



MANUAL DE NAVEGAÇÃO

PATRÃO LOCAL E DE COSTA

António Cavaco

Patrão de Alto Mar



® LONGITUDE
Rua Praia da Saúde, nº 11 - A
2900-572 Setúbal
Tel./ Fax.: 265 536 342

cursos@longitude.pt
www.longitude.pt

GPS:
 $\varphi = 38^{\circ}31,239' N$
 $L = 008^{\circ}53,807' W$

Versão 1 / 2015

ÍNDICE

Rosa-dos-ventos	5
Escala de uma carta náutica	6
Coordenadas geográficas	7
Projecção de Mercator	8
Derrota ortodrómica e loxodrómica	8
Diferença de latitudes e de longitudes	9
Distância e velocidade	10
Cálculo de uma distância na carta náutica	13
Marcação do ponto na carta náutica	13
Marcação de direcções na carta náutica	14
Direção do vento e da corrente	15
Linhas de posição (LDP)	15
Proa da agulha	18
Desvio da agulha	18
Tabela de desvios	18
Proa magnética	19
Declinação	20
Proa verdadeira	20
Relação entre Pa, Pm e Pv	20
Carteação	21
Rumo	21
Estima	22
Ponto marcado	23
Ponto estimado	23
Ponto carteadado	23
Velocidade de superfície (Vs)	23
Velocidade verdadeira (Vv)	23
Abatimento	23
Marcação de Azimutes	25
Marcação Taximétrica	28

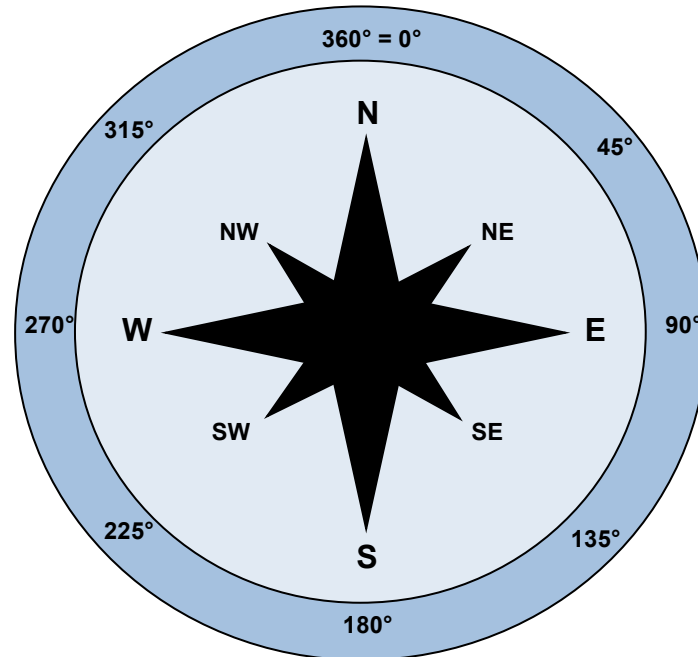
Relação entre Azimute, Proa e Marcação Taximétrica.....	28
Conversão de Proas e Azimutes da Agulha ou Magnéticos em Verdadeiros	29
Problemas de navegação	34
Marcar, navegar e tornar a marca	40
Segmentos capazes	43



Este símbolo indica que se trata de matéria do curso de Patrão de Costa.

ROSA-DOS-VENTOS

A rosa-dos-ventos está graduada de 0° a 360° , aumentando no sentido dos ponteiros do relógio. O Norte coincide com 0° ou 360° ; o Este com 90° ; o Sul com 180° ; o Oeste com 270° .



Os pontos cardeais são quatro:

- N – norte (0°)
- S – sul (180°)
- E – este ou leste (90°)
- W – oeste (270°)

Existem igualmente quatro pontos colaterais obtidos a partir dos anteriores:

- NE – nordeste (45°)
- SE – sudeste (135°)
- SW – sudoeste (225°)
- NW – noroeste (315°)

Existem ainda oito pontos intermédios obtidos a partir da conjugação dos pontos cardeais com os colaterais:

- NNE - nor-nordeste (22,5°)
- ENE – és-nordeste (67,5°)
- ESE – és-sudeste (112,5°)
- SSE – su-sudeste (157,5°)
- SSW – su-sudoeste (202,5°)
- WSW – oés-sudoeste (247,5°)
- WNW – oés-noroeste (292,5°)
- NNW – nor-noroeste (337,5°)

ESCALA DE UMA CARTA NÁUTICA

Escala é a relação matemática entre o comprimento ou a distância medida sobre um mapa ou carta e a sua medida real na superfície terrestre.

A escala pode ser representada numericamente ou graficamente.

A escala numérica, ou fracionária, é expressa por uma fração ordinária (denominador / numerador) ou por uma razão matemática. O numerador corresponde a uma unidade no mapa, enquanto o denominador exprime a medida real da unidade no terreno. A escala, por exemplo, 1:1.000.000, indica que uma unidade no mapa corresponde a um milhão de unidades no terreno, ou seja, considerando como unidade o centímetro, 1 cm no mapa equivale a 1.000.000 cm (10.000 m) no terreno. Quanto maior o denominador, menor a escala, menor o detalhe e maior a extensão da área mapeada, considerando a mesma dimensão do plano de representação.



A escala gráfica é representada por um segmento de recta graduada numa unidade de medida linear, dividida em partes iguais indicativas da unidade utilizada. A primeira parte, denominada escala fracionária, é subdividida de modo a permitir uma avaliação mais detalhada das distâncias ou dimensões no mapa ou carta náutica.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

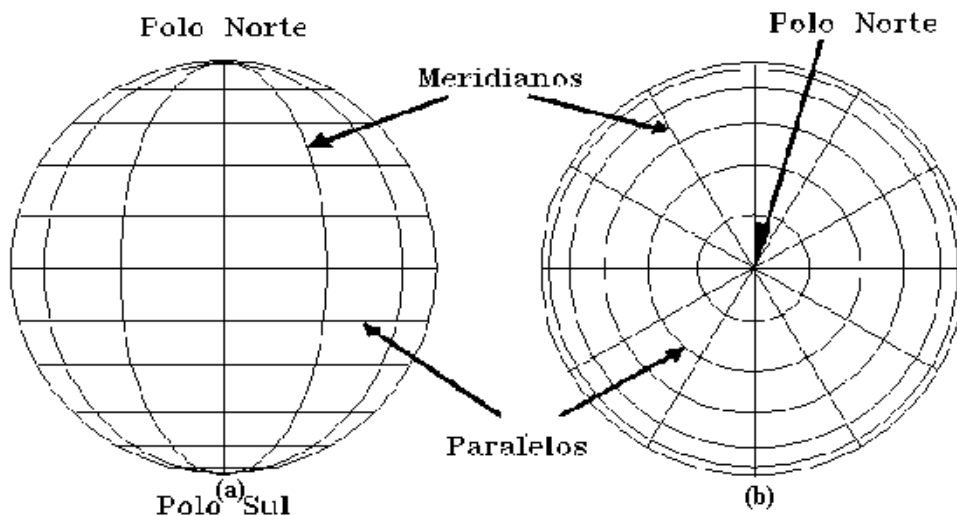
Equador - é o círculo máximo da Terra, perpendicular ao seu eixo e que a divide em duas partes iguais: o hemisfério Norte e o hemisfério Sul.

Paralelos - são círculos menores paralelos ao Equador e, portanto, perpendiculares ao Eixo da Terra.

Meridianos - são os círculos máximos que contém os polos da Terra.

Latitude - é o arco de meridiano compreendido entre o Equador e o paralelo do lugar. Conta-se de 0° a 90° para o Norte e para o Sul do Equador. É representada pela letra grega ϕ (phi).

Longitude - é o arco do Equador compreendido entre o meridiano de Greenwich e o meridiano do lugar. Conta-se de 0° a 180° , para Leste ou para Oeste de Greenwich que é o meridiano de referência. É representada pela letra grega λ (lambda) ou por L.

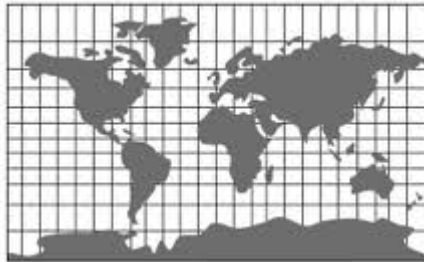


O sistema de coordenadas geográficas permite conhecer o posicionamento de um ponto na superfície da terra. O par de coordenadas neste posicionamento é definido por uma rede geográfica formada por paralelos e meridianos. Um ponto na superfície terrestre pode ser localizado, assim, pela interseção de um paralelo com um meridiano, definindo deste modo uma Latitude e uma Longitude.

PROJEÇÃO DE MERCATOR

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

A construção da projeção não deforma os ângulos, mas, em contrapartida, áreas mais extensas ou situadas em latitudes elevadas aparecem nos mapas com dimensões exageradamente ampliadas. Por exemplo, num mapa-múndi de projeção cilíndrica, a Gronelândia surge com dimensões exageradas em relação à Europa. Esta situação coloca um problema na medição das distâncias num mapa ou numa carta pois a escala, na verdade, não é a mesma consoante estejamos a medir um mesmo segmento de reta numa região polar ou próximo do equador.



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 média do lugar.

As cartas náuticas baseiam-se na projeção de Mercator. Por esta razão, apenas no equador é que um minuto (1') de latitude é igual a um minuto de longitude que, por sua vez, é igual a uma milha náutica (1 MN = 1.852 metros).

À medida que a latitude aumenta, quer para norte, quer para sul, os minutos de longitude vão sendo cada vez maiores do que os minutos de latitude. Assim, com exceção de zonas junto ao equador, as distâncias devem ser medidas sempre na escala das latitudes.

DERROTA ORTODRÓMICA E LOXODRÓMICA

A menor distância entre dois pontos na superfície terrestre é o arco de círculo máximo que os une, pois a terra é esférica. A linha curva que une estes dois pontos chama-se derrota ortodrómica.

A navegação sobre uma derrota ortodrómica exige constantes alterações de rumo uma vez que os arcos de círculo máximo formam ângulos variáveis com os meridianos. A navegação torna-se difícil e apenas se justifica em longos trajetos, sendo utilizada essencialmente na navegação aérea.



Para navegar entre dois pontos situados a curta distância deve traçar-se uma derrota loxodrómica.

A derrota loxodrómia é um segmento de reta que une dois pontos na carta náutica e faz ângulos constantes com os meridianos. Desta forma a proa da embarcação é sempre constante.

DIFERENÇA DE LATITUDES E DE LONGITUDES

A diferença de latitude, ou de longitude, entre um ponto de partida e um ponto de chegada é determinada da seguinte forma:

1. Se os pontos de partida e de chegada estiverem no mesmo hemisfério as latitudes, ou as longitudes, dos mesmos subtraem-se. Se estiverem em hemisférios diferentes somam-se.
2. Seguidamente vamos ver o sentido do movimento, N ou S no caso da diferença de latitudes, ou E ou W no das longitudes. Este será o ponto cardinal a indicar no resultado final. Por exemplo, se um navio estiver a navegar em latitude de sul para norte o sentido do movimento é norte.

Exemplo:

Ponto de partida:

$\varphi = 30^{\circ}30,5' \text{ N}$

$L = 009^{\circ}50,4' \text{ W}$

Ponto de chegada:

$\varphi = 20^{\circ}40,1' \text{ N}$

$L = 009^{\circ}20,5' \text{ W}$

Diferença de latitudes:

$$\begin{array}{r} 30^{\circ}30,5' \text{ N} \\ - 20^{\circ}40,1' \text{ N} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 29^{\circ}90,5' \text{ N} \\ - 20^{\circ}40,1' \text{ N} \\ \hline 09^{\circ}50',4 \text{ S} \end{array}$$

Diferença de longitudes:

$$\begin{array}{r} 009^{\circ}50,4' \text{ W} \\ - 009^{\circ}20,5' \text{ W} \\ \hline 000^{\circ}29',9 \text{ E} \end{array}$$

DISTÂNCIA E VELOCIDADE

As distâncias no mar são medidas em milhas náuticas. Uma milha náutica corresponde a um minuto de latitude na latitude média desse lugar.

A velocidade no mar é medida em nós.

<p>1 milha náutica = 1.852 m</p> <p>1 nó = 1 milha / hora</p>

Método das fórmulas

A velocidade é igual à distância a dividir pelo tempo:

$$V = \frac{D}{T}$$

Nesta fórmula o tempo tem de ser expresso em horas, ou seja, temos de converter os minutos para horas, como no seguinte exemplo:

$$\begin{array}{l} D = 15 \text{ milhas} \\ T = 1\text{h}45\text{m} \end{array}$$

Para converter 45 m em horas tem de se dividir por 60, o que dá 0,75h. Então 1h45m = 1,75h.

Finalmente, temos o seguinte:

$$V = \frac{15}{1,75}$$

$$V = 8,6 \text{ nós}$$

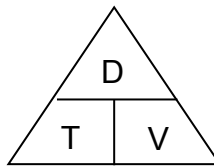
Por outro lado, a distância é igual à velocidade vezes o tempo:

$$D = V \times T$$

Finalmente, o tempo é igual à distância a dividir pela velocidade:

$$T = \frac{D}{V}$$

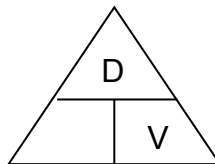
Uma forma prática de obtermos as fórmulas é baseada no seguinte triângulo:



Para obtermos uma determinada fórmula basta retirarmos do triângulo a variável que pretendemos conhecer. O que ficar lá dentro é a fórmula.

Por exemplo:

Queremos saber o tempo, então retiramos do triângulo a letra T.



O que fica dentro do triângulo é a letra D a dividir pelo V, então:

$$T = \frac{D}{V}$$

Método da regra de três simples

Para utilizarmos este método temos de converter o tempo em minutos.

Exemplo 1:

Uma embarcação navega à velocidade de 32 nós. Em quanto tempo percorre uma distância de 10 milhas náuticas (MN)?

Não nos podemos esquecer que 32 nós é o mesmo que 32 milhas por hora (60 minutos), logo:

$$\begin{array}{r} 32 \text{ MN} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 60 \text{ minutos} \\ 10 \text{ MN} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad T \end{array}$$

$$T = \frac{10 \times 60}{32}$$

$$T = 19 \text{ minutos}$$

Exemplo 2:

Uma embarcação navega à velocidade de 12 nós. Qual a distância percorrida ao fim de 45 minutos?

$$\begin{array}{r} 60 \text{ minutos} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 12 \text{ MN} \\ 45 \text{ minutos} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad D \end{array}$$

$$D = \frac{45 \times 12}{60}$$

$$D = 9 \text{ MN}$$

Exemplo 3:

Uma embarcação navega 33 milhas náuticas em 1h30m (90 minutos). Qual é a sua velocidade?

$$\begin{array}{r} 90 \text{ m} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 33 \text{ MN} \\ 60 \text{ m} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad D \end{array}$$

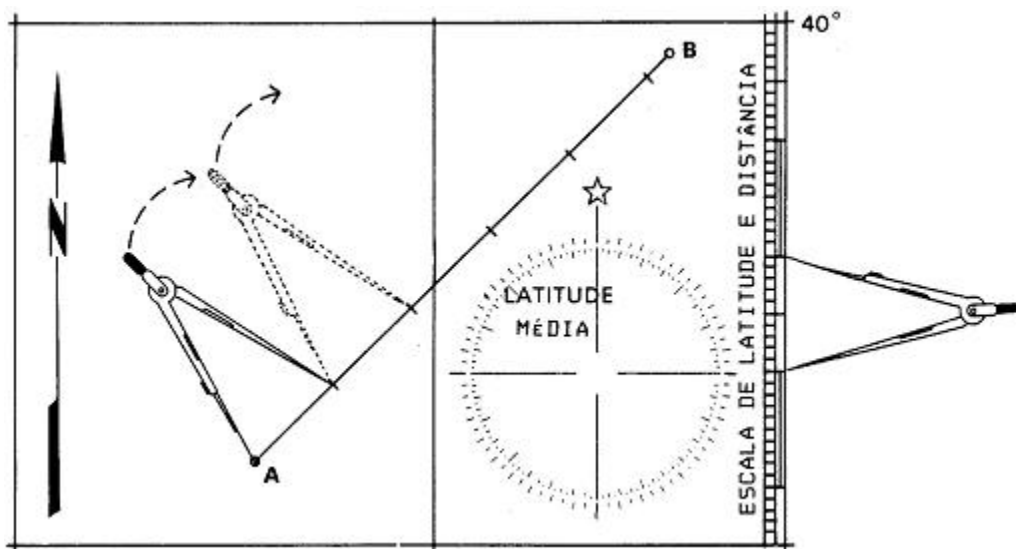
$$D = \frac{60 \times 33}{90}$$

$$D = 22 \text{ MN}$$

Como a embarcação navega 22 milhas náuticas em 60 minutos, ou seja, numa hora, então a sua velocidade é de 22 nós.

DETERMINAÇÃO DE UMA DISTÂNCIA NA CARTA NÁUTICA

1. Assinalar os dois pontos na carta e, de preferência, uni-los por um segmento de recta.
2. Com um compasso de pontas secas tentar 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.**



MARCAÇÃO DO PONTO NA CARTA NÁUTICA

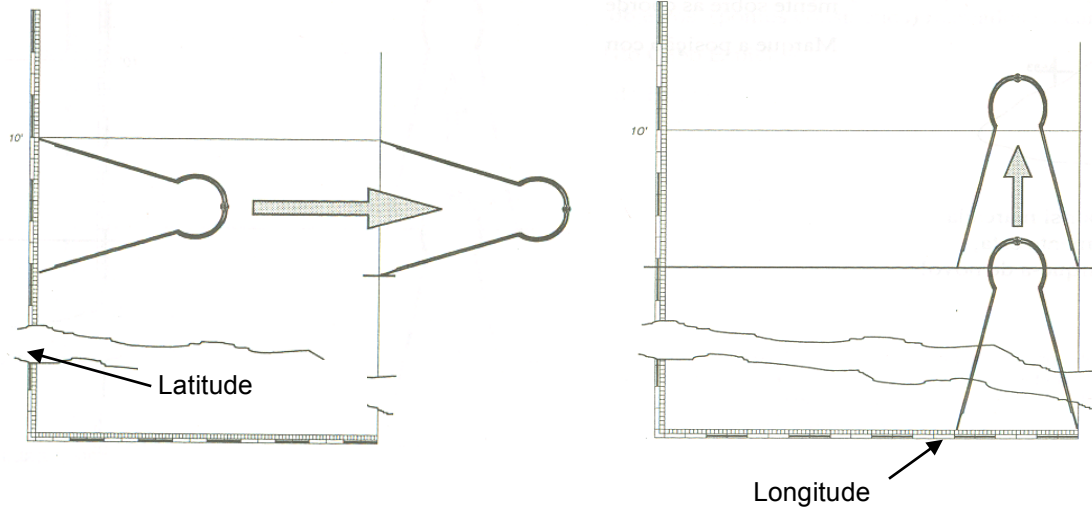
Dadas as coordenadas Latitude e Longitude marcar o ponto na carta:

a) Latitude

- Na escala vertical abrir o compasso entre o valor da latitude e o paralelo mais próximo.
- Com essa abertura deslizar o compasso para a zona próxima da zona da longitude e marcar um traço paralelo ao paralelo mais próximo.

b) Longitude

- Na escala horizontal abrir o compasso entre o valor da longitude e o meridiano mais próximo.
- Com essa abertura deslizar o compasso para cima até atingir o traço marcado com a latitude e marcar um ponto. Esse será o ponto com as nossas coordenadas.

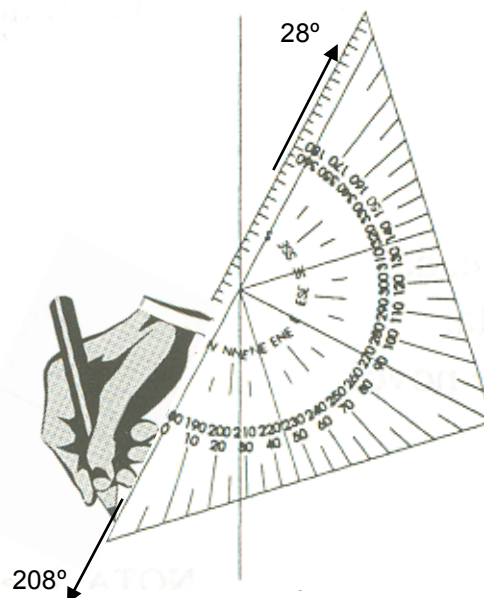


Caso fosse dado um ponto na carta e pretendêssemos determinar a respetiva latitude e longitude, então procederíamos de modo inverso ao anteriormente descrito.

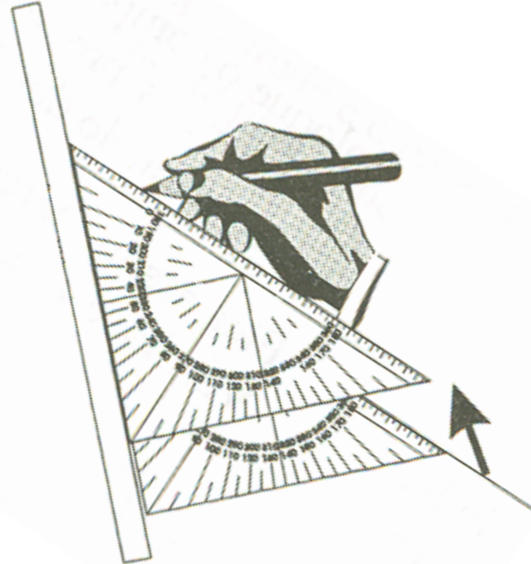
MARCAÇÃO DE DIREÇÕES NA CARTA NÁUTICA

Para a marcação de direcções utilizamos o esquadro de navegação e devemos proceder da seguinte forma:

1. Colocamos o esquadro sobre um meridiano de modo a que o zero fique em cima do mesmo (ver figura).
2. Rodamos o esquadro até que a direcção que pretendemos marcar coincida com o meridiano e tendo em atenção que o vértice oposto à hipotenusa (o lado maior) nunca fique virado para cima.
3. Marcamos um segmento de recta na hipotenusa.
4. Uma direcção tem dois sentidos. No exemplo da figura temos 28° , e, o seu recíproco, 208° ($28^\circ + 180^\circ$). O sentido 28° é para cima pois está relativamente cerca do Norte ($N=0^\circ$), enquanto que 208° é para baixo, pois está mais perto de Sul ($S=180^\circ$).



Se pretendêssemos marcar uma direcção, como por exemplo um azimute, em cima de um ponto notável na costa, bastaria utilizarmos uma régua para deslizarmos o esquadro até ao ponto desejado.



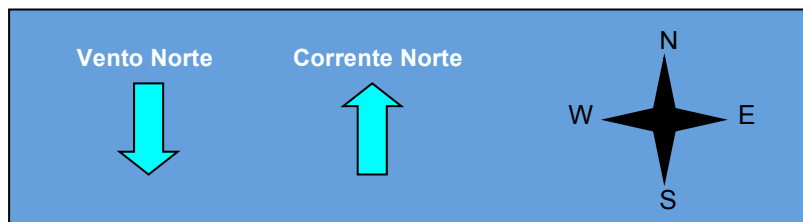
DIREÇÃO DO VENTO E DA CORRENTE

A direcção da corrente mede-se para onde vai e a do vento de onde vem.

Exemplo:

Vento Norte – vento que vem da direcção norte.

Corrente Norte – corrente que se dirige na direcção norte.



LINHAS DE POSIÇÃO (LDP)

Existem as seguintes LDP:

- Azimute
- Marcação
- Enfiamento.
- Alinhamento.

- Distância radar.
- Segmentos capazes.
- Batimétrica.

As LDP's azimute, marcação, enfiamento e alinhamento indicam direcções, as distâncias radar e segmentos capazes referem-se a circunferências e as batimétricas a sondas.

Azimute

É o ângulo entre o Norte e a visual para o alvo.

É medido no sentido horário ou dos ponteiros do relógio. O Norte representa 0° . Por exemplo, se o ponto conspícuo estiver a Oeste o seu azimute será de 270° . O azimute é obtido utilizando uma agulha de marcar.



Agulha de marcar

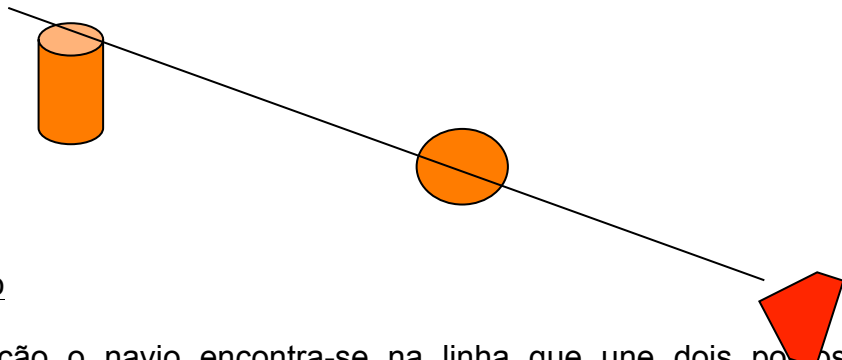
Marcação

Obtém-se medindo o ângulo formado entre a proa do navio e o ponto conspícuo ou embarcação. A marcação pode ser taximétrica medindo-se os ângulos a partir da proa para estibordo ou bombordo. Por exemplo, uma embarcação situada na direcção da alheta de bombordo teria uma marcação de 90° BB. A marcação taximétrica é obtida utilizando um taxímetro.



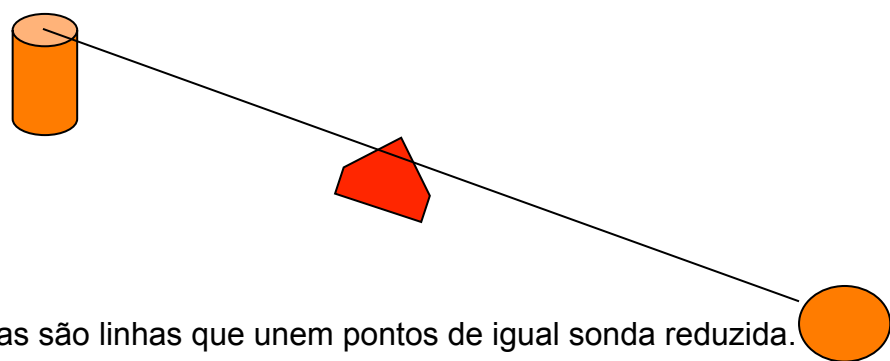
Enfiamento

Quando o observador vê duas marcas em linha então ele estará precisamente no enfiamento das mesmas. É o caso das luzes do farol dos pescadores e do farol da Azeda que constituem um enfiamento para a entrada na barra de Setúbal.



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.

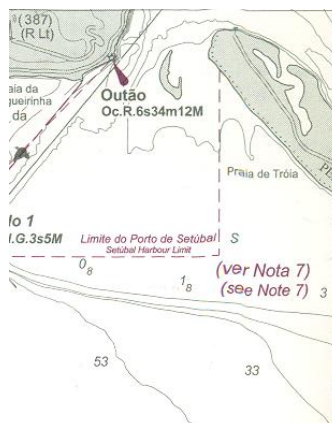


Batimétrica

As batimétricas são linhas que unem pontos de igual sonda reduzida.

As batimétricas correspondem ao Zero Hidrográfico nas cartas.

Uma batimétrica pode constituir uma LDP, 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.



PROA DA AGULHA

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

A agulha magnética da embarcação, mesmo a electrónica, normalmente possui um desvio e não aponta para o norte magnético (Nm), mas sim para o norte da agulha (Na).

DESVIO DA AGULHA

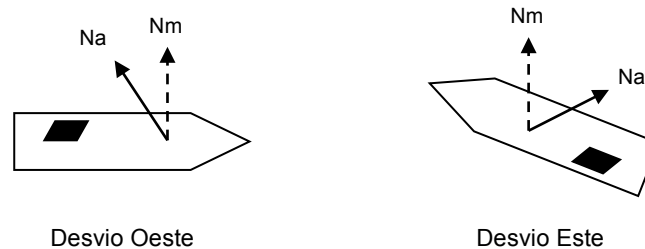
O desvio da agulha é a diferença entre o norte magnético (Nm) e o norte da agulha (Na).

O desvio pode ser Este ou Oeste e varia com a embarcação e com a sua proa.

Este desvio resulta do facto de a embarcação possuir objectos metálicos ou equipamento electrónico que interferem com os campos magnéticos a bordo.

Cada embarcação é única e a sua agulha possui um desvio que poderá divergir do desvio da agulha de outra embarcação exactamente do mesmo modelo.

O desvio da agulha numa embarcação não é constante, variando com a sua proa. Quando esta é alterada, a interacção do magnetismo da embarcação com o magnetismo terrestre também é modificado tendo como consequência diferentes desvios.



Na figura acima vemos como a disposição de um bloco de ferro a bordo altera o sentido do desvio quando a proa da embarcação é modificada.

TABELA DE DESVIOS

No caso de navios ou de embarcações que possuam um desvio significativo é desejável elaborar uma tabela de desvios.

A forma de o fazer é encontrar um enfiamento e tirar vários azimutes com o navio aproado aos diversos pontos cardeais ou colaterais. O procedimento deverá consistir em fazer uma rotação, aproar a um determinado ponto, tirar o azimute e anotar o valor. Seguidamente, deverá feita uma rotação pelo outro bordo, aproar ao mesmo ponto, tirar o azimute e anotar o valor. Logo de seguida, deverá ser descontado o valor da declinação ao valor do enfiamento, obtendo-se o azimute magnético e subtrai-se o azimute da agulha. A diferença será o desvio. Finalmente, deverá ser feita a média dos dois valores residuais obtidos, a qual é o desvio para a proa da agulha em causa.

Adoptamos este procedimento para as diversas proas e obtemos uma tabela que terá sensivelmente o seguinte aspecto:

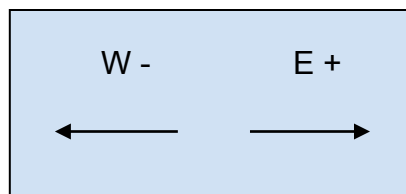
Pa	d
000°	0,5° W
030°	1,2° W
060°	1,3° W
090°	0,5° W
120°	1,1° E
150°	0,8° E
180°	0,0°
210°	1,0° W
240°	0,5° W
270°	0,8° E
300°	1,0° E
330°	0,6° E

PROA MAGNÉTICA

A proa magnética (Pm) é o ângulo entre o norte magnético e a proa da embarcação.

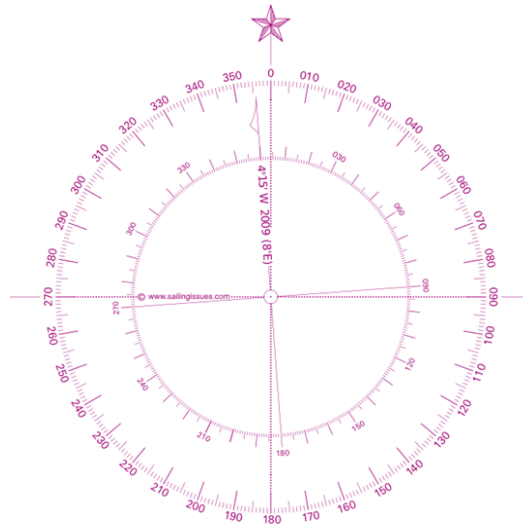
A proa da agulha é corrigida do respectivo desvio utilizando-se, para o efeito, uma tabela de desvios, obtendo-se assim a proa magnética.

O desvio da agulha (d) se for Leste é positivo; se for Oeste é negativo, o mesmo sucedendo com a declinação (D):



DECLINAÇÃO

A declinação é o ângulo entre o Norte verdadeiro e o Norte magnético.



A declinação magnética (D) resulta da não coincidência entre o polo norte geográfico ou verdadeiro e o polo norte magnético. A declinação magnética varia com o lugar e o ano. Devido à aproximação gradual do norte magnético ao norte geográfico a declinação está a diminuir anualmente.

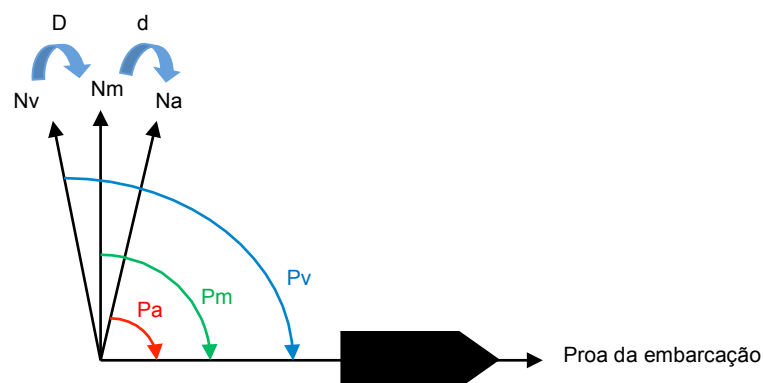
O valor da declinação magnética é indicado nas cartas náuticas.

PROA VERDADEIRA

A proa verdadeira é o ângulo entre o norte verdadeiro e a proa da embarcação.

As proas verdadeiras são as únicas que são marcadas nas cartas. Nunca se marcam proas da agulha ou magnéticas numa carta náutica.

RELAÇÃO ENTRE PA, PM E PV



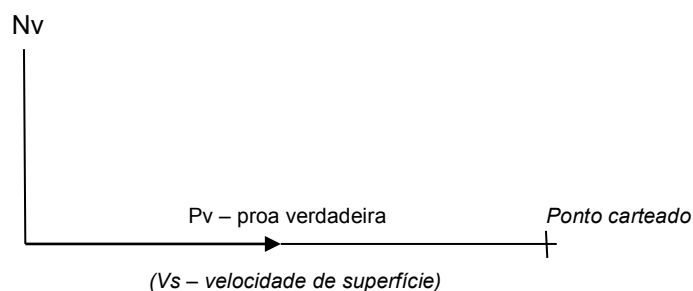
Na figura acima podemos verificar que:

- Dada a Pa e somando-lhe o desvio (d) obtemos a Pm.
- Dada a Pm e somando-lhe a declinação (D) obtemos a Pv.
- Dada a Pa e somando-lhe a variação (V) obtemos a Pv.

Neste exemplo, tanto o desvio como a declinação pertencem ao quadrante Este, logo, são positivos. No primeiro caso, a agulha magnética não aponta para o Nm, mas sim para o Na, verificando assim um desvio para a direita na figura acima, ou seja, para Este. No segundo caso, a agulha magnética não aponta para o Nv mas sim para o Nm, devido à declinação, ou seja, ao facto do polo norte magnético não coincidir com o polo norte geográfico, verificando-se uma declinação também para a direita, ou seja, para Este.

CARTEAÇÃO

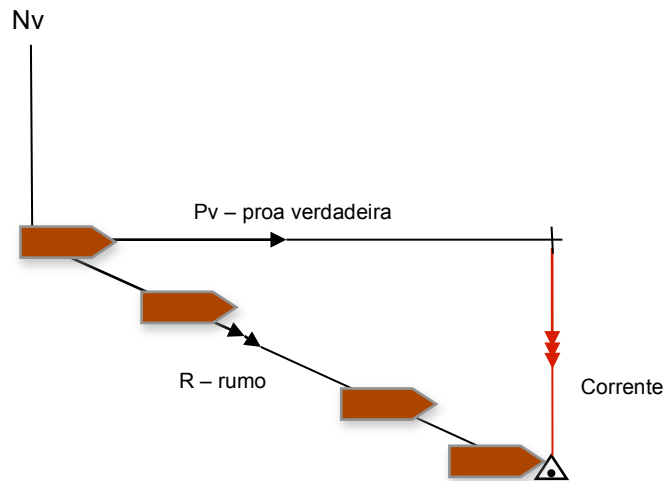
Uma embarcação quando pretende deslocar-se de um ponto para outro vai seguir uma determinada proa da agulha. Esta, depois de convertida em proa verdadeira, é traçada na carta náutica. O ponto onde queremos chegar, tendo em conta a duração prevista da viagem e a velocidade de superfície, designa-se por ponto carteadado.



A carteação resulta na determinação do ponto previsto de chegada - o ponto carteadado -, tendo em conta apenas a velocidade de superfície, isto é, a velocidade indicada pelo odómetro, e a duração prevista da viagem.

RUMO

Rumo é o ângulo entre o norte geográfico e o caminho de uma embarcação em relação ao fundo.



Na figura acima podemos verificar que a embarcação pretendia seguir uma determinada trajectória dada pela proa verdadeira, mas foi abatendo para estibordo devido a uma corrente que a empurra nessa direcção e acabou por efectuar outra trajectória, dada pelo rumo. Repare-se, no entanto, que a embarcação apesar de abater tem a proa virada no sentido da Pv e não do rumo.

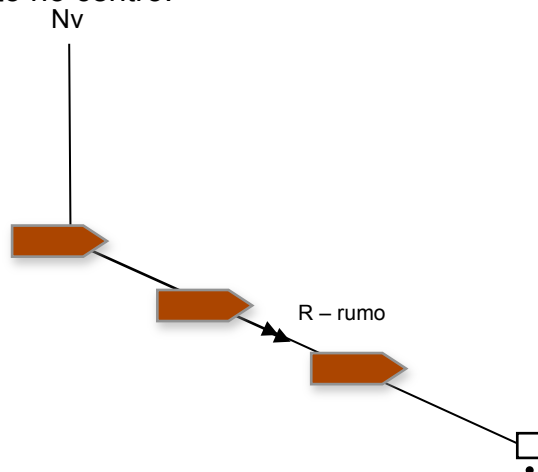
O rumo apenas é igual à proa verdadeira quando não se verifica o efeito dos ventos e das correntes.

ESTIMA




Regressando à figura acima, tendo uma previsão da força e da direcção da corrente, obtemos um ponto estimado da posição da nossa embarcação. O ponto estimado é representado por um triângulo com um ponto no centro.

PONTO MARCADO

Se, por outro lado, o vector corrente não fosse conhecido, mas fosse possível determinar exactamente o ponto de chegada, por exemplo através do cruzamento de azimutes ou de um GPS, então teríamos um ponto marcado. O ponto marcado é representado por um quadrado com um ponto no centro.






NOTAÇÃO

	Ponto marcado
	Ponto estimado
	Ponto carteadado

O ponto marcado é o mais rigoroso, seguindo-se-lhe o ponto estimado, e, finalmente, o carteadado.

A posição de uma embarcação na carta é obtida pela resolução dos seguintes vectores:

- Proa verdadeira: 
- Rumo: 
- Corrente / Vento: 

VELOCIDADE DE SUPERFÍCIE (Vs)

Trata-se da velocidade que a embarcação faria caso não existisse abatimento.

A velocidade de superfície mede-se no vector da proa verdadeira.

VELOCIDADE VERDADEIRA (Vv)

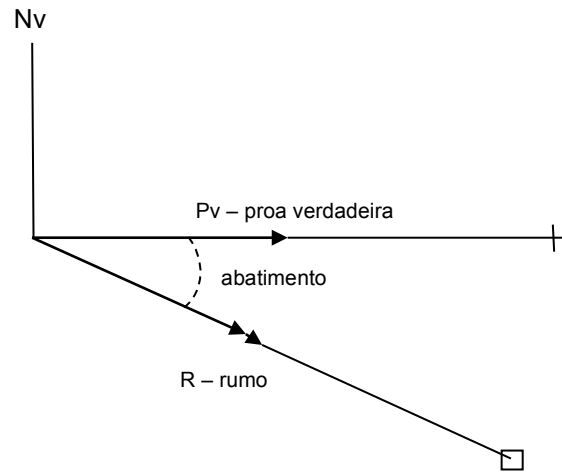
É a velocidade que a embarcação fez em relação ao fundo. É a velocidade real que, por exemplo, um receptor de GPS indicaria.

A velocidade verdadeira mede-se no vector rumo.

ABATIMENTO

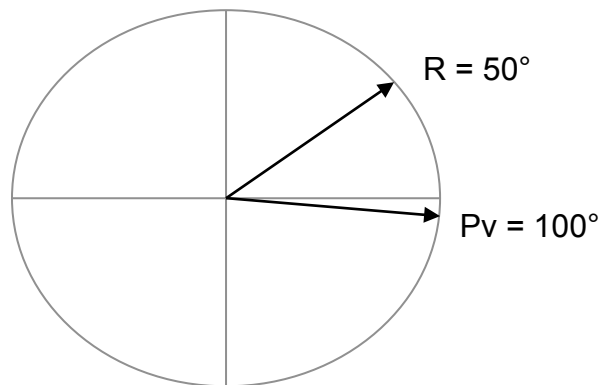
O abatimento é a diferença angular entre o Rumo e a Proa Verdadeira:

$$Ab = R - Pv$$



Quando o resultado da aplicação desta fórmula der um número positivo o abatimento é por estibordo (EB). Quando der negativo o abatimento é por bombordo (BB).

Exemplos:



Neste caso:

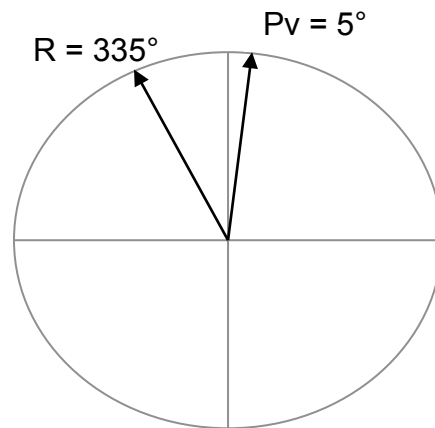
$$Ab = 50^\circ - 100^\circ$$

$$Ab = - 50^\circ$$

$$Ab = 50^\circ BB$$

Caso particular

Temos de atender a uma situação particular em que o abatimento cruza a linha de zero graus.



Da aplicação directa da fórmula resultaria o seguinte:

$$Ab = R - Pv$$

$$Ab = 335^{\circ} - 5^{\circ}$$

$$Ab = 330^{\circ}$$

Neste caso, o abatimento foi considerado por estibordo e a embarcação girou quase 360 graus por estibordo. No entanto, se analisarmos a figura verificamos que o abatimento é por bombordo.

Para que o resultado esteja correcto devemos somar 360 graus aos 5 graus da proa verdadeira:

$$Ab = 335^{\circ} - (5^{\circ} + 360^{\circ})$$

$$Ab = 335^{\circ} - 365^{\circ}$$

$$Ab = -30^{\circ}$$

$$Ab = 30^{\circ} \text{BB}$$

MARCAÇÃO DE AZIMUTES

Azimute da agulha é o ângulo entre o norte da agulha e a visual para o alvo.

Azimute magnético é o ângulo entre o norte magnético e a visual para o alvo.

Azimute verdadeiro é o ângulo entre o norte verdadeiro e a visual para o alvo.

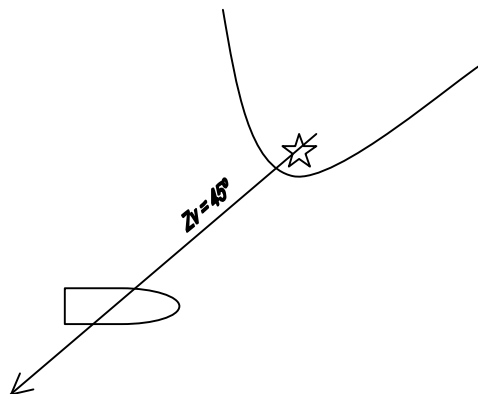
Os azimutes da agulha são obtidos a partir de uma agulha de marcar ou de um aparelho de marcar colocado sobre uma agulha de governo. Eles são muito importantes na determinação da posição de uma embarcação que navegue junto à costa.

Os azimutes da agulha têm de ser convertidos para azimutes verdadeiros depois de corrigidos com o desvio da agulha, caso exista, e com a declinação magnética da zona em que estamos a navegar.

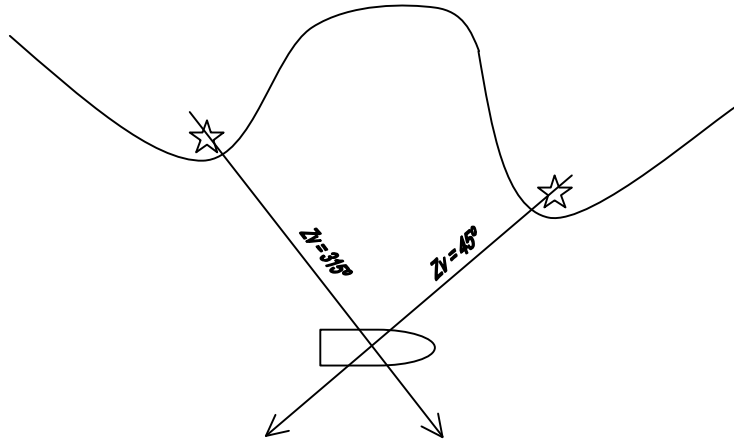
Na carta só se marcam azimutes verdadeiros.

Nas agulhas de mão, como são móveis, é impossível construir uma tabela de desvios. Considera-se que o seu desvio é zero. O que, aliás, é verdade nas agulhas de boa qualidade e desde que a marcação seja efetuada longe de objetos metálicos ou instrumentos eletrónicos.

No caso de marcação de azimutes utilizando um aparelho de marcar posicionado em cima da agulha de governo, que está fixa, deverá considerar-se o desvio da proa da embarcação no momento em que se marcam os azimutes.



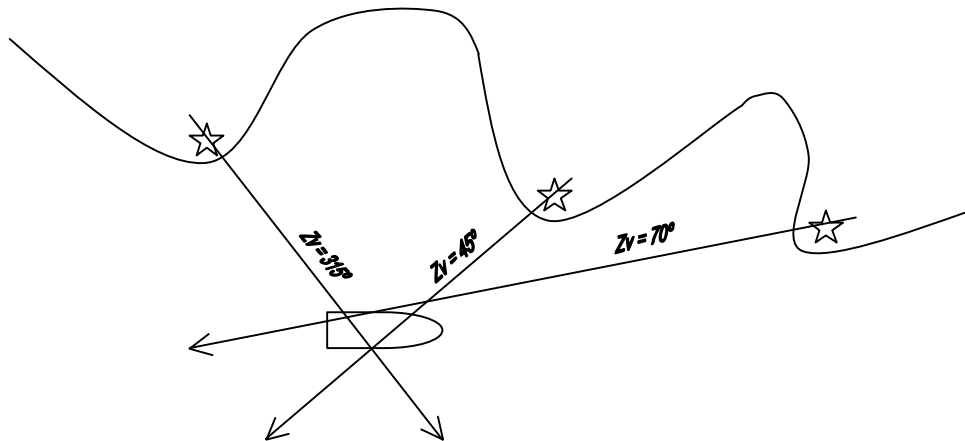
No exemplo da figura acima a embarcação navega para Leste e marca o farol por 45° . A seta no extremo do azimute é marcada no sentido recíproco. Repare-se que, neste caso, não podemos determinar com exatidão a posição da embarcação, sabemos apenas que se encontra algures ao longo do azimute.



No exemplo acima são marcados dois azimutes que nos permitem obter um ponto no seu cruzamento. Trata-se de um ponto marcado.

Quando marcamos dois azimutes os mesmos deverão efetuar um cruzamento próximo de 90° .

Devido ao facto de a embarcação se encontrar a navegar é natural que quando se marque o segundo azimuth já se tenha verificado um deslocamento relativamente ao primeiro. Neste caso, será preferível marcar três azimutes e obter um triângulo de posição, como no exemplo abaixo.



Na marcação de uma posição por três azimutes, o ponto exato em que nos encontramos situa-se algures no interior do triângulo sendo seleccionado um ponto no centro do mesmo por ser o que apresenta a maior probabilidade de ser o referido ponto.

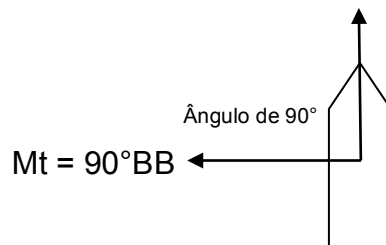
Quando marcamos três azimutes, este não devem fazer nem ângulos muito agudos entre si, nem ângulos muito rasos.

MARCAÇÃO TAXIMÉTRICA

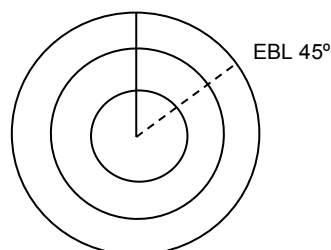
Na marcação taximétrica (Mt) considera-se a embarcação como o centro da navegação, tal como sucede no PPI de um radar, sendo as outras embarcações e pontos conspícuos marcados em relação à sua proa. Trata-se de uma forma de marcação relativa, em que a proa da embarcação indica sempre zero graus, tal como no radar.

A marcação taximétrica varia, a partir da proa, entre zero e cento e oitenta graus por estibordo e zero e cento e oitenta graus por bombordo.

Quando temos um navio ou um ponto conspícuo pelo **través** da nossa embarcação significa que a marcação é de exatamente 90°, podendo ser bombordo ou estibordo consoante o bordo por onde a visualizamos.



As embarcações de recreio, e os navios modernos, não possuem taxímetro, pelo que a marcação taximétrica, variando 180° para cada bordo, já não faz sentido. A marcação é feita hoje em dia por intermédio do radar, sendo que a mesma varia no sentido dos ponteiros do relógio, entre 0° e 360°, a partir da proa da embarcação. A marcação é efetuada com o recurso ao radar, nomeadamente, do comando EBL (*electronic bearing line*).



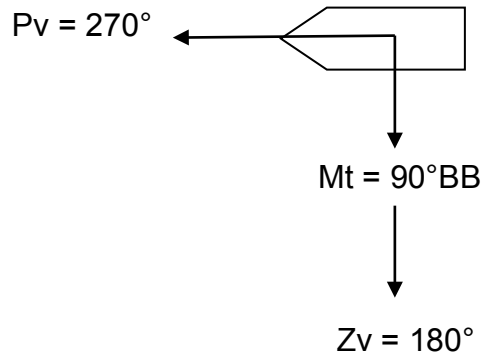
RELAÇÃO ENTRE AZIMUTE, PROA E MARCAÇÃO TAXIMÉTRICA

A relação entre um azimute, por exemplo verdadeiro, e a Proa da embarcação é dada pela seguinte fórmula:

$$Z_v = P_v + M_t$$

Nesta fórmula, se a marcação taximétrica for por bombordo entra-se com um valor negativo, se for por estibordo, o valor é positivo.

Exemplo:



$$Zv = Pv + Mt$$

$$Zv = 270^\circ + (-90^\circ)$$

$$Zv = 270^\circ - 90^\circ$$

$$Zv = 180^\circ$$

CONVERSÃO DE PROAS E AZIMUTES DA AGULHA OU MAGNÉTICOS EM VERDADEIROS

Método do AVES e do VAOS

Este método consiste numa forma simples de efectuar a conversão de proas e azimutes da agulha, em magnéticos ou verdadeiros e vice-versa.

Para aplicar o método em causa começamos por construir uma tabela para as proas ou para os azimutes, consoante aquilo que pretendamos converter.

Pa	d	Pm	D	Pv

Em que:

Pa – proa da agulha

d – desvio

Pm – proa magnética

D – declinação

Pv – proa verdadeira

Za	d	Zm	D	Zv

Em que:

Za – azimute da agulha

d – desvio

Zm – azimute magnético

D – declinação

Zv – azimute verdadeiro

De acordo com este método, quando nos é dada a proa (ou o azimute) da agulha e pretendemos calcular a proa verdadeira (ou o azimute) dizemos que vamos na direcção AVES e, neste caso, tudo o que for Este soma-se. A *contrario senso*, tudo o que for Oeste diminui-se.

Agulha para **V**erdadeiro **E**ste **S**oma-se

Esta situação ocorre, por exemplo, quando lemos na agulha (bússola) de governo da embarcação uma determinada proa e queremos traçá-la na carta. Ora, como é sabido, na carta apenas podemos traçar proas e azimutes verdadeiros pelo que temos de convertê-los de agulha para verdadeiros.

Por outro lado, quando nos é dada a proa (ou o azimute) verdadeira e pretendemos calcular a proa da agulha (ou o azimute) dizemos que vamos na direcção VAOS e, neste caso, tudo o que for Oeste soma-se. A *contrario senso*, tudo o que for Este diminui-se.

Verdadeiro para **A**gulha **O**este **S**oma-se

A aplicação do VAOS é feita quando, por exemplo, retiramos da carta a proa verdadeira que deveremos seguir e precisamos de comunicar ao timoneiro qual a proa da agulha que deverá marcar.

Vamos agora apresentar vários exemplos para aprendermos a aplicar este método útil que dispensa as fórmulas e a matemática.

Exemplo de aplicação do AVES

Suponhamos que a proa da agulha que estamos a seguir é de 30° e pretendemos marcá-la na carta. Com esta proa, vamos à tabela de desvios da nossa embarcação e obtemos o respectivo desvio que é, por exemplo, de 2°E. Seguidamente, vamos à carta da zona onde estamos a navegar e retiramos o valor da declinação que, no nosso exemplo, é de 4°W.

Começamos por colocar os valores na tabela:

Pa	d	Pm	D	Pv
30°	2°E		4°W	

Como temos um valor de agulha e pretendemos obter um valor verdadeiro, o método a aplicar é AVES pelo que, neste caso, tudo o que for Este soma-se e tudo o que for Oeste diminui-se.

Assim, como o desvio é Este soma-se o mesmo ao valor da proa da agulha e obtemos a proa magnética.

Pa	d	Pm	D	Pv
30°	2°E	32°	4°W	

Finalmente, como a declinação é Oeste diminui-se à proa magnética e obtemos a Pv.

Pa	d	Pm	D	Pv
30°	2°E	32°	4°W	28°

Exemplo de aplicação do VAOS

Suponhamos que a proa da verdadeira que deveremos seguir é de 320° e pretendemos obter a proa da agulha. Neste caso vamos aplicar o VAOS.

Seguidamente, vamos à carta da zona onde estamos a navegar e retiramos o valor da declinação que, no nosso exemplo, é de 4°W.

Passamos os valores para a tabela e calculamos a proa magnética somando o valor da declinação que é Oeste. Não esquecer que no VAOS tudo o que é Oeste soma-se.

Pa	d	Pm	D	Pv
		324°	4°W	320°

Seguidamente, para podermos prosseguir, necessitamos de obter o valor do desvio. No entanto, o desvio resulta da proa da agulha que é precisamente o objectivo do nosso cálculo. Ora, nesta situação deveremos entrar com o valor da proa magnética na tabela de desvios pois o erro cometido é ínfimo.

Vamos então supor que para uma proa de 320° o desvio é de 1,5°E.

Pa	d	Pm	D	Pv
	1,5°E	324°	4°W	320°

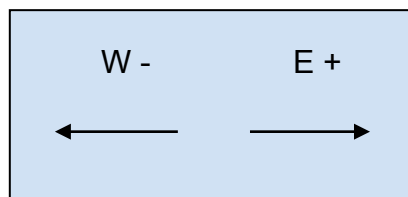
Finalmente, como a desvio é Este diminui-se à proa magnética e obtemos a Pa.

Pa	d	Pm	D	Pv
322,5°	1,5°E	324°	4°W	320°

No caso da conversão de azimutes procederíamos da mesma forma, com uma excepção: sempre que se trate de obter o desvio deveremos entrar na tabela de desvios com proa da embarcação e nunca com o valor do azimute da agulha ou magnético.

Método das fórmulas

O desvio da agulha (d) se for para Leste, como na figura acima, é positivo, se for para Oeste, é negativo, o mesmo sucedendo com a declinação (D):



Conversão de proas 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:

$$Pm = Pa + (+d) \text{ caso o d seja Leste, o que dá } Pm = Pa + d$$

ou

$$Pm = Pa + (-d) \text{ caso a d seja Oeste, o que dá } Pm = Pa - d$$

Exemplo:

$$Pa = 90^\circ \text{ e } d = 4^\circ W$$

$$Pm = Pa + d$$

O desvio é Oeste, logo negativo

$$P_m = 90^\circ - 4^\circ$$

$$P_m = 86^\circ$$

Conversão de proas magnéticas em verdadeiras:

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

$P_v = P_m + D$

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

$$P_v = P_m + (+D) \text{ caso a D seja Este, o que dá } P_m = P_a + d$$

ou

$$P_v = P_m + (-D) \text{ caso a D seja Oeste, o que dá } P_m = P_a - d$$

Conversão direta de proas da agulha em verdadeiras:

Juntando as duas conversões atrás indicadas teremos:

$$\text{Variação} = \text{Declinação}(D) + \text{desvio}(d)$$

$V = D + d$

$P_v = P_a + V$

ou seja

$$P_v = P_a + D + d$$

em que D (Declinação) e d (desvio) tomam o sinal + ou - conforme sejam E ou W.

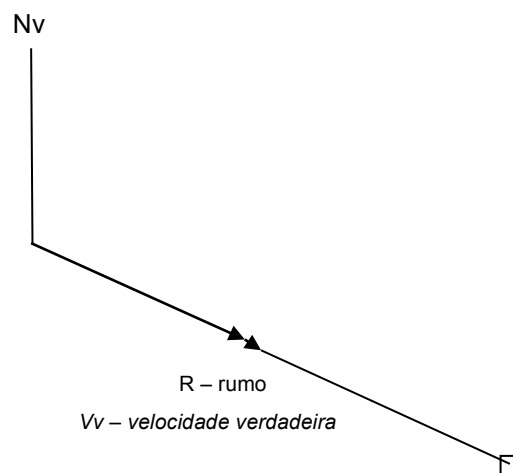


PROBLEMAS DE NAVEGAÇÃO

1º problema tipo

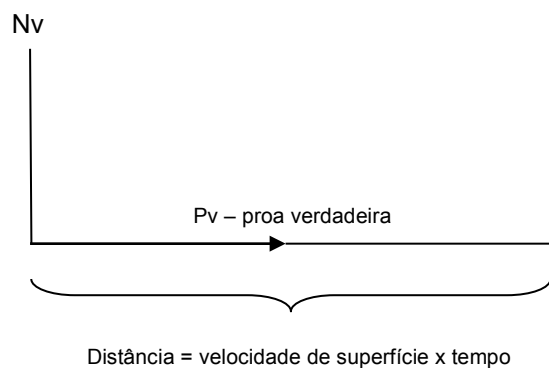
Dada a proa verdadeira (Pv), a velocidade de superfície (Vs) e um ponto marcado, determinar a direção (C) e a velocidade da corrente (Vc).

Em primeiro lugar, dado o ponto marcado e o tempo gasto na viagem determinamos o vetor rumo (R) e a velocidade verdadeira (Vv).

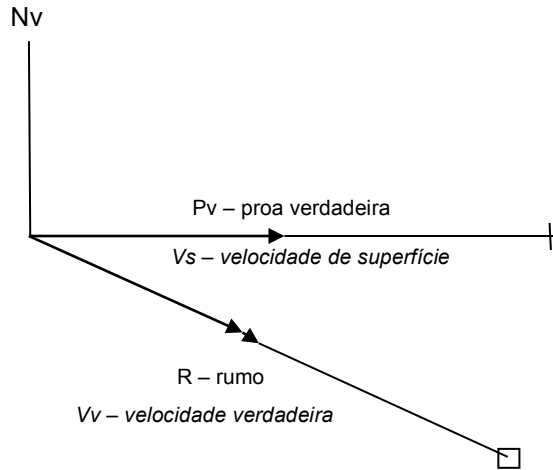


A Vv é obtida através da medição do comprimento do vetor R e sua divisão pelo tempo de viagem.

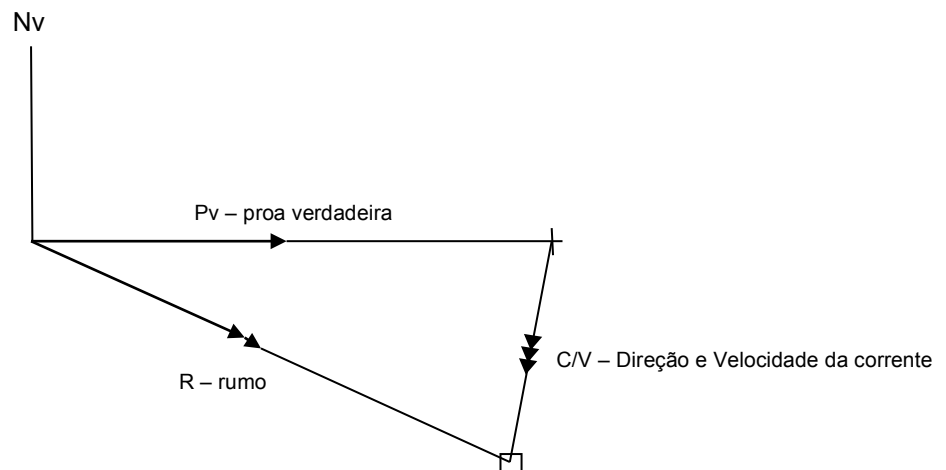
Em segundo lugar, dado que conhecemos a Pv, a Vs e a duração da viagem, obtemos um ponto carteadado.



Nesta fase o nosso diagrama terá o seguinte aspeto:



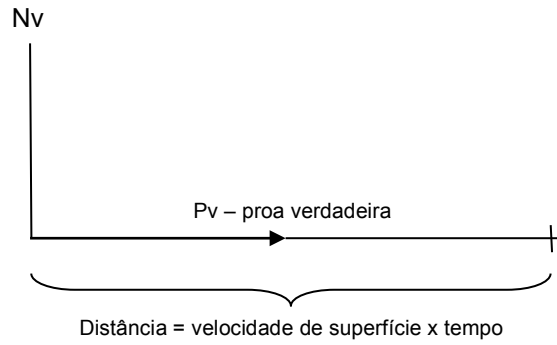
Finalmente, unimos o ponto cartado ao ponto marcado e obtemos o vetor corrente, ou seja, a direção (C) e a força da corrente (Vc).



2º problema tipo

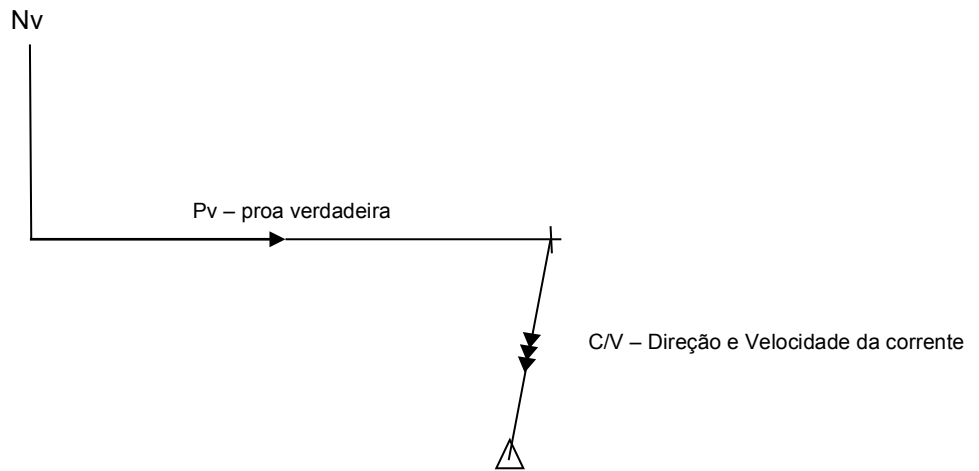
Dada a proa verdadeira (Pv), a velocidade de superfície (Vs) e a direção e a velocidade da corrente (C/V), determinar o rumo (R) e a velocidade verdadeira (Vv).

Em primeiro lugar, dado que conhecemos a Pv, a Vs e a duração da

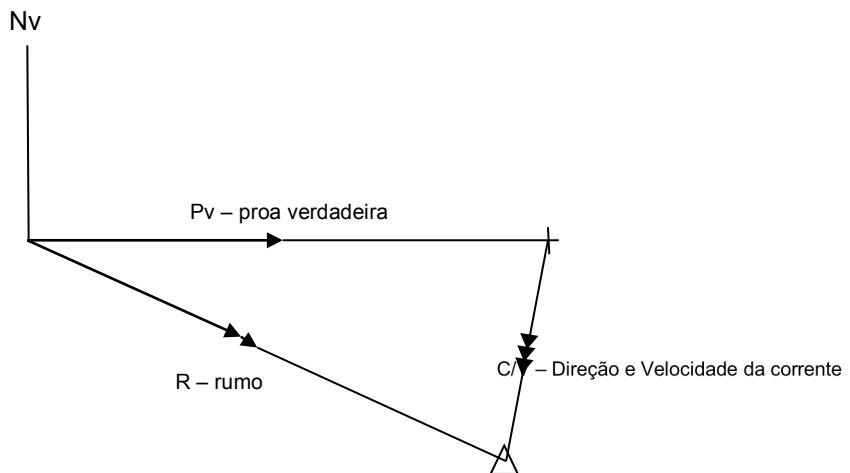


Sabendo a direção, a força da corrente e o tempo navegado, obtemos o vetor C/V.

Na extremidade da vetor corrente encontramos agora um ponto estimado, representado por um triângulo.



Finalmente, unindo o ponto de partida ao ponto estimado, obtemos o vetor rumo.

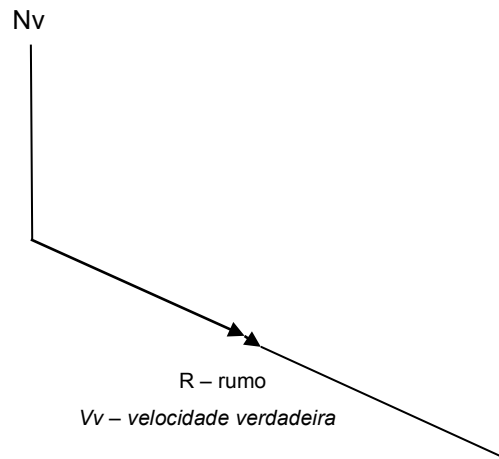




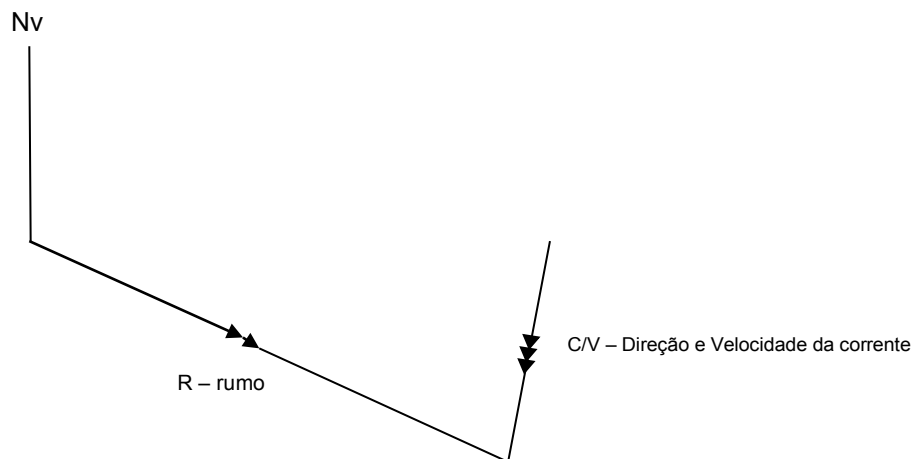
3º problema tipo

Dado o rumo (R), a velocidade verdadeira (Vv), a direção e a velocidade da corrente (C/V), determinar a proa verdadeira (Pv) e a velocidade de superfície (Vs).

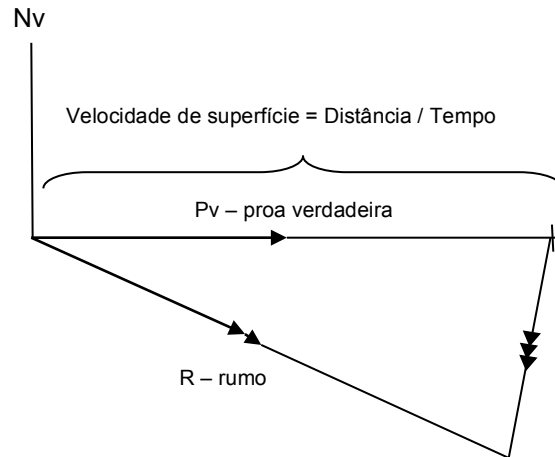
Sabendo o R e a Vv obtemos o ponto de chegada.



Ao ponto estimado aplicamos o vetor C/V, mas ao contrário.



Finalmente, marcamos o vetor Pv e calculamos a Vs.



4º problema tipo

Dado o rumo (R), a velocidade de superfície (Vs) e a direção e a velocidade da corrente (C/V), determinar a proa verdadeira (Pv) e a velocidade verdadeira (Vv).

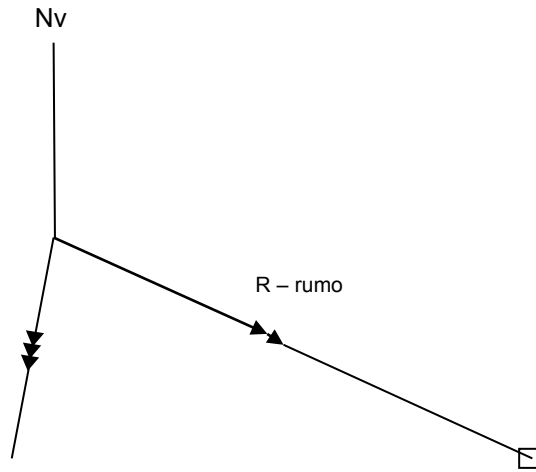
Esta é a situação mais comum no planeamento de uma viagem:

- Conhecemos o ponto de partida.
- Sabemos qual o ponto onde queremos chegar.
- Conhecemos a Vs dada pelo odómetro.
- Temos uma estimativa da força e direção da corrente/vento.
- Queremos saber que Pv (e depois Pa) adotar.
- Queremos saber qual o tempo estimado de viagem (ETA).

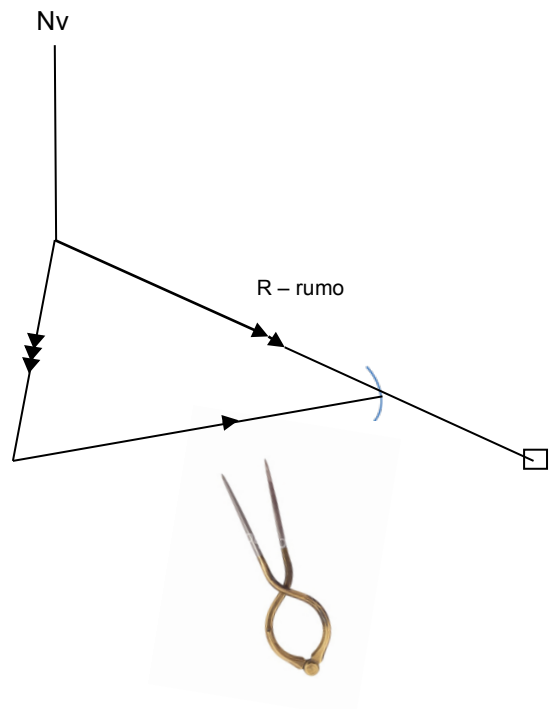
Desconhecemos o tempo total de viagem e a Vv.

Começamos por traçar a nossa derrota e que vai definir o rumo pretendido.

Seguidamente marcamos o vetor C/V para 1 h de navegação.



Finalmente, abrimos o compasso com uma abertura correspondente à distância percorrida pela embarcação durante 1 h à velocidade de superfície (V_s) conhecida, colocamos uma das pontas do compasso na extremidade do vetor corrente e intersecamos a linha do rumo, tal como ilustrado na figura seguinte.



O vetor assim obtido indica-nos a direção da proa verdadeira (P_v).

Com base na P_v calculamos a P_a que devemos governar na embarcação.

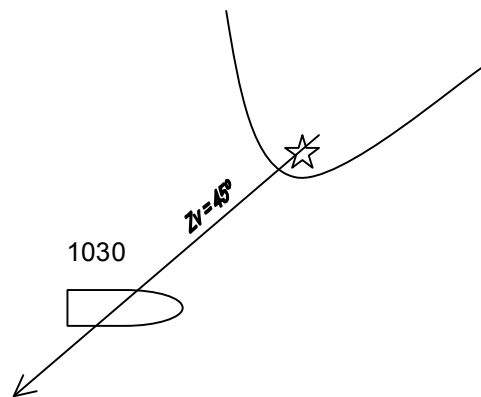
O comprimento do segmento de reta, na linha do rumo, desde a origem até ao ponto de interseção, indica-nos a velocidade verdadeira (V_v).



MARCAR, NAVEGAR E TORNAR A MARCA

Numa situação em que apenas dispomos de um ponto conspícuo para tirarmos um azimute deverá utilizar-se a técnica de marcar, navegar e tornar a marcar.

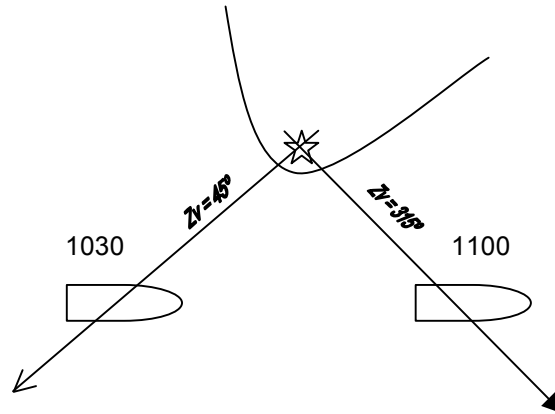
Tirar o primeiro azimute da agulha (Z_a) e anotamos a hora, no exemplo, 10h30m. Traçamos na carta o respetivo azimute verdadeiro (Z_v). Seleccionamos no Z_v um ponto onde estimamos que a embarcação possa estar.



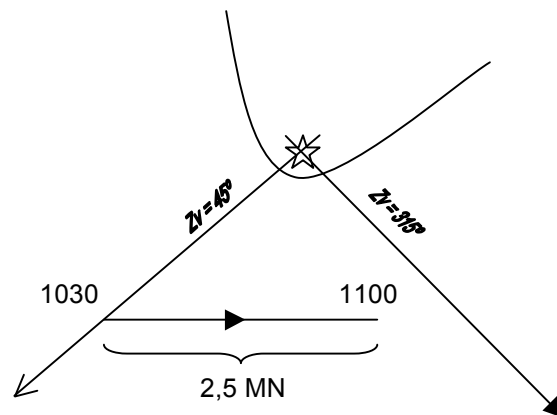
Navegamos durante um determinado período de tempo, por exemplo, 30 minutos, e tiramos o segundo azimute da agulha (Z_a) com o auxílio da agulha de marcar..

Seguidamente, traçamos na carta o respetivo azimute verdadeiro (Z_v).

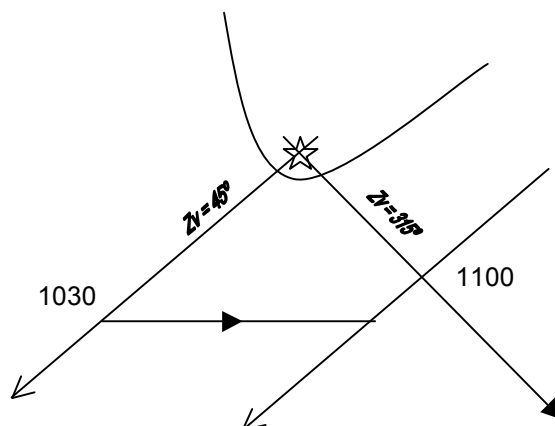
Simultaneamente, anotamos a velocidade de superfície (V_s) indicada pelo odómetro da embarcação.



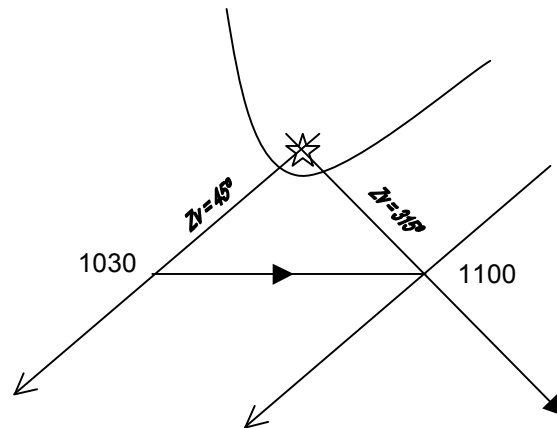
Partindo de um presumível ponto onde a julgamos que a embarcação possa estar, obviamente, algures ao longo do primeiro azimute, traçamos a proa verdadeira (Pv), no exemplo, às 10h30m, que terá um comprimento igual à Vs multiplicada pelo tempo gasto até à marcação do segundo azimute. Vamos supor que a Vs média era de 5 nós, neste caso, a embarcação, em 30 m, teria navegado 2,5 milhas náuticas.



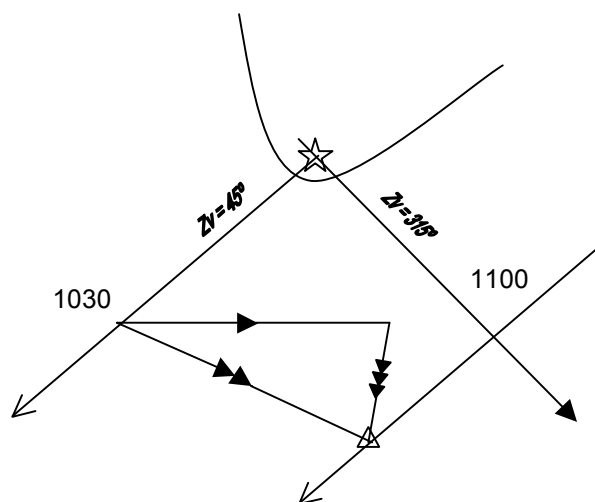
Seguidamente, transportamos o primeiro azimute para a extremidade do vetor Pv. A interseção deste azimute com o segundo indica-nos o ponto onde nos encontrávamos às 11h.



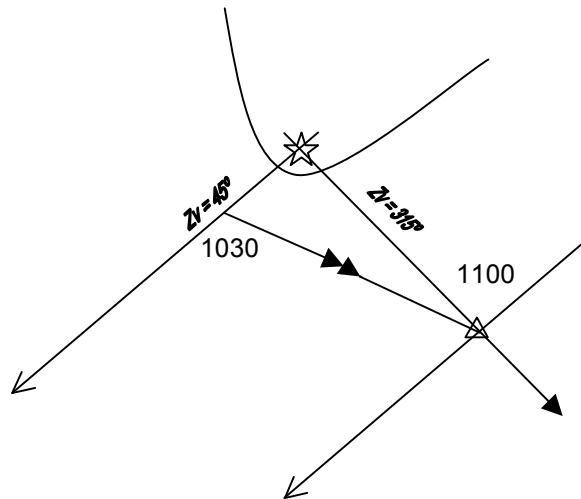
Transportamos o vetor Pv por forma a que a sua extremidade coincida com a interseção dos dois azimutes e obtemos o ponto onde nos encontrávamos no momento em que tirámos o primeiro azimute.



Sempre que o período entre a marcação do primeiro e do segundo azimute seja muito reduzido, não será de esperar um grande efeito da corrente. No entanto, em zonas em que a corrente é muito forte, ou em períodos de tempo relativamente longos, deveremos considerar o vetor corrente, como no exemplo abaixo.



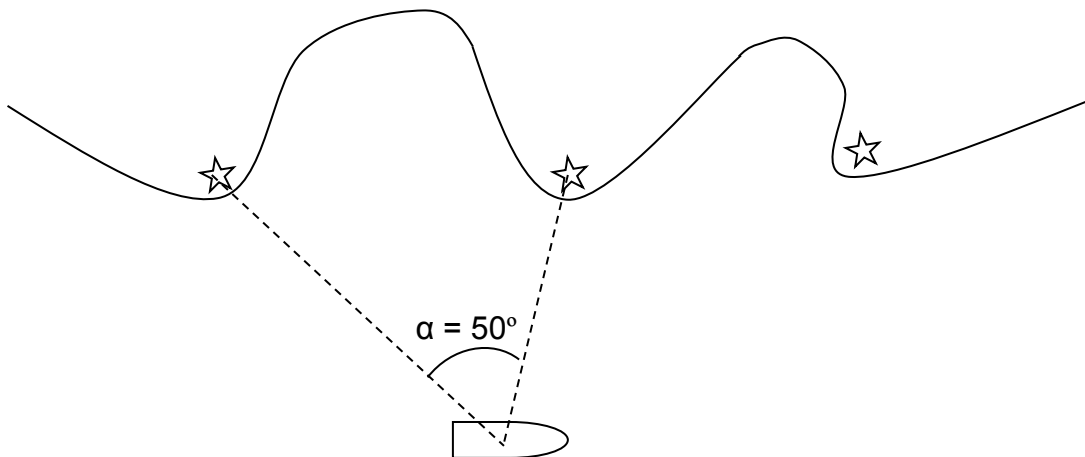
Para finalizarmos, transportamos o vetor rumo por forma a fazer coincidir a sua extremidade, ou seja, o ponto estimado, com o cruzamento dos dois azimutes.



SEGMENTOS CAPAZES

O objetivo desta técnica é obtermos a nossa posição através da marcação de dois ângulos horizontais do sextante (AHS).

Para o efeito, iremos necessitar de três pontos conspícuos que, de preferência se encontrem situados num eixo perpendicular ao da embarcação. O ideal seria que o ponto do meio se encontrasse mais perto da embarcação que os restantes.



Começamos por determinar um ângulo horizontal α entre dois pontos com o auxílio do sextante.

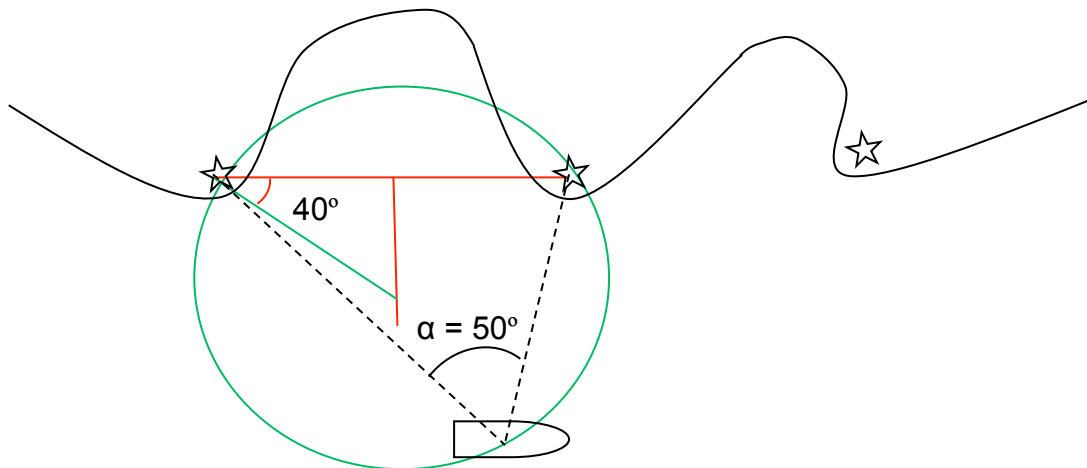


Seguidamente, unimos os dois pontos em terra e traçamos uma perpendicular equidistante dos mesmos. O objetivo é calcular o centro da circunferência que passa pelos dois pontos conspícuos e pela embarcação.

Calculamos o ângulo 90° menos α que, neste exemplo, é 40° . Com o transferidor marcamos este ângulo a partir da base de um dos lados. Obtemos um triângulo retângulo.

A interseção da perpendicular com a hipotenusa do triângulo retângulo dá-nos o centro da circunferência.

Finalmente, traçamos a circunferência que passa pelos dois pontos conspícuos e pela embarcação. Repare-se que nesta fase não sabemos ainda a sua localização exata. Sabemos apenas que se encontra num ponto sobre essa circunferência.



Para obtermos a localização exata da embarcação na carta náutica repetimos o procedimento em relação ao terceiro ponto conspícuo, obtendo, desta forma, uma segunda circunferência. A interseção das duas circunferências indica-nos o ponto onde nos encontramos.

