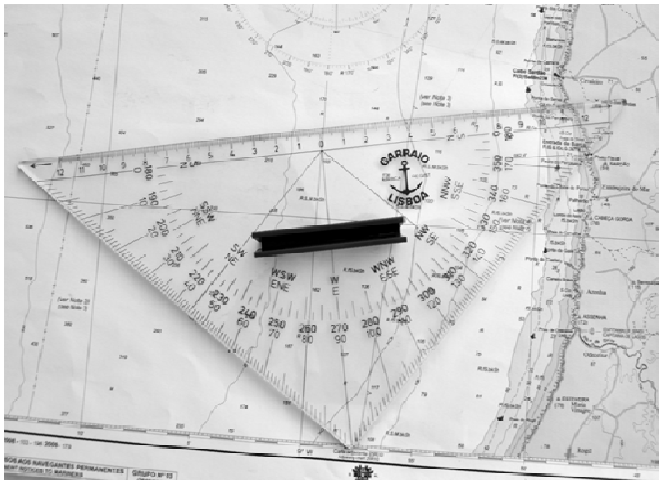
- V = d + D
- V = 50⁰ - 30⁰
- V = 20⁰

- Pv = Pa + d + D
- Pv = 70⁰ + 50⁰ - 30⁰

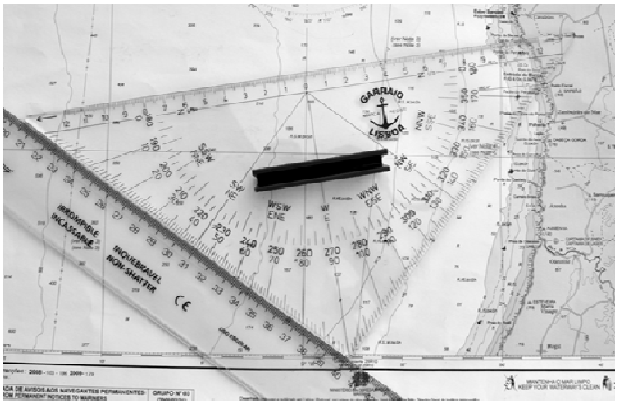
O esquadro de navegação



O esquadro de navegação



Deslocar o esquadro



Marcar as coordenadas na carta náutica

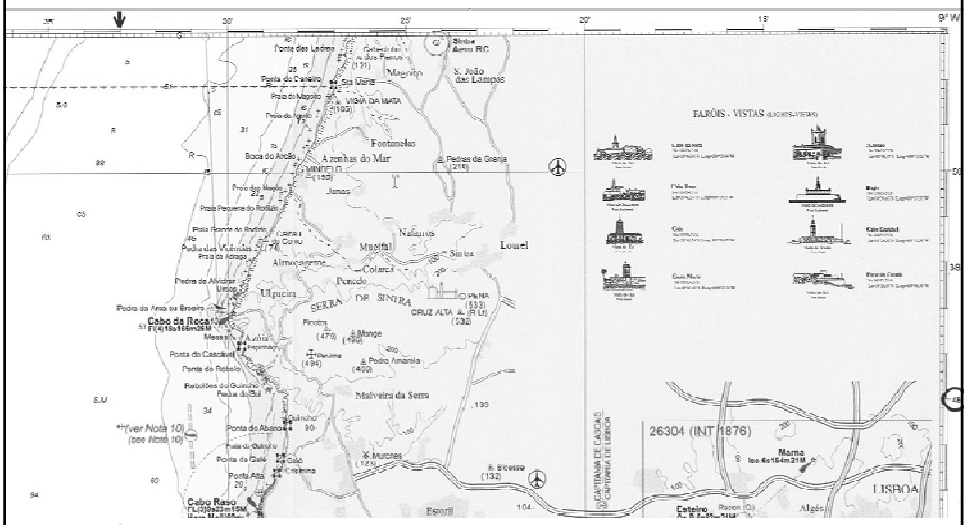
Exemplo:

Pretendo marcar na carta as seguintes coordenadas:

$\varphi = 38^0\ 45'\ N$

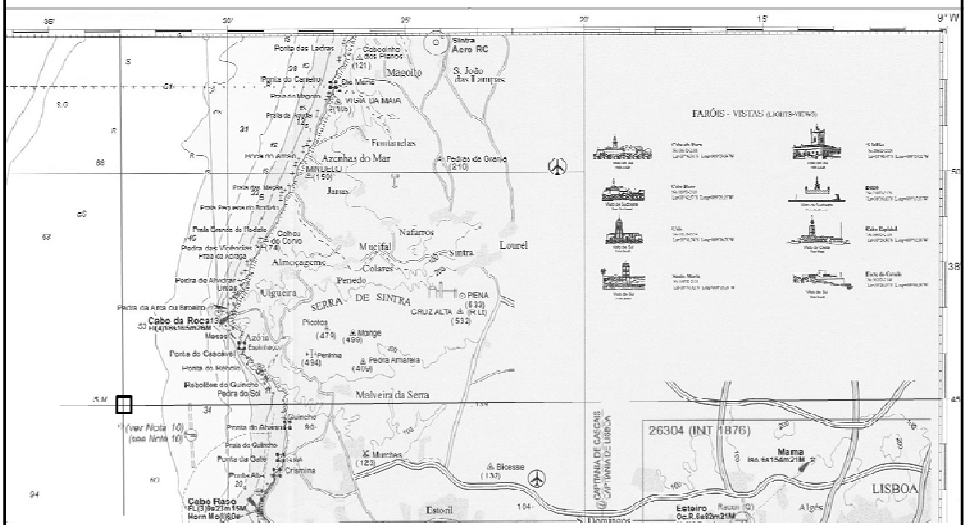
$L = 009^0\ 33'\ W$

φ = 38^0 45’ N
L = 009^0 33’ W



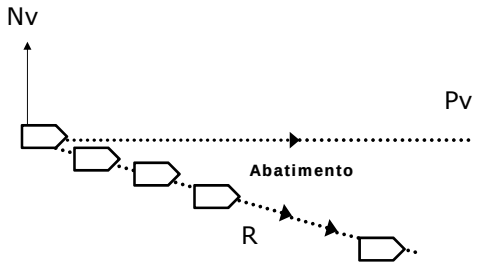
LONGITUDE

φ = 38^0 45’ N
L = 009^0 33’ W



LONGITUDE

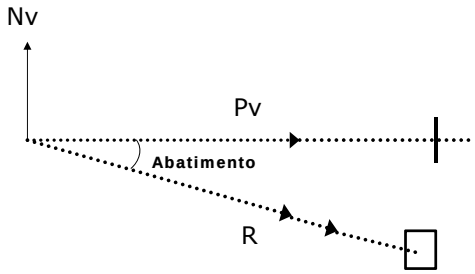
Rumo



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



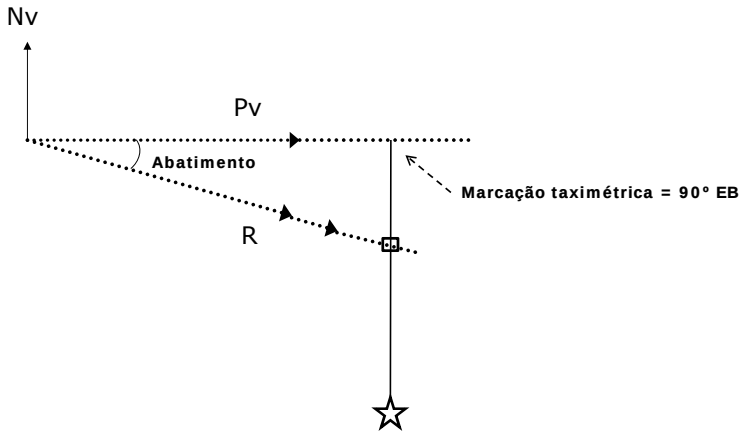
Abatimento

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

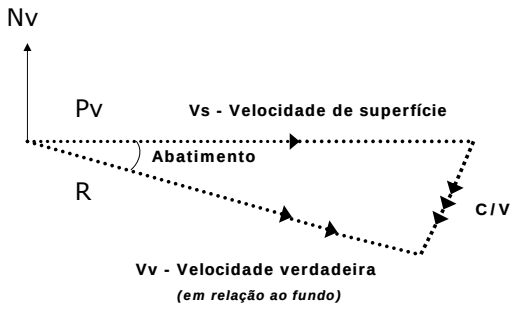
$$A = R - Pv$$

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

Marcação pelo través

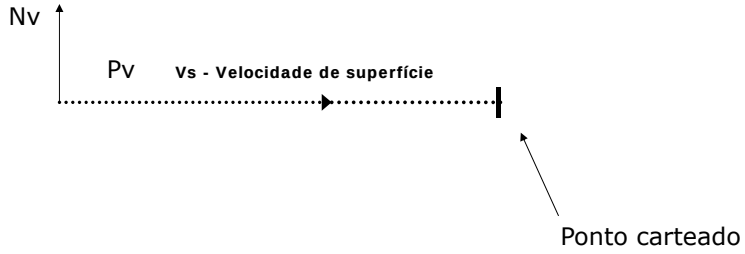


Rumo



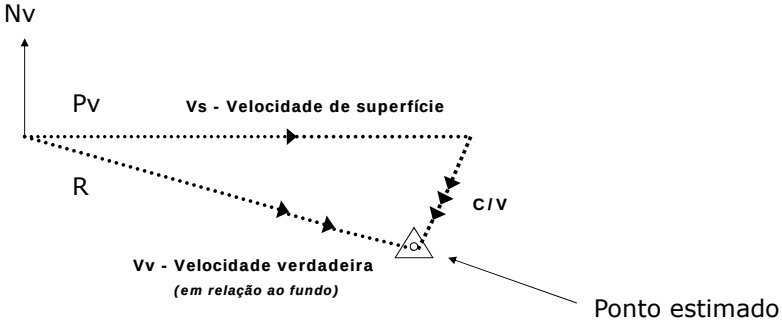
Carteação

- 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.



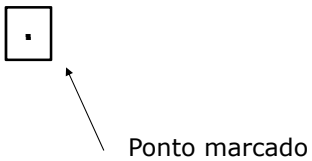
Estima

- 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.



Do mais ao menos rigoroso

1. Ponto marcado
2. Ponto estimado
3. Ponto carteado

Problemas de Navegação

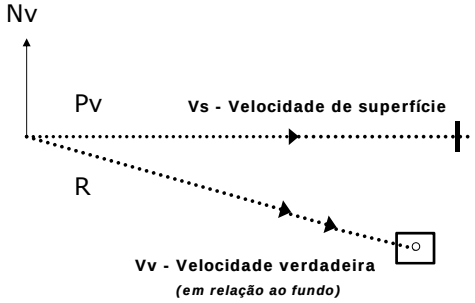
Terminologia

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

1º problema tipo

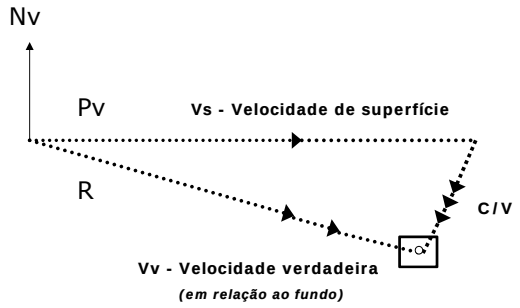
Dada a Pv, Vs, o tempo e um ponto marcado, determinar a direção e a velocidade da C/V

- Sabendo a Pv, a Vs e o ETA obtemos um ponto carteado.
- Por outro lado, tendo um ponto marcado, obtemos o R e a Vv.



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

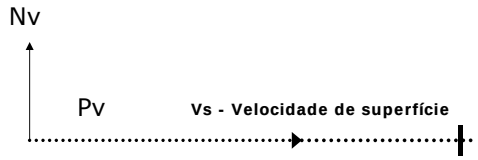
- Finalmente, unimos o ponto carteado e o ponto marcado para obtermos a direção e a velocidade da corrente.



2º problema tipo

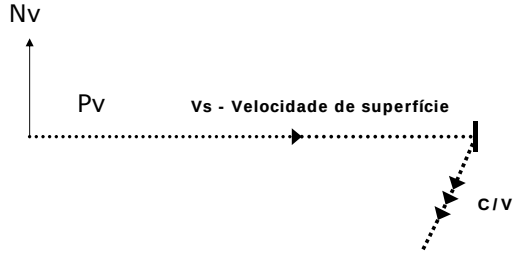
Dada a Pv+Vs, o tempo e a direção e a velocidade da C/V, determinar o R+Vv

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



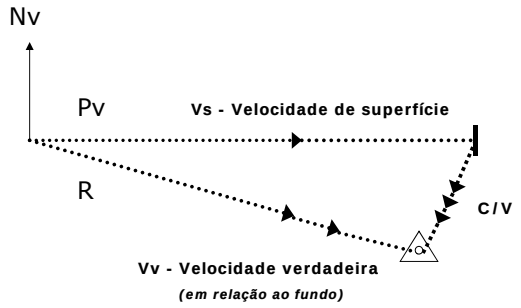
Dada a Pv+Vs, o tempo e a direção e a velocidade da C/V, determinar o R+Vv

- 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

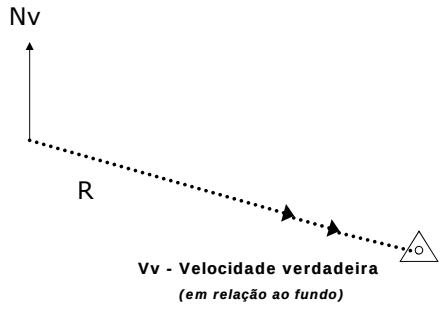
- Finalmente, marcamos o vetor R e calculamos a Vv.
- O ponto obtido é um ponto estimado.



3º problema tipo

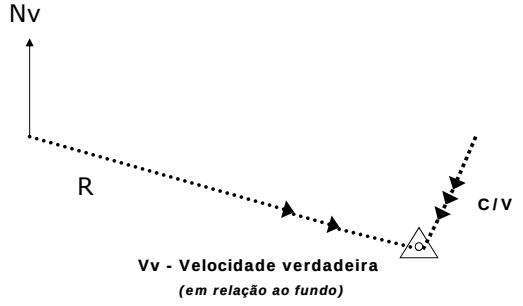
Dado o R+Vv, o tempo e a direção e a velocidade da C/V, determinar a Pv+Vs

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



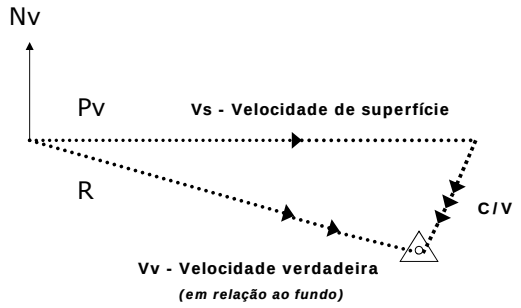
Dado o R+Vv, o tempo e a direção e a velocidade da C/V, determinar a Pv+Vs

- Ao ponto estimado aplicamos o vector C/V, mas ao contrário. O comprimento do vetor 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

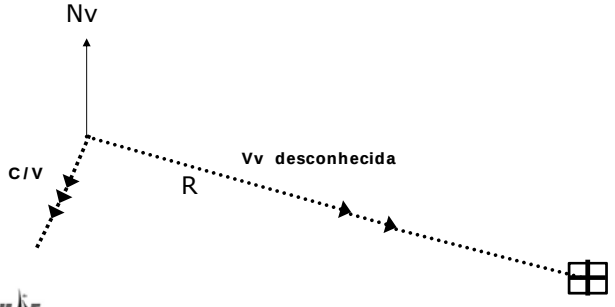
Dado o R+Vs e a direção e a velocidade da C/V, determinar a Pv+Vv

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).

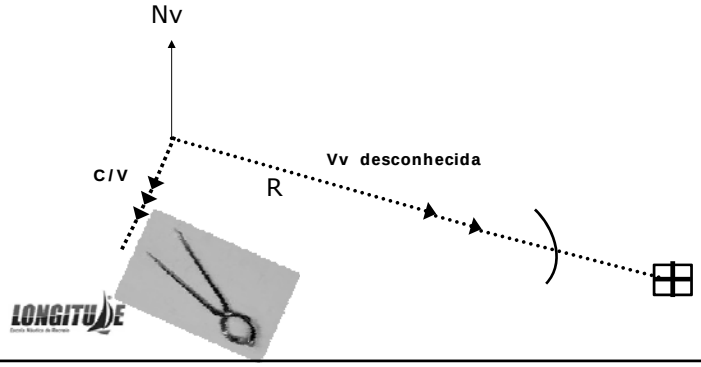
Dado o R+Vs e a direção e a velocidade da C/V, determinar a Pv+Vv

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



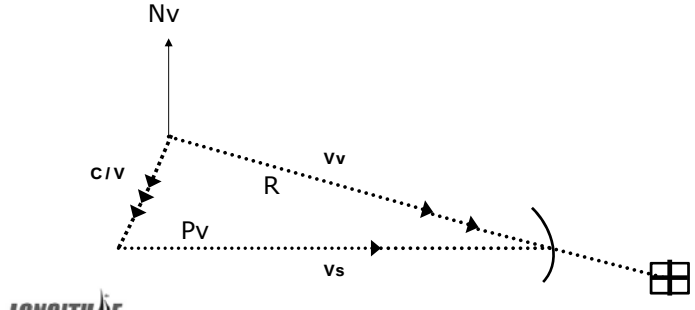
Dado o R+Vs e a direção e a velocidade da C/V, determinar a Pv+Vv

- Dada a Vs 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 Vs, e a outra deverá rodar e intersetar o vetor R.



Dado o R+Vs 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!