

NAVEGAÇÃO: A CIÊNCIA E A ARTE

**VOLUME I - NAVEGAÇÃO
COSTEIRA, ESTIMADA E EM
ÁGUAS RESTRITAS.**



ALTINEU PIRES MIGUENS

1

O PROBLEMA GERAL DA NAVEGAÇÃO

1.1 DEFINIÇÃO; FORMAS; SEQÜÊNCIA BÁSICA DAS ATIVIDADES

Entre as várias definições de navegação, uma que apresenta com precisão os principais aspectos envolvidos na questão estabelece que “navegação é a ciência e a arte de conduzir com segurança, dirigir e controlar os movimentos de um veículo, desde o ponto de partida até o seu destino”. O veículo pode ser um navio ou embarcação, um submarino, uma aeronave, uma espaçonave ou um veículo terrestre.

Da definição acima, derivam as diversas formas da navegação: navegação marítima (de superfície ou submarina), navegação aérea, navegação espacial e navegação terrestre. Outras classificações também aplicadas especificam ainda mais o meio ambiente no qual o veículo se desloca, surgindo daí categoria como navegação fluvial e navegação polar.

Este Manual aborda, basicamente, a navegação marítima de superfície, adotando, desta forma, a seguinte definição:

“NAVEGAÇÃO É A CIÊNCIA E A ARTE DE CONDUZIR, COM SEGURANÇA, UM NAVIO (OU EMBARCAÇÃO) DE UM PONTO A OUTRO DA SUPERFÍCIE DA TERRA”

Sem dúvida, a Navegação foi, inicialmente, quando o homem começou a locomover-se sobre a água em rústicas embarcações, uma arte. Entretanto, logo elementos de ciência foram incorporados. Hoje, a Navegação conserva aspecto de ambos. É uma ciência, pois envolve o desenvolvimento e utilização de instrumentos de precisão (alguns extremamente complexos), métodos, técnicas, cartas, tábuas e almanaques. É, também, uma arte, pois envolve o uso adequado dessas ferramentas sofisticadas e, principalmente, a interpretação das informações obtidas. A maior parte do trabalho da Navegação é feita com instrumentos de precisão e cálculos matemáticos. Porém, após a execução das observações e dos cálculos, o navegante experimentado aplica sua medida de arte, quando interpreta os dados disponíveis e resultados obtidos e afirma, indicando na Carta: “esta é a posição do navio”.

Para consecução do propósito da navegação, é necessário obedecer à seguinte seqüência básica de atividades:

- Efetuar um estudo prévio, detalhado, da derrota que se deseja seguir, utilizando, principalmente, as CARTAS NÁUTICAS da área em que se vai transitar e as PUBLICAÇÕES DE AUXÍLIO À NAVEGAÇÃO (Roteiros, Lista de Faróis, Lista de Auxílios-Rádio, Tábuas das Marés, Cartas-Piloto, Cartas de Correntes de Marés, etc.). Esta fase denomina-se **PLANEJAMENTO DA DERROTA**; e

- No mar, durante a **EXECUÇÃO DA DERROTA**, determinar a POSIÇÃO DO NAVIO sempre que necessário, ou projetá-la no futuro imediato, empregando técnicas da Navegação Estimada, a fim de se assegurar que o navio está, de fato, percorrendo a derrota planejada, com a velocidade de avanço prevista e livre de quaisquer perigos à navegação.

Um sumário das atividades a serem desenvolvidas na navegação é apresentada na Figura 1.1.

Figura 1-1

SEQÜÊNCIA DE OPERAÇÕES NA NAVEGAÇÃO

1. PLANEJAMENTO E TRAÇADO DA DERROTA (ESTUDO DA VIAGEM)
SELEÇÃO DAS CARTAS NÁUTICAS, CARTAS PILOTO E PUBLICAÇÕES DE SEGURANÇA À NAVEGAÇÃO NECESSÁRIAS.
VERIFICAR, PELOS “AVISOS AOS NAVEGANTES”, SE AS CARTAS E PUBLICAÇÕES ESTÃO ATUALIZADAS.
ESTUDO DETALHADO DA ÁREA EM QUE SE VAI NAVEGAR.
TRAÇADO DA DERROTA NAS CARTAS GERAIS E DE GRANDE ESCALA.
REGISTRO DE RUMOS, VELOCIDADES E ETAs.
2. DETERMINAÇÃO DA POSIÇÃO DO NAVIO.
3. PREVISÃO DA POSIÇÃO FUTURA DO NAVIO, UTILIZANDO TÉCNICAS DA NAVEGAÇÃO ESTIMADA.
4. NOVA DETERMINAÇÃO DA POSIÇÃO DO NAVIO.
5. CONFRONTO DA POSIÇÃO DETERMINADA E DA POSIÇÃO ESTIMADA PARA UM MESMO INSTANTE, A FIM DE:
 - a – DETERMINAR OS ELEMENTOS DA CORRENTE.
 - b – CORRIGIR O RUMO E A VELOCIDADE, PARA SEGUIR A DERROTA PREVISTA, COM A VELOCIDADE DE AVANÇO ESTABELECIDADA, COMPENSANDO A CORRENTE.
6. REPETIÇÃO DAS OPERAÇÕES DE (2) A (5), COM A FREQUÊNCIA NECESSÁRIA À SEGURANÇA DA NAVEGAÇÃO.

1.2 TIPOS E MÉTODOS DE NAVEGAÇÃO; PRECISÃO REQUERIDA E INTERVALO DE TEMPO ENTRE POSIÇÕES

Embora existam várias outras classificações, algumas até mesmo muito sofisticadas, é tradicionalmente reconhecido que a navegação apresenta três tipos principais, ou categorias primárias, de acordo com a distância que se navega da costa ou do perigo mais próximo:

NAVEGAÇÃO OCEÂNICA: é a navegação ao largo, em alto-mar, normalmente praticada a mais de 50 milhas da costa.

NAVEGAÇÃO COSTEIRA: como o próprio nome indica, é a navegação praticada já mais próximo da costa, em distâncias que, normalmente, variam entre 50 e 3 milhas da costa (ou do perigo mais próximo). Pode, também, ser definida como a navegação feita à vista de terra, na qual o navegante utiliza acidentes naturais ou artificiais (pontas, cabos, ilhas, faróis, torres, edificações, etc.) para determinar a posição do navio no mar.

NAVEGAÇÃO EM ÁGUAS RESTRITAS: é a navegação que se pratica em portos ou suas proximidades, em barras, baías, canais, rios, lagos, proximidades de perigos ou quaisquer outras situações em que a manobra do navio é limitada pela estrita configuração da costa ou da topografia submarina. É este, também, o tipo de navegação utilizado quando se navega a distância da costa (ou do perigo mais próximo) menores que 3 milhas. É o tipo de navegação que maior precisão exige.

O tipo de navegação praticado condiciona a precisão requerida para as posições e o intervalo de tempo entre posições determinadas. Embora não haja limites rígidos, os valores apresentados na Figura 1.2 dão uma idéia dos requisitos de precisão e da frequência mínima de determinação de posições para as três categorias básicas de navegação.

Figura 1.2 – Precisão requerida e intervalo de tempo entre posições

Requisito	Tipo de Navegação		
	Em águas restritas	Navegação costeira	Navegação oceânica
Distância à costa ou ao perigo mais próximo	Menor que 3 milhas	De 3 a 50 milhas	Maior que 50 milhas
Profundidade média	20 metros (e menores)	De 20 a 200 metros	Superior a 200 metros
Precisão requerida para as posições	Máxima (melhor que 0,05 da milha ou 100 jardas)	Da ordem de 0,1 da milha ou 200 jardas	1 a 2 milhas, em média
Frequência de determinação da posição	Cada 3 minutos, em média	10 a 30 minutos	3 vezes ao dia, no mínimo
Observação: Os valores típicos apresentados poderão variar de acordo com cada situação. As Organizações Internacionais que tratam da segurança da navegação, tal como a IMO (Organização Marítima Internacional) e a IALA (Organização Internacional de Sinalização Náutica) recomendam, por exemplo, que os sistemas eletrônicos de posicionamento para navegação de aproximação de portos e em águas restritas tenham uma precisão da ordem de 8 a 20 metros (95% de probabilidade).			

Para conduzir qualquer um dos tipos de navegação, o navegante utiliza-se de um ou mais métodos para determinar a posição do navio e dirigir seus movimentos.

Os principais MÉTODOS DE NAVEGAÇÃO são:

NAVEGAÇÃO ASTRONÔMICA: em que o navegante determina sua posição através de observações dos astros.

NAVEGAÇÃO VISUAL: em que o navegante determina sua posição através de observações visuais (marcações, alinhamentos, ângulos horizontais ou verticais, etc.) de pontos de terra corretamente identificados e/ou de auxílios à navegação de posições determinadas (condição essencial: os pontos de apoio e os auxílios à navegação visados devem estar representados na Carta Náutica da região).

NAVEGAÇÃO ELETRÔNICA: em que o navegante determina sua posição através de informações eletrônicas (obtidas de Radar, Radiogoniômetro, Omega, Decca, Loran, Satélite etc.).

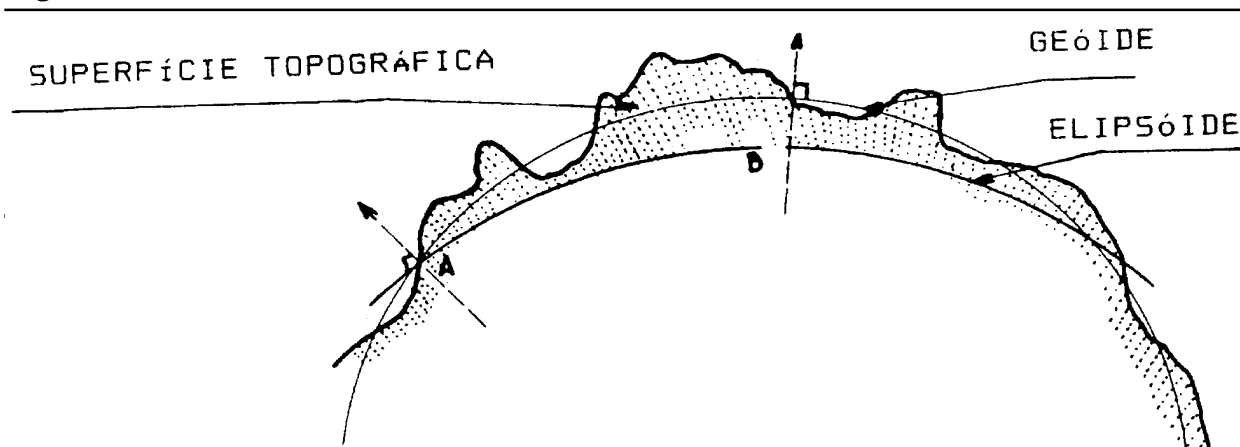
NAVEGAÇÃO ESTIMADA: método aproximado de navegação, através do qual o navegante executa a previsão da posição futura do navio (ou embarcação), partindo de uma posição conhecida e obtendo a nova posição utilizando o rumo, a velocidade e o intervalo de tempo entre as posições.

1.3 A FORMA DA TERRA; A ESFERA TERRESTRE

Primeiramente o homem imaginou a Terra como uma superfície plana, pois era assim que ele via. Com o correr dos tempos, descobriu-se que a Terra era aproximadamente esférica. Na realidade, a superfície que a Terra apresenta, com todas as suas irregularidades exteriores, é o que se denomina SUPERFÍCIE TOPOGRÁFICA DA TERRA e não tem representação matemática.

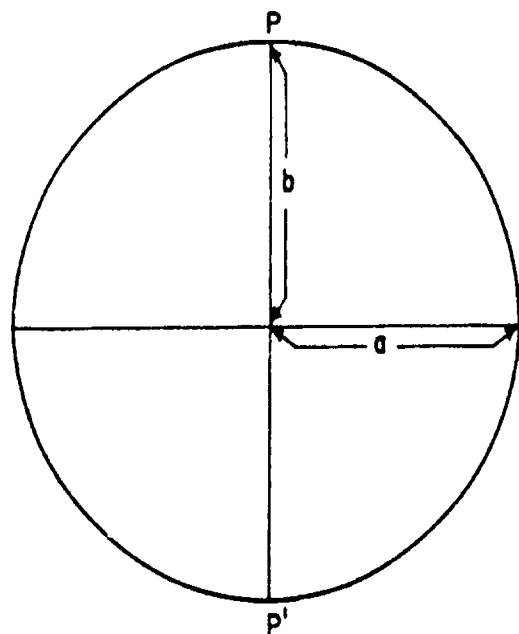
Tentando contornar o problema da falta de representação matemática para a superfície da Terra, concedeu-se o GEÓIDE, que seria o sólido formado pela superfície do nível médio dos mares, supondo-o recobrindo toda a Terra, prolongando-se através dos continentes (Figura 1.3).

Figura 1.3 – Forma da Terra



O GEÓIDE, entretanto, ainda não é uma superfície geometricamente definida. Assim, medições geodésicas precisas, realizadas no século passado e no início deste, estabeleceram como a superfície teórica que mais se aproxima da forma real da Terra, a do ELIPSÓIDE DE REVOLUÇÃO, que é o sólido gerado pela rotação de uma elipse em torno do eixo dos pólos (Figura 1.4).

Figura 1.4 – Parâmetros do Elipsóide Internacional de Referência



RAIO EQUATORIAL: $a = 6.378.388,000 \text{ m}$

RAIO POLAR : $b = 6.356.911,520 \text{ m}$

ACHATAMENTO : $\mu = \frac{a-b}{a} = 0,0033671$

$$\mu = \frac{1}{297}$$

EXCENTRICIDADE : $e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}} = 0,0819927$

O ELIPSÓIDE INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA tem os seguintes parâmetros:
RAIO EQUATORIAL (SEMI-EIXO MAIOR):

$a = 6.378.388,00$ metros

RAIO POLAR (SEMI-EIXO MENOR):

$b = 6.356.911,52$ metros

ACHATAMENTO: $\mu = \frac{a - b}{a} = \frac{1}{297} = \frac{21.476,05}{6.378.388,00} = 0,003367 = \frac{1}{297}$

EXCENTRICIDADE: $e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}} = 0,0819927$

Os parâmetros de outros elipsóides de referência podem ser encontrados no Apêndice C (Volume II).

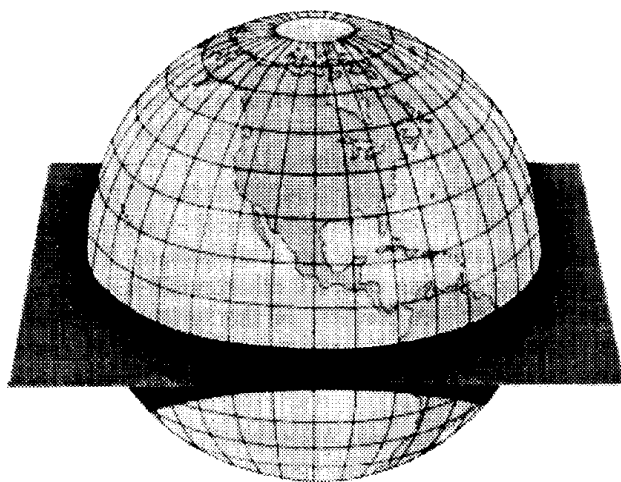
A diferença deste ELIPSÓIDE para uma SUPERFÍCIE ESFÉRICA é, porém, muito pequena e, assim, a ESFERA é adotada como SUPERFÍCIE TEÓRICA DA TERRA nos cálculos da navegação astronômica e em muitos outros trabalhos astronômicos.

1.4 PRINCIPAIS LINHAS, PONTOS E PLANOS DO GLOBO TERRESTRE

EIXO DA TERRA: é a linha em torno da qual a Terra executa o seu movimento de rotação, de Oeste para Leste (o que produz nos outros astros um MOVIMENTO APARENTE de Leste para Oeste).

PÓLOS: são pontos em que o eixo intercepta a superfície terrestre. O PÓLO NORTE é o que se situa na direção da Estrela Polar (a URSA MINORIS); o PÓLO SUL é o oposto.

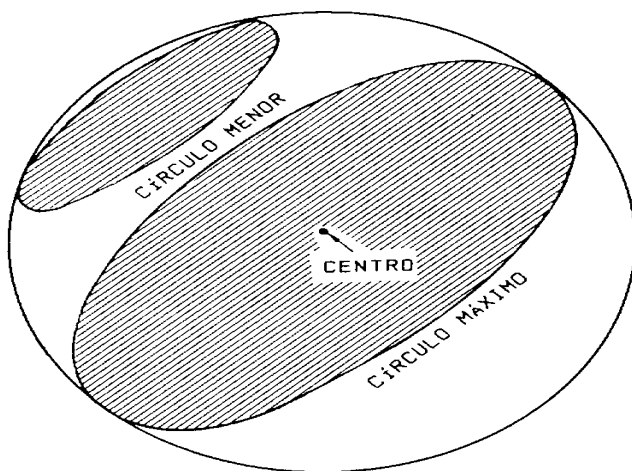
Figura 1.5 – Equador: círculo máximo a meio entre os pólos



PLANO EQUATORIAL: é o plano perpendicular ao eixo de rotação da Terra e que contém o seu centro (Figura 1.5).

EQUADOR DA TERRA: é o círculo máximo resultante da interseção do plano equatorial com a superfície terrestre. O equador divide a Terra em dois hemisférios, o HEMISFÉRIO NORTE e o HEMISFÉRIO SUL.

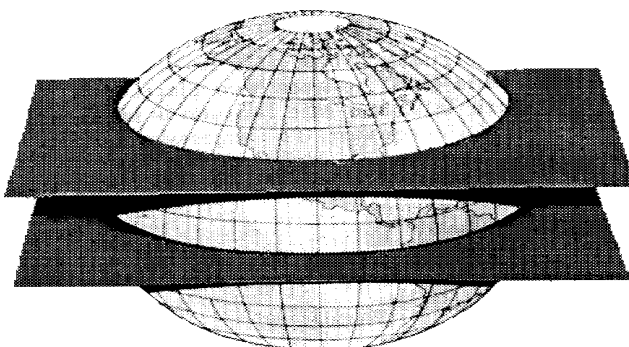
Figura 1.6 – Círculo máximo e círculo menor



CÍRCULO MÁXIMO: é a linha que resulta da interseção com a superfície terrestre de um plano que contenha o CENTRO DA TERRA.

CÍRCULO MENOR: é a linha que resulta da interseção com a superfície terrestre de um plano que não contenha o CENTRO DA TERRA (Figura 1.6).

Figura 1.7 – Paralelo ou paralelo de latitude

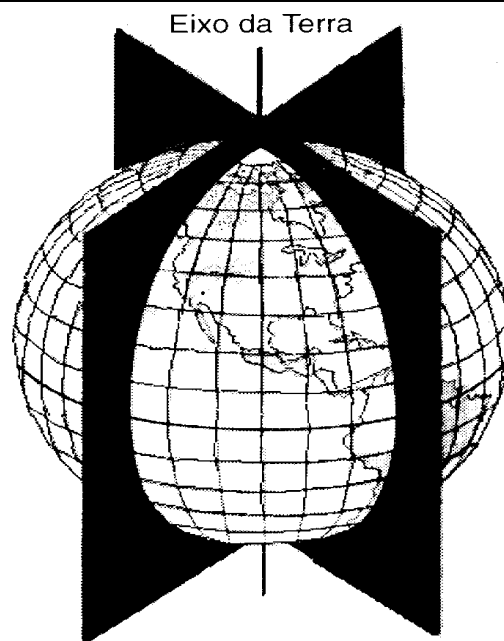


PARALELOS: são círculos menores paralelos ao Equador e, portanto, perpendiculares ao Eixo da Terra. Seus raios são sempre menores que o do Equador (Figura 1.7)

Entre os paralelos distinguem-se o TRÓPICO DE CâNCER (paralelo de $23,5^\circ$ de Latitude Norte), o TRÓPICO DE CAPRICÓRNI (paralelo de $23,5^\circ$ Latitude Sul), o CÍRCULO POLAR ÁRTICO (paralelo de $66,5^\circ$ de Latitude Norte) e o CÍRCULO POLAR ANTÁRTICO (paralelo de $66,5^\circ$ de Latitude Sul). Os paralelos materializam a direção E – W.

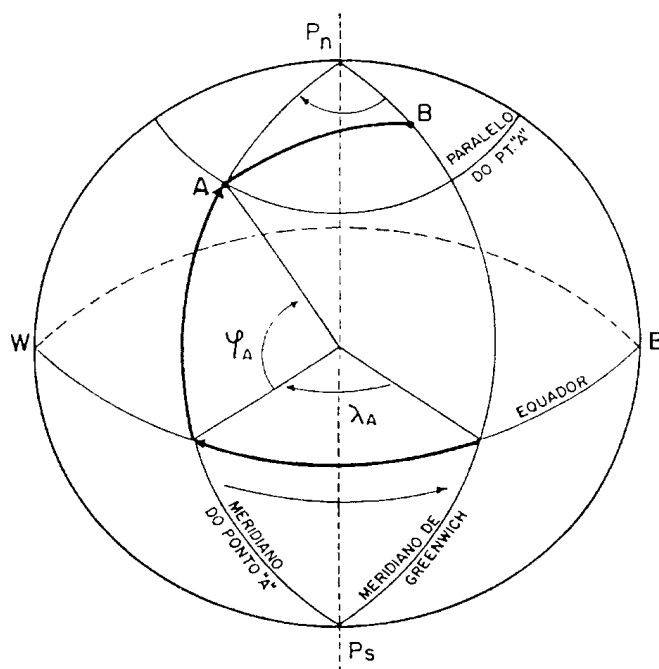
MERIDIANOS: são os círculos máximos que contém os pólos da Terra (Figura 1.8). Os meridianos marcam a direção N – S.

Figura 1.8 – Meridianos



1.5 A POSIÇÃO NA TERRA; SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Figura 1.9 – Principais linhas, planos e pontos do globo terrestre: sistema de coordenadas geográficas



LATITUDE DE UM LUGAR (o símbolo é a letra grega ψ): 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.

LONGITUDE DE UM LUGAR: (o símbolo é a letra grega λ): é o arco do Equador, ou o ângulo no Pólo, compreendido entre o MERIDIANO DE GREENWICH e o MERIDIANO DO LUGAR. Conta-se de 0° a 180° , para Leste ou para Oeste de Greenwich.

O MERIDIANO DE GREENWICH, que serve de referência para contagem das Longitudes, é denominado PRIMEIRO MERIDIANO.

DIFERENÇA DE LATITUDE ENTRE DOIS LUGARES (símbolo Dj): é o arco de meridiano compreendido entre os paralelos que passam por esses lugares. Para se obter a DIFERENÇA DE LATITUDE entre dois pontos deve-se subtrair ou somar os valores de suas Latitudes, conforme eles sejam, respectivamente, de mesmo nome ou de nomes contrários. Assim, por exemplo, a DIFERENÇA DE LATITUDE entre o ponto A, situado sobre o paralelo de 30°N, e o ponto B, situado sobre o paralelo de 45°N, será de 15°. Ademais, costuma-se indicar, também, o SENTIDO da DIFERENÇA DE LATITUDE. Dessa forma, dir-se-ia que a Dj de A para B é de 15°N, ao passo que a Dj de B para A seria de 15°S.

LATITUDE MÉDIA ENTRE DOIS LUGARES (jm): é a Latitude correspondente ao paralelo médio entre os paralelos que passam pelos dois lugares. Seu valor é obtido pela semi-soma ou semi-diferença das Latitudes dos dois lugares, conforme estejam eles no mesmo hemisfério ou em hemisférios diferentes (neste caso, terá o mesmo nome que o valor maior). No exemplo anterior, a LATITUDE MÉDIA entre os pontos A (Latitude 30°N) e B (Latitude 45°N) é $j_m = \frac{30^\circ N + 45^\circ N}{2} = 37,5^\circ N$. A LATITUDE MÉDIA entre o ponto C (Latitude 40°N) e o ponto D (Latitude 12°S) será: $j_m = \frac{40^\circ N + 12^\circ S}{2} = 14^\circ N$

DIFERENÇA DE LONGITUDE ENTRE DOIS LUGARES (Dl): é o arco do Equador compreendido entre os meridianos que passam por esses lugares. A obtenção de seu valor é semelhante à da DIFERENÇA DE LATITUDE. Assim, por exemplo, a DIFERENÇA DE LONGITUDE entre o ponto E (Longitude 045°W) e o ponto F (Longitude 075°W) será de 30°W (Dl entre F e E seria de 30°E). A DIFERENÇA DE LONGITUDE entre G (Longitude 015°W) e H (Longitude 010°E) é de 25°E.

1.6 DISTÂNCIAS NA SUPERFÍCIE DA TERRA; AMILHANÁUTICA (OU MILHA MARÍTIMA); LOXODROMIA E ORTODROMIA

a. A MILHA NÁUTICA

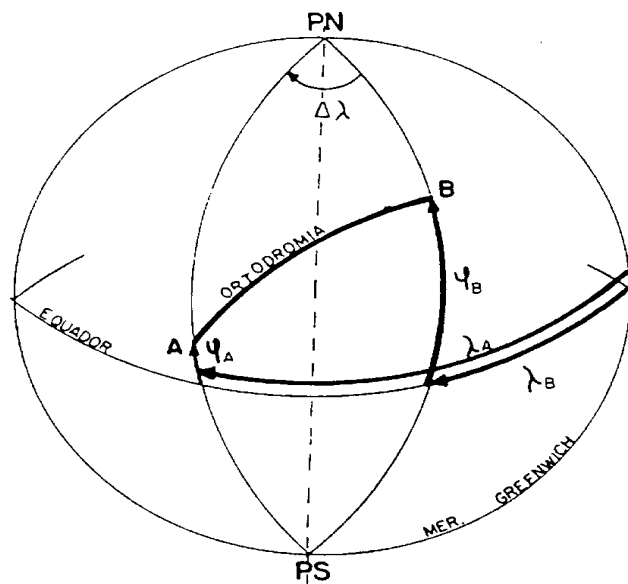
DISTÂNCIA entre dois pontos na superfície da Terra é a separação espacial entre eles, expressa pelo comprimento da linha que os une. Em navegação as DISTÂNCIAS são normalmente medidas em MILHAS NÁUTICAS.

MILHA NÁUTICA (ou MILHA MARÍTIMA) é o comprimento do arco de meridiano que subtende um ângulo de 1 minuto no centro da Terra. Mais resumidamente, pode-se definir a MILHA NÁUTICA como sendo o comprimento do arco de 1' de Latitude. Contudo, o comprimento do arco de meridiano correspondente a um ângulo de 1' no centro da Terra varia ligeiramente com o lugar, uma vez que a Terra não é perfeitamente esférica. Dado, porém, o interesse de uma unidade de valor constante, fixou-se, por um Acordo Internacional (1929), o valor da milha náutica em 1852 METROS, independentemente da Latitude do lugar. Poder-se-ia, então, definir uma MILHA NÁUTICA como o comprimento do arco de um minuto de meridiano terrestre e dizer que seu valor é de 1852 METROS.

Devido ao problema das deformações em Latitude apresentadas nas CARTAS DE MERCATOR (Latitudes Crescidas), as distâncias nestas cartas devem ser sempre medidas na escala das Latitudes (1 minuto de Latitude é igual a uma milha).

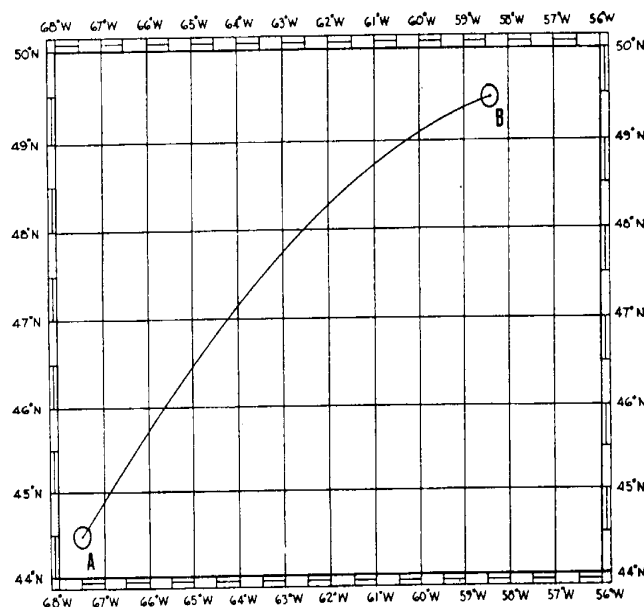
b. ORTODROMIA E LOXODROMIA

Figura 1.10 – Ortodromia (arco de círculo máximo)



NA ESPERA TERRESTRE

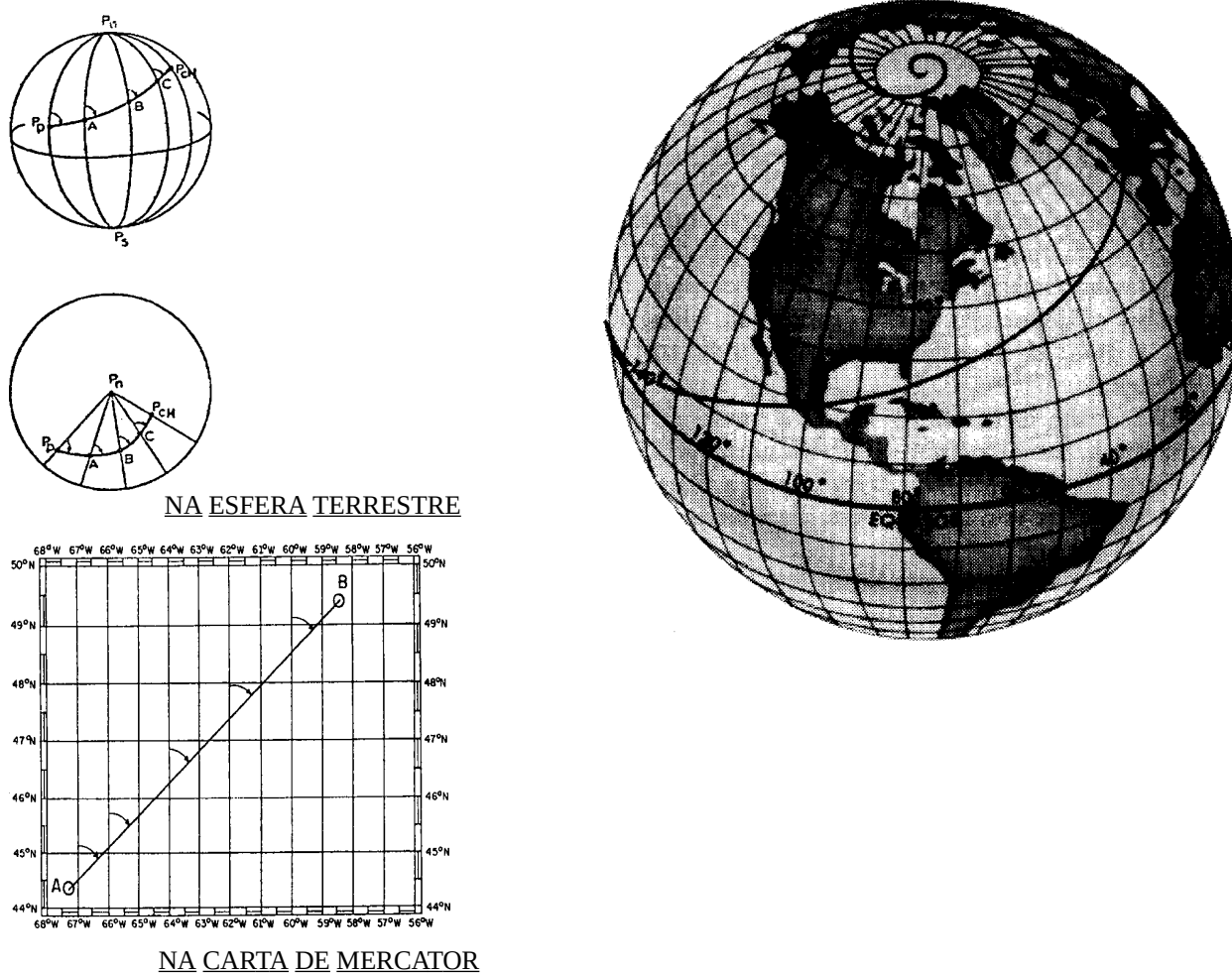
ORTODROMIA: é qualquer segmento de um círculo máximo da esfera terrestre. É, assim, a menor distância entre dois pontos na superfície da Terra (Figura 1.10).



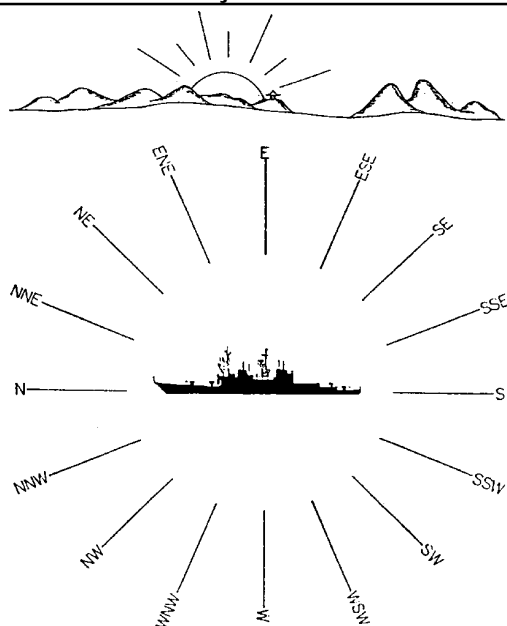
NA CARTA DE MERCATOR

– **LOXODROMIA OU LINHA DE RUMO:** é a linha que intercepta os vários meridianos segundo um ângulo constante (Figura 1.11).

Embora a menor distância entre dois pontos na superfície da Terra seja uma ORTODROMIA, isto é, o arco do círculo máximo que passe pelos dois pontos, em navegação é quase sempre mais conveniente navegar por uma LOXODROMIA, isto é, por uma LINHA DE RUMO, indicada pela Agulha, na qual a direção da proa do navio corte todos os meridianos sob um mesmo ângulo.

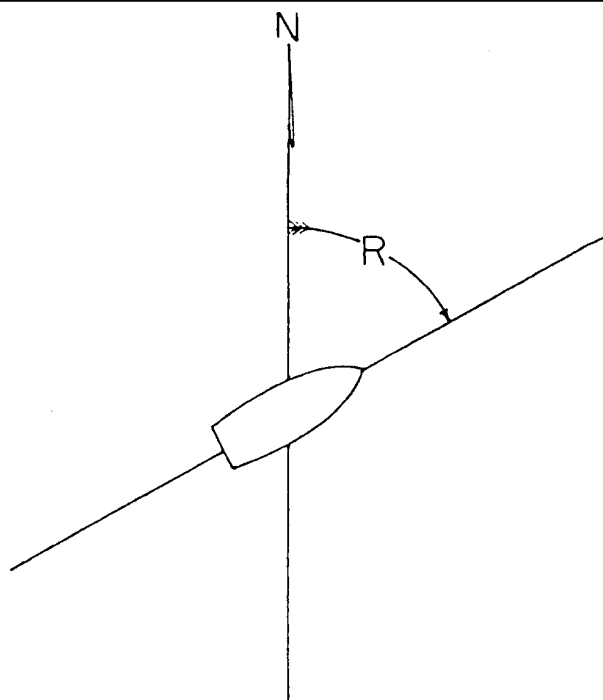
Figura 1.11 – Linha de rumo ou loxodromia

1.7 A DIREÇÃO NO MAR; RUMOS E MARCAÇÕES

Figura 1.12 – Direções

DIREÇÃO: é, na superfície da Terra, a linha que liga dois pontos. A Figura 1.12 apresenta as direções CARDEAIS, INTERCARDEAIS ou LATERAIS e COLATERAIS, comumente referidas em navegação (todas as direções mostradas são DIREÇÕES VERDADEIRAS, isto é, têm como referência o NORTE VERDADEIRO).

CARDEAIS	N, S, E e W
LATERAIS	NE, SE, NW e SW
COLATERAIS	NNE, ENE, ESSE, SSE, NNW, WNW, WSW e SSW

Figura 1.13 - Rumo

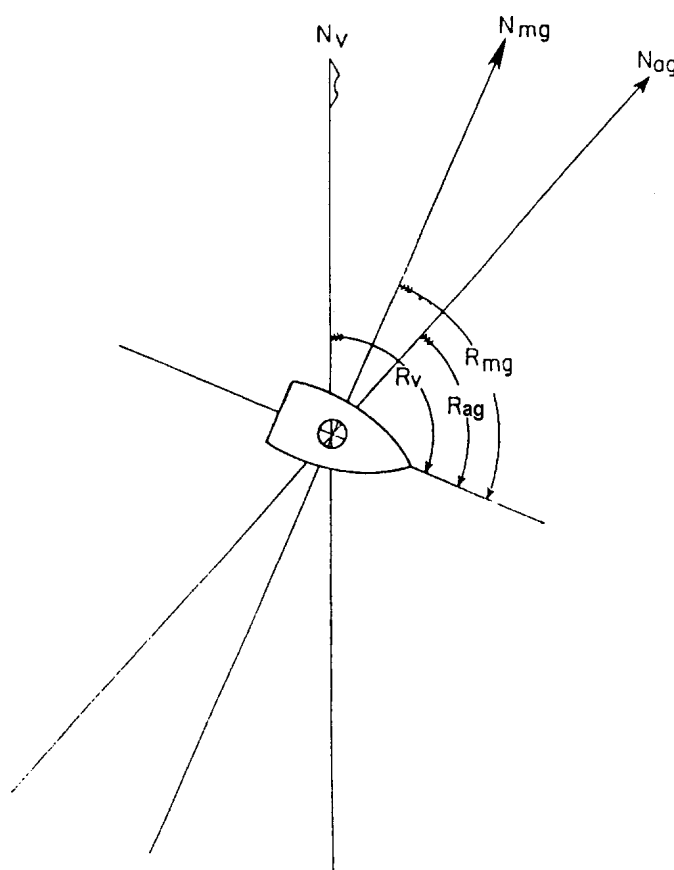
RUMOS: um navio (ou embarcação) governa seguindo um RUMO, que pode ser definido como o ângulo horizontal entre uma direção de referência e a direção para a qual aponta a proa do navio ou, o que é o mesmo, o ângulo horizontal entre uma direção de referência e a proa do navio. Os rumos são medidos de 000° a 360° , no sentido do movimento dos ponteiros de um relógio, a partir da DIREÇÃO DE REFERÊNCIA (Figura 1.13).

As três DIREÇÕES DE REFERÊNCIA mais utilizadas em navegação são:

NORTE VERDADEIRO(ou GEOGRÁFICO)

NORTE MAGNÉTICO

NORTE DA AGULHA

Figura 1.14 - Rumos verdadeiro, magnético e da agulha

Assim, conforme a DIREÇÃO DE REFERÊNCIA em relação à qual é medido, o rumo denomina-se (Figura 1.14):

RUMO VERDADEIRO (R_v)

RUMO MAGNÉTICO (R_{mg})

RUMO DA AGULHA (R_{ag})

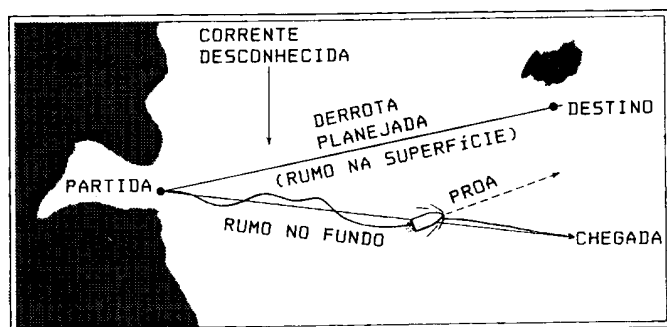
Também relacionados aos conceitos acima apresentados, podem ser definidos os seguintes elementos:

PROA: é a direção para a qual o navio está apontando, num determinado instante. Quando se governa em um determinado RUMO, nem sempre se consegue mantê-lo rigorosamente constante. Normalmente, por influência do estado do mar (ondas, vagalhões), vento, erros dos timoneiro, etc., a direção em que se navega varia em torno do rumo desejado. A direção para a qual o navio está apontando, em um determinado instante, é, então, denominada PROA.

RUMOS PRÁTICOS: quando se navega em rios, canais estreitos ou águas confinadas, é comum orientar-se por referências de terra, e não por rumos da agulha. Estas direções, nas quais o navio deve governar para manter-se safo de perigos, são denominadas RUMOS PRÁTICOS.

Na realidade, especificamente, o termo RUMO aplica-se à direção na qual se navega na superfície do mar, que, em geral, encontra-se em movimento, pelo efeito da corrente. Assim, surge o conceito de RUMO NO FUNDO, como a direção resultante realmente navegada, desde o ponto de partida até o ponto de chegada num determinado momento. Normalmente, o RUMO NO FUNDO é a resultante entre o RUMO NA SUPERFÍCIE e a CORRENTE, conforme mostrado na Figura 1.15.

Figura 1.15 –



As abreviaturas utilizadas são:

RUMO VERDADEIRO: R ou R_v

RUMO MAGNÉTICO: R_{mg}

RUMO DA AGULHA: R_{ag}

RUMOS PRÁTICOS: R_p

RUMO NO FUNDO: R_{fd}

A precisão adotada é de 0,5°; um RUMO deve ser sempre escrito com três algarismos em sua parte inteira. Exemplos: 045°; 072°; 180°; 347.5°; 233.5°.

MARCAÇÃO: é o ângulo horizontal entre a linha que une o navio a um outro objeto e uma determinada DIREÇÃO DE REFERÊNCIA, medido a partir da DIREÇÃO DE REFERÊNCIA.

Esta DIREÇÃO DE REFERÊNCIA pode ser:

NORTE VERDADEIRO (ou GEOGRÁFICO)

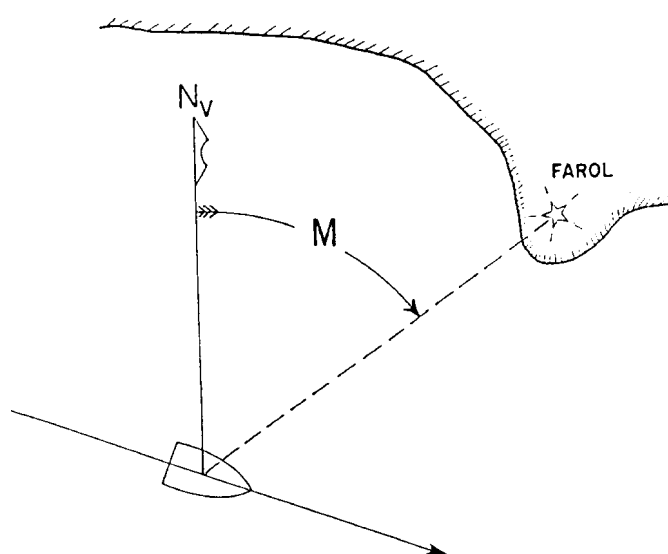
NORTE MAGNÉTICO

NORTE DA AGULHA

PROA DO NAVIO

Conforme a DIREÇÃO DE REFERÊNCIA, a marcação será denominada:

Figura 1.16 – Marcação verdadeira



MARCAÇÃO VERDADEIRA (M ou M_v): ângulo horizontal entre o NORTE VERDADEIRO e a linha que une o navio ao objeto marcado, medido de 000° a 360°, no sentido do movimento dos ponteiros de um relógio, a partir do NORTE VERDADEIRO (Figura 1.16).

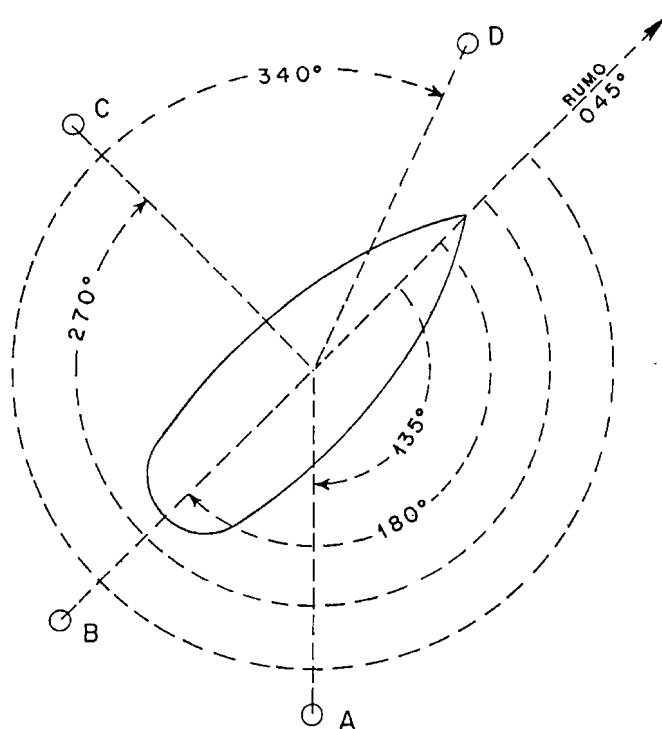
MARCAÇÃO MAGNÉTICA (M_{mg}): ângulo horizontal entre o NORTE MAGNÉTICO e a linha que une o navio ao objeto marcado, medida de 000° a 360°, no sentido horário, a partir do NORTE

MAGNÉTICO.

MARCAÇÃO DA AGULHA (M_{ag}): ângulo horizontal entre o NORTE DA AGULHA e a linha que une o navio ao objeto marcado, medido de 000° a 360° , no sentido horário, a partir do NORTE DA AGULHA.

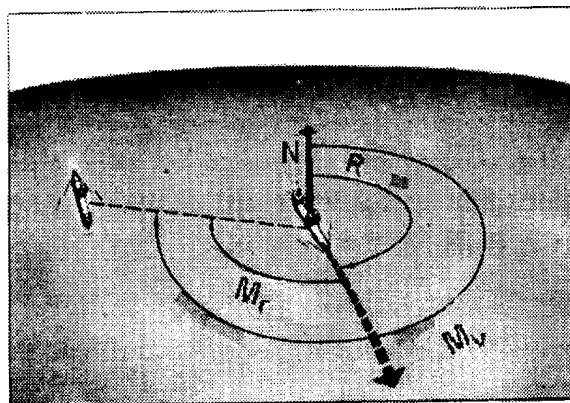
Quando a DIREÇÃO DE REFERÊNCIA é a PROA DO NAVIO, a marcação pode ser denominada de MARCAÇÃO RELATIVA ou MARCAÇÃO POLAR.

Figura 1.17 –



MARCAÇÃO RELATIVA (M_r): é o ângulo horizontal entre a PROA e a linha que une o navio ao objeto marcado, medido de 000° a 360° , no sentido horário, a partir da PROA (Figura 1.17). Então, teremos $M_v = M_r + R$

(Figura 1.18).



$$M_v = M_r + R$$

Figura 1.18 – $M_v = M_r + R$

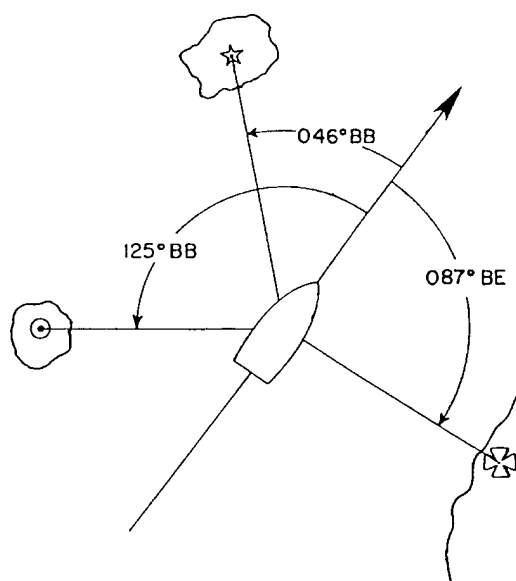


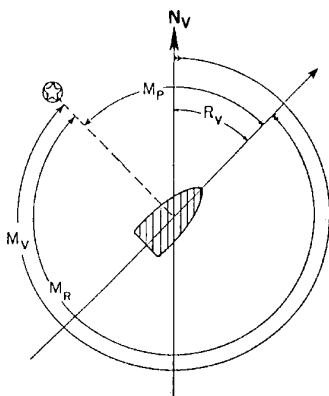
Figura 1.19 – Marcação polar

MARCAÇÃO POLAR (M_p): é medida a partir da proa para BORESTE (BE) ou para BOMBORDO (BB), de 000° a 180° . Recebe sempre uma designação (BE ou BB), tal como mostrado na Figura 1.19.

Figura 1.20 –

Um navio no $R_v = 045^\circ$, marca um farol exatamente pelo # de BB

- Qual a M_p ?
- Qual a M_r ?
- Qual a M_v ?



Na figura 1.20, um navio, no RUMO VERDADEIRO $R_v = 045^\circ$, marca um farol exatamente no través de BB, isto é, na MARCAÇÃO POLAR, $M_p = 090^\circ$ BB. É possível, então, obter a MARCAÇÃO RELATIVA (M_r) e a MARCAÇÃO VERDADEIRA (M_v) do farol:

$$M_r = 270^\circ$$

$$M_v = M_r + R = 147^\circ$$

Tal como os RUMOS, as MARCAÇÕES também devem ser sempre escritas com três algarismos em sua parte inteira. A aproximação: A ser usada é de 0.5° . Exemplos: $M = 082^\circ$; $M = 033.5^\circ$; $M = 147^\circ$.

1.8 A VELOCIDADE NO MAR

VELOCIDADE é distância percorrida na unidade de tempo. Em navegação, a unidade de velocidade comumente utilizada é o NÓ, que corresponde à velocidade de 1 MILHA NÁUTICA POR HORA.

VELOCIDADE NO FUNDO (vel fd) é a expressão que designa velocidade ao longo da derrota realmente seguida, em relação ao fundo do mar, desde o ponto de partida até um ponto de chegada.

VELOCIDADE DE AVANÇO (SOA, do inglês “SPEED OF ADVANCE”) é a expressão usada para indicar a velocidade com que se pretende progredir ao longo da derrota planejada. É um importante dado de planejamento, com base no qual são calculados os ETA (“ESTIMATED TIME OF ARRIVAL” ou HORA ESTIMADA DE CHEGADA) e os ETD (“ESTIMATED TIME OF DEPARTURE” ou HORA ESTIMADA DE PARTIDA) aos diversos pontos e portos da derrota planejada.

1.9 OUTRAS UNIDADES DE MEDIDA UTILIZADAS EM NAVEGAÇÃO

MEDIDAS DE DISTÂNCIAS

$$1 \text{ jarda} = 3 \text{ pés} = 0,914 \text{ m}$$

Na realidade, 1 milha náutica tem 2.025,37 jardas. Entretanto, de modo aproximado, muitas vezes considera-se, em navegação, 1 milha = 2.000 jardas.

$$1 \text{ amarra} = 100 \text{ braças} = 200 \text{ jardas} = 183 \text{ m}$$

MEDIDAS DE PROFUNDIDADES

$$1 \text{ m} = 3,281 \text{ pés} = 1,09 \text{ jardas} = 0,55 \text{ braças}$$

$$1 \text{ pé} = 12 \text{ polegadas} = 0,3048 \text{ m}$$

$$1 \text{ braça} = 2 \text{ jardas} = 6 \text{ pés} = 1,83 \text{ m}$$

2

PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS; A CARTA NÁUTICA

2.1 MAPAS E CARTAS; O PROBLEMA DA REPRESENTAÇÃO DA TERRA SOBRE UMA SUPERFÍCIE PLANA

Embora a distinção seja um tanto convencional, é oportuno iniciar este Capítulo estabelecendo a diferença entre os conceitos de **mapa** e **carta**:

MAPA: é a representação do globo terrestre, ou de trechos da sua superfície, sobre um plano, indicando fronteiras políticas, características físicas, localização de cidades e outras informações geográficas, sócio-políticas ou econômicas. Os mapas, normalmente, não têm caráter técnico ou científico especializado, servindo apenas para fins ilustrativos ou culturais e exibindo suas informações por meio de cores e símbolos.

CARTA: é, também, uma representação da superfície terrestre sobre um plano, mas foi especialmente traçada para ser usada em navegação ou outra atividade técnica ou científica, servindo não só para ser examinada, mas, principalmente, para que se trabalhe sobre ela na resolução de problemas gráficos, onde os principais elementos serão ângulos e distâncias, ou na determinação da posição através das coordenadas geográficas (latitude e longitude). As **CARTAS** permitem medições precisas de distâncias e direções (azimutes).

Desta forma, os documentos cartográficos utilizados em navegação são sempre chamados de Cartas, ou, mais precisamente, Cartas Náuticas.

O PROBLEMA DA REPRESENTAÇÃO DA TERRA SOBRE UMA SUPERFÍCIE PLANA

A única forma rigorosa de representar a superfície da Terra é por meio de globos, nos quais se conservam exatamente as posições relativas de todos os pontos e as dimensões são apresentadas em uma escala única. Entretanto, os detalhes que a navegação exige obrigariam à construção de um globo de proporções exageradas (em um globo de 1,28m de diâmetro,

por exemplo, a escala é de aproximadamente 1/10.000.000, o que não permite representar detalhes inferiores a 2km). Este inconveniente e mais as dificuldades que se apresentariam para o traçado da derrota ou a plotagem de pontos a bordo afastam de cogitações este sistema.

Por isso, interessa representar sobre uma folha de papel (isto é, no plano) a totalidade ou uma parte da superfície terrestre, aproximadamente esférica. É impossível fazer isto sem deformações ou distorções, pois a superfície de uma esfera (ou de um elipsóide) não é desenvolvível no plano.

SISTEMAS DE PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS são métodos utilizados para representar a superfície de uma esfera (ou de um elipsóide), no todo ou em parte, sobre uma superfície plana. O processo consiste em transferir pontos da superfície da esfera (ou elipsóide) para um plano, ou para uma superfície desenvolvível em um plano, tal como um cilindro ou um cone.

2.2 SELEÇÃO DO SISTEMA DE PROJEÇÃO: CONDIÇÕES DESEJÁVEIS EM UMA REPRESENTAÇÃO DA SUPERFÍCIE DA TERRA SOBRE UM PLANO

SELEÇÃO DA PROJEÇÃO: a construção de uma carta requer a seleção de um sistema de projeção. Este sistema será escolhido de maneira que a carta venha a possuir as propriedades que satisfaçam às finalidades propostas para sua utilização.

Cada projeção tem características distintas, que a tornam adequada para determinados usos, embora nenhuma projeção possa atender completamente a todas as condições desejáveis. As características distintas de cada sistema de projeção são mais notáveis em cartas que representam grandes áreas. À medida que a área representada se reduz, as diferenças entre as várias projeções passam a ser menos conspícuas, até que, nas cartas de escala muito grande, como nas cartas de portos ou outras áreas restritas, todas as projeções tornam-se praticamente idênticas.

O ideal seria construir uma carta que reunisse todas as propriedades, representando uma superfície rigorosamente semelhante à superfície da Terra. Esta carta deveria possuir as seguintes propriedades:

1. Representação dos ângulos sem deformação e, em decorrência, manutenção da verdadeira forma das áreas a serem representadas (conformidade).
2. Inalterabilidade das dimensões relativas das mesmas (equivalência).
3. Constância das relações entre as distâncias dos pontos representados e as distâncias dos seus correspondentes na superfície da Terra (eqüidistância).
4. Representação dos círculos máximos por meio de linhas retas.
5. Representação das loxodromias (linhas de rumo) por linhas retas.
6. Facilidade de obtenção das coordenadas geográficas dos pontos e, vice-versa, da plotagem dos pontos por meio de suas coordenadas geográficas.

As propriedades acima relacionadas seriam facilmente conseguidas se a superfície da Terra fosse plana ou uma superfície desenvolvível. Como tal não ocorre, torna-se impossível a construção da carta-ideal, isto é, da carta que reúna todas as condições desejáveis.

A solução será, portanto, construir uma carta que, sem possuir todas as condições ideais, possua aquelas que satisfaçam determinado objetivo. É, pois, necessário, ao se fixar o sistema de projeção escolhido para representar determinada região, considerar o fim a que se destina a carta em projeto, para, então, estabelecer quais as deformações que poderão ser admitidas, quais as que terão de ser anuladas e que propriedades deverão ser preservadas.

A Cartografia Náutica necessita representar a linha de rumo (loxodromia) como uma linha reta e de modo que essa reta forme com as transformadas dos meridianos um ângulo constante e igual ao seu azimuth. Desta forma, o tipo de projeção escolhido deverá satisfazer essa exigência.

2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE PROJEÇÕES

As projeções, quanto ao **método de construção**, classificam-se em: **geométricas**, **analíticas** e **convencionais**.

Projeções geométricas se baseiam em princípios geométricos projetivos. Podem ser subdivididas em: **projeções perspectivas** e **pseudo-perspectivas**.

As **projeções perspectivas** são as obtidas pelas interseções sobre determinada superfície dos feixes de retas que passam pelos pontos correspondentes da superfície da Terra e por um ponto fixo, denominado **ponto de vista**.

O **ponto de vista** é sempre considerado como situado sobre a direção da vertical do ponto central da porção da superfície da Terra que se deseja representar e pode estar disposto a qualquer distância do centro da Terra, desde o infinito até coincidente com esse próprio centro. Porém, ele é geralmente situado em três posições, surgindo então uma importante classificação das **projeções perspectivas** (Figura 2.1):

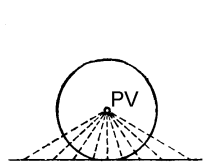
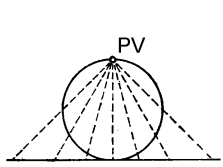
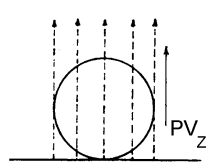
GNOMÔNICA	ESTEREOGRÁFICA	ORTOGRÁFICA
		

Figura 2.1 - Projeções perspectivas

a) **gnomônica** – ponto de vista no centro da Terra;

b) **estereográfica** – ponto de vista na superfície da Terra;

c) **ortográfica** – ponto de vista no infinito.

Projeções pseudo-perspectivas são projeções perspectivas nas quais se recorre a algum artifício, de maneira a se obter determinada propriedade.

Um exemplo desse tipo de projeção é a projeção cilíndrica equatorial estereográfica, na qual o ponto de vista não fica fixo, mas vai percorrendo o equador, situando-se sempre no anti- meridiano do ponto a projetar.

Projeções analíticas são aquelas que perderam o sentido geométrico propriamente dito, em consequência da introdução de leis matemáticas, visando-se conseguir determinadas propriedades.

Em virtude das diversas adaptações que as projeções deste grupo podem sofrer quando se deseja obter essa ou aquela propriedade, tal grupo assume grande importância.

Projeções convencionais são as que se baseiam em princípios arbitrários, puramente convencionais, em função dos quais se estabelecem suas expressões matemáticas.

Outra importante classificação dos sistemas de projeções é segundo a superfície de projeção adotada. Essa superfície pode ser um plano ou uma superfície auxiliar desenvolvível em um plano. Daí a classificação em projeções planas e projeções por desenvolvimento (Figura 2.2).

Figura 2.2 -



A projeção é então dita plana, quando a superfície de projeção é um plano. Esse plano poderá ser tangente ou secante à superfície da Terra.

A projeção plana é geralmente chamada azimutal, em virtude de os azimutes em torno do ponto de tangência

serem representados sem deformações. As projeções azimutais são também chamadas zenitais.

A projeção é por desenvolvimento, quando a superfície de projeção é uma superfície desenvolvível.

De acordo com a natureza dessa superfície desenvolvível, as projeções desse tipo se classificam em cônicas, cilíndricas e poliédricas.

Incluídas no grupo das projeções cônicas estão as projeções policônicas. Nestas, em vez de apenas um cone, a superfície de projeção adotada compõe-se de diversos cones tangentes à superfície da Terra.

Os sistemas de projeções são também classificados de acordo com a situação da superfície de projeção.

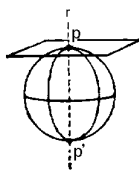
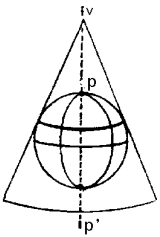
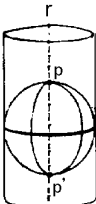
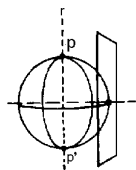
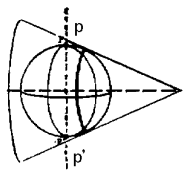
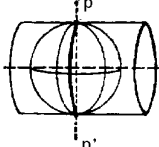
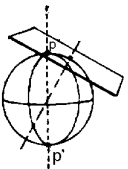
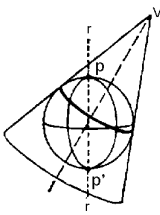
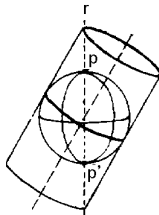
Essa classificação é feita, no caso das projeções planas ou azimutais, de acordo com a posição do plano de projeção e do ponto de tangência ou pólo da projeção; e, no caso das projeções por desenvolvimento, segundo a posição do eixo da superfície cônica ou cilíndrica.

As projeções planas ou azimutais são, então, classificadas em (Figura 2.3):

- polares** – ponto de tangência no pólo; eixo da Terra perpendicular ao plano de projeção;
- equatoriais** ou **meridianas** – ponto de tangência no equador; eixo da Terra paralelo ao plano de projeção; plano de projeção paralelo ao plano de um meridiano;
- horizontais** ou **oblíquas** – ponto de tangência em um ponto qualquer da superfície da Terra; eixo da Terra inclinado em relação ao plano de projeção.

As **projeções por desenvolvimento** são classificadas em (Figura 2.3):

Figura 2.3 - Classificação das projeções segundo a situação da superfície de projeção

PLANAS	CÔNICAS	CILÍNDRICAS
 POLAR - plano tangente no pólo	 NORMAL - eixo do cone paralelo ao eixo da Terra.	 EQUATORIAL - eixo do cilindro paralelo ao eixo da Terra.
 EQUATORIAL - plano tangente no equador.	 TRANSVERSA - eixo do cone perpendicular ao eixo da Terra.	 TRANSVERSA - eixo do cilindro perpendicular ao eixo da Terra.
 HORIZONTAL - plano tangente em um ponto qualquer.	 HORIZONTAL - eixo do cone inclinado em relação ao eixo da Terra.	 HORIZONTAL - eixo do cilindro inclinado em relação ao eixo da Terra.

a. **normais** – eixo do cone paralelo ao eixo da Terra;

equatoriais – eixo do cilindro paralelo ao eixo da Terra;

b. **transversas** – eixo do cone perpendicular ao eixo da Terra;

transversas ou meridianas – eixo do cilindro perpendicular ao eixo da Terra;

c. **horizontais** ou **oblíquas** – eixo do cone ou cilindro inclinado em relação ao eixo da Terra.

As projeções são, ainda, classificadas segundo as **propriedades que conservam**, em: **eqüidistantes**, **equivalentes**, **conformes** e **afiláticas**.

a. As **projeções eqüidistantes** são as que não apresentam deformações lineares, isto é, os comprimentos são representados em escala uniforme.

A condição de eqüidistância só é obtida em determinada direção e, de acordo

com essa direção, as projeções eqüidistantes se subclassificam em **eqüidistantes meridianas**, **eqüidistantes transversais** e **eqüidistantes azimutais**.

As **projeções eqüidistantes meridianas** são aquelas em que há eqüidistância segundo os meridianos.

As **projeções eqüidistantes transversais** são as que apresentam eqüidistância segundo os paralelos.

As **projeções eqüidistantes azimutais** ou **eqüidistantes ortodrômicas** são as que não apresentam distorções nos círculos máximos que passam pelo ponto de tangência. As **projeções eqüidistantes azimutais** são sempre **projeções planas**.

b. As **projeções equivalentes** são as que não deformam as áreas, isto é, as áreas na carta guardam uma relação constante com as suas correspondentes na superfície da Terra.

c. **Projeções conformes** são as que não deformam os ângulos e, decorrente dessa propriedade, não deformam também a forma das pequenas áreas.

As projeções azimutais podem ser consideradas um caso particular das projeções conformes, em virtude da propriedade que possuem de não deformarem os ângulos (azimutes) em torno do ponto de tangência. Porém, nem todas as projeções azimutais são conformes em toda extensão.

- d. As **projeções afiláticas** são aquelas em que os comprimentos, as áreas e os ângulos não são conservados. Entretanto, podem possuir uma ou outra propriedade que justifique sua construção. A **projeção gnomônica**, por exemplo, apresentando todas as deformações, possui a excepcional propriedade de **representar as ortodromias como retas**. Por isto, é utilizada em Cartografia Náutica, conforme adiante explicado.

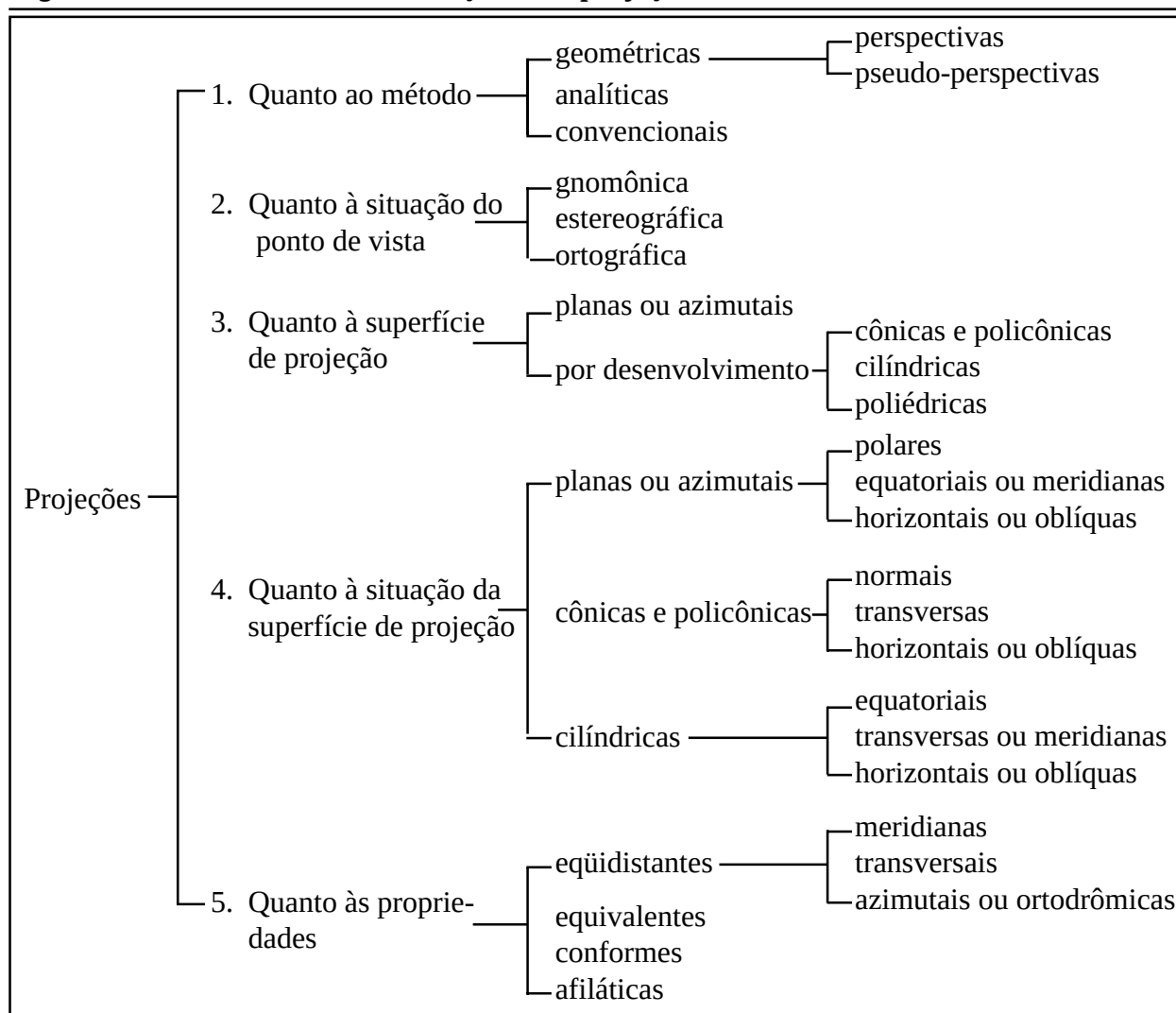
Um sumário das diversas classificações dos **sistemas de projeções** é apresentado na Figura 2.4.

2.4 DESIGNAÇÃO DOS SISTEMAS DE PROJEÇÕES

De uma maneira geral, as projeções são mais conhecidas pelos nomes de seus autores do que, propriamente, pelas designações de suas propriedades ou de suas classificações. Isto acontece, principalmente, com as **projeções analíticas e convencionais**.

É, por exemplo, o caso da projeção cilíndrica equatorial conforme, mais conhecida como Projeção de Mercator; e da projeção azimutal equivalente, conhecida como Projeção Azimutal de Lambert.

Figura 2.4 - Sumário das classificações das projeções



Convém, entretanto, se desejarmos estabelecer uma regra para designar os diferentes tipos de projeções, especificando suas características, mencionar seus elementos na seguinte ordem:

- natureza da superfície de projeção adotada (plano, cilindro ou cone);
- situação da superfície de projeção em relação à superfície da Terra; e
- classificação da projeção quanto à propriedade que conserva.

Assim, dir-se-á: projeção cônica normal eqüidistante meridiana; projeção plana polar gnomônica; projeção cilíndrica transversa conforme; etc.

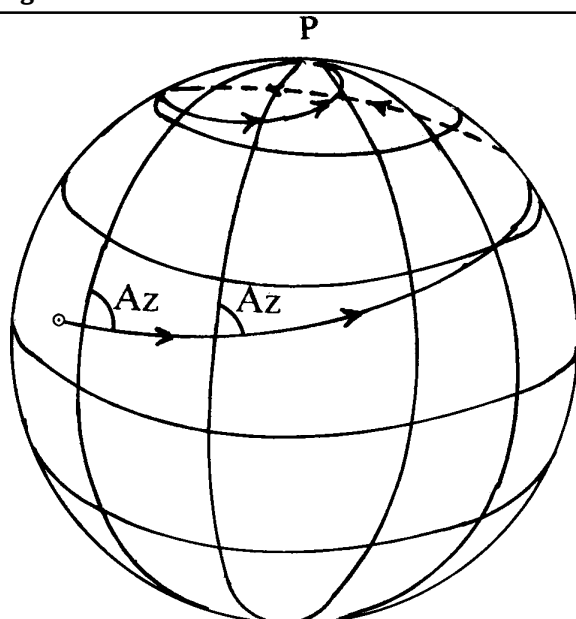
2.5 PROJEÇÕES UTILIZADAS EM CARTOGRAFIA NÁUTICA; A PROJEÇÃO DE MERCATOR

2.5.1 A PROJEÇÃO DE MERCATOR

Conforme já visto, a menor distância entre dois pontos na superfície da Terra (considerada esférica para os fins comuns da navegação) é o arco de círculo máximo que os une, ou seja, uma **ortodromia**.

A navegação sobre uma ortodromia, porém, exige constantes mudanças de rumo, pois os arcos de círculo máximo formam ângulos variáveis com os meridianos. A utilização da agulha náutica obriga os navegantes a percorrer, entre dois pontos na superfície da Terra, não a menor distância entre eles, mas uma linha que faz um ângulo constante com os sucessivos meridianos, igual ao seu azimuth. Esta linha é o **rumo**, a **loxodromia** ou **curva loxodrômica** e, também conforme mencionado no Capítulo anterior, tem, na esfera, a forma de uma espiral que tende para os pólos, exceto na caso dos meridianos, paralelos e equador (Figura 2.5).

Figura 2.5 - Loxodromia



Desta forma, uma exigência básica para utilização de um **sistema de projeção** em Cartografia Náutica é que represente as **loxodromias**, ou **linhas de rumo**, por **linhas retas**. Essa condição indispensável é atendida pela Projeção de Mercator, nome latino do seu idealizador, Gerhard Krämer, cartógrafo nascido em Flanders, em 1512. Mercator publicou, em 1569, sua Carta Universal (planisfério), na qual as loxodromias eram representadas por linhas retas.

2.5.2 CLASSIFICAÇÃO DA PROJEÇÃO DE MERCATOR

A Projeção de Mercator pertence à classe das **projeções por desenvolvimento cilíndrico** e à categoria das **projeções conformes**. Da condição de **conformidade**, isto é, da inexistência de deformações angulares, surge a propriedade de manutenção da forma da pequenas figuras.

A Projeção de Mercator é uma modalidade **equatorial** das **projeções cilíndricas**, isto é, o cilindro é considerado tangente à superfície da Terra no equador (Figura 2.6 a & b).

Figura 2.6 (a) - Projeção cilíndrica

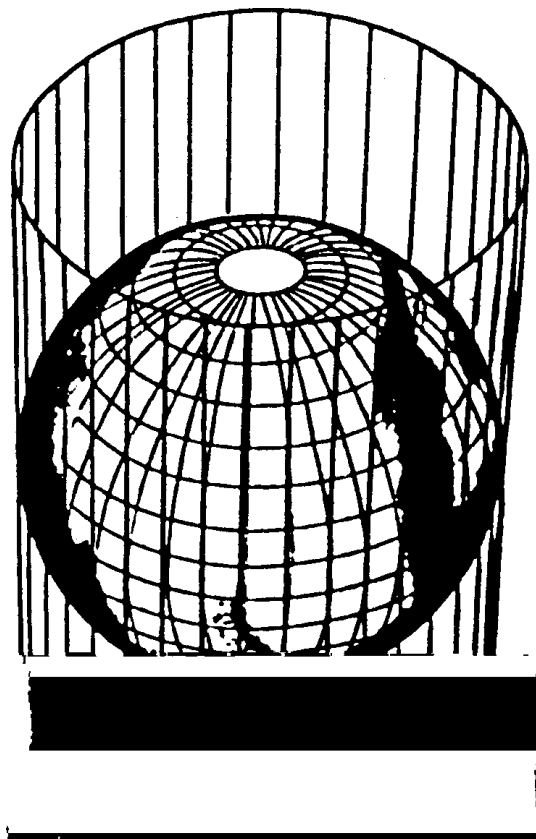
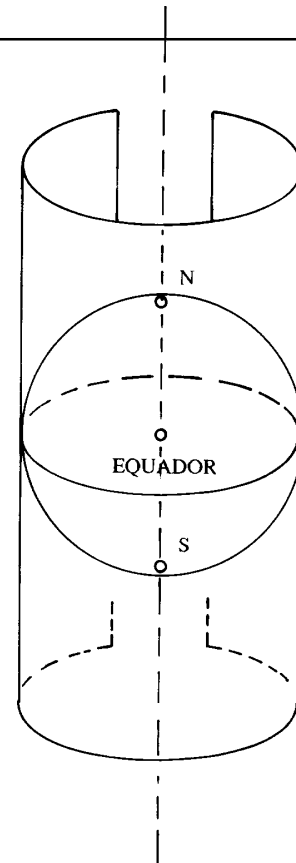


Figura 2.6 (b) - Cilindro tangente no equador



A Projeção de Mercator é classificada, portanto, como uma **projeção cilíndrica equatorial conforme**.

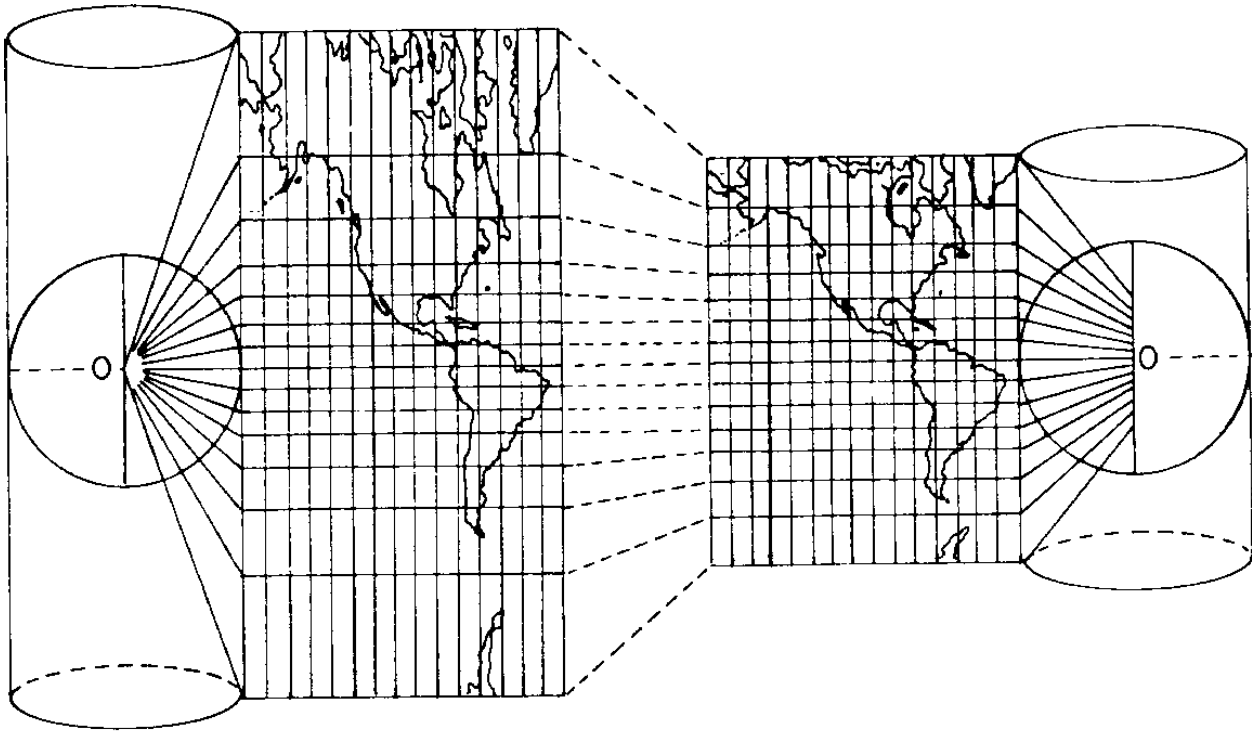
CILÍNDRICA: pois a **SUPERFÍCIE DE PROJEÇÃO** é um cilindro, isto é, a **SUPERFÍCIE DA TERRA** (ou parte dela) é projetada em um cilindro.

EQUATORIAL: o **CILINDRO** é tangente à superfície da Terra no **EQUADOR**.

CONFORME: os **ÂNGULOS** são representados **SEM DEFORMAÇÃO**. Por isto, as formas das pequenas áreas se mantêm, sendo, assim, a projeção também denominada **ORTOMORFA**.

Na realidade, a Projeção de Mercator é uma **projeção convencional** e, portanto, não obedece a um conceito geométrico definido, embora seja inspirada em uma **projeção cilíndrica**. A figura 2.7 apresenta as diferenças e semelhanças entre a Projeção de Mercator e uma **projeção cilíndrica gnomônica**. Entretanto, para maior facilidade de compreensão, pode-se considerar a Projeção de Mercator como uma **projeção cilíndrica equatorial conforme**.

Figura 2.7 - Projeções cilíndricas



MER

CILÍNDRICA GNOMÔNICA

A Figura 2.8 ilustra o desenvolvimento da Projeção de Mercator, cujas características são apresentadas na Figura 2.9.

Figura 2.8 - Projeção de Mercator

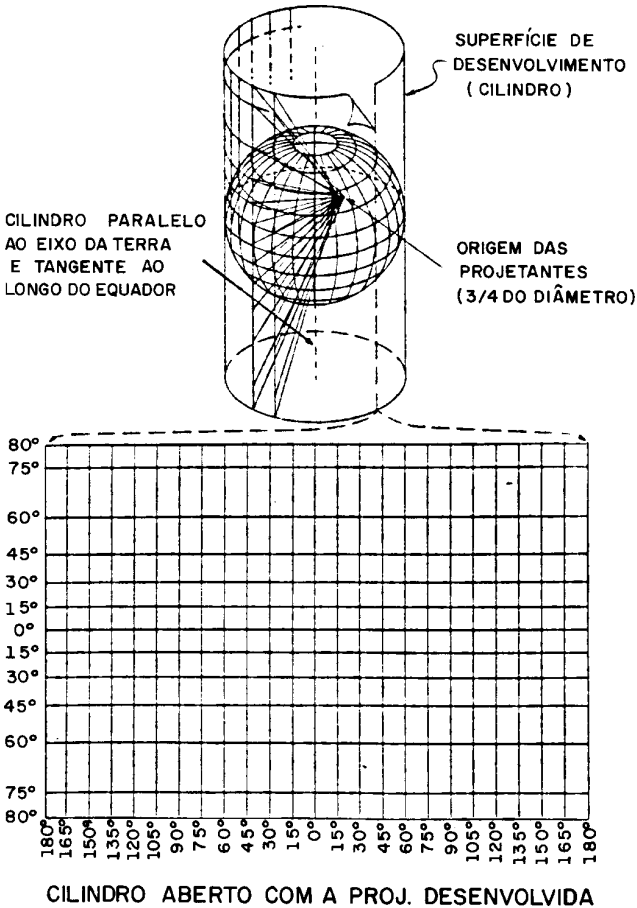


Figura 2.9 - Características da projeção de Mercator

SUPERFÍCIE DE DESENVOLVIMENTO	CILINDRO
PROJEÇÃO	CONFORME
TANGÊNCIA	EQUADOR
MERIDIANOS	LINHAS RETAS IGUALMENTE ESPAÇADAS
PARALELOS	LINHAS RETAS DESIGUALMENTE ESPAÇADAS
INTERSEÇÃO DE PARALELOS E MERIDIANOS	90°
USO	CARTAS NÁUTICAS E MAPAS EM PEQUENA ESCALA NOS QUAIS DISTORÇÕES NAS ALTAS LATITUDES SÃO ACEITÁVEIS

2.5.3 VANTAGENS E LIMITAÇÕES DA PROJEÇÃO DE MERCATOR

a. VANTAGENS DA PROJEÇÃO DE MERCATOR

1. Os meridianos são representados por linhas retas, os paralelos e o equador são representados por um segundo sistema de linhas retas, perpendicular à família de linhas que representam os meridianos.
2. É fácil identificar os pontos cardiais numa Carta de Mercator.
3. É fácil plotar um ponto numa Carta de Mercator conhecendo-se suas coordenadas geográficas (Latitude e Longitude). É fácil determinar as coordenadas de qualquer ponto representado numa Carta de Mercator.
4. Os ângulos medidos na superfície da Terra são representados por ângulos idênticos na carta; assim, direções podem ser medidas diretamente na carta. Na prática, distâncias também podem ser medidas diretamente na carta.
5. As **LINHAS DE RUMO** ou **LOXODROMIAS** são representadas por linhas retas.
6. Facilidade de construção (construção por meio de elementos retilíneos).
7. Existência de tábuas para o traçado do reticulado.

b. LIMITAÇÕES DA PROJEÇÃO DE MERCATOR

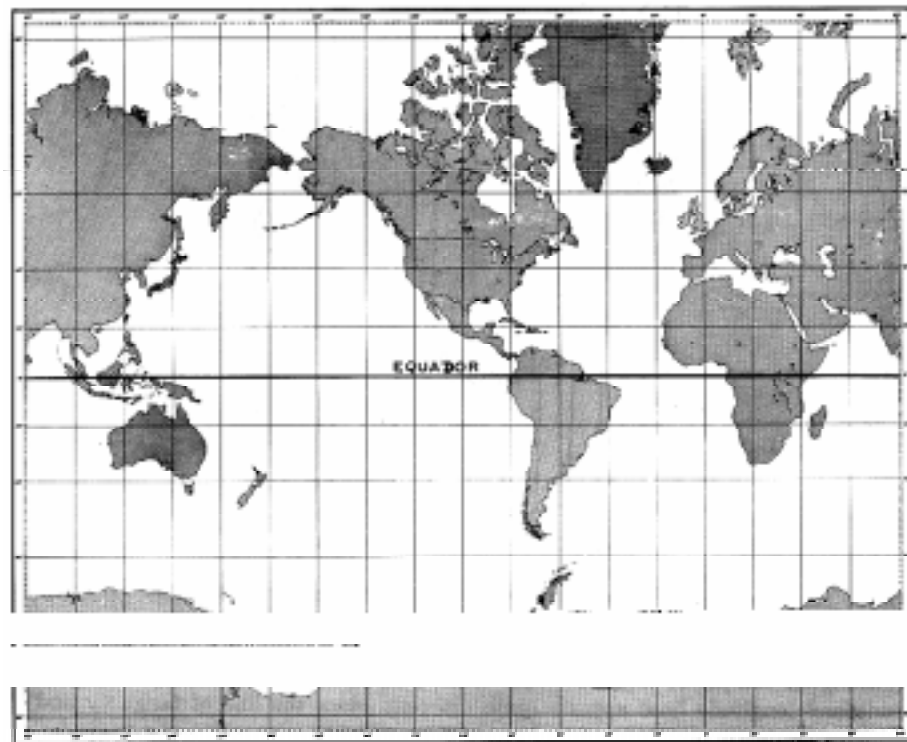
1. Deformação excessiva nas altas latitudes.
2. Impossibilidade de representação dos pólos.
3. Círculos máximos, exceto o equador e os meridianos, não são representados por linhas retas (limitação notável nas Cartas de Mercator de pequena escala, representando uma grande área).

2.5.4 LATITUDES CRESCIDAS E MEDIÇÃO DE DISTÂNCIAS NAS CARTAS DE MERCATOR

Quando comparada com o globo, a Projeção de Mercator exibe enormes deformações de áreas nas altas latitudes.

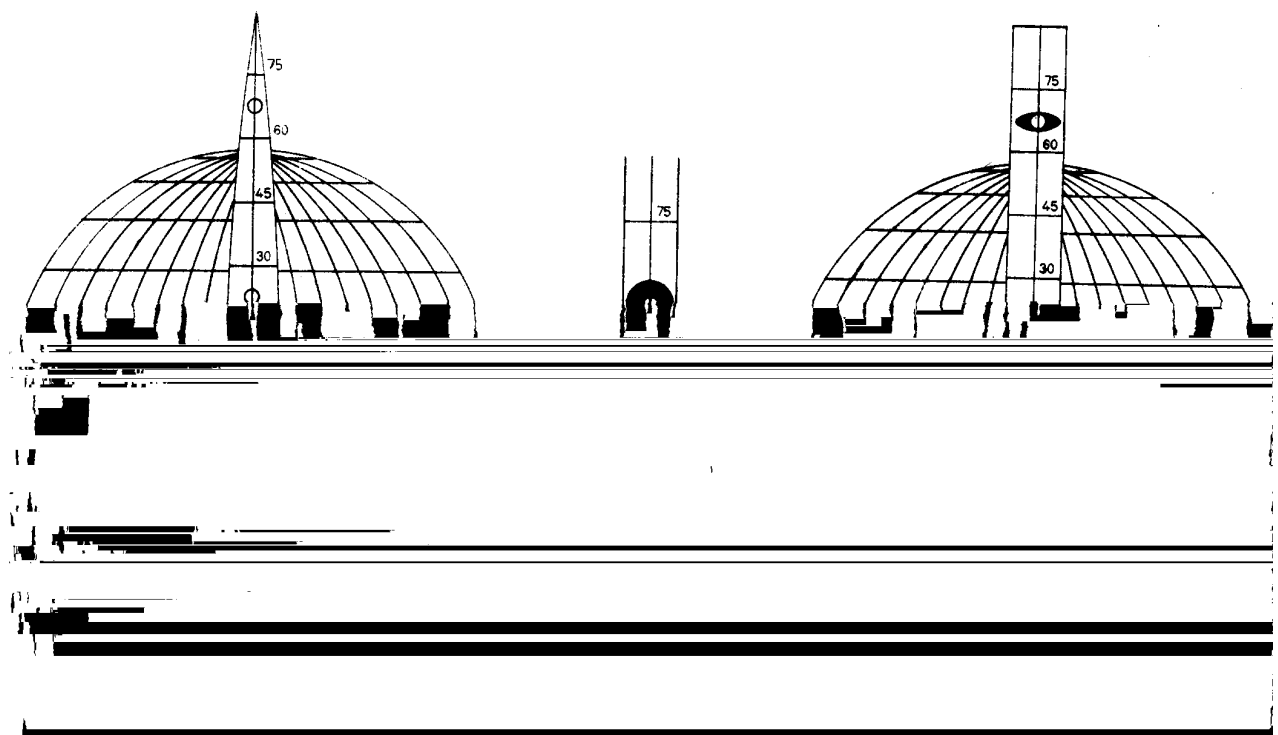
O exemplo mais vezes citado é o da Groenlândia que, quando apresentada numa Projeção de Mercator, aparece maior que a América do Sul, apesar desta última ter área nove vezes maior (Figura 2.10).

A Figura 2.11 ajuda na compreensão desta característica da projeção. Em **A** mostra-se verticalmente um fuso, ou setor, do globo terrestre, com dois círculos desenhados em posições diferentes, para melhor entendimento das deformações que irão ocorrer. Em **B** esticaram-se **horizontalmente** os dois meridianos exteriores de forma a ficarem paralelos.

Figura 2.10 - Mapa Mundi na projeção de Mercator

Verifica-se aí que, em consequência, os círculos transformaram-se em elipses, ficando o do Norte mais distorcido que o do Sul.

Uma vez que a projeção é **conforme**, ela deve conservar as formas em áreas pequenas. Assim, tem-se que esticar agora **verticalmente** o setor até que as elipses retornem novamente à forma circular, o que se apresenta em C.

Figura 2.11 - A projeção de Mercator e as latitudes crescidas

É de notar que, uma vez que a parte Norte do setor foi mais distendida que a Sul, o círculo superior ficou com um diâmetro sensivelmente maior que o inferior.

Assim, na Projeção de Mercator à medida que a latitude cresce os arcos de paralelos vão sendo aumentados numa razão crescente, com os arcos de meridiano sofrendo aumentos na mesma proporção (para que seja mantida a condição de **conformidade**).

Nascem daí dois conceitos importantes. O primeiro deles é o de **latitude crescida**.

LATITUDE CRESCIDA correspondente a um determinado paralelo é o comprimento do arco de meridiano compreendido entre a projeção do paralelo considerado e o equador, tomando-se para unidade de medida o comprimento do arco de 1 minuto do equador (1 minuto de Longitude).

Ademais, numa Carta de Mercator a escala das Longitudes é constante, mas, como visto, a escala das Latitudes cresce à medida que a Latitude aumenta, Assim, a escala da Carta varia na razão da Latitude e, desta forma, **as distâncias só serão verdadeiras se forem lidas na escala das Latitudes**. Este é um cuidado fundamental a ser observado na utilização de uma Carta Náutica na Projeção de Mercator.

2.5.5 UTILIZAÇÃO DA PROJEÇÃO DE MERCATOR

Do ponto de vista da navegação, a Projeção de Mercator resolveu graficamente os problemas da estima com tal sucesso que sua popularidade é inexcedível e seu emprego incomparável: a loxodromia é representada por uma linha reta, que faz com as transformadas dos meridianos um ângulo constante e igual ao seu azimute.

A impossibilidade de representação dos pólos e o valor exageradamente crescente das deformações lineares e superficiais nas altas latitudes, constituem as limitações mais acentuadas da projeção de Mercator. Ela é geralmente limitada pelo paralelo de 60°, porque, nesta latitude, as deformações já se apresentam excessivas. Entretanto, podemos utilizá-la satisfatoriamente até a latitude de 80°, desde que sejam tomadas precauções especiais quanto ao uso da escala das distâncias.

Além da Cartografia Náutica, a Projeção de Mercator é também empregada nas seguintes classes de cartas: cartas-piloto, de fusos horários, magnéticas, geológicas, celestes, meteorológicas, aeronáuticas e mapas-mundi.

2.5.6 OUTRAS PROJEÇÕES USADAS EM CARTOGRAFIA NÁUTICA

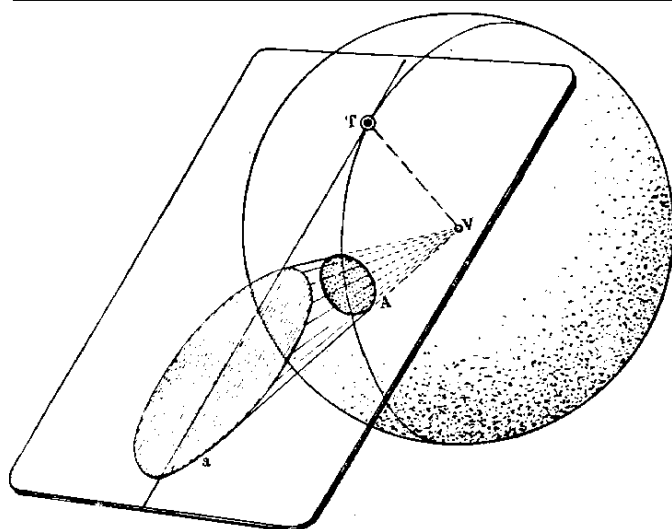
a. PROJEÇÃO GNOMÔNICA

Conforme anteriormente mencionado, embora a menor distância entre dois pontos na superfície da Terra seja o **arco de círculo máximo** que os une (**ortodromia**), a navegação é normalmente conduzida por uma **loxodromia**, ou **linha de rumo**, que faz com os sucessivos meridianos um ângulo constante e igual ao seu azimute. Quando os dois pontos da superfície da Terra estão próximos, a **loxodromia** praticamente se confunde com a **ortodromia**: a diferença é de 1 milha para dois pontos afastados de 350 milhas, na latitude de 40°.

Todavia, quando os dois pontos estão muito afastados, a diferença pode ser da ordem de centenas de milhas: a diferença entre as distâncias loxodrômica e ortodrômica de Sidney, na Austrália, a Valparaíso, no Chile, é de 748 milhas.

Assim, para singraduras muito extensas torna-se imperativa a adoção do caminho mais curto, isto é, da **derrota ortodrômica**, sendo necessário, para o seu planejamento, dispor de cartas construídas em um sistema de projeção que represente os **círculos máximos** como **linhas retas**. Este sistema é a **projeção plana gnomônica** ou, como é normalmente denominada, **projeção gnomônica**.

Figura 2.12 - Projeção Gnomônica

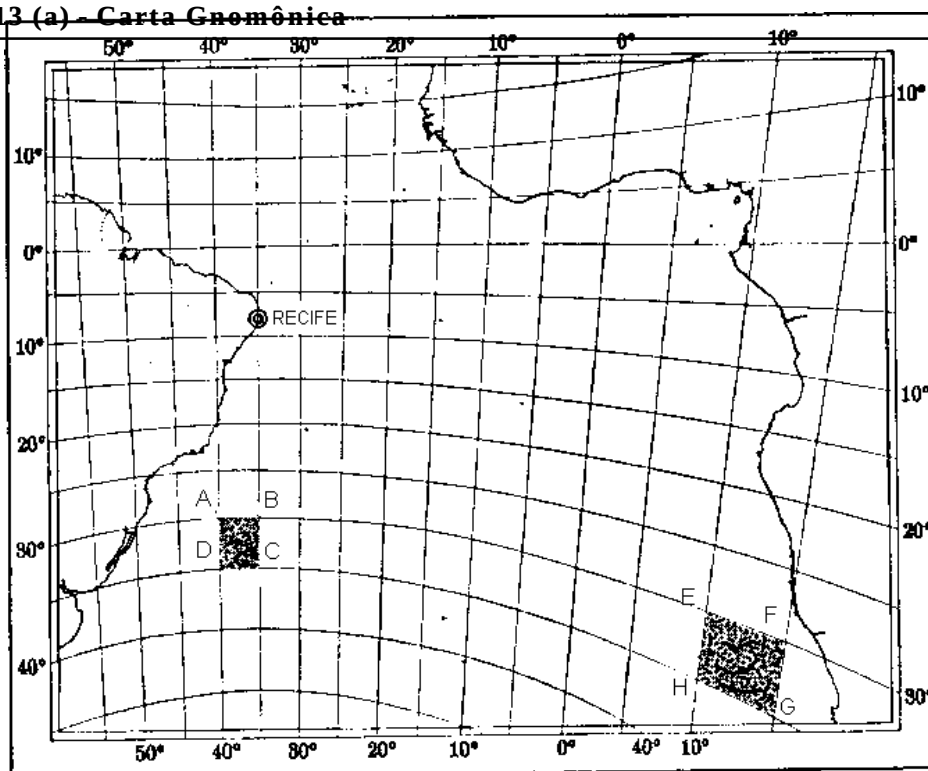


A **projeção gnomônica** utiliza como **superfície de projeção** um **plano tangente à superfície da Terra**, no qual os pontos são projetados geometricamente, a partir do centro da Terra (Figura 2.12). Esta é, provavelmente, a mais antiga das projeções, acreditando-se que foi desenvolvida por Thales de Mileto, cerca de 600 a.C.

A **projeção gnomônica** apresenta todos os tipos de deformações. A projeção não é eqüidistante; a escala só se mantém exata no ponto de tangência, variando rapidamente à medida que se afasta desse

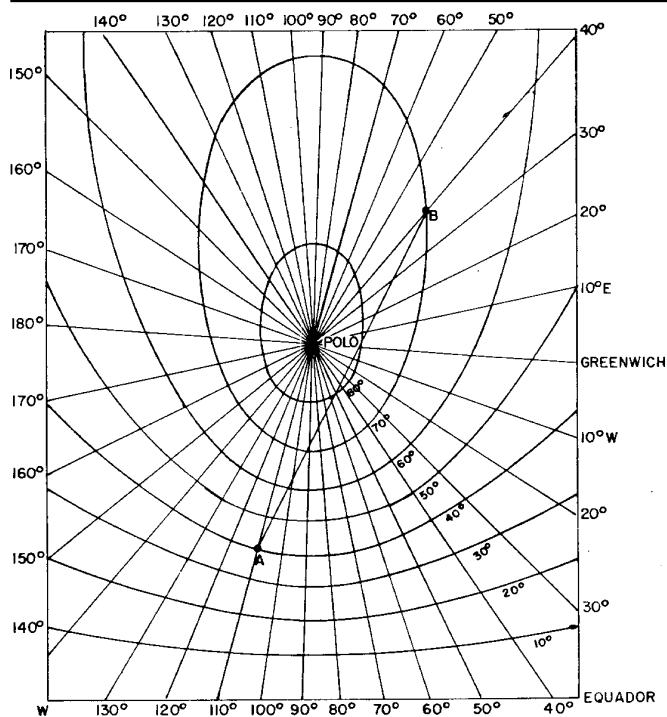
ponto. Ademais, a projeção não é conforme, nem equivalente. As distorções são tão grandes que as formas, as distâncias e as áreas são muito mal representadas, exceto nas proximidades do ponto de tangência.

Figura 2.13 (a) - Carta Gnomônica



A Figura 2.13a, onde está representado um reticulado da **projeção gnomônica**, com ponto de tangência em Recife, ilustra as deformações apresentadas pela projeção. Podem ser comparadas as diferenças de formas, áreas e dimensões entre dois retângulos de 5° de lado, um situado relativamente próximo do **ponto de tangência** e outro **bem afastado desse ponto**.

Figura 2.13 (b) - Carta Gnomônica

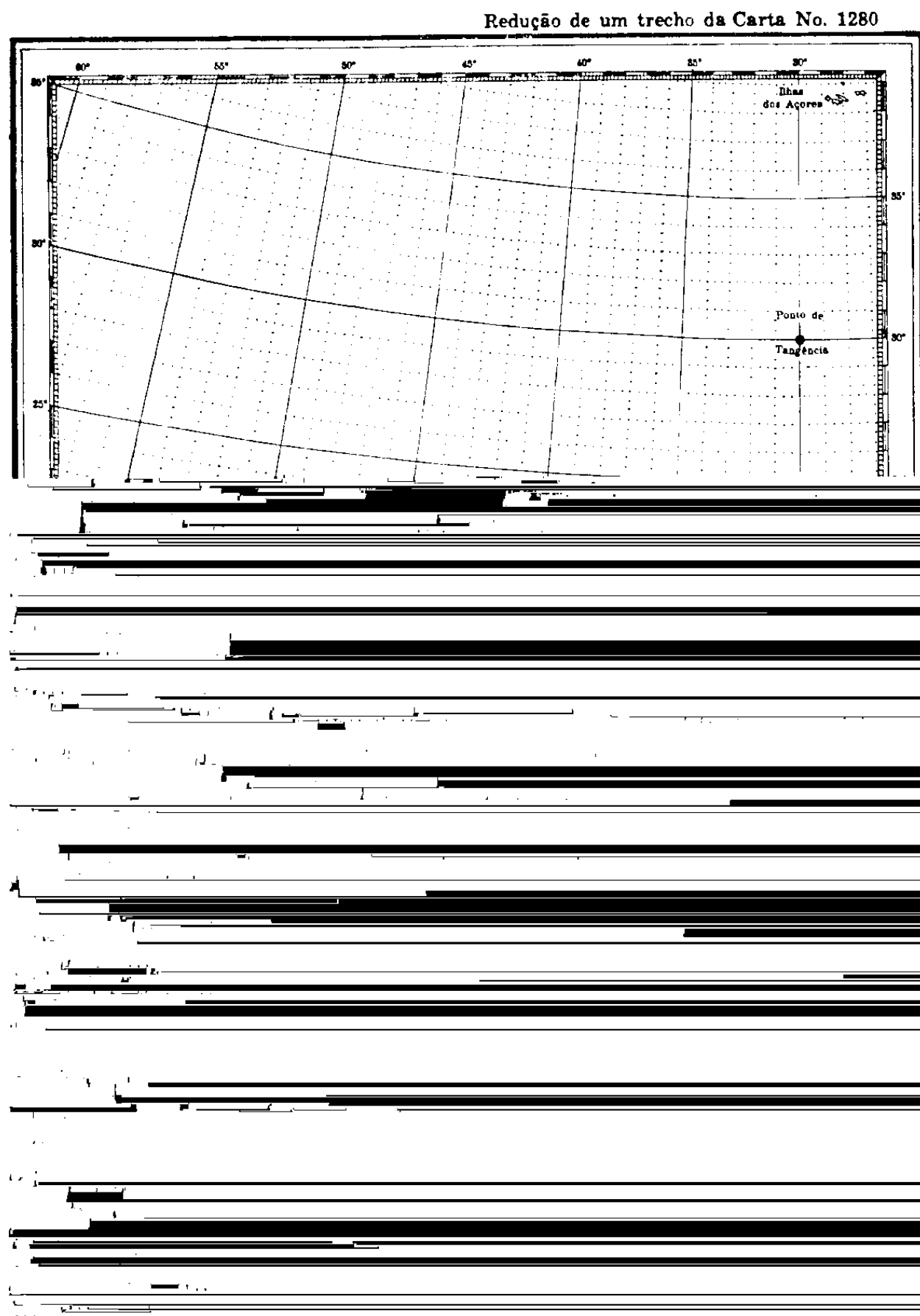


Entretanto, conforme citado, a **projeção gnomônica** tem a propriedade única de representar todos os **círculos máximos** por **linhas retas**. Os **meridianos** aparecem como retas convergindo para o pólo mais próximo. Os **paralelos**, exceto o **equador** (que é um **círculo máximo**) aparecem como **linhas curvas** (Figura 2.13b). Além disso, na **projeção gnomônica**, como em todas as **projeções azimutais**, os azimutes a partir do **ponto de tangência** são **representados sem deformações**.

Em Cartografia Náutica, a **projeção gnomônica** é, então, empregada principalmente na construção de Cartas para Navegação Ortodrômica (Figura 2.14), que serão estudadas com detalhe no Capítulo 33 (Volume II). Ademais, é também aplicada em **radiogoniometria com estação fixa**, aproveitando-se a propriedade da **projeção gnomônica** de representar sem deformações os azimutes (marcações) tomados a partir do **ponto de tangência** (que, neste caso, será a posição da estação radiogoniométrica). Por outro lado, sabe-se que não é possível representar as regiões polares na Projeção de Mercator, devido à sua impossibilidade material de representar o pólo e por causa das deformações excessivas apresentadas em Latitudes muito altas. Esta importante lacuna pode ser preenchida pela **projeção gnomônica**.

Na Figura 2.14, por exemplo, se for desejada a **derrota ortodrômica** do Cabo Orange para o Arquipélago dos Açores, basta traçar na carta, construída na projeção gnomônica, uma linha reta conectando os dois locais. Esta linha representa o arco de círculo máximo que passa pelos dois pontos, constituindo, assim, a menor distância entre eles.

Figura 2.14 - Carta para Navegação Ortodrômica



b. PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA

A **projeção estereográfica** resulta da projeção geométrica de pontos da superfície da Terra sobre um plano tangente, desde um **ponto de vista** situado na posição oposta ao ponto de tangência (Figura 2.15). Esta projeção é também chamada de **azimutal ortomorfa**.

Figura 2.15 - Projeção Estereográfica Equatorial

Figura 2.16 - Mapa do Hemisfério Ocidental na Projeção Estereográfica

A escala em uma **projeção estereográfica** aumenta com a distância do **ponto de tangência**, porém mais lentamente que em uma **projeção gnomônica**. Um hemisfério completo pode ser representado em uma **projeção estereográfica**, sem distorções excessivas (Figura 2.16). Tal como em outras **projeções azimutais**, os **círculos máximos** que passam pelo **ponto de tangência** aparecem como linhas **retas**. Todos os demais círculos, incluindo meridianos e paralelos, são representados como círculos ou arcos de círculos.

O principal uso da **projeção estereográfica** em Cartografia Náutica é para construção de cartas das regiões polares.

c. PROJEÇÃO ORTOGRÁFICA

Se o plano é tangente a um ponto do equador, como normalmente ocorre, os **paralelos** (incluindo o equador)

Figura 2.19 (a) - Projeção Azimutal Eqüidistante

Assim, se um porto ou aeroporto importante for escolhido como **ponto de tangência**, o azimuth (rumo), a distância e a derrota deste ponto para qualquer outro ponto na superfície da Terra são determinados com rapidez e precisão, tal como mostrado nas figuras 2.19 b & c. Se uma estação de comunicações for escolhida como **ponto de tangência** de uma carta na **projeção azimutal eqüidistante**, as trajetórias dos sinais rádios para/da estação tornam-se aparentes. Ademais, pode-se determinar facilmente a direção para a qual deve ser orientada uma antena. A projeção é, também, usada na construção de cartas polares e do Identificador de Estrelas ("Star Finder and Identifier", N° 2102 – D), que será estudado posteriormente.

Figura 2.19 (b) - Na superfície da Terra

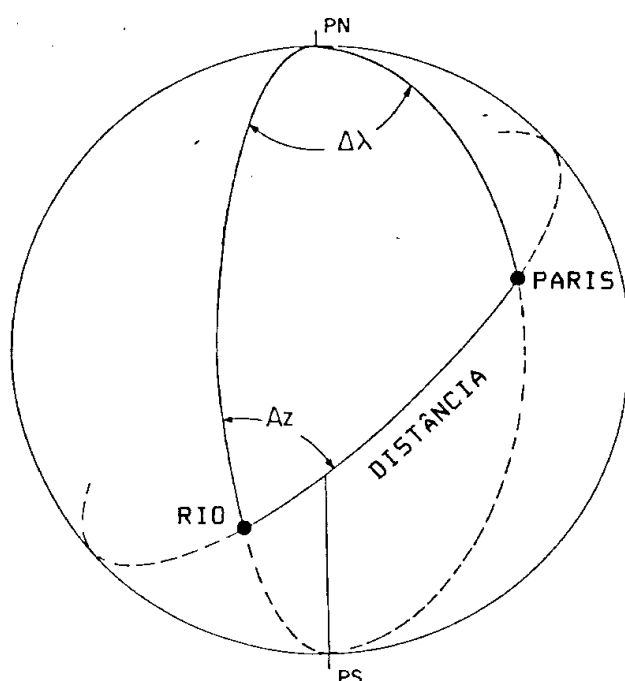
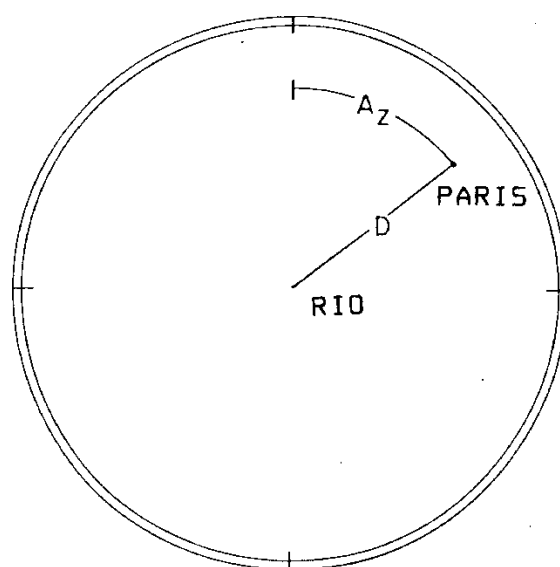


Figura 2.19 (c) - Na Carta Azimutal Eqüidistante



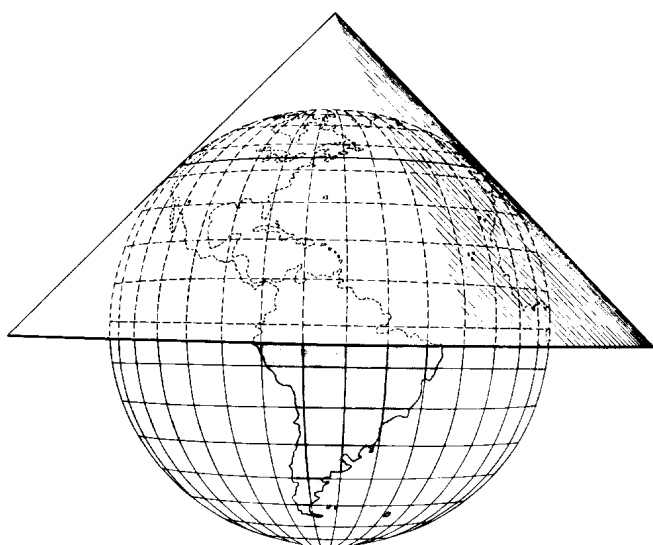
e. PROJEÇÕES CÔNICAS

Uma **projeção cônica** é produzida pela transferência de pontos da superfície da Terra para um cone, ou uma série de cones, que são, então, desenvolvidos em um plano, para formar a carta. Se o eixo do cone coincide com o eixo da Terra, como ocorre normalmente quando se usam **projeções cônicas** em Cartografia Náutica, os **paralelos** aparecem como **arcos de círculos** e os **meridianos** ou como **linhas retas**, ou como **curvas**, convergindo para o pólo mais próximo. As deformações excessivas são evitadas limitando a área representada na carta à parte do cone próxima à superfície da Terra. O paralelo ao longo do qual não há distorções é denominado **paralelo padrão**.

As características das **projeções cônicas** variam, pelo uso de cones tangentes em vários paralelos, usando um cone secante ou uma série de cones.

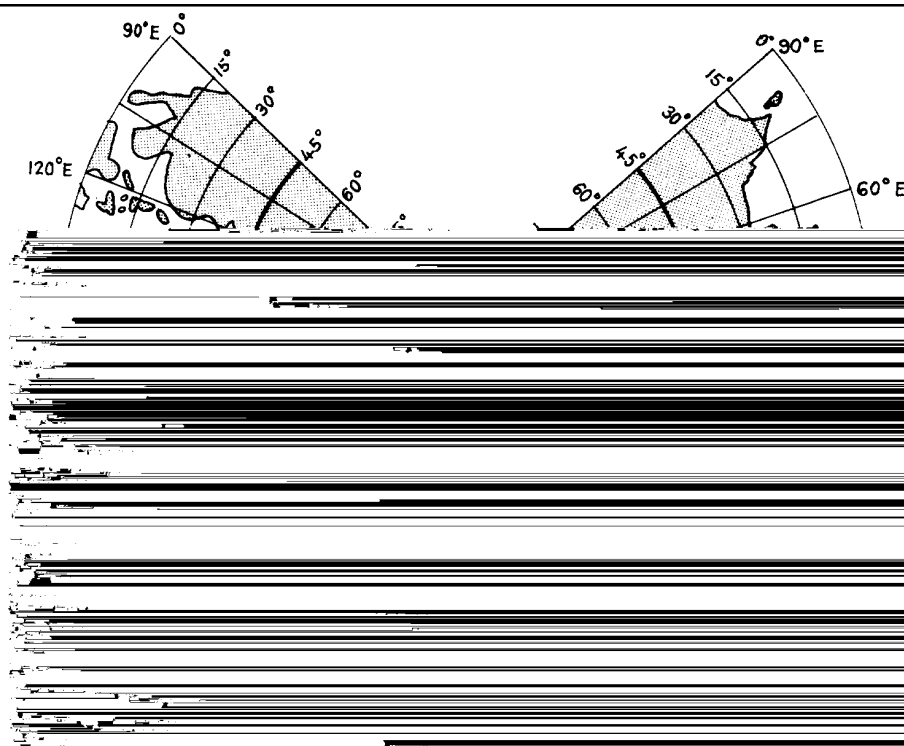
Uma **projeção cônica simples** utiliza um único cone tangente à superfície da Terra (Figura 2.20). A altura do cone aumenta à medida que a Latitude do **paralelo de tangência** diminui. No **equador** a altura do **cone** é **infinita** e este torna-se um **cilindro**. No **pólo** a altura é **zero** e o **cone** transforma-se em um **plano**.

Figura 2.20 - Projeção Cônica Simples



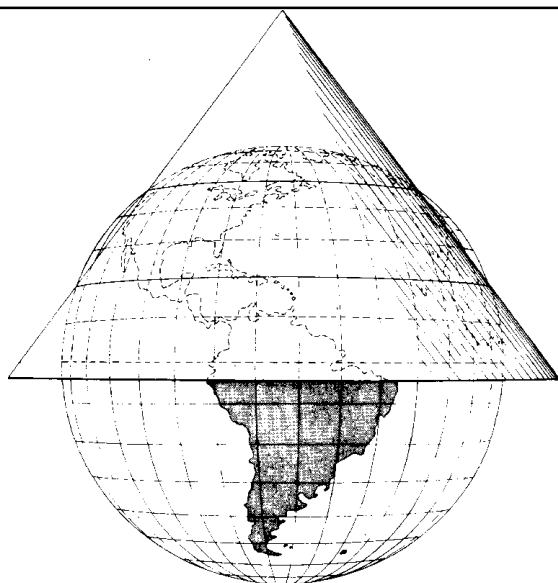
Quando o cone é desenvolvido em um plano para formar uma carta, os **meridianos** aparecem como **linhas retas** convergindo para o **vértice do cone**. O **paralelo padrão**, no qual o cone é tangente à Terra, é representado por um **arco de círculo** cujo centro é o **vértice do cone** (ponto de interseção de todos os meridianos).

Figura 2.21 - Mapa do Hemisfério Norte na Projeção Cônica Simples

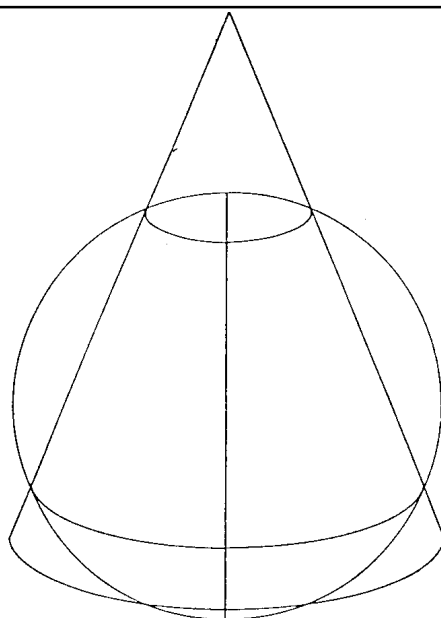


Os outros paralelos aparecem como círculos concêntricos, com a distância ao longo de cada meridiano entre paralelos consecutivos representada em relação correta com a distância na Terra, sendo, assim, derivada matematicamente. Por isso, a **projeção cônica simples** não é **perspectiva** (apenas os meridianos são projetados geometricamente). O **pólo** é representado por um círculo (Figura 2.21).

A **escala** é correta ao longo do **paralelo padrão** e de qualquer **meridiano**. Todos os outros paralelos são representados com deformações (comprimentos maiores que o correto), sendo que os erros aumentam à medida que aumenta a distância do paralelo padrão. Como a escala não é a mesma em todas as direções em torno de cada ponto, a projeção não é conforme, sua principal desvantagem para navegação. Além disso, também não é equivalente.

Figura 2.22 (a) - Cone secante com dois paralelos padrões

De vez que a escala é correta ao longo do **paralelo padrão** e varia uniformemente para cada lado deste paralelo, com distorções relativamente pequenas nas regiões próximas ao paralelo padrão, a **projeção cônica simples** é útil para representação de uma área com grande desenvolvimento em Longitude e comparativamente estreita em Latitude. A projeção foi desenvolvida no Século II DC por Cláudio Ptolomeu para cartografia de uma área

Figura 2.22 (b) - Geométrica Modificada

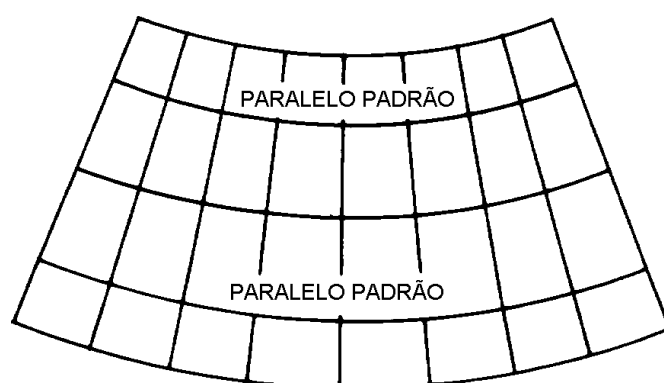
CÔNICA

CONFORME

de LAMBERT

com estas características, o Mediterrâneo.

A **Projeção Conforme de Lambert** aumenta a faixa de Latitude da projeção cônica simples pelo uso de um **cone secante**, que intercepta a superfície da Terra em dois **paralelos padrões** (Figura 2.22 a & b).

Figura 2.23 - Carta na Projeção de Lambert

Ademais, o espaçamento entre os paralelos é alterado matematicamente, de modo que a distorção ao longo dos paralelos e ao longo dos meridianos seja a mesma, o que torna a projeção **conforme** (Figura 2.23).

Esta projeção, idealizada por Johann Heinrich Lambert no Século XVIII, é a projeção cônica mais utilizada em navegação, embora seu emprego maior seja em cartas aeronáuticas.

Uma **linha reta** na Projeção Conforme de Lambert aproxima-se tanto de um **círculo máximo** que os dois podem ser considerados idênticos para os propósitos de navegação. Marcações radiogoniométricas, de sinais rádio que se propagam por círculos máximos, podem ser plotadas nesta projeção sem a correção que necessitam quando são plotadas em uma Carta de Mercator. Esta característica, ganha sem o sacrifício da conformidade, tornou a Projeção Conforme de Lambert adequada para cartas aeronáuticas, pois em navegação aérea faz-se intenso uso de marcações-rádio. Em Cartografia Náutica, esta projeção tem sido empregada, em uma forma ligeiramente modificada, em altas latitudes, para cartas polares.

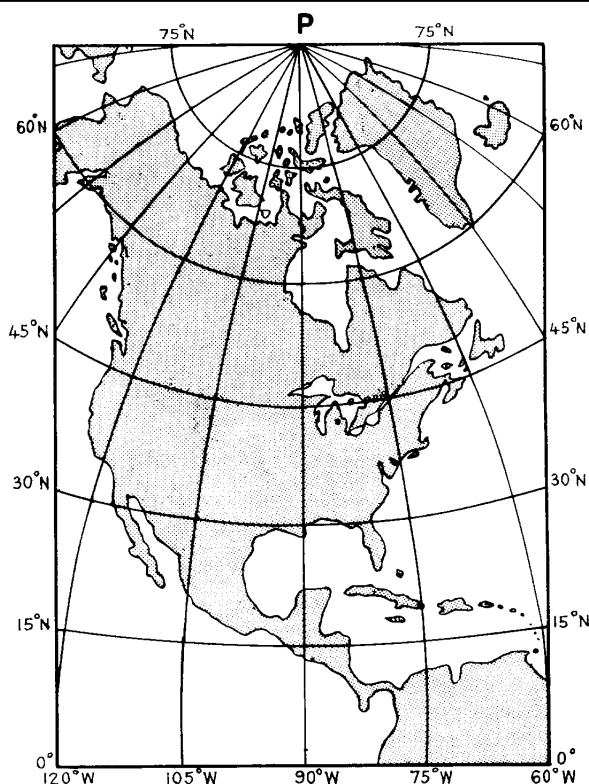
A Figura 2.24 compara as três projeções mais utilizadas em Cartografia Náutica.

Figura 2.24 -

	MERCATOR	LAMBERT	GNOMÔNICA
Paralelos	Linhas retas horizontais	Arcos de círculos concêntricos	Curvas (seções de cone) exceto o Equador
Meridianos	Linhas retas verticais, perpendiculares ao Equador	Linhas retas, raio dos paralelos convergindo para o Pólo	Linhas retas
Conforme	Sim	Sim	Não
Círculos máximos	Linhas curvas (exceto os Meridianos e o Equador)	Linhas aproximadamente retas	Linhas retas
Linhas de rumo	Linhas retas. Ângulo medido com qualquer Meridiano	Linhas curvas	Linhas curvas
Escala de distâncias	Variável -- será usada a do paralelo médio	Aproximadamente constante	Variável -- será medida por ábacos impressos nas cartas
Aumento da escala	Aumenta com a distância do Equador	Aumenta com a distância do paralelo central da projeção	Aumenta com a distância ao centro da projeção
Usos para o navegante	Navegação em geral -- Costeira e Estimada	Navegação Costeira, Estimada e Eletrônica	Determinação da ortodrômia

Figura 2.25 - Projeção Policônica

As limitações em Latitude das outras projeções cônicas podem ser essencialmente eliminadas pelo uso de uma série de cones tangentes, resultando em uma **projeção policônica** (Figura 2.25). Nesta projeção, que não é perspectiva, cada paralelo é a base de um cone tangente. Nas bordas da carta, a área entre paralelos é expandida, para eliminar as partes que ficariam sem recobrimento. A escala é correta ao longo de qualquer paralelo e ao longo do meridiano central da projeção. Ao longo dos outros meridianos, a escala aumenta com o aumento da diferença de longitude para o meridiano central. Os paralelos aparecem como círculos não concêntricos e os meridianos como linhas curvas convergindo para o pólo, com a concavidade voltada para o meridiano central.

Figura 2.26 - Mapa na Projeção Policônica

A **projeção policônica** é muito usada em Atlas (Figura 2.26). Entretanto, como não é conforme, não é costumeiramente utilizada em navegação.

f. PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR

Figura 2.27 - Mapa na Projeção Transversa de Mercator

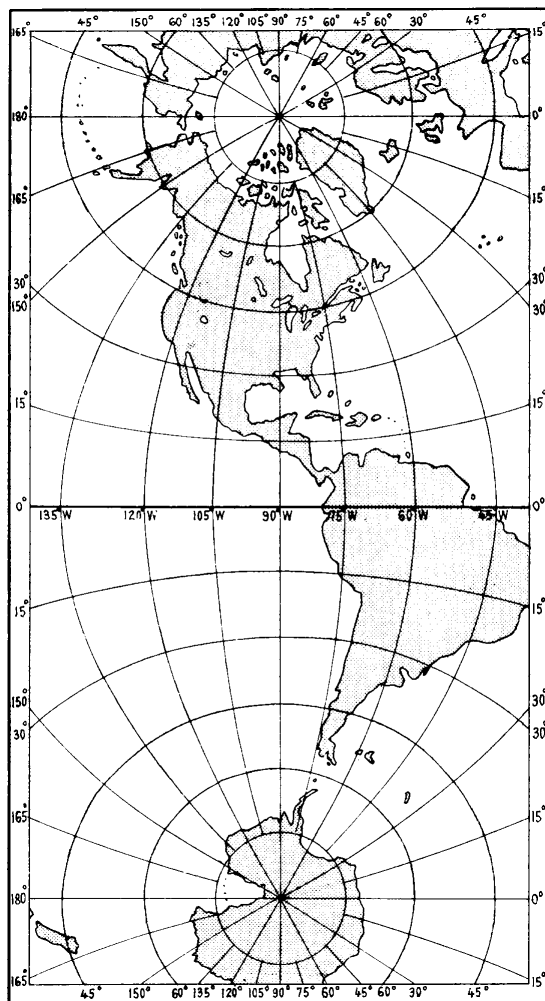
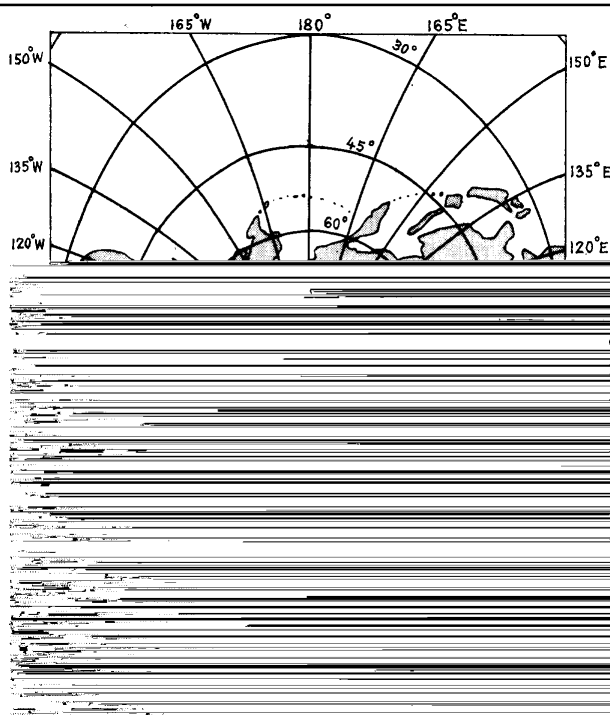


Figura 2.28 - Projeção Transversa de Mercator (meridiano de tangência 090°E - 090°W)



Um caso especial da Projeção de Mercator é a Projeção Transversa de Mercator ou **projeção cilíndrica transversa ortomorfa (conforme)**, na qual o cilindro é tangente à superfície da Terra ao longo de um **meridiano de tangência**. Como a área de deformação mínima nesta projeção ficará próxima ao **meridiano de tangência**, a Projeção transversa de Mercator torna-se útil para cartas cobrindo uma grande faixa de Latitudes e uma faixa estreita de Longitudes de cada lado do **meridiano de tangência** (Figura 2.27) ou para cartas de regiões polares (Figura 2.28). Além disso, é algumas vezes usada em **cartas celestes** que apresentam a configuração do céu nas várias estações do ano.

Em uma carta na Projeção Transversa de Mercator, próximo ao **meridiano de tangência** uma **linha reta** aproxima-se muito de um **círculo máximo** na esfera terrestre. É nesta área que a carta é mais útil.

O sistema UTM (Universal Transversa de Mercator) é uma grade quilométrica superposta a um reticulado da Projeção Transversa de Mercator, para fins técnico-científicos ou militares. O sistema UTM é muitas vezes utilizado para construção de Folhas de Bordo e Folhas de Sondagens produzidas em Levantamentos Hidrográficos e para cartas militares (exemplo: Carta de Bombardeio).

2.5.7 CARTAS POLARES

As excessivas deformações nas altas latitudes e a impossibilidade de representação dos pólos limitam o uso da Projeção de Mercator para cartografia das regiões polares. Há necessidade, então, de selecionar outras projeções para representação dessas áreas.

As principais considerações para escolha de um sistema de projeção conveniente para navegação polar são:

- a. **CONFORMIDADE** – é desejável que os ângulos (direções) sejam corretamente representados, de modo que a plotagem possa ser feita diretamente sobre a carta, sem correções complicadas;
- b. **REPRESENTAÇÃO DOS CÍRCULOS MÁXIMOS** – como os círculos máximos (ortodromias) são mais úteis em altas Latitudes que as linhas de rumo (loxodromias), é desejável que os círculos máximos sejam representados por linhas retas;
- c. **ESCALA CONSTANTE** – é desejável que se tenha uma escala constante em toda a carta;
- d. **LIMITES DE USO** – limites amplos de utilização são desejáveis, para reduzir ao mínimo o número de projeções necessárias.

As 3 projeções comumente selecionadas para **cartas polares** são a Transversa de Mercator, a Conforme de Lambert modificada e a projeção polar estereográfica. São, ainda, utilizadas a projeção gnomônica e a azimutal eqüidistante. Próximo ao pólo há pouco o que se escolher entre elas, pois aí todas são essencialmente conformes e em todas os círculos máximos são praticamente representados por linhas retas. Entretanto, conforme a distância ao pólo aumenta, devem ser consideradas as características distintas de cada projeção.

A Projeção Transversa de Mercator é conforme e o tipo de distorção que apresenta é familiar a quem está acostumado a usar uma Carta de Mercator. As distâncias podem ser medidas da mesma maneira que em uma Carta de Mercator. Assim, na cartografia das regiões polares as vantagens da Projeção de Mercator, tais como facilidade de construção e plotagem rápida dos pontos, podem ainda ser aproveitadas pela rotação do cilindro de 90° em azimute, ficando agora tangente em um meridiano, o qual passa a ser o equador fictício. Nesta projeção, dentro das regiões polares, os paralelos são praticamente circunferências concêntricas e os meridianos divergem ligeiramente de linhas retas; os arcos de círculos máximos também podem ser considerados linhas retas, desprezando-se o pequeno erro cometido. Um pequeno inconveniente na medida de ângulos pode resultar da curvatura dos meridianos (Figura 2.27). A projeção é excelente para uso em uma faixa estreita em torno do meridiano de tangência e para emprego com sistema automático de navegação que gera Latitude e Longitude.

A Projeção Conforme de Lambert modificada é virtualmente conforme em toda sua extensão e as distorções de escala mantêm-se pequenas quando a carta estende-se até cerca de 25° a 30° do pólo. Além desse limite, as distorções crescem rapidamente. Um círculo máximo é praticamente uma linha reta em qualquer ponto da carta. Distâncias e direções podem ser medidas diretamente na carta. A Projeção Conforme de Lambert modificada (ou Projeção de Ney) usa um paralelo muito próximo ao pólo como **paralelo padrão** mais alto. Assim, esta projeção cônica com dois paralelos padrões vai requerer pouca deformação para representar os paralelos como círculos e eliminar o círculo que representaria o pólo.

A outra projeção comumente utilizada em cartografia das regiões polares é a **projeção polar estereográfica**, que é **conforme** em toda sua extensão e na qual um **círculo máximo** difere muito pouco de uma **linha reta**. A distorção de escala não é excessiva para uma distância considerável do pólo, mas é maior que na Projeção Conforme de Lambert modificada. A variação de escala pode ser reduzida usando um plano secante, que corte a Terra em um paralelo intermediário entre o pólo e o paralelo mais afastado, de forma que as distorções sejam divididas, com a porção dentro deste paralelo padrão comprimida e a porção fora dele expandida.

2.6 A CARTA NÁUTICA; UTILIZAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE UMA CARTA NÁUTICA NA PROJEÇÃO DE MERCATOR

2.6.1 DEFINIÇÃO DE CARTAS NÁUTICAS

São os documentos cartográficos que resultam de levantamentos de áreas oceânicas, mares, baías, rios, canais, lagos, lagoas, ou qualquer outra massa d'água navegável e que se destinam a servir de base à navegação; são geralmente construídas na Projeção de Mercator e representam os acidentes terrestres e submarinos, fornecendo informações sobre **profundidades, perigos à navegação** (bancos, pedras submersas, cascos soçobrados ou qualquer outro obstáculo à navegação), **natureza do fundo, fundeadouros e áreas de fundeio, auxílios à navegação** (faróis, faroletes, bóias, balizas, luzes de alinhamento, radiofaróis, etc.), **altitudes e pontos notáveis aos navegantes, linha de costa e de contorno das ilhas, elementos de marés, correntes e magnetismo e outras indicações necessárias** à segurança da navegação.

2.6.2 PRINCIPAIS ELEMENTOS REPRESENTADOS EM UMA CARTA NÁUTICA

a. RETICULADO

Em uma **Carta de Mercator**, o conjunto dos **meridianos** e **paralelos** é denominado **reticulado**. Ao longo dos meridianos extremos da carta está representada a **escala de latitudes** (onde devem ser sempre medidas as distâncias). Ao longo dos paralelos superior e inferior da carta está representada a **escala de longitudes**.

b. ESCALA

Como vimos, em uma **Carta de Mercator** a **escala de longitudes** é constante, enquanto que a **escala de latitudes** varia, em virtude das **latitudes crescidas**.

Denomina-se, então, **escala natural** a escala de latitudes em um determinado paralelo, normalmente o **paralelo médio** (Lat média) da área abrangida. Este é, de fato, o único paralelo representado sem deformações de escala, ou seja, a **escala natural**, na realidade, somente é perfeitamente válida ao longo deste paralelo.

A outra projeção comumente utilizada em cartografia das regiões polares é a **projeção polar estereográfica**, que é **conforme** em toda sua extensão e na qual um **círculo máximo** difere muito pouco de uma **linha reta**. A distorção de escala não é excessiva para uma distância considerável do pólo, mas é maior que na Projeção Conforme de Lambert modificada. A variação de escala pode ser reduzida usando um plano secante, que corte a Terra em um paralelo intermediário entre o pólo e o paralelo mais afastado, de forma que as distorções sejam divididas, com a porção dentro deste paralelo padrão comprimida e a porção fora dele expandida.

2.6 A CARTA NÁUTICA; UTILIZAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE UMA CARTA NÁUTICA NA PROJEÇÃO DE MERCATOR

2.6.1 DEFINIÇÃO DE CARTAS NÁUTICAS

São os documentos cartográficos que resultam de levantamentos de áreas oceânicas, mares, baías, rios, canais, lagos, lagoas, ou qualquer outra massa d'água navegável e que se destinam a servir de base à navegação; são geralmente construídas na Projeção de Mercator e representam os acidentes terrestres e submarinos, fornecendo informações sobre **profundidades, perigos à navegação** (bancos, pedras submersas, cascos soçobrados ou qualquer outro obstáculo à navegação), **natureza do fundo, fundeadouros e áreas de fundeio, auxílios à navegação** (faróis, faroletes, bóias, balizas, luzes de alinhamento, radiofaróis, etc.), **altitudes e pontos notáveis aos navegantes, linha de costa e de contorno das ilhas, elementos de marés, correntes e magnetismo e outras indicações necessárias** à segurança da navegação.

2.6.2 PRINCIPAIS ELEMENTOS REPRESENTADOS EM UMA CARTA NÁUTICA

a. RETICULADO

Em uma **Carta de Mercator**, o conjunto dos **meridianos** e **paralelos** é denominado **reticulado**. Ao longo dos meridianos extremos da carta está representada a **escala de latitudes** (onde devem ser sempre medidas as distâncias). Ao longo dos paralelos superior e inferior da carta está representada a **escala de longitudes**.

b. ESCALA

Como vimos, em uma **Carta de Mercator** a **escala de longitudes** é constante, enquanto que a **escala de latitudes** varia, em virtude das **latitudes crescidas**.

Denomina-se, então, **escala natural** a escala de latitudes em um determinado paralelo, normalmente o **paralelo médio** (Lat média) da área abrangida. Este é, de fato, o único paralelo representado sem deformações de escala, ou seja, a **escala natural**, na realidade, somente é perfeitamente válida ao longo deste paralelo.

Escala é definida como a relação entre um valor gráfico, na Carta, e o valor real correspondente, na superfície da Terra. A **escala** de uma carta proporciona uma idéia da relação existente entre o trecho da Terra abrangido pela carta e sua representação na mesma. Quanto maior o denominador da escala, menor a escala.

EXEMPLOS

1. Com que comprimento gráfico seria representada uma distância de 500 metros em uma carta na escala de 1 : 100.000?

$$1 \text{ mm} \longrightarrow 100.000 \text{ mm} = 100 \text{ m}$$

$$x \text{ mm} \longrightarrow 500 \text{ m}$$

$$x = \frac{500}{100} = 5 \text{ mm}$$

2. Com que comprimento gráfico seria representada a mesma distância de 500 metros em uma carta na escala de 1 : 25.000?

$$1 \text{ mm} \longrightarrow 25.000 \text{ mm} = 25 \text{ m}$$

$$x \text{ mm} \longrightarrow 500 \text{ m}$$

$$x = \frac{500}{25} = 20 \text{ mm}$$

Outros exemplos sobre escala são mostrados na Figura 2.29.

Figura 2.29 - Escala

$$E = \frac{\text{Valor gráfico na Carta}}{\text{Valor real na Terra}}$$

1. Qual o comprimento gráfico, em milímetros, correspondente a uma distância de 2.000 metros, medida na superfície da Terra, em uma carta na escala de 1:50.000?

<u>Carta</u>	<u>Terra</u>
1 mm	50.000 mm
x	2.000.000 m
$x = \frac{2.000.000}{50.000} = 40 \text{ mm}$	

2. Quanto mede no terreno, em metros, uma dimensão cujo valor gráfico, medido sobre uma carta na escala de 1:25.000, é 15 milímetros?

<u>Carta</u>	<u>Terra</u>
1 mm	25.000 mm
15 mm	x
$x = 25.000 \text{ mm} \times 15 = 375.000 \text{ mm} = 375 \text{ m}$	

Quanto maior a **escala** de uma carta, mais detalhada pode ser a representação do trecho da Terra por ela abrangido.

A escala de uma carta deve ser determinada pelo tipo de navegação pretendido, a natureza da área a ser coberta e a quantidade de informações a serem mostradas. Várias classificações para escala são empregadas, tais como pequena escala, média escala, grande escala e série costeira contínua. Estas classificações têm por finalidade indicar o tipo de carta, mais do que a escala real, que poderá variar de área para área.

De uma forma muito genérica, as classificações “pequena escala”, “média escala” e “grande escala” abrangem os seguintes tipos de carta:

Pequena escala	navegação oceânica (alto-mar).....	escala menor que 1:1.500.000
Média escala	travessia (passagem)/aterragem	1:1.500.000 – 1:750.000
	cabotagem	1:500.000 – 1:150.000
Grande escala	aproximação de portos/águas costeiras	
	restritas	1:150.000 – 1:50.000
	portos/ancoradouros/canais estreitos	1:50.000 e acima

Como norma, sempre que uma determinada área for abrangida por cartas náuticas em escalas diversas, deve-se navegar na carta de maior escala, que apresentará sempre maior grau de detalhe na representação tanto do relevo submarino como da parte emersa. Além disso, na plotagem de posição do navio na carta, um mesmo erro gráfico pode corresponder a desde algumas dezenas de metros, na carta de maior escala, até muitos décimos de milha, nas cartas de menor escala, o que é muito importante, principalmente nas proximidades da costa ou de perigo. De acordo com as escalas, as cartas náuticas publicadas pela DHN são geralmente classificadas em (Figura 2.30):

Figura 2.30 - Escalas

CARTAS GERAIS:	escala menor que 1:3.000.000
CARTAS DE GRANDES TRECHOS:	escala entre 1:3.000.000 e 1:1.500.000
CARTAS DE MÉDIOS TRECHOS:	escala entre 1:1.500.000 e 1:500.000
CARTAS DE PEQUENOS TRECHOS:	escala entre 1:500.000 e 1:150.000
CARTAS PARTICULARES:	escala maior que 1:150.000
PLANOS:	escala igual ou maior que 1:25.000

As **Cartas Náuticas** construídas na escala de 1:80.000, ou em escalas maiores, apresentarão, além das escalas de latitude e de longitude anteriormente mencionadas, escalas lineares (gráficas) de distância, no sistema métrico, nas bordas (escala quilométrica).

c. TÍTULO DA CARTA NÁUTICA

O **título** da Carta Náutica traz informações importantes, que devem ser lidas com atenção. Os elementos do título são apresentados na seguinte ordem (Figura 2.31):

Figura 2.31 -



BRASIL - COSTA NORTE DO CABO ORANGE À ILHA DE MARACÁ

Levantamentos efetuados pela Marinha do Brasil até 1978

SONDAGENS EM METROS

reduzidas aproximadamente ao nível da baixa-mar média de sizígia

ALTITUDES EM METROS ACIMA DO NÍVEL MÉDIO

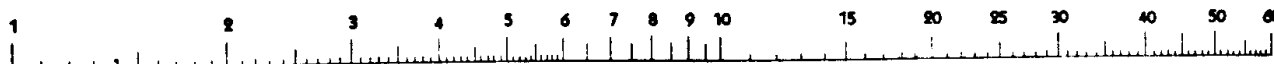
Para símbolos e abreviaturas ver carta No. 12 000

Escala natural 1: 316 546 na lat. 3°25,00'

Projeção de Mercator

DATUM HORIZONTAL: CÔRREGO ALEGRE-MINAS GERAIS

ESCALA LOGARÍTMICA DE VELOCIDADE



Para encontrar o valor da VELOCIDADE em nós, coloque uma das pontas do compasso em cima do número que corresponde à distância percorrida em milhas e a outra ponta em cima do valor correspondente ao tempo gasto em minutos. Sem variar a abertura do compasso coloque uma das pontas sobre o No. 60 da escala, a outra ponta indicará a velocidade em nós. Exemplo: com 4,0 milhas percorridas em 15 minutos, a velocidade é 16 nós.

INFORMAÇÕES SOBRE A MARE

Lugar	H.W.F.&C.	Altura sobre o N.R.		
		M.H.W.S.	M.H.W.N.	N.M.
Mont D'Argent	V h 16 min	296 cm	232 cm	163 cm
Cassiporé	VI h 37 min	278 cm	235 cm	156 cm
Cocal	VII h 12 min	738 cm	602 cm	400 cm
Ilha de Maracá	VII h 46 min	987 cm	793 cm	539 cm

1. Área geográfica geral e trecho da costa em que se situa a área representada na Carta.

Para efeitos de Cartografia Náutica, a costa do Brasil é dividida em:

COSTA NORTE: do Cabo Orange ao Cabo Calcanhar.

COSTA LESTE: do Cabo Calcanhar ao Cabo Frio.

COSTA SUL: do Cabo Frio ao Arroio Chuí.

Na Figura 2.31 (título da Carta Náutica Nº 100), a área geográfica geral é o BRASIL e o trecho da costa representado na carta situa-se na COSTA NORTE.

2. Referência geográfica específica, que consiste na descrição da área representada na Carta, do norte para o sul. Na figura 2.31: DO CABO ORANGE À ILHA DE MARACÁ.
3. Informações sobre a data dos Levantamentos Hidrográficos que deram origem à Carta.

Este é um primeiro dado sobre a confiabilidade e a atualização da Carta. Dados mais completos constam dos Diagramas de Levantamentos ou Diagramas de Confiabilidade, que serão adiante explicados.

Em todo caso, não se deve esquecer que Cartas Náuticas oriundas de levantamentos mais antigos tendem a ser menos precisas, em virtude da menor precisão dos instrumentos e métodos de posicionamento, de medida das profundidades e de pesquisas de perigos disponíveis na época.

Ademais, principalmente em se tratando de portos, baías, barras e estuários de rios, deve-se considerar que Cartas mais antigas podem estar desatualizadas, devido a modificações no relevo submarino, por causas naturais (assoreamento, erosão, etc.) ou provocadas pelo homem (dragagens, aterros, etc.).

4. Unidade de medida das profundidades, com menção genérica ao “datum vertical” usado na Carta.

Nas nossas Cartas Náuticas as profundidades (sondagens) são representadas em metros, tendo como “datum vertical” o nível médio das baixa-mares de sizígia, plano de referência que será explicado com detalhe no Capítulo 10, que estuda as marés.

5. Unidade de medida das altitudes e plano de referência usado como origem.

As altitudes, nas nossas Cartas Náuticas, são medidas em metros, tendo como origem o Nível Médio do mar.

6. Referência para Símbolos e Abreviaturas utilizados na Carta Náutica.

O título da Carta informa que a Carta Nº 12.000 – INT1 – SÍMBOLOS E ABREVIATURAS (que, na realidade, é uma publicação, conforme será adiante explicado) deve ser utilizada para sua correta interpretação.

7. Escala Natural e paralelo de referência.

A Escala Natural da Carta Náutica é mostrada no título, acompanhada do valor do paralelo de referência, que normalmente corresponde à Latitude Média do trecho abrangido pela Carta. Como visto, a **escala natural** só é realmente verdadeira ao longo do **paralelo de referência**, que, assim, é o único representado sem deformação na Carta.

8. O nome da projeção usada (Projeção de Mercator em quase todas as nossas Cartas Náuticas).

9. O “datum horizontal” usado na Carta.

Esta informação torna-se muito importante após o advento dos sistemas de navegação por satélite, que fornecem posições referidas ao Sistema Geodésico Mundial (WGS). Muitas vezes, especialmente nas cartas de grande escala, para plotar as posições-satélite nas Cartas Náuticas referidas a um “datum” regional ou local são necessárias correções, que devem ser informadas em **nota de precaução** inserida na Carta.

d. NOTAS DE PRECAUÇÃO E EXPLANATÓRIAS

As Cartas Náuticas podem conter **notas de precaução** ou **explanatórias**, de preferência colocadas próximas ao **título**, abordando assuntos diversos, como áreas de navegação ou fundeio proibidos, existência de marés ou correntes anormais, anomalias magnéticas, etc.

e. INFORMAÇÕES SOBRE MARÉS E CORRENTES

Figura 2.32 -

CORRENTES DE MARÉ Referidas à P.M. de Mont D'Argent				
A ⊕		Lat. 4°23,4'N Long. 51°40,3W		
Horas	Direção	Intensidade (Nós)		
		Siz.	Quand.	
Antes da P.M.	6	252°,4	0,07'	0,05'
	5	178°,8	0,95'	0,66'
	4	150°,3	1,92'	1,32'
	3	166°,8	2,13'	1,47'
	2	157°,2	2,25'	1,55'
	1	128°,9	1,06'	0,73'
P.M.		106°,2	0,63'	0,43'
Depois da P.M.	1	324°,5	1,34'	0,92'
	2	341°,1	1,56'	1,08'
	3	338°,8	1,87'	1,29'
	4	358°,4	2,12'	1,46'
	5	306°,1	1,51'	1,04'
	6	265°,7	1,54'	1,06'

Figura 2.33 -

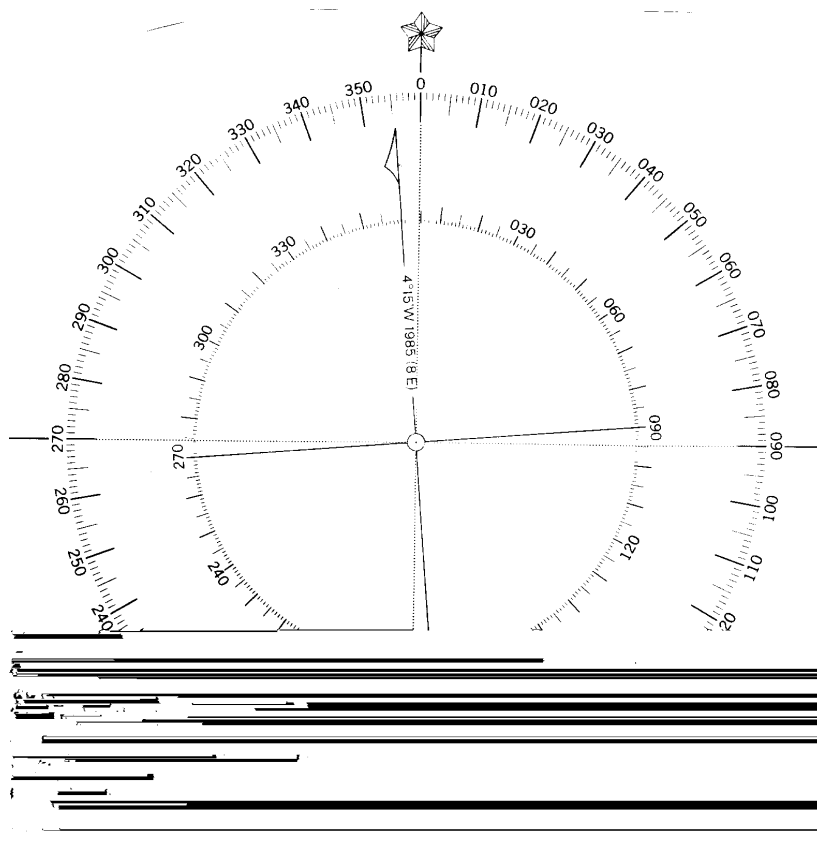
INFORMAÇÕES SOBRE A MARÉ				
Lugar	H.W.F.&C.	Altura sobre o N. R.		
		M.H.W.S.	M.H.W.N.	N. M.
Natal	Vh 59min	209cm	161cm	114cm

Também podem constar das Cartas Náuticas informações sobre marés e correntes, tais como as mostradas nas Figuras 2.31, 2.32 e 2.33. Tais informações são importantes para o planejamento e a condução da navegação e serão detalhadamente estudadas no Capítulo 10.

f. ROSA DOS VENTOS OU ROSA DE RUMOS

A Carta Náutica apresenta uma ou mais **rosas verdadeiras**, em lugares particularmente selecionados para o seu uso, a fim de permitir a obtenção ou o traçado de rumos e marcações verdadeiros. Além disso, no interior das **rosas de rumos verdadeiros** aparecerá sempre o valor da declinação magnética, junto com o ano e sua variação anual, sendo representada, também, a **rosa de rumos magnéticos** (Figura 2.34).

Figura 2.34 - Rosa Verdadeira e Rosa Magnética



g AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO

Os faróis, faroletes, radiofaróis, luzes de alinhamento, luzes particulares notáveis, balizas, bóias cegas e luminosas, equipamentos RACON e demais auxílios à navegação são representados na Carta Náutica, com simbologia própria, registrada na Carta Nº 12.000 – INT1 – SÍMBOLOS E ABREVIATURAS. Os detalhes dos faróis serão omitidos na seguinte ordem, à medida que a escala da carta diminui:

- informação sobre a guarnição
- altitude do foco
- período
- número de grupos
- alcance

h. DEMAIS ELEMENTOS REPRESENTADOS NA PARTE TERRESTRE DA CARTA NÁUTICA

A **parte terrestre** de uma Carta Náutica representa o contorno da linha de costa (a linha de contorno corresponde à preamar), ilhas, curvas de nível, altitudes, pontos notáveis à navegação (acidentes naturais e artificiais), toponímia, instalações portuárias (cais, piers, trapiches, enrocamentos, docas, molhes, etc.) e outras informações de interesse da navegação. É importante notar que uma **Carta Náutica** não é uma **Carta Topográfica**, cuja finalidade é representar, com o máximo rigor de detalhes, uma área terrestre. Desta forma, só devem ser representados na parte terrestre da Carta Náutica os detalhes que realmente interessam aos navegantes, com o cuidado de que o excesso de informações topográficas não oculte ou dificulte a visualização do que interessa de fato à navegação.

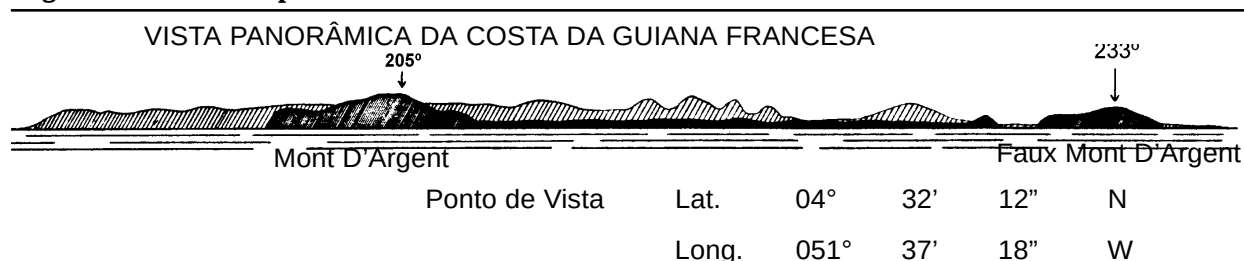
i. PRINCIPAIS ELEMENTOS REPRESENTADOS NA PARTE MARÍTIMA (AQUÁTICA) DE UMA CARTA NÁUTICA

A **parte marítima** (fluvial ou lacustre) de uma **Carta Náutica** é, obviamente, a mais importante da carta, indicando:

- profundidades (reduzidas ao Nível de Redução);
- linhas isobatimétricas (ou isobáticas);
- perigos à navegação (bancos, recifes, pedras submersas, cascos soçobrados, obstruções ou qualquer outro obstáculo à navegação);
- estirâncio (área que cobre e descobre com o movimento das marés);
- natureza do fundo (qualidade do fundo);
- balizamento (bóias, balizas, luzes de alinhamento, sinais de cerração ou especiais, etc.);
- barca-farol ou bóias “lanby” (“LARGE AUTOMATIC NAVIGATIONAL BUOYS”);
- fundeadouros e áreas de fundeio;
- bóias de amarração;
- derrotas aconselhadas e esquemas de separação de tráfego;
- áreas de arrebentações;
- redemoinhos, rebojos, águas descoradas, zonas suspeitas ou de fundo sujo;
- limites de gelo;
- anomalias magnéticas (declinação anormal) e curvas isogônicas;
- plataformas de exploração/exploração de petróleo;
- indicações de correntes;
- vão livre de pontes ou cabos aéreos;
- cabos, dutos e canalizações submarinas;
- áreas de exercícios;
- eclusas;
- milha medida e demais informações essenciais à segurança da navegação.

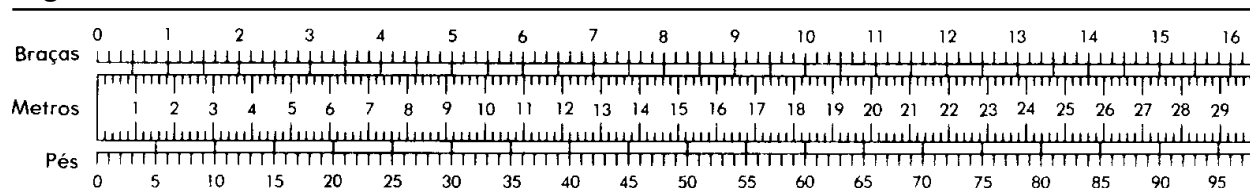
j. OUTROS ELEMENTOS REPRESENTADOS NAS CARTAS NÁUTICAS

Figura 2.35 - Vista panorâmica da costa



Outros elementos de interesse ao navegante, tais como vistas panorâmicas da costa (Figura 2.35), escala logarítmica de velocidade (Figura 2.31) e escala de conversão de unidades de profundidade (Figura 2.36), também podem ser inseridos na Carta Náutica.

Figura 2.36 - Tabela de conversão de unidades

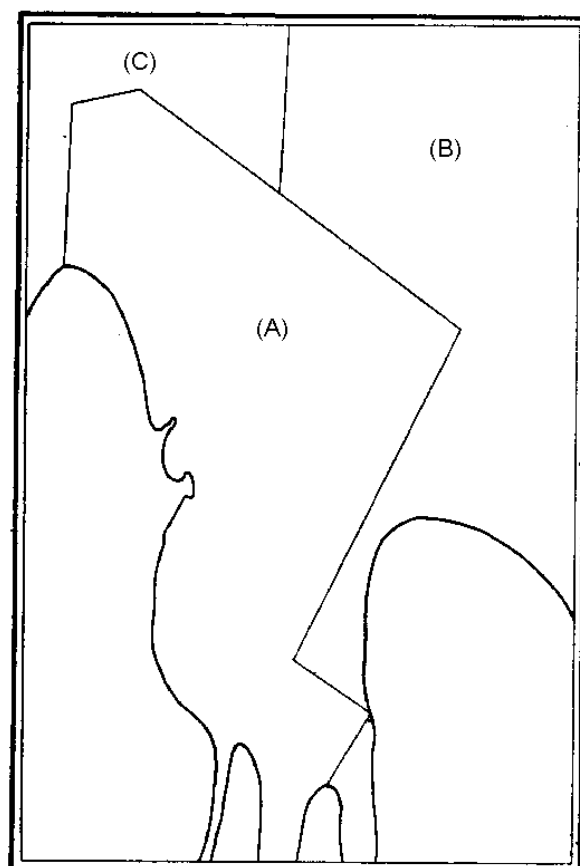


Nas cartas com escala menor que 1:750.000 e nas cartas onde a apresentação de informações magnéticas dentro das rosas se mostrar impraticável, devido à rápida sucessão de linhas isogônicas ou à irregularidade da sua configuração, as informações magnéticas são representadas por linhas de igual declinação magnética (curvas isogônicas), a intervalos de 1°, 2° ou 3°. Estas linhas são rotuladas com o valor da declinação e sua variação anual.

I. DIAGRAMAS DE LEVANTAMENTOS E DIAGRAMAS DE CONFIABILIDADE

I – DIAGRAMAS DE LEVANTAMENTOS

Figura 2.37 - Diagrama de Levantamentos (simplificado)



Levantamentos efetuados

(A) em 1978

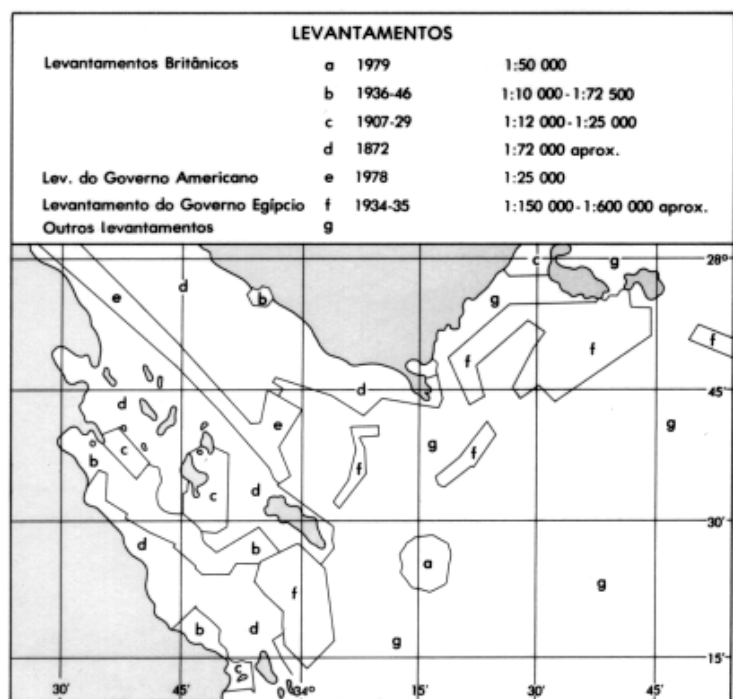
(B) em 1970

(C) Elementos compilados

Todas as Cartas Náuticas com escala de 1:500.000 e maiores devem conter um Diagrama de Levantamentos, que indique aos navegantes os limites, as datas, as escalas e outras informações sobre os levantamentos que deram origem à carta. Os Diagramas de Levantamentos deverão constar das novas Cartas publicadas, sendo acrescentados às Cartas existentes logo que surgir oportunidade.

Exemplos de Diagrama de Levantamentos, simplificado ou mais completo, podem ser visualizados nas Figuras 2.37 e 2.38.

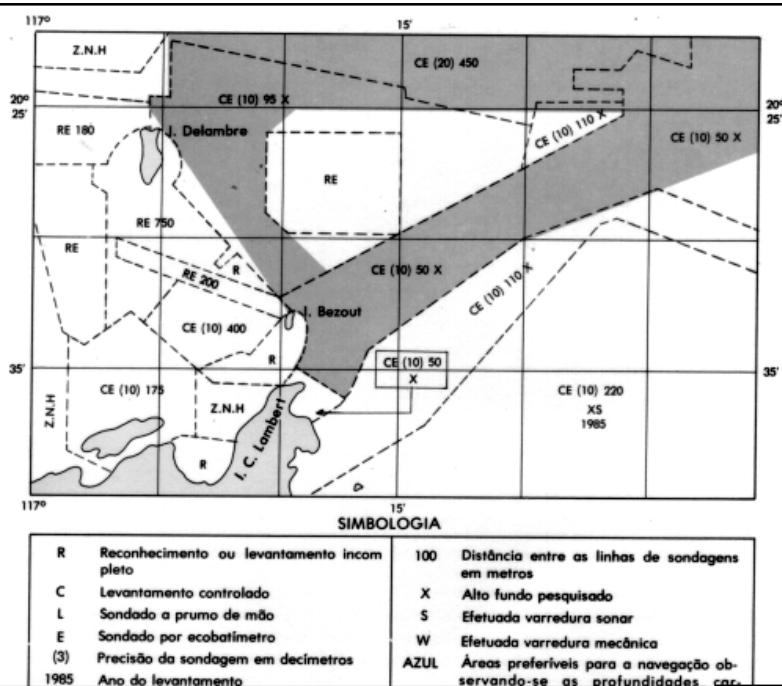
Os Diagramas de Levantamentos devem ser utilizados na fase de **planejamento da derrota**, especialmente para planejar passagens através de águas desconhecidas pelo navegante. Sua finalidade é orientar os navegantes e os que planejam “operações de navegação” (inclusive o planejamento de novas rotas e medidas oficiais para estabelecimento de rotas), quanto ao grau de confiança que devam depositar na adequação e precisão das profundidades e posições cartografadas.

Figura 2.38 - Diagrama de Levantamentos (completo)**EXEMPLO A: DIAGRAMA PADRÃO**

(Carta de parte do Golfo de Suez na escala de 1:150 000)

II – DIAGRAMAS DE CONFIABILIDADE

São reservados para casos especiais, quando as rotas de navegação passam através de áreas inadequadamente pesquisadas e perigosas. Os Diagramas de Confiabilidade fornecem informações muito detalhadas, que proporcionam uma avaliação da exatidão dos levantamentos, bem como indicações sobre as áreas preferíveis para a navegação (figura 2.39).

Figura 2.39 - Diagrama de Confiabilidade

m SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Conforme visto, para correta interpretação e utilização de uma Carta Náutica é necessário dispor da Carta Nº 12.000 – INT1 – SÍMBOLOS E ABREVIATURAS e consultá-la freqüentemente. Algumas seções da referida Carta são apresentadas em anexo a este Capítulo.

2.7 RESOLUÇÃO GRÁFICA DE PROBLEMAS – TIPO:

NOTAS IMPORTANTES

1. Só se traçam na Carta **RUMOS** e **MARCAÇÕES VERDADEIROS**.
2. Trabalha-se na Carta apenas com lápis, nunca com caneta.

a DADAS AS COORDENADAS DE UM PONTO, PLOTÁ-LO NA CARTA

EXEMPLO: Plotar na Carta de Instrução (Miniatura da Carta Nº 52 – Arquipélago de Fernando de Noronha) o ponto **A**, cujas coordenadas são:

Lat. 03° 51.0' S; Long. 032° 30.6'W

SEQÜÊNCIA DE OPERAÇÕES:

1. Marcam-se os valores da latitude e longitude nas escalas respectivas (cujas menores divisões, neste caso, é de 1 décimo de minuto).
2. Com a **RÉGUA DE PARALELAS** (ou o “PARALLEL PLOTTER”) traça-se o **PARALELO** correspondente à **LATITUDE DO PONTO**.
3. Sobre este **PARALELO**, com o auxílio do **COMPASSO DE NAVEGAÇÃO**, marca-se a **LONGITUDE DO PONTO**, a partir de um dos **MERIDIANOS** do **RETICULADO** da carta.

OBS.: Poder-se-ia, também, traçar primeiro o **MERIDIANO** correspondente à **LONGITUDE** do **PONTO** e depois marcar sobre ele, com um compasso, a **LATITUDE DO PONTO**, a partir de um dos **PARALELOS** do **RETICULADO** da carta. Além disso, poder-se-ia, ainda, plotar o ponto **A** apenas com a régua de paralelas, traçando, com ela, seu paralelo e seu meridiano. O ponto **A**, então, estaria na interseção das linhas traçadas.

PERGUNTAS SOBRE O PONTO A:

1. Qual a profundidade do ponto **A**?

RESPOSTA: 844 metros (lida na Carta)

2. Qual a Latitude Média (Lat md) do trecho abrangido pela Carta Náutica Nº 52?

RESPOSTA:

Lat1 = 3° 47.5' S

Lat2 = 3° 54.5' S

Σ = 7° 42.0'

Lat md = $\Sigma/2$ = 3° 51.0' S

3. Qual a Escala Natural da Carta N° 52?

RESPOSTA: 1:30.000 na Lat. 3° 51.0' S (lida no **título** da Carta).

b. **DADO UM PONTO NA CARTA, DETERMINAR AS SUAS COORDENADAS**

EXEMPLO: Determinar, na Carta N° 52 reduzida, as **coordenadas geográficas** (Latitude e Longitude) do Farol Ilha Rata – Lp B 15s 63m 16M (SG).

SEQÜÊNCIA DE OPERAÇÕES:

1. Com o auxílio da **RÉGUA DE PARALELAS** (ou do “PARALLEL PLOTTER”), marca-se, sobre o paralelo do ponto em questão, o ponto em que este intercepta o **MERIDIANO** mais próximo traçado no **RETICULADO** da carta.
2. Então, com o auxílio do **COMPASSO DE NAVEGAÇÃO**, determinam-se as coordenadas do ponto, nas **ESCALAS** de **LATITUDE** e **LONGITUDE** da carta.

OBS.: O problema também pode ser resolvido apenas com um **COMPASSO DE NAVEGAÇÃO**, tangenciando-se, a partir do ponto em questão, o **MERIDIANO** e o **PARALELO** mais próximos traçados no **RETICULADO** da carta, usando-se as distâncias obtidas no compasso para determinar as coordenadas do ponto, nas escalas de latitude e longitude.

COORDENADAS DO FAROL ILHA RATA:

Lat. 03° 48.75' S; Long. 032° 23.2' W

PERGUNTAS CORRELATAS:

1. Qual a **cor da luz** emitida pelo Farol Ilha Rata?

RESPOSTA: Branca (B) – ver Carta N° 12.000 – INT1 – SÍMBOLOS E ABREVIATURAS (seção IP).

2. Qual o **ritmo** da luz emitida pelo Farol Ilha Rata?

RESPOSTA: Luz de Lampejos (Lp.) – ver Carta N° 12.000 – INT1 – SÍMBOLOS E ABREVIATURAS (seção IP).

3. Qual a **altitude do foco** e o **alcance** do Farol Ilha Rata?

RESPOSTA:

Altitude do foco: 63m

Alcance: 16 Milhas Náuticas

c. **TRAÇAR UM RUMO A PARTIR DE UM PONTO PLOTADO NA CARTA**

EXEMPLO: A partir do ponto de coordenadas Lat. 03° 50.0' S, Long. 032° 28.0' W, traçar o Rumo Verdadeiro R = 150°.

SEQÜÊNCIA DE OPERAÇÕES

1. Como visto, só se traçam na carta **RUMOS VERDADEIROS**. Então, transporta-se para o ponto de origem, a partir da **ROSA DE RUMOS VERDADEIROS** mais próxima, com o auxílio da régua de paralelas (ou do “PARALLEL PLOTTER”), a direção 150° e traça-se o rumo.

2. **PRECAUÇÃO:** Cuidado para não traçar a recíproca (neste caso, 330°).
3. Sobre a linha traçada, rotula-se: R 150

PERGUNTAS CORRELATAS:

1. Qual o valor da **Declinação Magnética** (Dec mg) e de sua **variação anual** na área de Fernando de Noronha?

RESPOSTA:

Dec mg = 21° 25' W (em 1990).

Variação anual = 1' E.

2. Este valor da Dec mg significa que o Norte Magnético está a leste ou a oeste do Norte Verdadeiro?

RESPOSTA: O Norte Magnético está a Oeste (W) do Norte Verdadeiro.

3. Qual o valor do Rumo Magnético (Rmg) correspondente ao Rumo Verdadeiro R = 150°?

RESPOSTA: Rmg = 171.5° (lido na Rosa de Rumos Magnético ou obtido pela soma de **R** com **Dec mg**).

d. **DADOS DOIS PONTOS, DETERMINAR O RUMO VERDADEIRO ENTRE ELES**

EXEMPLO: Determinar o **Rumo Verdadeiro** entre os pontos de coordenadas:

A: Lat. 03° 51.0' S; Long. 032° 30.6' W

B: Lat. 03° 50.0' S; Long. 032° 28.0' W

SEQÜÊNCIA DE OPERAÇÕES:

1. Inicialmente, plotam-se os dois pontos na carta, conforme já explicado.
2. Em seguida, unem-se os dois pontos com a régua de paralelas (ou o “PARALLEL PLOTTER”), com o que fica determinada a **direção** a ser seguida entre os dois pontos.
3. Movendo adequadamente a régua de paralelas ao longo da carta, transporta-se a direção determinada para o centro da Rosa de Rumos Verdadeiros mais próxima.
4. Lê-se, então, na graduação da Rosa, no sentido correto, o valor do Rumo Verdadeiro.
5. Finalmente, rotula-se o valor do Rumo sobre a linha traçada entre os dois pontos, precedido pela abreviatura **R**; no caso em questão: R068 (Rumo Verdadeiro = 068°).

PERGUNTAS:

1. Qual seria o Rumo Verdadeiro para navegar do ponto **B** para o ponto **A**?

RESPOSTA: R = 248°

2. Qual a Diferença de Latitude e Diferença de Longitude entre os pontos **A** e **B**?

RESPOSTA:

Diferença de Latitude: 1.0' N

Diferença de Longitude: 2.6' E

3. Qual a Nota de Precaução inserida na Carta N° 52 sobre as **correntes** na área do Arquipélago de Fernando de Noronha?

RESPOSTA: A corrente tem a direção W e varia de intensidade entre 0.7 e 1 nó. Os navegantes com destino aos fundeadouros que se aproximem ou contornem o arquipélago por E deverão dar o necessário resguardo.

e. DADOS DOIS PONTOS, DETERMINAR A DISTÂNCIA ENTRE ELES

EXEMPLO: Determinar a distância entre os pontos **A** e **B**

RESPOSTA: Fundeadouro recomendado – ver Carta N° 12.000– INT1, seção IN.

2. Qual a distância entre o Farol Fernando de Noronha (Lat. 03° 52.48' S, Long. 032° 27.70' W) e o Farol Ilha Rata?

RESPOSTA: $d = 5,85$ M.

3. Qual a altura do nível médio do mar (MSL: “mean sea level”) sobre o nível de redução das sondagens (NR) na área da Carta N° 52?

RESPOSTA: 143 cm (obtida do quadro de INFORMAÇÕES SOBRE A MARÉ, inserido na Carta N° 52).

- f. **OBTER O RUMO PARA, A PARTIR DE UM PONTO DADO, PASSAR A UMA DETERMINADA DISTÂNCIA DE OUTRO PONTO**

EXEMPLO: Obter o Rumo Verdadeiro (R) para, a partir do ponto de coordenadas Lat. 03° 50.0' S, Long. 032° 26,0' W, passar a 1,0 M da Ponta da Sapata, na extremidade SW da Ilha de Fernando de Noronha.

SEQÜÊNCIA DE OPERAÇÕES:

1. Plota-se na Carta o ponto de origem, conforme já explicado.
2. Toma-se a distância dada, com um compasso, na **escala de latitudes**, na altura do paralelo do ponto do qual se deseja passar distante.
3. Traça-se, com raio igual à distância dada, uma circunferência (ou trecho dela) em torno do ponto do qual se deseja passar distante.
4. Em seguida, traça-se do ponto de origem uma tangente à circunferência acima citada.
5. Então, com o auxílio de uma régua de paralelas, transporta-se a direção da tangente traçada para o centro da Rosa de Rumos Verdadeiros mais próxima e lê-se o valor do Rumo, na Graduação da Rosa.
6. Finalmente, rotula-se o valor do Rumo, sobre a linha traçada, precedido da abreviatura **R**.

No caso em questão, o **RUMO VERDADEIRO** para, partindo do ponto dado, passar a 1,0 Milha da Ponta da Sapata é $R = 242^\circ$.

2.8 CONFIANÇA E PRECISÃO DA CARTA NÁUTICA

As Cartas Náuticas brasileiras editadas pela DHN são um dos motivos de orgulho da Marinha, pela precisão da tecnologia empregada, reconhecida pelos serviços hidrográficos de todo o mundo e pela Organização Hidrográfica Internacional. Mesmo assim, o navegante deve evitar confiar cegamente na carta e ser capaz de avaliar a confiança que ela pode inspirar.

O valor de uma carta depende, principalmente, da precisão do levantamento em que é baseada, sendo esse fato tanto mais sensível quanto maior for a escala da Carta. A data do levantamento, que é sempre encontrada no título da carta, é um bom guia para se

estimar essa precisão. Os primitivos levantamentos eram feitos, na maioria das vezes, em circunstâncias que impediam grande precisão de detalhes, pelo que as cartas neles baseadas devem ser utilizadas com precaução, até que a experiência venha demonstrar sua precisão. Nas Cartas mais novas, os Diagramas de Levantamentos ou Diagramas de Confiabilidade também fornecem importantes informações sobre a precisão e confiança da Carta. Em certas zonas, onde a qualidade predominante do fundo é areia ou lama, podem, com o passar dos anos, ocorrer sensíveis alterações. É mesmo possível afirmar que, exceto nos portos muito freqüentados e em suas proximidades, em nenhum levantamento até agora executado o exame do fundo foi muito minucioso para se poder ficar certo de que todos os perigos foram encontrados e delimitados. Outra maneira de se avaliar a qualidade de uma Carta é o exame da quantidade e da distribuição das sondagens nela mostradas. Quando as sondagens são esparsas e irregularmente distribuídas, pode-se considerar que o levantamento não foi feito com grande detalhe.

Deve-se ter sempre em mente que o principal método para conhecer o relevo do fundo do mar é o laborioso processo de sondagem, no qual uma embarcação ou navio que sonda uma determinada área conserva-se sobre determinadas linhas e, cada vez que lança o prumo ou faz uma sondagem sonora, com ecobatímetro, obtém a profundidade sobre uma área diminuta, que representa o relevo submarino de uma faixa de pouca largura. Por conseguinte, as linhas de sondagem devem sempre ser consideradas como representando o relevo submarino apenas nas suas proximidades imediatas.

Por vezes, não havendo indícios da existência de um alto-fundo, sua localização pode escapar quando se sondam duas linhas que o ladeiam, sendo essa possibilidade tanto maior quanto menor for a escala da carta. As cartas Costeiras, por conseguinte, não podem ser consideradas como infalíveis, não se devendo, em uma costa rochosa, navegar por dentro da linha de 20 metros de profundidade, sem se tomar toda precaução para evitar um possível perigo. Mesmo em carta de grande escala, os navios devem evitar passar sobre fundos irregulares representados nas cartas, porque algumas pedras isoladas são tão escarpadas, que, na sondagem, pode não ter sido encontrada a sua parte mais rasa.

Espaços em branco entre as profundidades podem significar que nesses trechos não se fizeram sondagens. Quando há bastante fundo em torno de tais trechos, podem eles ser considerados como de profundidade grande e uniforme. Porém, quando as sondagens indicam pouca água e o resto da carta mostra a existência de pedras e altos-fundos, esses espaços em branco devem ser considerados como suspeitos.

2.9 ATUALIZAÇÃO DAS CARTAS

As Cartas, assim como as demais publicações de auxílio à navegação, só podem inspirar confiança quando são mantidas atualizadas

a. CORREÇÃO DE CARTAS A BORDO

Ao usar uma carta recém- adquirida, o navegante deve verificar se não há nenhum Aviso Permanente que a tenha alterado, após o último Aviso nela registrado, e deve anotar todos os Avisos-Rádio, Temporários e Preliminares que a afetam e continuam em vigor, de acordo com o último Folheto Quinzenal de Avisos aos Navegantes.

Todas as alterações que afetam a segurança da navegação e que podem ser introduzidas na carta à mão ou por colagem de trecho, são divulgadas por Avisos aos Navegantes. Nestas correções é importante observar os seguintes critérios: devem ser usadas as convenções da carta N° 12.000 – INT1 da DHN – Símbolos e Abreviaturas Usados nas Cartas Náuticas Brasileiras; os acréscimos devem ser feitos de maneira a não prejudicar qualquer informação já existente; as informações canceladas ou corrigidas em caráter permanente devem ser riscadas a tinta violeta, nunca rasuradas; e as notas de precaução, proibição, marés, correntes, etc., devem ser colocadas em local conveniente, de preferência próximo do título, quando o Aviso aos Navegantes não especificar a posição onde devem ser inseridas.

As alterações decorrentes de Aviso-Rádio, geralmente referentes a derrelitos perigosos à navegação, extinção temporária de luzes, retirada temporária de auxílios à navegação e outras informações de caráter urgente, devem ser inseridas a lápis na carta afetada e apagadas logo que novo aviso as cancelar ou na data que for determinada pelo Aviso que as divulgou. Estas alterações, enquanto em vigor, são repetidas no Folheto Quinzenal de Avisos aos Navegantes.

As alterações decorrentes de Aviso Temporário devem ser feitas a lápis, anotando-se junto a elas, também a lápis, o número e o ano do aviso (Ex. E40 (T)/93). Se o Aviso entrar em vigor como Permanente em data prefixada e sem novo Aviso, seu número deve ser anotado a lápis no canto esquerdo da margem inferior da carta e ambos – correção e número do aviso – devem ser cobertos com tinta violeta na data de entrada em vigor como permanente.

As correções decorrentes de Aviso Permanente devem ser feitas a tinta violeta, de maneira clara e sem rasuras. No canto esquerdo da margem inferior da carta devem ser registrados com tinta violeta o ano, se ainda não estiver escrito, e o número do aviso.

b. ATUALIZAÇÃO DAS CARTAS PELA DHN

Além das correções a bordo, as Cartas Náuticas são periodicamente atualizadas pela DHN, nas formas abaixo:

REIMPRESSÃO – A reimpressão de uma carta constitui uma nova impressão da edição em vigor, sem qualquer alteração significativa para a navegação, a não ser as já previamente divulgadas por Avisos aos Navegantes. A reimpressão pode incluir, também, outras pequenas alterações que não afetam a segurança da navegação e que, por conseguinte, não foram divulgadas por Avisos aos Navegantes. A reimpressão de uma carta não cancela a impressão anterior da mesma edição.

NOVA EDIÇÃO – Uma nova edição é publicada quando uma carta fica desatualizada, geralmente devido à realização de novos levantamentos, implicando em importantes alterações nas informações essenciais à navegação, além das já divulgadas por Avisos aos Navegantes. Uma nova edição cancela a edição anterior. A data das edições subsequentes à 1ª edição é informada no centro da margem inferior da carta, em substituição à desta, permanecendo inalterada a data de publicação, no canto direito da margem.

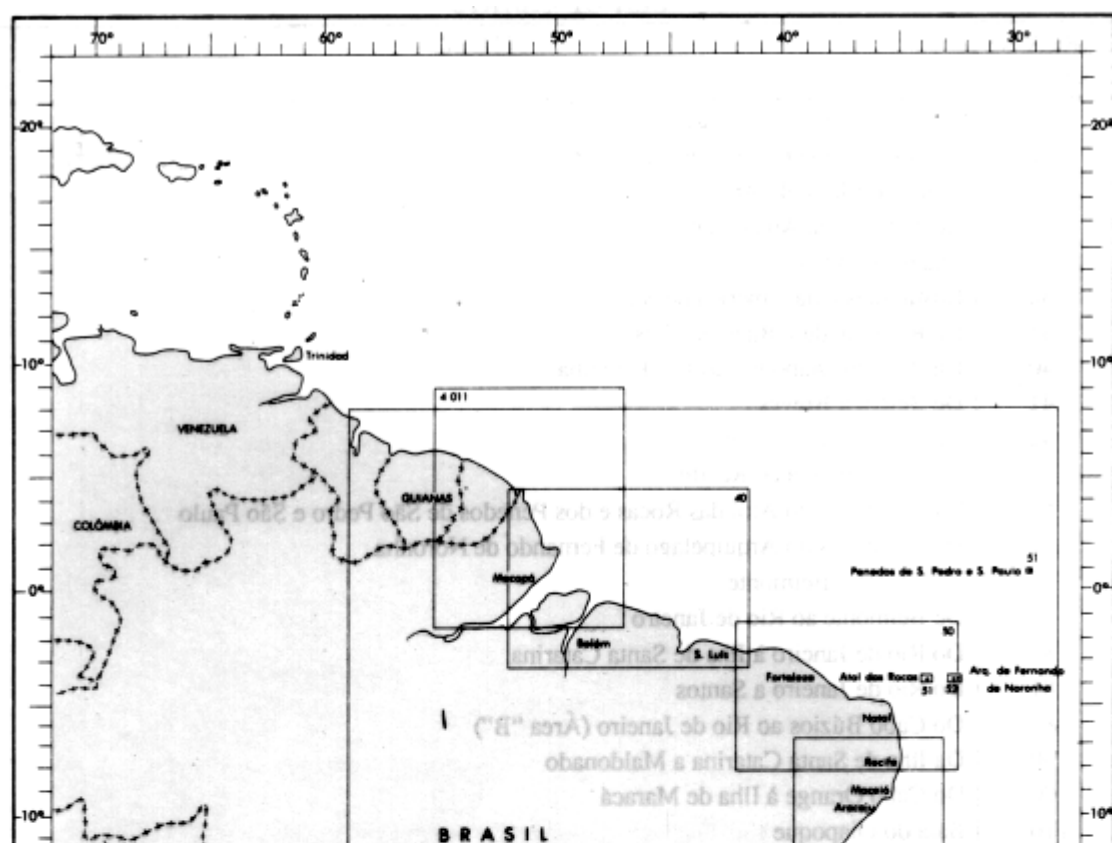
2.10 O PLANO CARTOGRÁFICO NÁUTICO BRASILEIRO

A Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) é o órgão da Marinha do Brasil incumbido de executar e controlar todo e qualquer Levantamento Hidrográfico em águas interiores ou em águas jurisdicionais brasileiras, sendo a edição de Cartas Náuticas e a execução dos levantamentos para este fim atribuições exclusivas da DHN.

O primeiro Plano Cartográfico Náutico Brasileiro (figura 2.41) foi o mais antigo plano cartográfico do Brasil. Elaborado entre 1933 e 1935, correspondeu, sem alterações, às necessidades da navegação marítima ao longo e ao largo da costa brasileira.

O projeto continha o esquema das cartas, onde sentia-se a importância do relacionamento entre o número da carta e a escala, no recobrimento da costa brasileira: as cartas de

Figura 2.41 - Cartas da Costa e Ilhas ao Largo



2. **Cartas de Porto:** abrangendo a representação detalhada de portos, baías, enseadas e fundeadouros, em escala maior que 1:50.000, de acordo com a importância do porto, sendo consideradas também a quantidade e a natureza dos perigos da região (quando a escala é igual ou maior que 1:25.000, podem ser denominadas de Planos).

Em linhas gerais, a DHN tem editadas as seguintes cartas:

a. **CARTAS DA COSTA BRASILEIRA**

- 1 carta geral
- 3 cartas de grandes trechos
- 6 cartas de médios trechos
- 22 cartas de pequenos trechos
- 140 cartas particulares

b. **CARTAS NÁUTICAS FLUVIAIS**

Cartas dos Rios Solimões e Amazonas, abrangendo a calha principal e os seus acessos (barra norte, barra sul, Rio Pará e estreitos), cartas de outros rios da Bacia Amazônica, cartas do Rio Oiapoque e do Rio Paraguai.

c. **CARTAS INTERNACIONAIS**

Cumprindo resolução da Organização Hidrográfica Internacional (OHI), no sentido de que os Estados – Membros que possuíssem maiores condições técnicas seriam responsáveis pela confecção de Cartas Internacionais na sua região, coube à DHN a preparação de 6 Cartas Internacionais do Atlântico Sul, sendo quatro na escala de 1:3.500.000 e duas na escala de 1:10.000.000, todas já publicadas.

d. **CARTAS DA ANTÁRTICA**

Com a participação do Brasil como Membro Consultivo do Tratado Antártico e possuindo estação de pesquisa na região, fez-se necessário um planejamento de cartas na área, que serão confeccionadas em função das necessidades. Até a presente data três cartas já foram construídas.

e. **CARTAS NÁUTICAS DE ÁREAS ESTRANGEIRAS**

As atividades cartográficas da Diretoria de Hidrografia e Navegação não se têm limitado às Cartas Náuticas da costa brasileira. O desenvolvimento da navegação mercante nacional veio exigir a construção de cartas abrangendo águas estrangeiras. Assim sendo, a DHN já construiu e publicou cartas do Rio da Prata e da costa das Guianas.

A publicação de tais cartas não tem obedecido a qualquer plano específico, dependendo tão somente das necessidades do tráfego marítimo brasileiro, em suas rotas internacionais. Por outro lado, elas não procedem totalmente de Levantamentos Hidrográficos brasileiros; a sua construção tem por base a compilação de cartas estrangeiras, principalmente cartas americanas, britânicas, francesas, alemãs e argentinas.

f. **OUTROS DOCUMENTOS CARTOGRÁFICOS PUBLICADOS PELA DHN**

Além das Cartas Náuticas acima citadas, a DHN também publica outros documentos cartográficos, tais como:

- **Cartas Especiais:** preparadas com finalidades militares (Cartas de Bombardeio, de Minagem, para Desembarque Anfíbio, para Submarinos, etc.).
- **Carta Batimétrica Geral dos Oceanos:** está a cargo da DHN a publicação / atualização de 29 Folhas de Plotagem, na escala de 1:1.000.000, cobrindo extensa área do Atlântico Sul, dentro do programa de cooperação internacional empreendido pela OHI e pela Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI), para confecção da Carta Batimétrica Geral dos Oceanos (GEBCO).
- **Cartas Meteorológicas;**
- **Cartas de Correntes de Maré;**
- **Cartas Piloto;**
- **Cartas para o Planejamento de Derrotas; e**
- **Croquis de Navegação** para diversos rios brasileiros.

Todas as Cartas publicadas pela DHN estão listadas no Catálogo de Cartas Náuticas e Publicações, editado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação.

Nos anos subseqüentes à conclusão do I Plano Cartográfico Náutico Brasileiro, as mudanças nos parâmetros da navegação, tais como: o maior calado dos navios, a maior velocidade das embarcações e um aumento contínuo do tráfego marítimo, aliados aos anseios da comunidade marítima por uma padronização internacional dos documentos pelos Serviços Hidrográficos, levou a DHN a reavaliar o seu Plano Cartográfico.

Paralelamente, em 1967, foi proposto pela primeira vez, durante a IX Conferência Hidrográfica Internacional, o conceito de Carta Internacional. Este conceito visava a eliminar os esforços desnecessários no recobrimento global da Cartografia Náutica e tornar mais econômicas as atividades dos Serviços Hidrográficos.

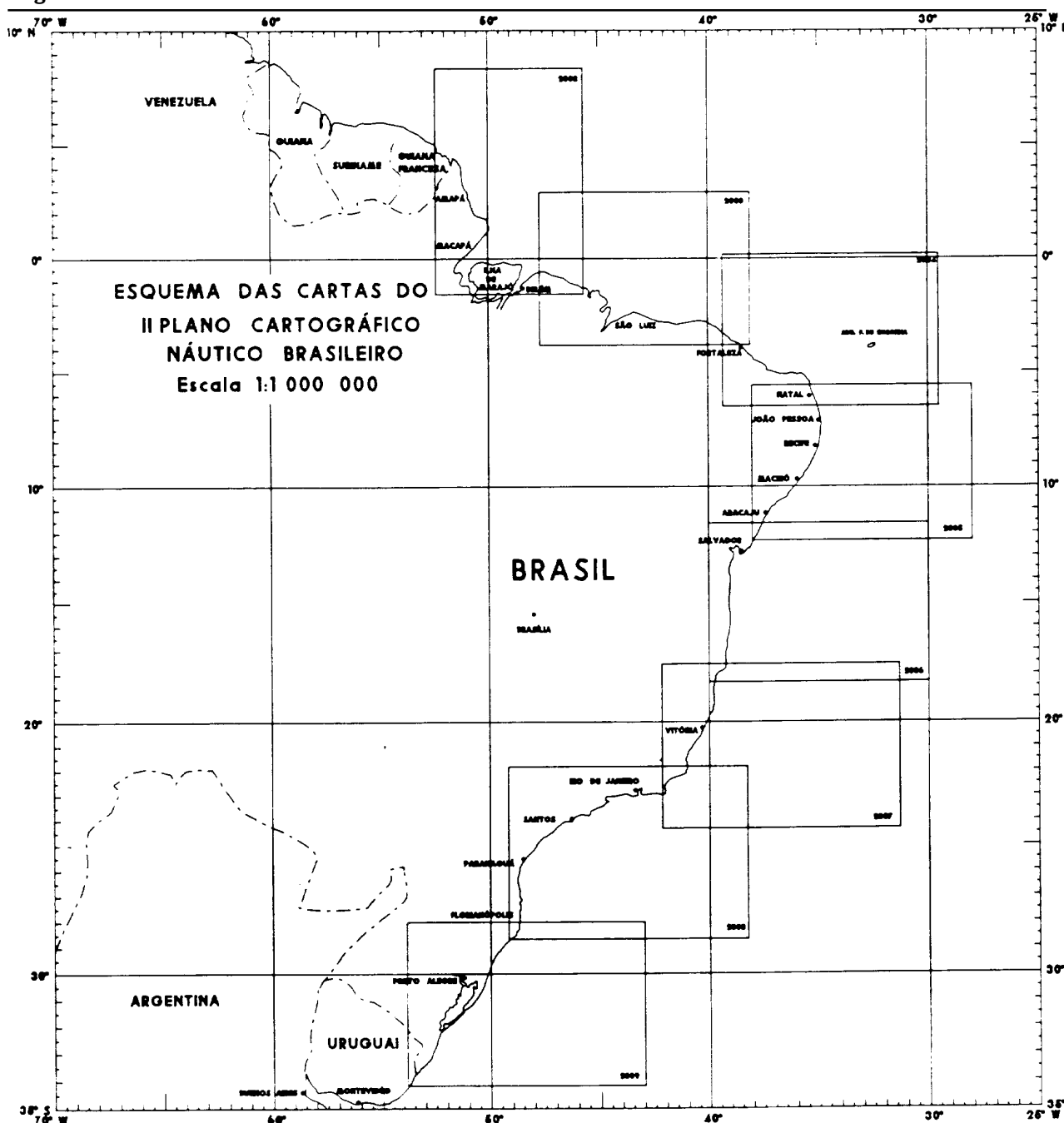
Na Conferência Hidrográfica Internacional de 1982, foi adotado o trabalho desenvolvido pelo grupo criado em 1967 – Especificações de Cartas da Organização Hidrográfica Internacional. Estas especificações são aplicáveis para todas as Cartas Internacionais e recomendadas, também, para todas as cartas das séries nacionais.

Um sistema de duas séries de cartas de pequena escala foi acordado: 1:10.000.000 (dezenove cartas) e 1:3.500.000 (sessenta cartas), provendo uma cobertura de cartas uniformes e modernas para a navegação marítima internacional em todas as passagens oceânicas.

Em 1982, a série de cartas INT estendeu seu conceito às cartas de média e grande escalas, abrangendo áreas costeiras e cartas de aproximação de portos. Coube ao Brasil coordenar o esquema do Atlântico Sudoeste, abrangendo a área do Atlântico que vai da fronteira Venezuela-Guiana até a fronteira Chile-Argentina.

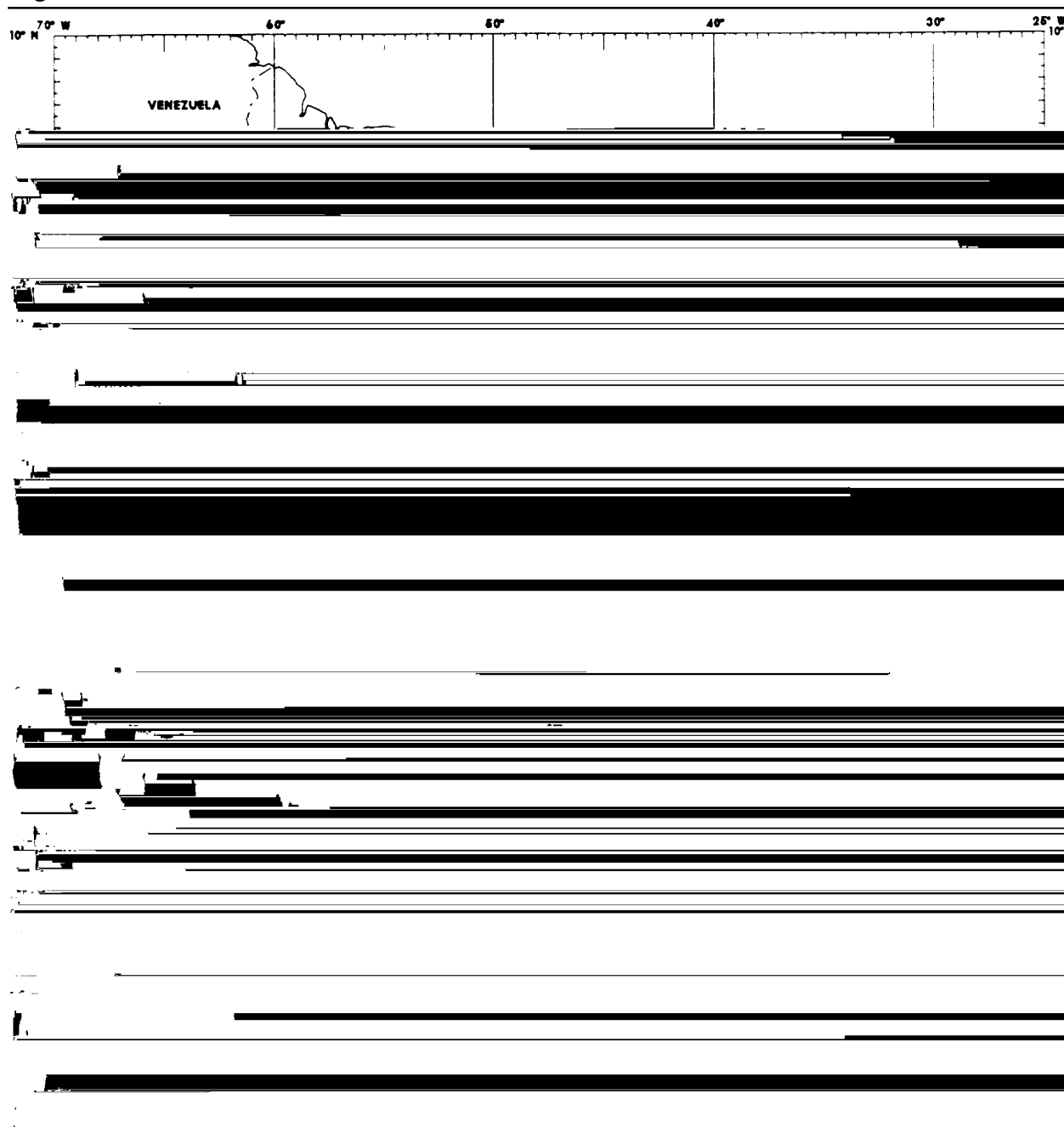
Condensando as duas tarefas, foi elaborado o II Plano Cartográfico Náutico Brasileiro, cujo esquema que cobre a área da costa brasileira foi apresentado e submetido à avaliação do Conselho Técnico da DHN, em 17 de julho de 1995, sendo aprovado pelo Diretor de Hidrografia e Navegação e consagrado como o II Plano Cartográfico Náutico Brasileiro. Este esquema contém 8 cartas apresentando coberturas oceânicas mais abrangentes, na escala de 1:1.000.000, e uma outra série de 26 cartas na escala de 1:300.000, adotando-se a numeração das Cartas Internacionais (Cartas INT) em substituição ao modelo antigo de numeração na “série 100”. As Cartas Náuticas acima citadas, com seus respectivos números, podem ser visualizadas nas Figuras 2.42 e 2.43.

Figura 2.42 -



A fim de complementar o II Plano Cartográfico Náutico Brasileiro, a DHN reavaliará as suas cartas náuticas de grande escala (Cartas Particulares) que representam, conforme mencionado, a aproximação e o interior de portos, baías, enseadas e fundeadouros, além de pontos focais e outras áreas de interesse<\$&figura 4.43[v]>.

Figura 2.43 -



3

AGULHAS NÁUTICAS; CONVERSÃO DE RUMOS E MARCAÇÕES

3.1 OBTENÇÃO DE RUMOS E MARCAÇÕES A BORDO

Conforme visto, os navios (ou embarcações) para se dirigirem de um ponto a outro da superfície da Terra governam por **Rumos**, definidos como o ângulo horizontal entre uma DIREÇÃO DE REFERÊNCIA e a direção para a qual aponta a proa do navio (medido de 000° a 360°, no sentido horário, a partir da direção de referência).

Ademais, em Navegação Costeira ou em Águas Restritas, para determinar a posição do navio (ou embarcação) em relação a pontos de terra, durante a execução da derrota, o navegante periodicamente observa **Marcações** de pontos notáveis ou auxílios à navegação.

A bordo, ou **Rumos** e **Marcações** são obtidos através do uso de **Agulhas Náuticas**.

Existem dois tipos de Agulhas Náuticas: **Agulhas Magnéticas** e **Agulhas Giroscópicas**.

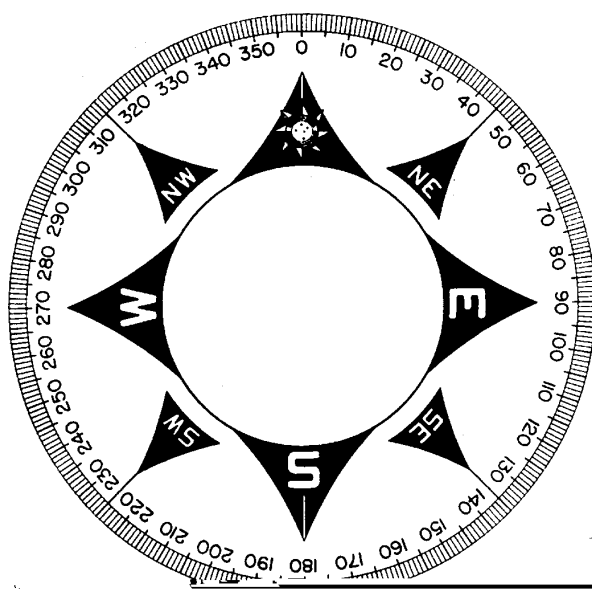
3.2 AGULHAS MAGNÉTICAS

3.2.1 DESCRIÇÃO E PARTES COMPONENTES

A **AGULHA MAGNÉTICA** (BÚSSOLA) é um dos mais antigos instrumentos de navegação e, com poucos melhoramentos, é usada ainda hoje em dia por todos os navegantes qualquer que seja o tipo ou porte do navio ou embarcação. Embora atualmente nos navios a Agulha Giroscópica seja o instrumento normalmente utilizado como fonte primária para obtenção de direções (rumos e marcações), existirão sempre Agulhas Magnéticas a bordo, como “back-up”, para atender às situações de emergência.

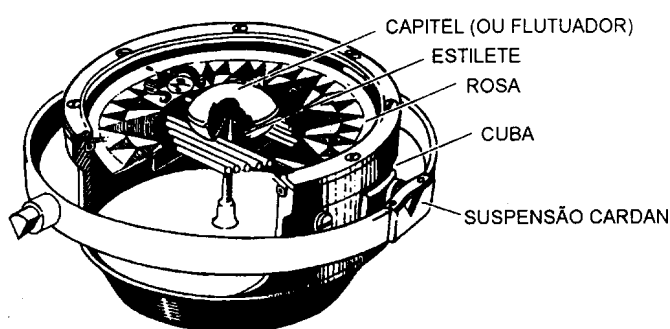
Geralmente, os navios possuem duas **Agulhas Magnéticas**. Uma localizada no **Pas-sadiço**, denominada **Agulha de Governo**; outra no **Tijupá** (em local mais livre de influências magnéticas), denominada **Agulha Padrão**.

Figura 3.1 - Rosa circular da agulha



Uma Agulha Magnética consiste de uma **Rosa Circular**, graduada de 000° a 360° (Figura 3.1), apoiada no seu centro, livre para girar em torno de um eixo vertical (estilete), flutuando em uma cuba cheia de um líquido, que pode ser uma mistura de água e álcool (para não congelar) ou um destilado fino de petróleo, semelhante ao **varsol**.

Figura 3.2 - Agulha magnética



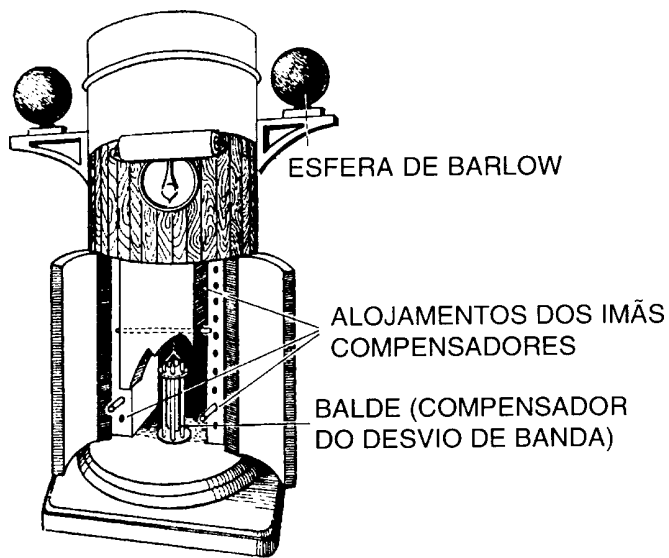
Um conjunto de írmãs é fixado no lado inferior da Rosa, alinhado com o seu eixo norte-sul (Figura 3.2). A cuba é montada, através de suspensão cardan, em um pedestal denominado **Bitácula** (Figura 3.3). A cuba é feita em material amagnético e nela está gravada a **linha de fé** (referência para rumos), que deve ser rigorosamente alinhada com a linha proa-popa (eixo longitudinal do navio).

Em operação, os írmãs da agulha (e, portanto, sua linha norte-sul) tendem a se alinhar com as **Linhas de Força** do **Campo Magnético da Terra** existentes no local. Estas **Linhas de Força**, denominadas **Meridianos Magnéticos**, indicam a direção do **Norte Magnético** no local. Portanto, o ângulo indicado na Rosa da Agulha entre a linha de fé (alinhada com o eixo longitudinal do navio) e a linha norte-sul da Agulha será igual ao ângulo entre a proa do navio e o Norte Magnético, ou seja, o Rumo Magnético do navio (caso a Agulha não possua **Desvio**, como será visto a seguir).

3.2.2 VANTAGENS E LIMITAÇÕES DAS AGULHAS MAGNÉTICAS

Em comparação com as Agulhas Giroscópicas, que serão estudadas adiante, neste mesmo Capítulo, as Agulhas Magnéticas apresentam as seguintes vantagens e limitações:

Figura 3.3 - Bitácula



a. VANTAGENS

- A Agulha Magnética é um instrumento comparativamente simples, que opera independente de qualquer fonte de energia elétrica;
- Requer pouca (quase nenhuma) manutenção;
- É um equipamento robusto, que não sofre avarias com facilidade; e
- Seu custo é relativamente baixo.

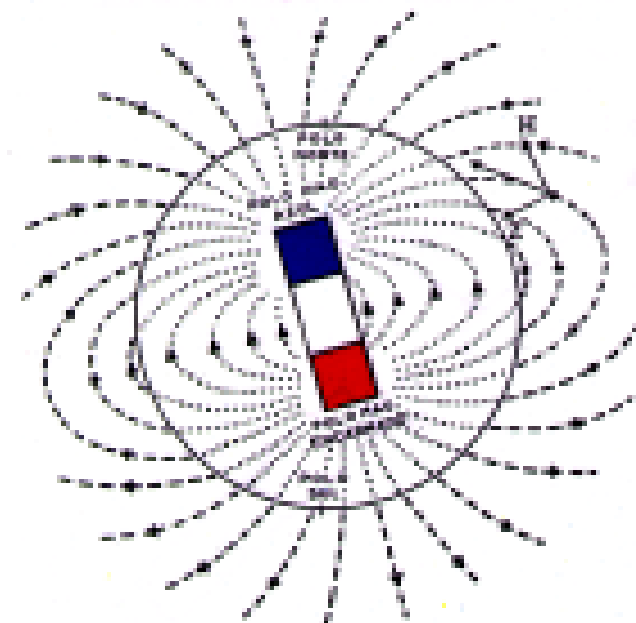
b. LIMITAÇÕES

- A Agulha Magnética busca o **Norte Magnético**, em lugar do **Norte Verdadeiro** (ou **Geográfico**);
- É afetada por material magnético ou equipamentos elétricos;
- Não é tão precisa e fácil de usar como uma Agulha Giroscópica;
- Normalmente, suas informações não podem ser transmitidas com facilidade para outros sistemas;
- Uma **Agulha Magnética** é mais afetada por **altas latitudes** que uma Agulha Giroscópica.

3.2.3 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA

a. MAGNETISMO TERRESTRE; O CAMPO MAGNÉTICO DA TERRA

Figura 3.4 - Campo magnético terrestre



A **Terra** pode ser considerada um grande ímã, tendo dois **Pólos Magnéticos** de polaridades opostas (**Pólo Norte Magnético & Pólo Sul Magnético**). Os **Pólos Magnéticos não coincidem com os Pólos Verdadeiros, ou Geográficos** (Figura 3.4). O **Pólo Norte Magnético** fica localizado aproximadamente na Lat. 74°N, Long. 101°W, O **Pólo Sul Magnético** está na Antártica, na Lat. 60°S, Long. 144°E.

Se a **Terra** fosse composta de material magnético homogeneamente distribuído, as linhas de força de seu campo magnético seriam **Círculos Máximos**, que passariam pelos **Pólos Magnéticos (Meridianos Magnéticos)**. Entretanto,

isto não ocorre e, assim, as linhas segundo as quais a força magnética terrestre atua, embora denominadas de **Meridianos Magnéticos**, não são curvas regulares, diferindo da direção dos **Círculos Máximos** que passam pelos **Pólos Magnéticos**. Conforme acima mencionado, estas curvas, apenas de irregulares, ainda assim são chamadas de **Meridianos Magnéticos**.

Considerando o campo magnético terrestre em um determinado local decomposto segundo o horizonte e o vertical do lugar (Figura 3.4), obtêm-se as componentes **horizontal** (H) e **vertical** (Z) do magnetismo terrestre, variáveis de lugar para lugar e cujo valor vem indicado em cartas especiais.

A componente horizontal (H) é **zero** nos pólos magnéticos e alcança **máximo valor** no equador magnético.

A componente vertical (Z) é **zero** no equador magnético e alcança **máximo valor** nos pólos magnéticos.

A componente horizontal (H) é a responsável pela orientação da Agulha Magnética. Como seu diminui à medida que a Latitude aumenta (tornando-se nulo no pólo magnético), o desempenho da Agulha Magnética fica prejudicado nas altas Latitudes (maiores que 60°).

Uma agulha imantada, suspensa por seu centro de gravidade, livre de girar, em um local isento de outras influências magnéticas, orienta-se no campo magnético terrestre, como no caso geral de qualquer campo magnético, segundo as tangentes às linhas de força, tendo sempre um de seus pólos apontados para um determinado pólo magnético terrestre.

Ao pólo da agulha que aponta para o **Pólo Norte Magnético da Terra** convencionou-se chamar-se **Pólo Norte da Agulha**, denominando-se de **Pólo Sul da Agulha** o pólo oposto.

É costume pintar, nas barras magnéticas, também por convenção, de **encarnado** a metade que contém o **Pólo Norte** e de **azul** a que contém o **Pólo Sul**.

Entre os irmãos, pólos do mesmo nome se repelem, e os de nomes contrários se atraem. O **Norte Magnético da Terra**, entretanto, por definição, atrai o **Norte dos Írmãos**. Convencionou-se, então, representar em azul a extremidade Norte do ímã simbólico do campo magnético terrestre e de **encarnado** a extremidade **Sul**. Pode-se, pois, generalizar, afirmando que pólos de mesma cor se repelem, enquanto os de cores contrárias se atraem.

b. CONCEITO DE DECLINAÇÃO MAGNÉTICA

Figura 3.5 - Declinação magnética

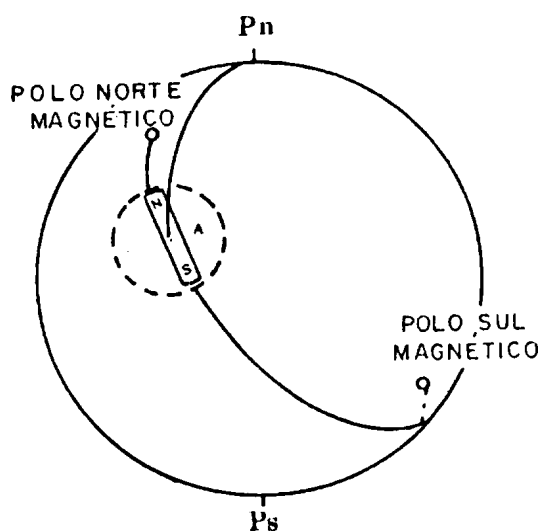
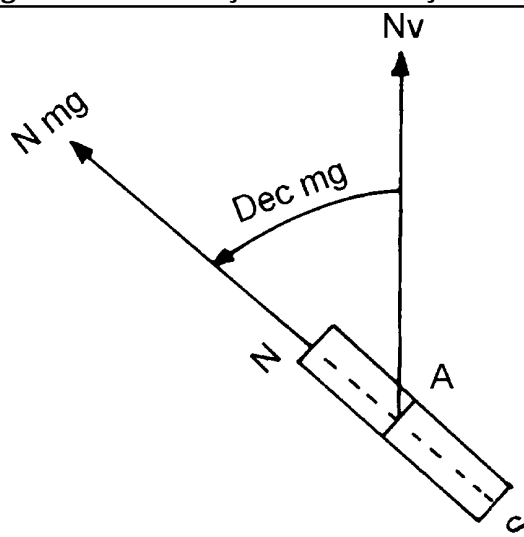


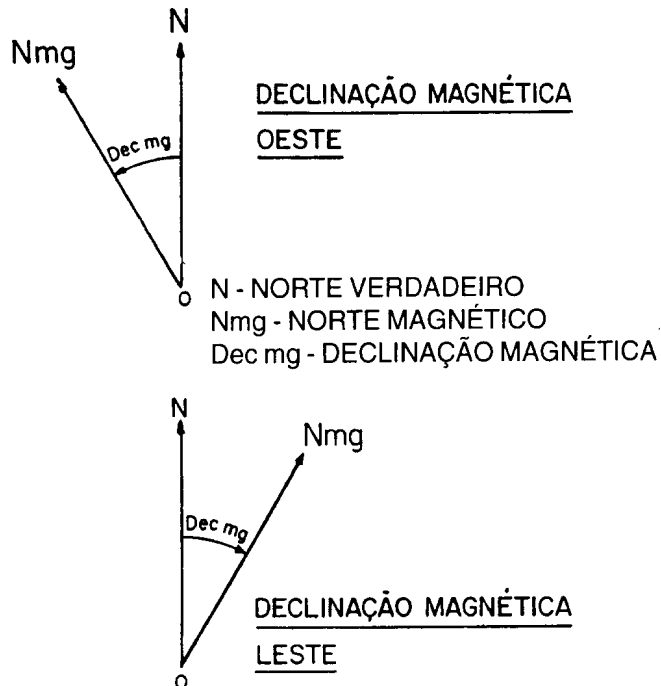
Figura 3.6 - Ilustração da declinação magnética



Em operação, uma **Agulha Magnética** tende a orientar-se segundo o **Meridiano Magnético** que passa pelo local (Figura 3.5). A diferença em direção entre o **Meridiano Magnético** e o **Meridiano Verdadeiro** (ou **Geográfico**), em um determinado lugar, é denominada **Declinação Magnética** (Dec mg).

Da mesma forma, pode-se dizer que a Declinação Magnética em um determinado local é o ângulo entre o Norte Verdadeiro e o Norte Magnético no local (Figura 3.6).

Figura 3.7 - Conceito de declinação magnética

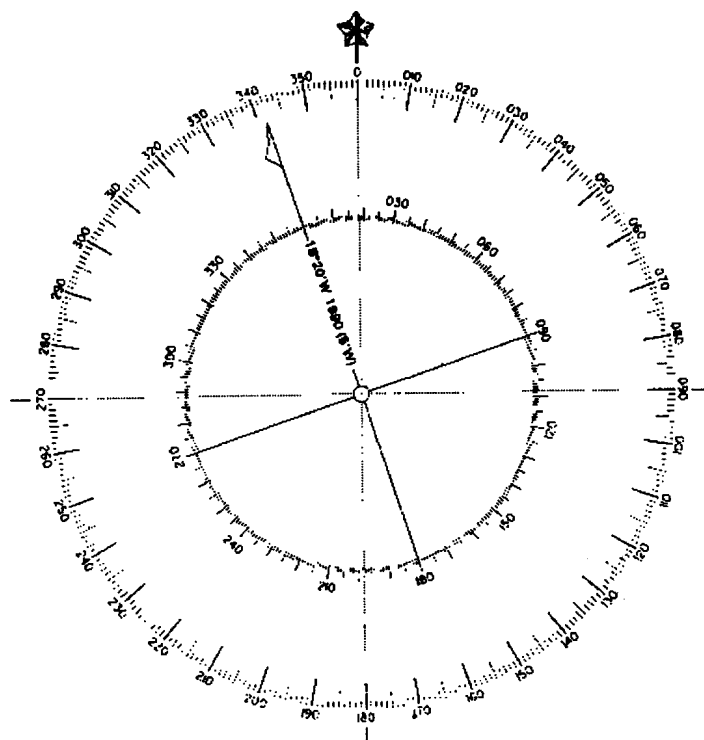


A **Declinação Magnética** é expressa em graus e minutos, recebendo uma designação **Leste** ou **Oeste**, para indicar de que lado do **Meridiano Verdadeiro** está o **Meridiano Magnético** (Figura 3.7).

A **Declinação Magnética** varia de local para local na superfície de Terra, em virtude das irregularidades das linhas de força do campo magnético terrestre. Ademais, enquanto os **Pólos Verdadeiros** (ou **Geográficos**) são fixos, os **Pólos Magnéticos** da Terra variam de posição. Desta forma, a **Declinação Magnética** de um local também varia ao longo do tempo.

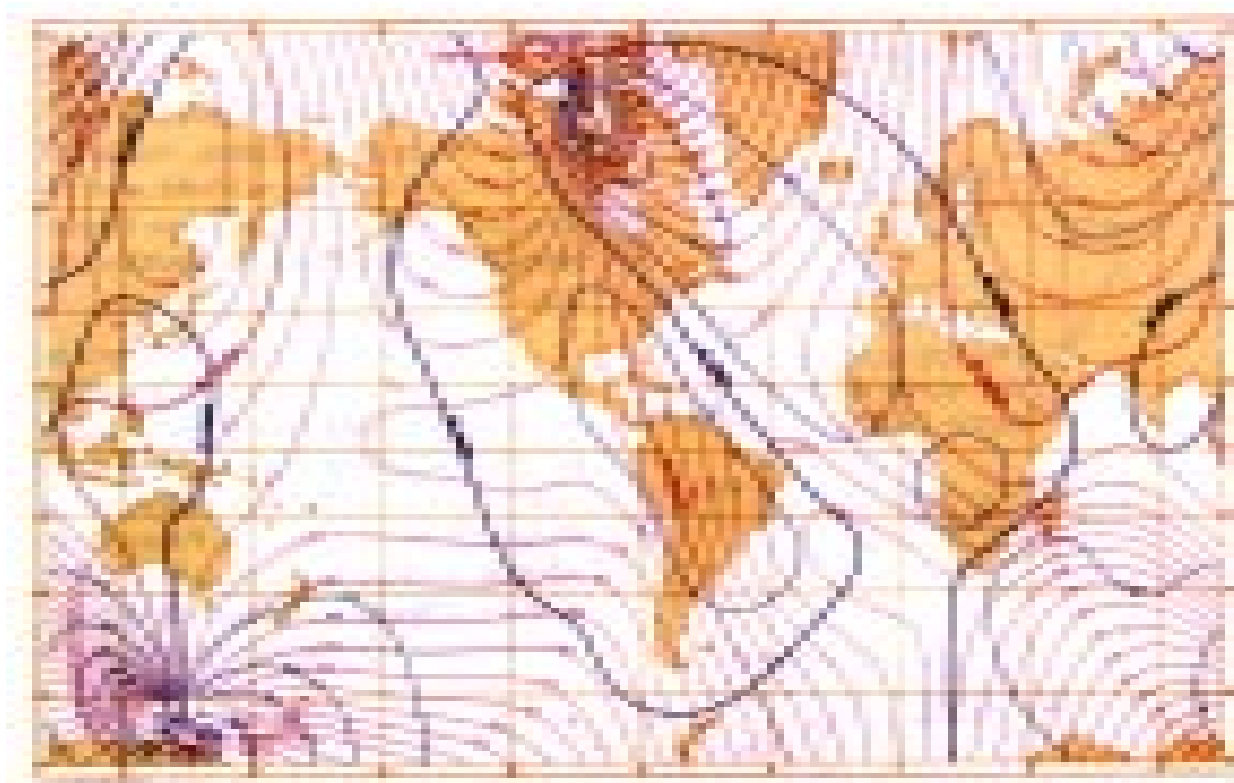
As **Cartas Náuticas** informam ao navegante, para as áreas nela representadas, o valor da **Declinação Magnética** e de sua **Variação Anual** (Figura 3.8).

Figura 3.8 - Declinação magnética e sua variação anual



Além disso, existem cartas especiais, que apresentam as linhas **Isogônicas** (linhas que unem pontos de mesma Declinação Magnética) e **Agônicas** (linhas que unem pontos onde a Declinação Magnética é nula), como a mostrada na Figura 3.9.

Figura 3.9 - Carta de declinação magnética (Redução da carta nº 42 do DMAHTC)



3.2.4 DESVIO DA AGULHA

a. CONDIÇÕES QUE UMA AGULHA MAGNÉTICA DEVE SATISFAZER

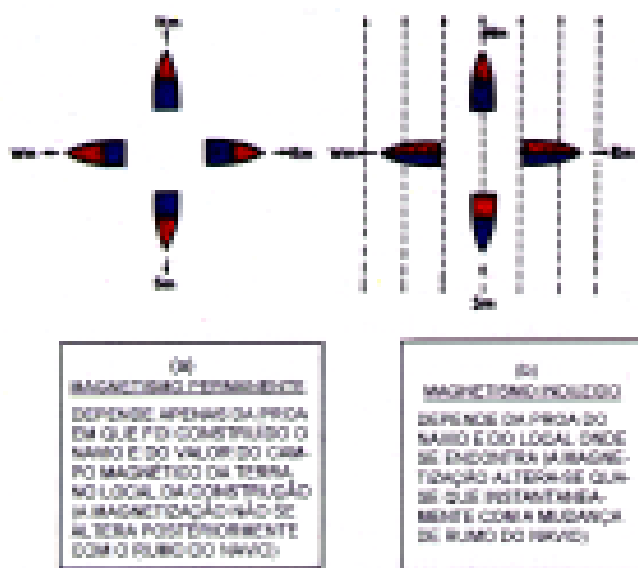
Uma boa agulha deve ser “sensível” e “estável”. A agulha deve ser **sensível** para que acuse qualquer variação da proa do navio. Deve ser **estável** para que indique firmemente a proa, mesmo nas guinadas rápidas, e não se desloque sob a ação do balanço, caturro, trepidações, etc. Estas duas condições, até certo ponto antagônicas, são conseguidas dando à agulha grande momento magnético, pequeno peso e diminuição do atrito, o que se consegue obter mais facilmente nas **Agulhas Líquidas**. As **Agulhas Secas** são muito sensíveis, mas pouco estáveis. Por isso, praticamente não são usadas a bordo de navio ou embarcações.

b. PERTURBAÇÕES DA AGULHA; DESVIOS

Uma agulha magnética livremente suspensa, quando situada em Terra, em local isento de outras influências magnéticas, permanece orientada na direção do meridiano magnético (linha de força do campo magnético terrestre). A bordo, porém, existem outros campos magnéticos, provenientes dos ferros e aços de que o navio é construído e dos equipamentos elétricos instalados.

As massas de **ferro duro** (fortemente carburadas, tais como aços e ferros fundidos) adquirem, durante a construção dos navios, uma magnetização por influência do campo magnético terrestre. Essa magnetização, acelerada durante a construção pelas vibrações e choque a que então as massas estão sujeitas, pouco se altera no futuro, evoluindo, salvo circunstância especiais, muito lentamente. É, assim, denominada **magnetização permanente** ou **magnetismo permanente** e depende fundamentalmente da proa em que foi construído o navio e do valor do campo magnético terrestre no local da construção (Figura 3.10a). Alterações no **magnetismo permanente** podem ocorrer sempre que o navio ficar muito tempo na mesma proa (como, por exemplo, durante um prolongado período de reparos) ou num local que provoque uma influência magnética bastante diferente da exercida durante a construção, ou, ainda, quando o navio é sujeito a choque ou trepidações anormais.

Figura 3.10 - Magnetismo permanente e magnetismo induzido



Nas massas de **ferro doce** (não carburado), ao contrário, a magnetização induzida pelo campo terrestre é temporária e altera-se, sendo denominada **magnetização induzida** ou **magnetismo induzido**, que depende da proa do navio e do valor do campo terrestre no local onde o navio se encontra, variando, assim, com o rumo do navio e com o lugar onde se navega (Figura 3.10b).

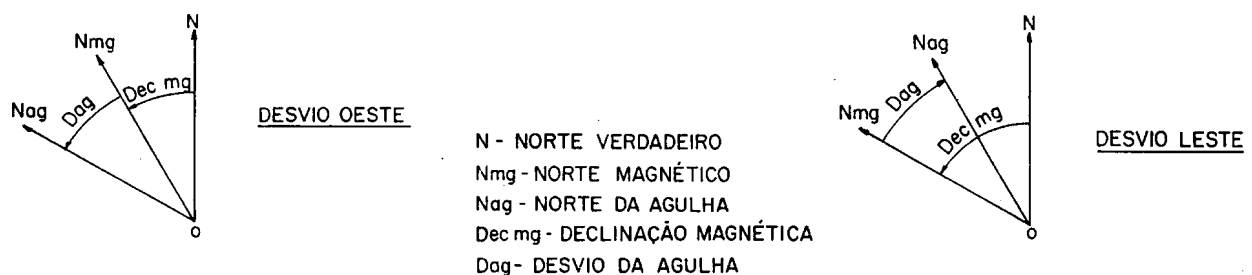
Os efeitos provocados pelas correntes elétricas podem ser evitados desde que os equipamentos sejam afastados da agulha. Os efeitos dos ferros do navio podem ser muito atenuados, pela “compensação”,

operação que consiste na colocação de “ímãs corretores” que criam campos magnéticos iguais e opostos aos provocados por aqueles ferros. Os corretores, ou compesadores, como também são chamados, estão instalados na bitúcula e são, em geral, contruídos por ímãs permanentes, barras e esferas de ferro doce.

Apesar da compensação da agulha ser prática corrente e obrigatória, não é, normalmente, possível anular por completo o campo magnético do navio. Nestas condições, a agulha não se orienta na direção do meridiano magnético (como sucede em Terra), mas segundo uma outra linha que se denomina “norte da agulha”.

Assim, o **Desvio da Agulha** é definido como o ângulo entre o **Norte Magnético** e o **Norte da Agulha**, conforme mostrado na Figura 3.11.

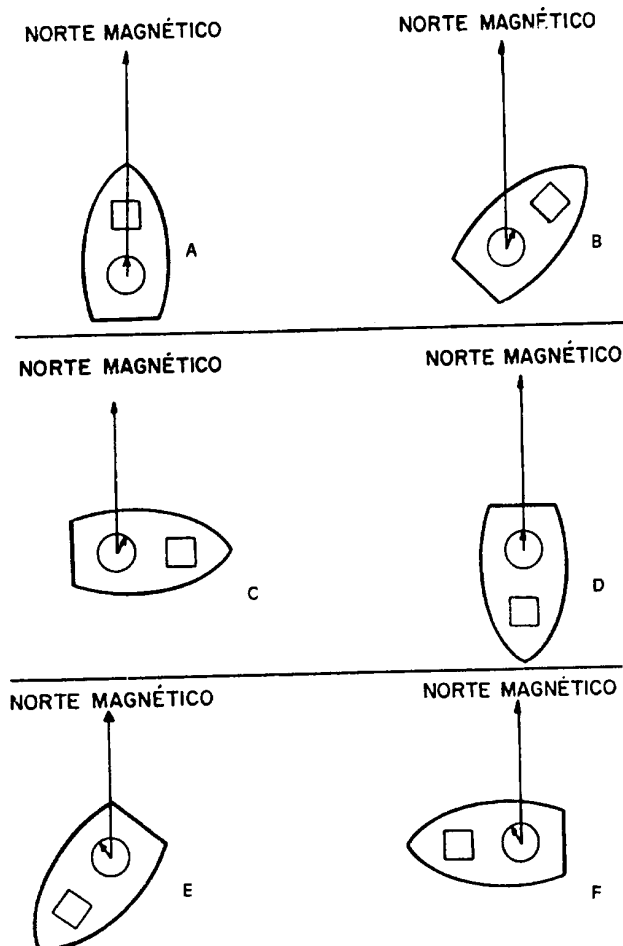
Figura 3.11 - Conceito de desvio da agulha



O **Desvio da Agulha**, que depende dos ferros do navio, dos corretores instalados e, também da, orientação daqueles em relação ao campo magnético terrestre, é variável com a proa do navio.

Isto pode ser mais facilmente compreendido acompanhando a Figura 3.12, na qual se supõe todo o material magnético do navio concentrado em um bloco, colocando na proa (simbolizado por um quadrado na Figura).

Figura 3.12 - Desvio da agulha



Na situação (a), o navio está aproado ao Norte Magnético ($R_{mg} = 000^\circ$). A linha norte-sul da Agulha Magnética (representada por uma seta, no interior de um círculo, que simboliza a rosa da Agulha) tende a se orientar pelo meridiano magnético. Tal tendência, nessa proa, é reforçada pelo campo magnético do navio, o qual também atrai a agulha, que, assim, não apresentará desvio.

Na situação (b), com o navio no $R_{mg} = 045^\circ$, o Norte Magnético continua a atrair a linha norte-sul da Agulha, a qual, porém, passa a ser atraída também para a direção 045° mg, pelo campo magnético do navio. O resultado é que a linha norte-sul da Agulha não se orientará exatamente para o meridiano magnético, surgindo um pequeno Desvio da Agulha (Dag) para **leste** (E).

Na situação (c), com o navio no $R_{mg} = 090^\circ$, pelas mesmas razões o Desvio da Agulha para **leste** aumenta, alcançando o valor máximo.

Em (d), com o navio no $R_{mg} = 180^\circ$, o Desvio da Agulha volta a ser **nulo**, embora a força de orientação da Agulha se reduza, pelo fato de a atração do campo magnético terrestre e do campo magnético do navio serem exatamente opostas.

Nas situações (e) e (f), por razões semelhantes às já explicadas, surge um Desvio da Agulha oeste (W), que alcança o valor máximo em (f), com o navio no $R_{mg} = 270^\circ$.

Embora de uma forma bastante simplificada (principalmente porque o magnetismo do navio nunca está concentrado em um único ponto), a Figura 3.12 demonstra que os Desvios da Agulha (Dag) variam com a direção da proa do navio, isto é, com o seu rumo.

Os desvios são fornecidos para cada Agulha e para cada navio, em função da proa, por uma curva ou tabela - **TABELA DE DESVIOS**, cuja maneira de elaborar será indicada adiante.

c. FATORES QUE PODEM ALTERAR OS DESVIOS DA AGULHA

- Deslocamento ou alteração dos ferros de bordo;
- Alteração dos corretores (“ímãs compensadores”);
- Colocação ou supressão de equipamentos elétricos nas proximidades da agulha;
- Ferros deixados acidentalmente perto da agulha ou chaves, canivetes, etc. usados pelo pessoal que trabalha junto da agulha;
- Atrito exagerado entre o estilete e o conjunto flutuador-rosa;
- Trovoadas, queda de faísca, tempestades magnéticas;
- Proximidade de terra cujo solo contenha material magnético;
- Proximidade de outros navios;
- Aumento da temperatura dos ferros a bordo, especialmente da chaminé;
- Choques violentos devidos a abalroamento, encalhe, tiros de artilharia, etc.

Figura 3.13



CERTIFICADO DE COMPENSAÇÃO DE AGULHA MAGNÉTICA

NAVIO GUARÁ AGULHA ☐ Padrão ☒ Governo marca RITCHIE modelo ES-1

DATA: 12.07.90 Degaussing ☐ ligado ☒ desligado Diâmetro 15 cm Rosa 19 cm Cuba

LOCAL: RJ EXAME EFETUADO NA AGULHA

MÉTODO UTILIZADO

☐ Compensação com a Giro	☒ Alinhamentos
☐ Azimute do Sol	☐ Defletor

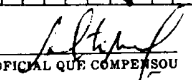
	SIM	NAO
ESFERA DE BARLOW	☒	☐
BARRA DE FLINDERS	☒	☐
EXCENTRICIDADE	☐	☒
SENSIBILIDADE	☒	☐
ESTABILIDADE	☒	☐

Rag < Rmg	Desvio E	Rmg	Desvio W	Rag > Rmg
		000	2°	
	1°	045		
	3°	090		
		135	0°	
		180	3°	
		225	0°	
	3°	270		
	1°	315		

E	Rmg	W
60° 50° 40° 30° 20° 10° 0° 10° 20° 30° 40° 50° 60°		
	045	
	090	
	135	
	180	
	225	
	270	
	315	



COMANDANTE



OFICIAL QUE COMPENSOU

DHN-0108

d. COMPENSAÇÃO DA AGULHA

A operação de compensação da Agulha visa, como já vimos, anular ou reduzir as influências dos ferros de bordo, anulando ou, mais comumente, reduzindo os Desvios, que passam a ser chamados **Desvios Residuais** (após a compensação). Por norma, uma Agulha Magnética deve ser compensada sempre que seus Desvios excederem 3°. O procedimento para compensação está detalhado no Apêndice a este Capítulo.

e. TABELA E CURVA DE DESVIOS

Depois de **compensada** a Agulha (Bússola), deve ser feita uma verificação dos **Desvios Residuais** e preenchida uma **Tabela e Curva de Desvios**. Estes dados são, então, transcritos no **Certificado de Compensação da Agulha** (modelo DHN - 0108), documento obrigatório a bordo dos navios e embarcações (Figura 3.13).

f. MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DOS DESVIOS DA AGULHA E PREPARO DA TABELA E CURVA DE DESVIOS

A operação de determinação dos Desvios é denominada de “Regulamento da Agulha”. Quando se conhecem perfeitamente os Desvios de uma Agulha diz-se que ela está regulada. Os métodos mais freqüentemente utilizada para determinação dos Desvios e preparo da Tabela e Curva de Desvios são:

1. Comparação com a Agulha Giroscópica
2. Alinhamentos
3. Marcação de um ponto distante
4. Azimutes de astros

Qualquer que seja o método utilizado, ao proceder à determinação dos Desvios o navio deve estar compassado e nas condições nomais de navegação. As observações efetuam-se em proas eqüidistantes (15°, 30° ou 45°), geralmente no decorrer de giros completos do navio. Os Desvios devem ser determinados com a precisão de 0,5°. Nas Tabelas de Desvios, porém, serão registrados apenas com a precisão de grau inteiro.

Os seguintes cuidados devem ser observados na operação de determinação dos Desvios da Agulha:

1. Verificar se os ferros de bordo estão em suas posições usuais e se os circuitos elétricos da aparelhagem do Passadiço encontram-se em suas condições normais de operação.
2. Se o navio possuir Degaussing (circuito de desmagnetização) deverão ser feitas duas determinações de Desvios e preparadas duas Tabelas e Curvas de Desvios, uma com o Degaussing ligado e outra com o Degaussing desligado.
3. O navio deverá permanecer **3 a 4** minutos em cada proa escolhida, antes da determinação dos Desvios (a fim de que o magnetismo induzido produza seus efeitos).
4. Durante a operação de determinação dos Desvios, as guinadas devem ser feitas vagarosamente (com pouco ângulo de leme).
5. Após a determinação, devem ser construídas a Tabelas e a Curva de Desvios, das quais uma cópia deve ser fixada junto à Agulha, para consulta imediata quando da adoção de rumos e tomada de marcações.

g. DETERMINAÇÃO DOS DESVIOS POR COMPARAÇÃO COM A AGULHA GIROSCÓPICA

É o procedimento corrente utilizado nos navios para determinação dos Desvios, especialmente das Agulhas de Governo, cuja situação a bordo geralmente não permite a obtenção de marcações ou a observação de alinhamento.

É indispensável verificar, antes do início das comparações, se a Agulha Giroscópica apresenta Desvio (Desvio da Giro - Dgi), conforme será adiante explicado. Se houver Dgi, este deverá ser considerado. Além disso, depois de terminar as comparação deve ser novamente verificado o Desvio da Giro.

Durante a determinação dos Desvios, em cada um dos Rumos da Giro correspondentes aos Rumos Magnéticos eqüidistantes escolhidos, anota-se o Rumo da Agulha e obtém-se o Desvio.

Exemplo:

- a Preparar uma Tabela da Rumos da Giro (Rgi) para determinação dos Desvios da Agulha, em Rumos Magnéticos (Rmg) equidistantes de 45°, sabendo-se que o valor da Declinação Magnética é Dec mg = 20°W e que a Agulha Giroscópica não apresenta Desvio (Dgi = 0°).

SOLUÇÃO:

Rmg	Dec mg	Rgi
000°	20°W	340°
045°	20°W	025°
090°	20°W	070°
135°	20°W	115°
180°	20°W	160°
225°	20°W	205°
270°	20°W	250°
315°	20°W	295°

- b. Durante a determinação dos Desvios da Agulha Magnética por comparação com a Agulha Giroscópica foram anotadas as seguintes proas:

AGULHA GIROSCÓPICA	AGULHA MAGNÉTICA
Rgi = 340°	Rag = 002°
Rgi = 025°	Rag = 044°
Rgi = 070°	Rag = 087°
Rgi = 115°	Rag = 135°
Rgi = 160°	Rag = 183°
Rgi = 205°	Rag = 225°
Rgi = 250°	Rag = 267°
Rgi = 295°	Rag = 314°

Calcular os Desvios da Agulha (Dag) para os Rumos Magnéticos escolhidos.

SOLUÇÃO:

Rmg	Rag	Dag
000°	002°	2°W
045°	044°	1°E
090°	087°	3°E
135°	135°	0°
180°	183°	3°W
225°	225°	0°
270°		

h. DETERMINAÇÃO DOS DESVIOS POR ALINHAMENTOS

Nas Agulhas Magnéticas em que é possível tomar marcações (através do uso de um círculo azimutal ou alidade), basta apenas dispor de um alinhamento, que deve ser bem visível e definido e estar representado na Carta Náutica.

Obtém-se da carta o valor da **Marcação Verdadeira** (Mv) do alinhamento e, considerando a **Declinação Magnética** para o local e ano, transforma-se a Mv em **Marcação Magnética**.

Durante a determinação dos Desvios, faz-se o navio cruzar o alinhamento nas diferentes proas da agulha selecionadas (eqüidistantes de 15°, 30° ou 45°) e observam-se as **Marcações da Agulha** (Mag) no instante em que os objetos que constituem o alinhamento estão exatamente enfiados.

Os Desvios da Agulha (Dag) nas várias proas são obtidos pela comparação entre a **Marcação Magnética** do alinhamento (Mmg) e as **Marcações da Agulha** (Mag) registradas.

Quando não for possível observar marcações com a Agulha Magnética (como ocorre, normalmente, nos veleiros, iates e demais embarcações que utilizam bússolas de antepara, tipo “bolha”, ou de teto), serão necessários vários alinhamentos para determinação dos Desvios. Nestas condições, o ideal é dispor de alinhamento cujos valores sejam próximos de:

NORTE - SUL MAGNÉTICO

LESTE - OESTE MAGNÉTICO

RUMO QUADRANTAL (NE-SW MAGNÉTICO; NW-SE MAGNÉTICO).

Para determinar os **Desvios da Agulha** e organizar a **Tabela e Curva de Desvios**, o navio (ou embarcação) deve governar rigorosamente nos alinhamentos e, então, comparar a leitura do **Rumo da Agulha** com a **Direção Magnética** do alinhamento (obtida utilizando as informações da **Carta Náutica** da região). As diferenças constituem os **Desvios**. Seus valores para os diversos rumos permitem preparar a **Tabela** e trçar a **Curva de Desvios da Agulha**.

i. DETERMINAÇÃO DOS DESVIOS POR MARCAÇÕES DE UM PONTO DISTANTE

Este método pode ser utilizado quando é possível observar marcações com a Agulha Magnética da qual se quer obter os Desvios (através do uso de um círculo azimutal ou alidade).

O ideal é que o navio esteja amarrado à bóia ou fundeado e se conheça exatamente a sua posição (obtida por outros meios, por exemplo, por segmentos capazes ou pelo radar).

O objeto escolhido deve:

1. Ser bem visível e definido;
2. Estar representado na Carta;
3. Estar suficientemente afastado para que sua marcação possa ser considerada constante durante a operação de determinação dos Desvios (a distância mínima navio-objeto deve ser de 6 milhas, o que permitirá que o navio faça um giro de cerca de 100 metros de raio com a marcação do objeto variando menos de 0,5°).

A **Marcação Magnética** (Mmg) do objeto escolhido é obtida da seguinte maneira: a partir da posição conhecida do navio, determina-se, na Carta, a **Marcação Verdadeira** para o objeto, que se converte em **Marcação Magnética**, utilizando o valor da **Declinação Magnética** apresentado na Carta.

Durante a determinação dos Desvios, o navio gira em torno da bóia ou sobre o ferro e marca o objeto escolhido em cada uma das proas da agulha selecionada (eqüidistantes de 15°, 30° ou 45°). Os Desvios são obtidos por comparação das **Marcações da Agulha** (Mag) com a **Marcação Magnética** (Mmg) do objeto.

j. DETERMINAÇÃO DOS DESVIOS POR AZIMUTES DE ASTROS

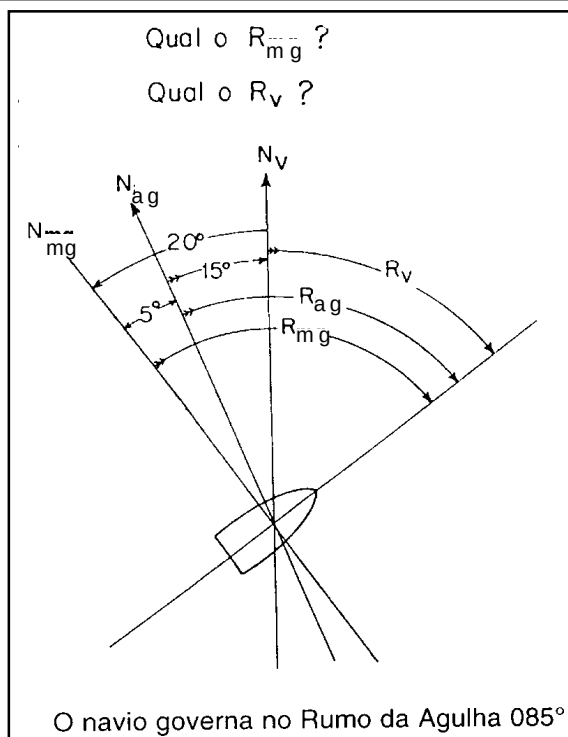
Procedimento típico de Navegação Astronômica, será explicado posteriormente, no Capítulo 31 (VOLUME II).

3.2.5 CONVERSÃO DE RUMOS E MARCAÇÕES

Nos problemas de conversão de **Rumos e Marcaçãoes** é importante recordar sempre que:

- Só se traçam na Carta **Marcaçãoes** e **Rumos Verdadeiros**.
- O valor da **Declinação Magnética** (para o local e ano) deve ser obtido da Carta Náutica da região.
- Os **Desvios da Agulha** variam em função do **rumo** do navio (ou embarcação) e devem ser obtidos da **Curva de Desvios da Agulha**.
- Nos problemas de **conversão de Rumos e Marcaçãoes**, os valores da **Declinação Magnética**, do **Desvio da Agulha**, dos **Rumos e Marcaçãoes** devem ser aproximados a 0,5° (meio grau).

Figura 3.14 - Conversão de rumos



- A solução dos problemas de **conversão de Rumos e Marcaçãoes** fica muito facilitada se for traçado, para cada caso, o **diagrama** correspondente (“calunga”), como ilustrado na Figura 3.14, que solve a seguinte questão:

“Em um local onde o valor da **Declinação Magnética** é $Dec\ mg = 20^\circ W$, o navio governa no **Rumo da Agulha** $Rag = 085^\circ$. Sabendo-se que, para esta proa, o valor do **Desvio da Agulha** é $Dag = 5^\circ E$, determinar o **Rumo Magnético** (Rmg) e o **Rumo Verdadeiro** (Rv)”.

$$Rmg = 090^\circ$$

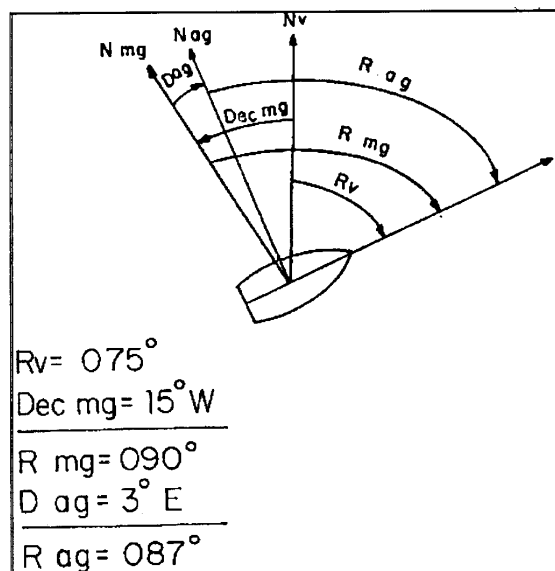
$$Rv = 070^\circ$$

a. CONVERSÃO DE RUMOS

Exemplos (utilizar a **Tabela e Curva de Desvios** da Figura 3.13):

1. Em um local onde o valor da **Declinação Magnética** (Dec mg) é 15°W , o **Rumo Verdadeiro** para navegar entre dois pontos é 075° . Qual será o **Rumo da Agulha** correspondente?

Figura 3.15 - Conversão de rumos



SOLUÇÃO:

$$R_v = 075^\circ$$

$$Dec\ mg = 15^\circ\text{W}$$

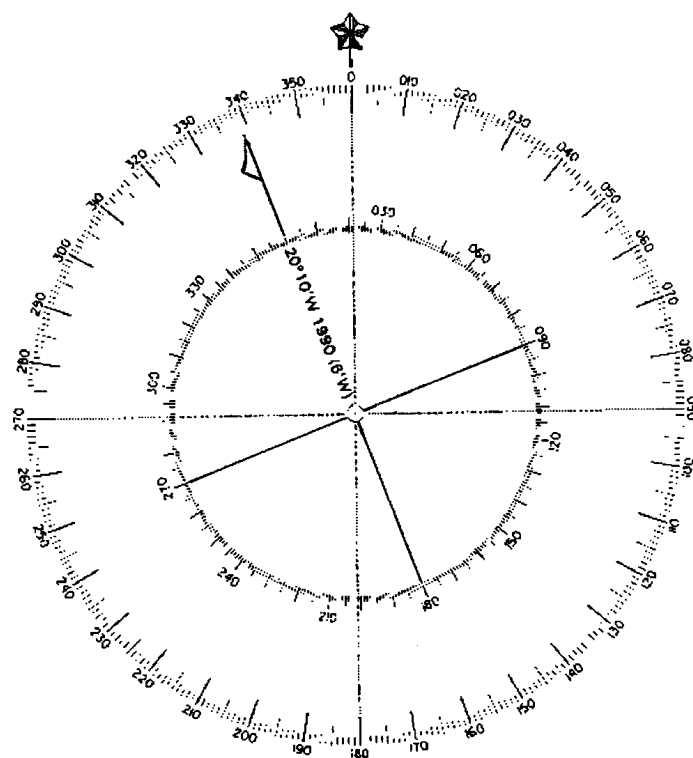
$$R\ mg = 090^\circ$$

$$D\ ag = 3^\circ\text{E} \text{ (da Curva de Desvios)}$$

$$R\ ag = 087^\circ \text{ (ver Figura 3.15).}$$

Figura 3.16 - Proximidades da Baía de Guanabara

2. Navegando nas proximidades da Baía de Guanabara (Dec mg = $20^\circ 10'\text{W}/1990$; variação anual: $6'\text{W}$ - Figura 3.16), em 1993, um veleiro governa no **Rumo da Agulha** $R_{ag} = 160^\circ$. Qual o **Rumo Magnético** (R_{mg}) correspondente? Qual o **Rumo Verdadeiro** (R_v) correspondente?



SOLUÇÃO:

• Entrada na **Curva de Desvios** (Figura 3.13) com o **Rumo da Agulha** (R_{ag}) = 160° (como se fosse Rumo Magnético), obtemos $D_{ag} = 2^\circ W$

• $R_{ag} = 160^\circ$

$D_{ag} = 2^\circ W$

$R_{mg} = 158^\circ$

• $Dec\ mg\ (1990) = 20^\circ 10' W$; variação anual = $6' W$

Incremento ($3 \times 6' W$) = $18' W$

$Dec\ mg\ (1993) = 20^\circ 28' W = 20,5^\circ W$

• $R_{mg} = 158^\circ$

$Dec\ mg = 20,5^\circ W$

$R_v = 137,5^\circ$

3. Um navegante (em 1993) deseja partir da barra da Baía de Guanabara e governar exatamente no **Rumo Sul Magnético** ($180^\circ mg$).

Qual o valor do **Rumo Verdadeiro** correspondente?

Qual o valor do **Desvio da Agulha**?

Qual o valor do **Rumo da Agulha** correspondente?

SOLUÇÃO:

• Valor da Declinação Magnética, em 1993, na barra da Baía de Guanabara: $Dec\ mg\ (1993) = 20,5^\circ W$ (calculada no problema anterior).

• $R_{mg} = 180^\circ$

$Dec\ mg = 20,5^\circ W$

$R_v = 159,5^\circ$

• $R_{mg} = 180^\circ$ $D_{ag} = 3^\circ W$ (da Curva de Desvios)

• $R_{mg} = 180^\circ$

$D_{ag} = 3^\circ W$

$R_{ag} = 183^\circ$

4. Navegando nas proximidade da Baía de Guanabara (em 1993), o Rumo da Agulha (R_{ag}) é 045° .

• Qual o valor do **Desvio da Agulha** nesta proa?

• Qual o valor do **Rumo Magnético** correspondente?

• Qual o valor da **Declinação Magnética**?

• Qual o valor do **Rumo Verdadeiro** correspondente?

SOLUÇÃO:

- Entrando na **Curva de Desvios** com 045° , obtemos:

$$Dag = 01^\circ E$$

- $Rag = 045^\circ$

$$Dag = 01^\circ E$$

$$Rmg = 046^\circ$$

- $Dec\ mg\ (1990) = 20^\circ 10' W$; variação anual: $6' W$

$$\text{Incremento } (3 \times 6' W) = 18' W$$

$$Dec\ mg\ (1993) = 20^\circ 28' W = 20,5^\circ W$$

- $Rmg = 046^\circ$

$$Dec\ mg = 20,5^\circ W$$

$$Rv = 025,5^\circ$$

5. O navegante, em 1993, deseja governar do Farol Rasa para o Farol Maricás e obtém na Carta Náutica o **Rumo Verdadeiro** entre os dois pontos: $Rv = 078^\circ$. Qual o **Rumo Magnético** (Rmg) correspondente? Qual o valor do **Desvio da Agulha** (Dag) para essa proa? Qual o valor do Rumo da Agulha (Rag) em que se deve governar?

SOLUÇÃO:

- $Dec\ mg\ (1993) = 20,5^\circ W$ (calculada no problema anterior).

- $Rv = 078^\circ$

$$Dec\ mg = 20,5^\circ W$$

$$Rmg = 098,5^\circ$$

- Entrando na Tabela ou Curva de Desvios da Agulha (Figura 3.13) com $Rmg = 098,5^\circ$, obtém-se:

$$Dag = 2,5^\circ E$$

- $Rmg = 098,5^\circ$

$$Dag = 2,5^\circ E$$

$$Rag = 096^\circ$$

b. CONVERSÃO DE MARCAÇÕES OBSERVADAS COM A AGULHA MAGNÉTICA (MARCAÇÃO DA AGULHA - Mag)

Para conversão de **Marcações da Agulha** em **Marcações Verdadeiras**, é necessário conhecer o **Rumo** do navio (ou embarcação), pois o **Desvio da Agulha** depende do **Rumo Magnético**.

É importante recordar que, para encontrar o **Desvio da Agulha**, deve-se usar como argumento de entrada na **Curva de Desvios** o **Rumo** e não as **Marcações** observadas.

Uma vez obtido o **Desvio da Agulha** para um determinado **Rumo**, este desvio pode ser aplicado para todas as **Marcações da Agulha** observadas enquanto o navio permanecer no mesmo rumo.

Quando o navio mudar de **Rumo**, um novo valor para o **Desvio** deve ser determinado.

Exemplo:

1. Navegação nas proximidades da Baía de Guanabara (em 1993), no **Rumo da Agulha** $R_{ag} = 110^\circ$, marca-se o **Farol Rasa** na **Marcação da Agulha** $Mag = 327^\circ$.

- Qual o **Desvio da Agulha** a ser empregado na **Conversão da Marcação**?
- Qual a **Marcação Magnética** correspondente?
- Qual o valor da **Declinação Magnética** a ser utilizado no cálculo?
- Qual a **Marcação Verdadeira** (a ser traçada na carta)?

SOLUÇÃO:

- Com $R_{ag} = 110^\circ$, obtem-se na **Tabela e Curva de Desvios**:

• $D_{ag} = 2^\circ E$

• $Mag = 327^\circ$

$D_{ag} = 2^\circ E$

$M_{mg} = 329^\circ$

- $Dec\ mg\ (1990) = 20^\circ 10' W$; Variação anual: $6' W$ (Fig.3.16)

Incremento ($3 \times 6' W$) = $18' W$

$Dec\ mg\ (1993) = 20^\circ 28' W = 20,5^\circ W$

• $M_{mg} = 329^\circ$

$Dec\ mg = 20,5^\circ W$

$M_v = 308,5^\circ$

2. A **Marcação Verdadeira** do **Farol Maricás** é 075° . Considerando que a embarcação está no **Rumo da Agulha** $R_{ag} = 180^\circ$, determinar (ano 1993):

- A **Marcação Magnética** correspondente
- O **Desvio da Agulha** a ser considerando
- A **Marcação da Agulha** correspondente
- O **Rumo Verdadeiro** em que navega a embarcação

SOLUÇÃO:

Em 1993, a **Declinação Magnética** na área é $Dec\ mg = 20,5^\circ W$. Então:

$M_v = 075^\circ$

$Dec\ mg = 20,5^\circ W$

$M_{mg} = 095,5^\circ$

- Com o $Rag = 180^\circ$, obtém-se, na **Tabela e Curva de Desvios**:

$$Dag = 3^\circ W.$$

- $Mmg = 095,5^\circ$

$$\underline{Dag = 3^\circ W}$$

$$Mag = 098,5^\circ$$

- $Rag = 180^\circ$

$$\underline{Dag = 3^\circ W}$$

$$Rmg = 177^\circ$$

$$\underline{Dec\ mg = 20,5^\circ W}$$

$$Rv = 156,5^\circ$$

3. A **Marcação da Agulha** do **Farol Ponta Negra** é 032° , estando a embarcação no **Rumo da Agulha** $Rag = 315^\circ$. Determinar (ano 1993):

- O valor do **Desvio da Agulha** (Dag).
- O **Rumo Magnético** da embarcação (Rmg).
- O **Rumo Verdadeiro** da embarcação (Rv).
- A **Marcação Verdadeira** (Mv) do Farol.

SOLUÇÃO:

- Entrando na **Tabela e Curva de Desvio** com $Rag = 315^\circ$, obtemos: $Dag = 1^\circ E$.

- $Rag = 1^\circ E$.

$$\underline{Dag = 1^\circ E}$$

$$Rmg = 316^\circ$$

- $Rmg = 316^\circ$

$$\underline{Dec\ mg = 20,5^\circ W\ (1993)}$$

$$Rv = 295,5^\circ$$

- $Mag = 032^\circ$

$$\underline{Dag = 1^\circ E}$$

$$Mmg = 033^\circ$$

$$\underline{Dec\ mg = 20,5^\circ W\ (1993)}$$

$$Mv = 012,5^\circ$$

4. Viajando do Rio para Cabo Frio, em 10/01/1993, às 09:40, no **Rumo da Agulha** $Rag = 110^\circ$, você obtém as seguintes **Marcações da Agulha**:

Farol Ponta Negra: $Mag = 072^\circ$

Farol Maricás : $Mag = 345^\circ$

determinar:

- O **Rumo Verdadeiro** da sua embarcação
- A **Marcação Verdadeira** do **Farol Ponta Negra**
- A **Marcação Verdadeira** do **Farol Maricás**

SOLUÇÃO:

- Entrando na **Tabela e Curva de Desvios** com $R_{ag} = 110^\circ$, obtém-se o **Desvio da Agulha**

$$D_{ag} = 2^\circ E$$

- Para o ano de 1993, o valor da **Declinação Magnética** é:

$$Dec\ mg = 20^\circ 28' W = 20,5^\circ W$$

- Então:

$$R_{ag} = 110^\circ$$

$$D_{ag} = 2^\circ E$$

$$R_{mg} = 112^\circ$$

$$Dec\ mg = 20,5^\circ W$$

$$R_v = 091,5^\circ \text{ (Rumo Verdadeiro)}$$

- **Marcação do Farol Ponta Negra**

$$Mag = 072^\circ$$

$$D_{ag} = 2^\circ E$$

$$M_{mg} = 074^\circ$$

$$Dec\ mg = 20,5^\circ W$$

$$M_v = 053,5^\circ \text{ (Marcação Verdadeira)}$$

- **Marcação do Farol Maricás**

$$Mag = 345^\circ$$

$$D_{ag} = 2^\circ E$$

$$M_{mg} = 347^\circ$$

$$Dec\ mg = 20,5^\circ W$$

$$M_v = 326,5^\circ \text{ (Marcação Verdadeira)}$$

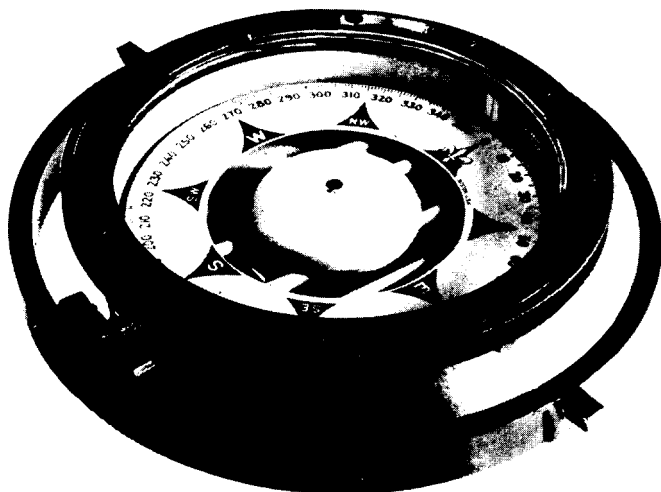
3.2.6 REGISTRO DAS AGULHAS MAGNÉTICAS

Para registro de todos os elementos sobre as Agulhas Magnéticas do navio, a DHN publica “Livro das Agulhas Magnéticas”, onde devem ser escriturados os dados de placa das Agulhas (fabricante, modelo, número de série, diâmetro da rosa e da cuba, etc.) e as informações sobre exames, reparos e compensações das Agulhas de bordo. O Certificado de Compensação da Agulha deve ficar arquivado nesse livro, com cópia fixado à bitácula da Agulha.

Ademais, em viagem os Desvios das Agulhas devem ser periodicamente determinados (normalmente de hora em hora, por comparações com a Giro) e os resultados lançados no “Livro das Agulhas Magnéticas”.

3.2.7 AGULHAS MAGNÉTICAS DE BORDO; TIPOS DE AGULHAS MAGNÉTICAS

Figura 3.17 (a) - Agulha magnética de 7.5 polegadas



Conforme mencionado, os navios usualmente possuem instaladas duas Agulhas Magnéticas, a **Agulha de Governo**, no Passadiço, e a **Agulha Padrão**, em um local mais livre de influências magnéticas (em geral, o Tijupá). A **Agulha de Governo** e a **Agulha Padrão** são, normalmente, do tipo mostrado na Figura 3.17a, sendo montadas em bitáculas semelhantes à apresentada na Figura 3.17b.

Figura 3.17 (b) - Bitácula

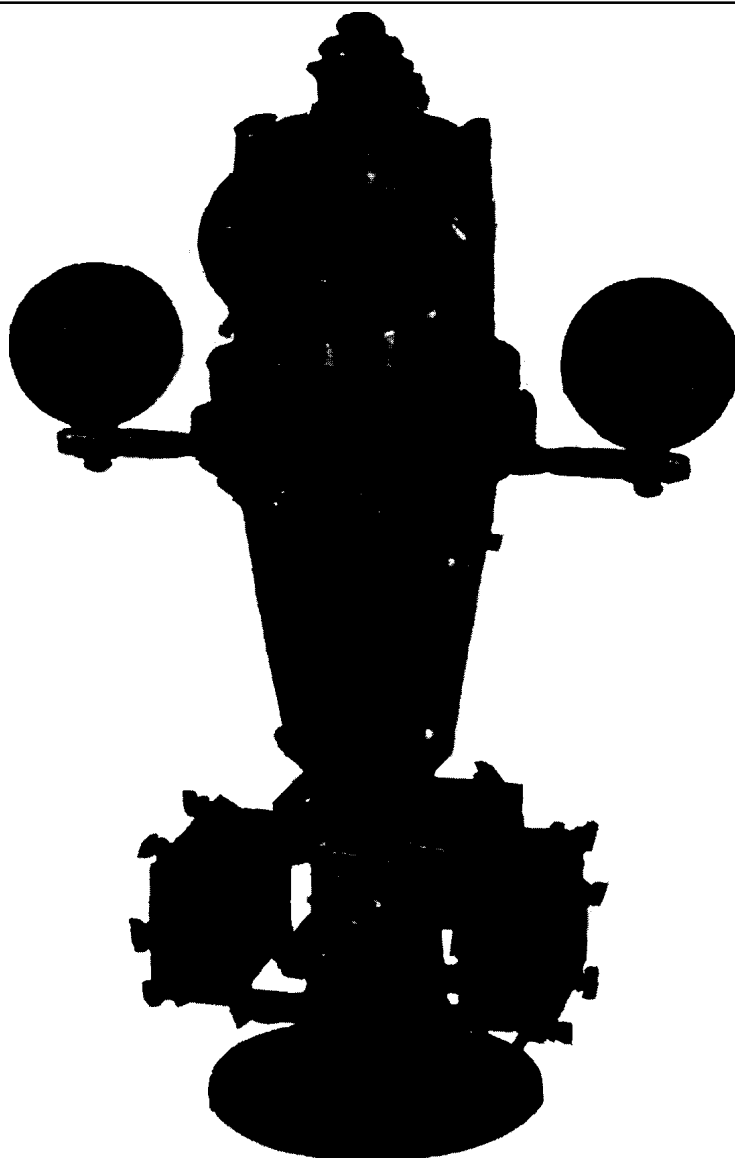
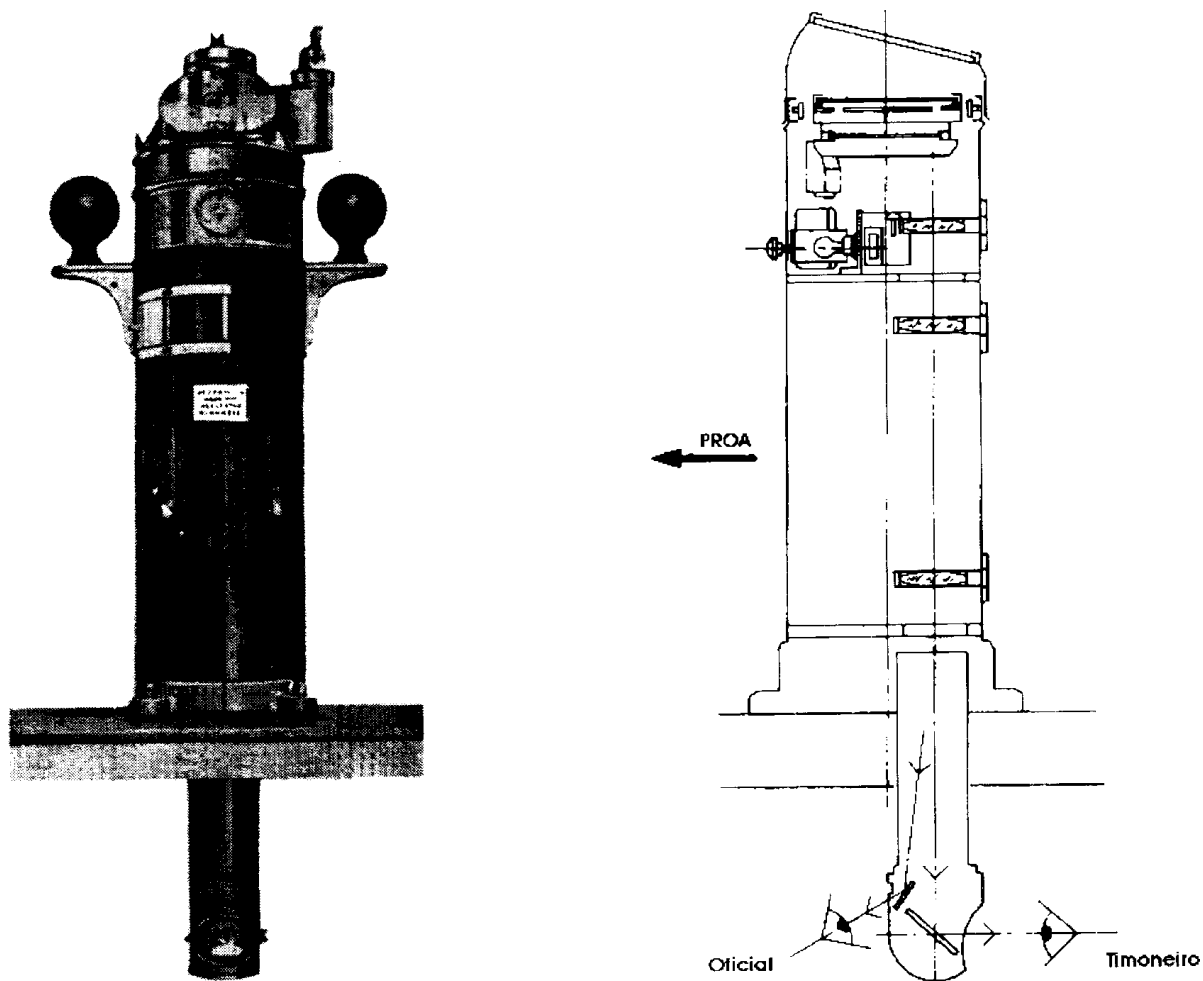
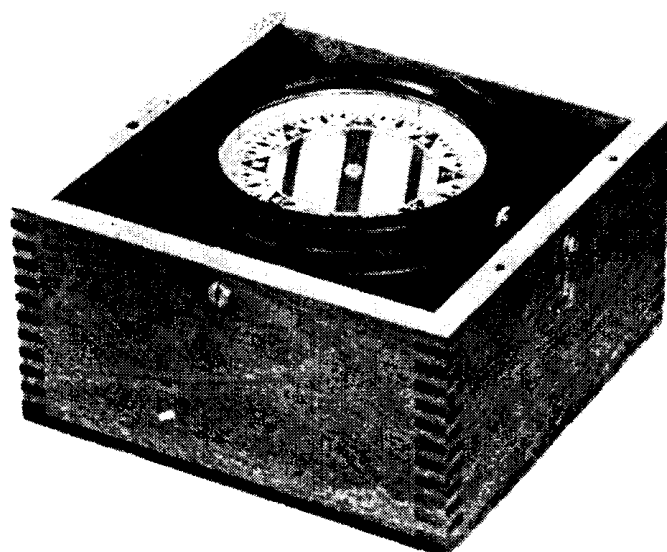


Figura 3.17 © - Agulha magnética com periscópio



Em navios menores, por restrições de espaço no Passadiço, às vezes usa-se uma **Agulha de Teto**, na qual a rosa é vista por baixo, através de um sistema ótico. Outros navios têm apenas uma Agulha Magnética no Tijupá e, para que ela possa ser lida da posição de governo, no Passadiço, é instalado um periscópio (Figura 3.17c)

Figura 3.18 - Agulha magnética para embarcação miúda



Além destas, existem também a bordo Agulhas Magnéticas para as embarcações miúdas do navio (Figura 3.18), que são geralmente portáteis.

Ademais, veleiros, lanchas e outras embarcações vêm usando cada vez mais as **agulhas esféricas** ou de “bolha”, que podem ser montadas horizontalmente, com braçadeira ou embutida na antepara (Figura 3.19a, b e c). Estas bússolas oferecem diversas vantagens em comparação com as agulhas convencionais, de rosa plana. As **agulhas esféricas** têm suspensão interna e o ponto de apoio da rosa está situado no centro da esfera, assegurando máxima estabilidade da bússola em todas as condições de caturro e balanço. Além disto, o domo esférico transparente atua como uma poderosa lente de aumento, ampliando bastante o tamanho aparente da rosa graduada na área da linha de fé. A rosa da bússola, levemente côncava, em conjunto com o dono esférico, permite que este tipo de agulha seja lido com precisão de uma distância de cerca de 3 metros (10 pés). Quando montada com calços capazes de absorver choques, uma **agulha esférica** funciona muito bem em lanchas de alta velocidade, mesmo com vibrações e trepidações contínuas, em mar picado. O fluido utilizado nessas agulhas é um destilado fino de petróleo, semelhante ao varsol.

Figura 3.19 - Agulhas esfericas

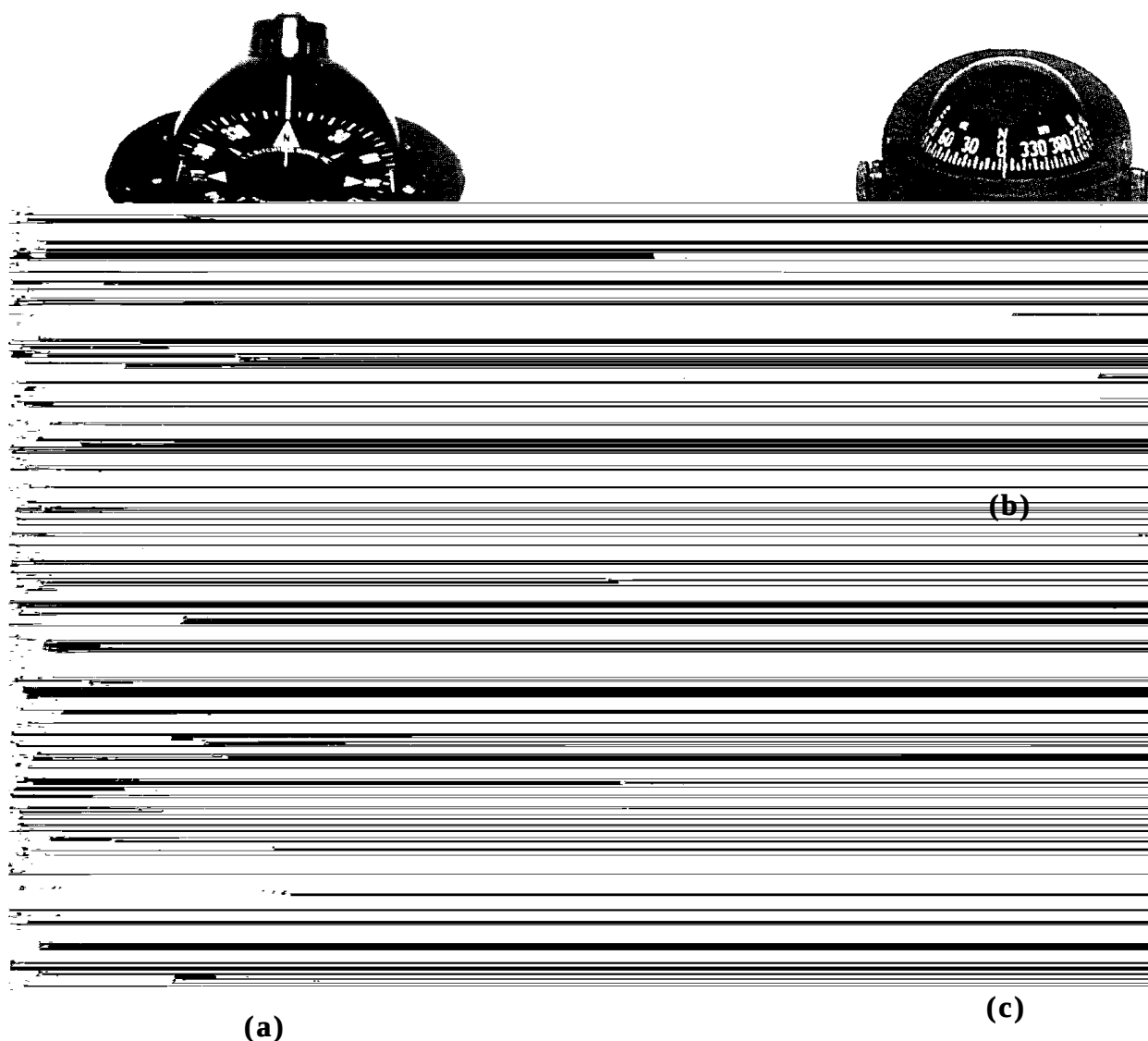


Figura 3.20 - Agulha magnética de mão

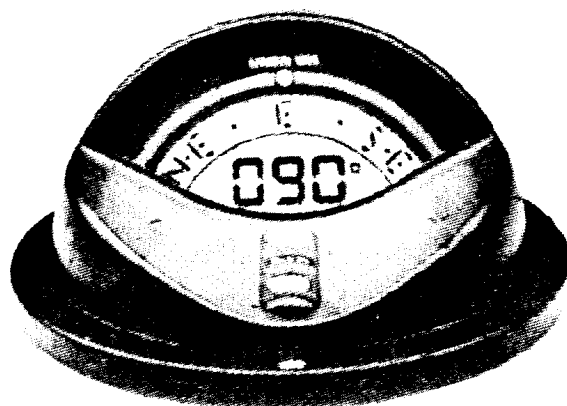
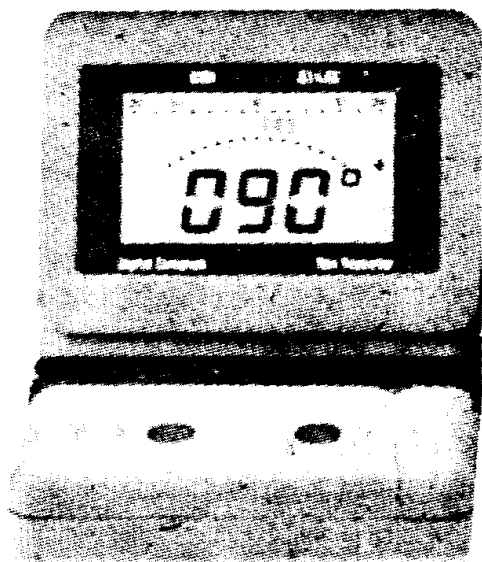


Outro tipo de Agulha magnética é a **agulha de mão** (“hand bearing compass”), mostrada na Figura 3.20, utilizada para tomar marcações (conforme visto, a **Agulha de Governo**, por sua posição a bordo, normalmente não permite a observação de marcações; além disso, se for uma **agulha esférica** não possibilita a utilização de um círculo azimutal ou alidade para obtenção de marcação).

3.2.8 DESENVOLVIMENTOS RECENTES DAS AGULHAS MAGNÉTICAS

Uma das limitações das **Agulhas Magnéticas**, mencionada anteriormente, consistia na dificuldade de transmissão de seus sinais para outros utilizadores. Esta limitação foi recentemente superada, com o desenvolvimento das bússolas de fluxo magnético (“fluxgate compass”).

Figura 3.21 - Agulha magnéticas digitais



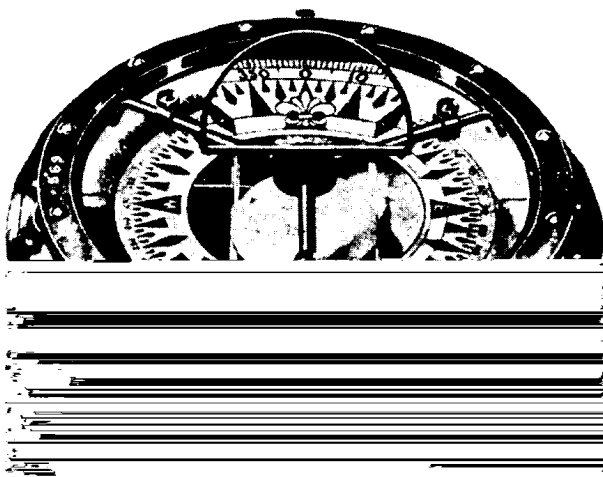
As bússolas de fluxo magnético apresentam um mostrador digital ou um “mostrador analógico” eletronicamente reproduzido (Figura 3.21a e b), no lugar de uma rosa graduada. Ao invés da rosa circular com um conjunto de ímãs, apoiada no seu centro e livre de girar, existente nas agulhas convencionais, as bússolas de fluxo magnético utilizam um sensor eletrônico estacionário montado cobertas abaixo, alinhado com a quilha do navio (eixo longitudinal). Este sensor detecta as mudanças de direção do navio com relação ao campo magnético terrestre e envia informações (centenas de leituras por segundo) para um microcomputador, que calcula continuamente as médias das leituras e apresenta valores precisos e estáveis do rumo magnético.

As bússolas de fluxo magnético são muito precisas ($0,5^\circ$) e, além disso, o seu sinal digitalizado pode ser facilmente transmitido para outros equipamentos (LORAN C, GPS, “plotters”, etc.) ou para indicadores remotos (repetidoras).

3.2.9 ACESSÓRIOS DAS AGULHAS MAGNÉTICAS

Para utilizar a Agulha Magnética nas suas duas funções básicas - obtenção de **rumos** e de **marcações** - empregam-se alguns acessórios.

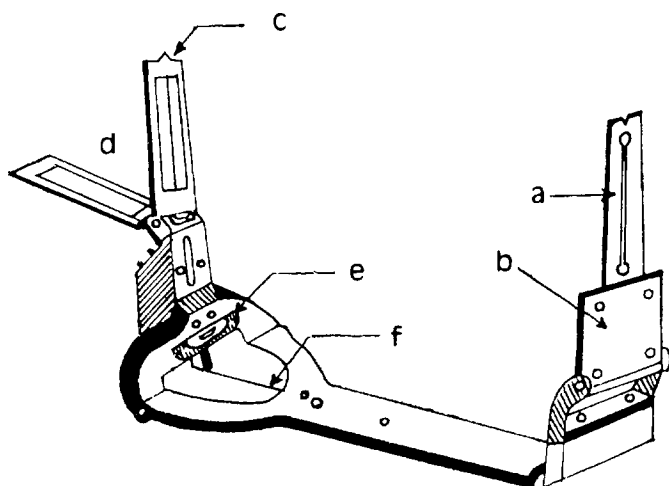
Figura 3.22 - Lente de Governo



Para facilitar a leitura dos **rumos**, pode-se adaptar sobre a rosa circular uma **lente de governo** (Figura 3.22), que amplia o setor da rosa nas proximidades da **linha de fé**, tornando mais fácil e cômodo ler e seguir um determinado rumo.

Para leitura de marcações diretamente da Agulha Magnética, adapta-se sobre a **rosa** uma **alidade de pínulas**, um **círculo azimutal** ou uma **alidade telescópica**.

Figura 3.23 - Alidade de Pínulas



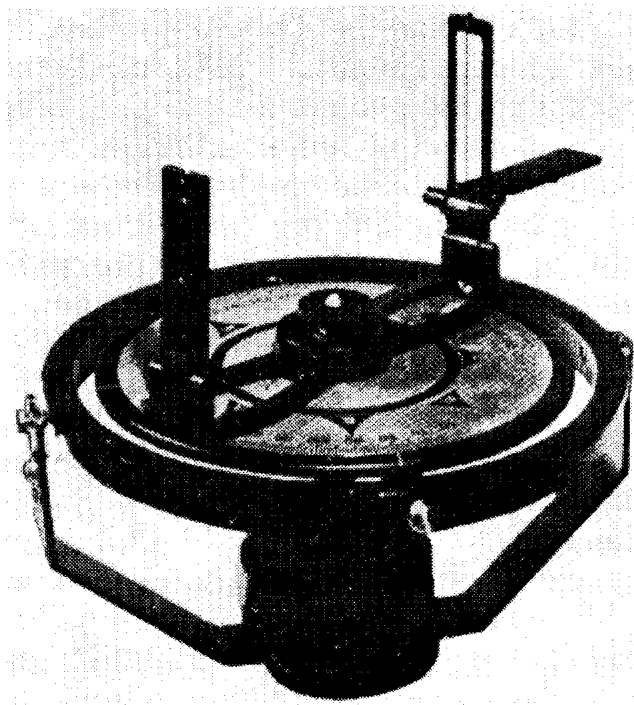
A **alidade de pínulas** (Figura 3.23) é colocada sobre a **rosa circular**, livre de girar em torno do centro da Agulha. O equipamento possui um **orifício de visada** (a), que pode ser inclinado ou verticalizado girando-se a placa (b), e uma **mira com retículo** (c). Para obtenção de marcações, o observador olha através do **orifício de visada** e gira a **alidade** sobre a **rosa** até que o objeto visado fique alinhado com o **retículo** da **mira**, com o cuidado de manter a rosa nivelada, através do nível (e). Então, a marcação é lida na **rosa**, na gradação alinhada com o **índice** (f).

A **mira com retículo** é dotada de um **refletor** (d) com vidro corado capaz de girar em torno de um eixo-horizontal, permitindo ao observador ajustá-lo de modo que a imagem refletida de um astro possa ser visada, para obtenção de um **azimute astronômico**, de modo similar ao descrito para um objeto terrestre.

O **círculo azimutal** e a **alidade telescópica** serão abordados no estudo da Agulha Giroscópica, neste mesmo Capítulo.

Entretanto, conforme anteriormente mencionado, a posição da Agulha de Governo a bordo dificilmente permite que a mesma seja utilizada para obtenção de marcações, pois, em geral, sua visada está obstruída para várias direções.

Figura 3.24 - Taxímetro com Alidade de Pínulas



Taxímetro com alidade



Peloro

Para contornar este problema, instalam-se **taxímetros** (Figura 3.24) em pontos convenientes, tais como as asas do Passadiço. O **taxímetro** consiste de uma rosa graduada de 000° a 360°, montada com suspensão cardan em um suporte vertical denominado **peloro**. A **rosa** pode ser girada e travada, de modo que qualquer de suas graduações possa ser ajustada para coincidir com a **linha de fé**. Sobre a rosa é montada uma **alidade de pínulas**, já explicada. O **taxímetro** é utilizado para obter **Marcações Relativas** e **Marcações da Agulha**.

Para obtenção de **Marcação Relativas** faz-se a coincidência da graduação 000° da **rosa** com a **linha de fé** (paralela à linha proa-popa do navio) e trava-se nesta posição. Então, as **marcações** lidas na **rosa** com a **alidade** serão **Marcações Relativas** (Mr), que podem ser convertidas em **Marcações da Agulha** se forem combinadas com o **rumo** do navio: $Mag = Mr + Rag$.

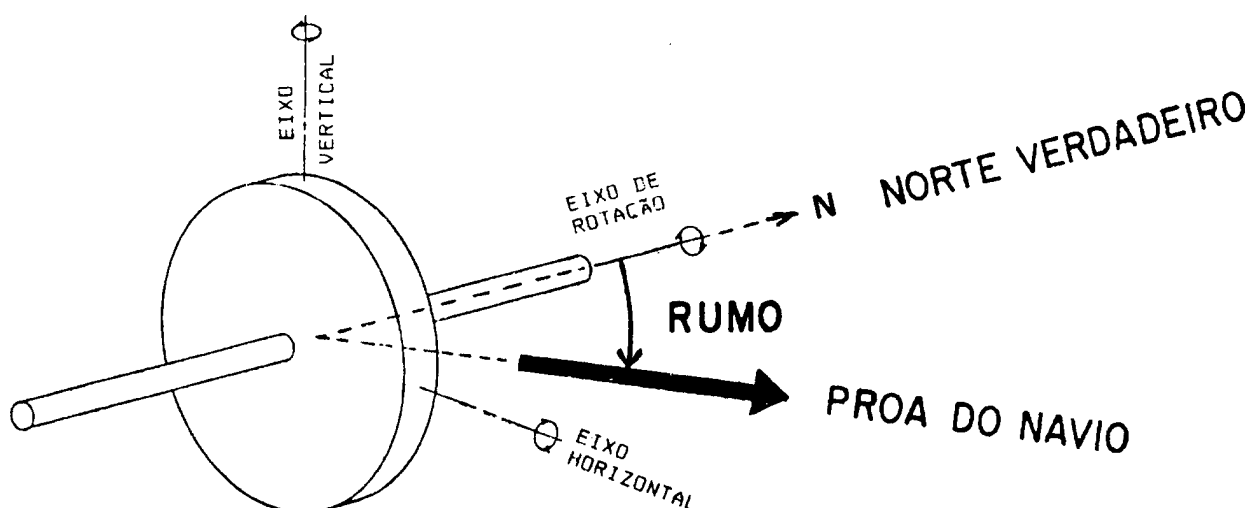
Para obtenção de **Marcações da Agulha** ajusta-se a **rosa** de modo que a graduação correspondente ao **Rumo da Agulha** coincida com a **linha de fé**, travando-se a rosa nessa posição. Desta forma, as **marcações** observadas com a **alidade de pínulas** serão **Marcações da Agulha**. Neste caso, é essencial que, no instante do “marque”, o navio esteja exatamente no **Rumo da Agulha** ajustado no **taxímetro**.

3.3 AGULHA GIROSCÓPICA

3.3.1 INTRODUÇÃO

Por muitos séculos a Agulha Magnética foi o único instrumento disponível para determinação de **direções** (**rumos** e **marcações**, ou **azimutes**) no mar. Na busca de um equipamento que indicasse o **Norte Verdadeiro**, em vez do **Norte Magnético**, a **Agulha Giroscópica** foi desenvolvida nas primeiras décadas século. Avanços paralelos foram feitas nos Estados Unidos e na Europa, sendo que os norte-americanos desenvolveram uma Agulha Giroscópica tendo como base um único giroscópio, enquanto que os alemães utilizaram giroscópios múltiplos nas suas primeiras agulhas.

Figura 3.25 - Agulha giroscópica



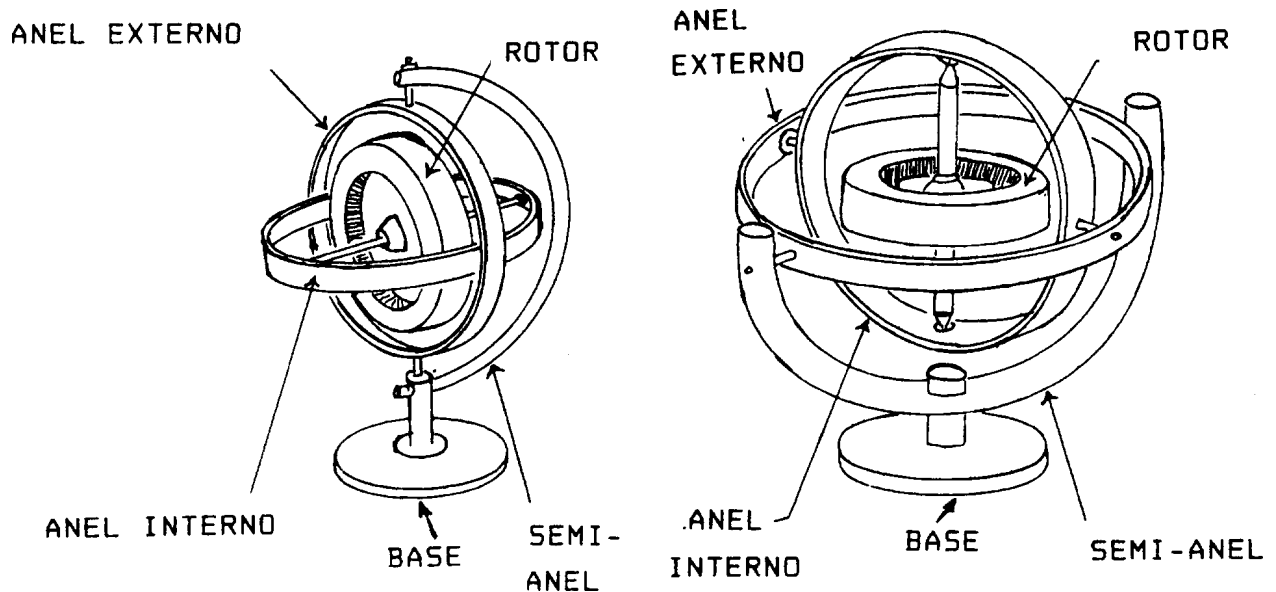
A **Agulha Giroscópica** é, essencialmente, um **giroscópio busca-meridiano**, cujo **eixo de rotação** permanece alinhado com os meridianos terrestres e que é capaz de oscilar em torno de seu **eixo vertical** (**eixo de precessão** ou **eixo de indicação de azimute**) e de medir o ângulo entre a proa do navio e o eixo de rotação do giroscópio, isto é, o **Rumo Verdadeiro** do navio (figura 3.25).

As **Agulhas Giroscópicas** são cada vez mais utilizadas a bordo dos navios modernos, não apenas como referência para obtenção de rumos e marcações (para governo e observação de Linhas de Posição para navegação), mas também como componentes básicos de um Sistema de Navegação Inercial e para prover dados de direção, balanço e caturro para sistemas de armas e sistemas integrados de navegação.

Os princípios de que dependem a operação das **Agulhas Giroscópicas** são brevemente explicados neste Capítulo, apenas para capacitar o navegante a entender o conceito básico deste tipo de agulha e, ainda mais importante, habilitá-lo a compreender os limites de precisão das Agulhas Giroscópicas e as fontes de erro inerentes ao giroscópio, quando usado como agulha a bordo de navios.

3.3.2 GIROSCÓPIO BÁSICO

Figura 3.26 - Giroscópicos e suas partes principais



Um giroscópio básico, cujas partes principais estão mostradas na Figura 3.26, consiste de um rotor (volante ou toro) perfeitamente balanceado, livre para girar em torno de três eixos perpendiculares entre si, que se interceptam no seu centro de gravidade. Diz-se, assim, que o giroscópio tem três **graus de liberdade**, constituídos pelas possibilidades de girar em torno dos três eixos (figura 3.27), denominados respectivamente de:

- eixo de rotação
- eixo horizontal (ou eixo de torque)
- eixo vertical (ou eixo de precessão)

Figura 3.27 (a) - Graus de liberdade do giroscópio

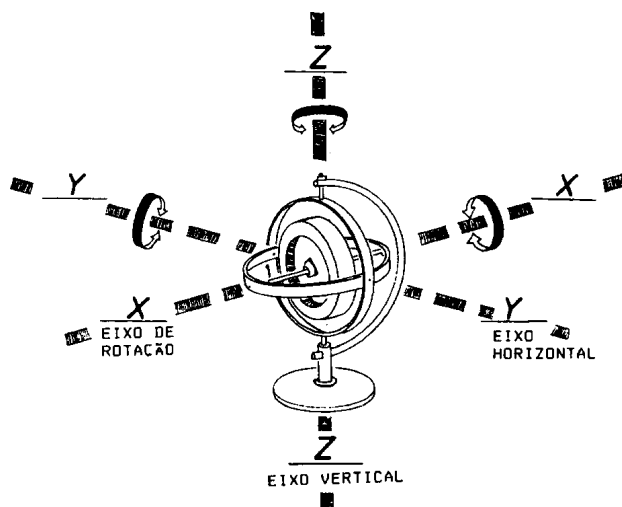
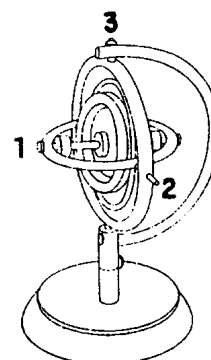


Figura 3.27 (b) - Os três eixos de rotação do giroscópio

1. Eixo de rotação
2. Eixo horizontal (ou eixo de torque)
3. Eixo vertical (ou eixo de precessão)



Os três graus de liberdade do giroscópio

O eixo do rotor possui rolamentos praticamente livres de atrito, que lhe permitem girar com completa liberdade em torno do **eixo de rotação** X-X. O anel interno é montado com rolamentos no anel externo, de modo que tenha completa liberdade de movimento em torno do **eixo horizontal** Y-Y. O anel externo, por sua vez, é montado no semi-anel, sendo provido de rolamentos que lhe permitem girar em torno do **eixo vertical** Z-Z.

Quando o rotor gira em alta velocidade, o giroscópio desenvolve duas propriedades que não apresenta enquanto o rotor está em repouso. Estas duas propriedades são conhecidas como **inércia giroscópica** (ou **rigidez no espaço**) e **precessão**.

A **inércia giroscópica** faz com que o rotor tenda a conservar sua direção no espaço, por mais variados que sejam os movimentos impostos à sua base. Em outras palavras, a **inércia giroscópica** (ou **rigidez no espaço**) é a propriedade que o giroscópio livre tem em manter seu eixo apontado sempre para um mesmo ponto no espaço, a despeito dos movimentos de sua base. Na Figura 3.28 (a), o **eixo de rotação** está horizontalizado e apontando em uma determinada direção. Em 3.28 (b), inclinou-se a base do giroscópio, mas o eixo continua apontando na mesma direção e na horizontal.

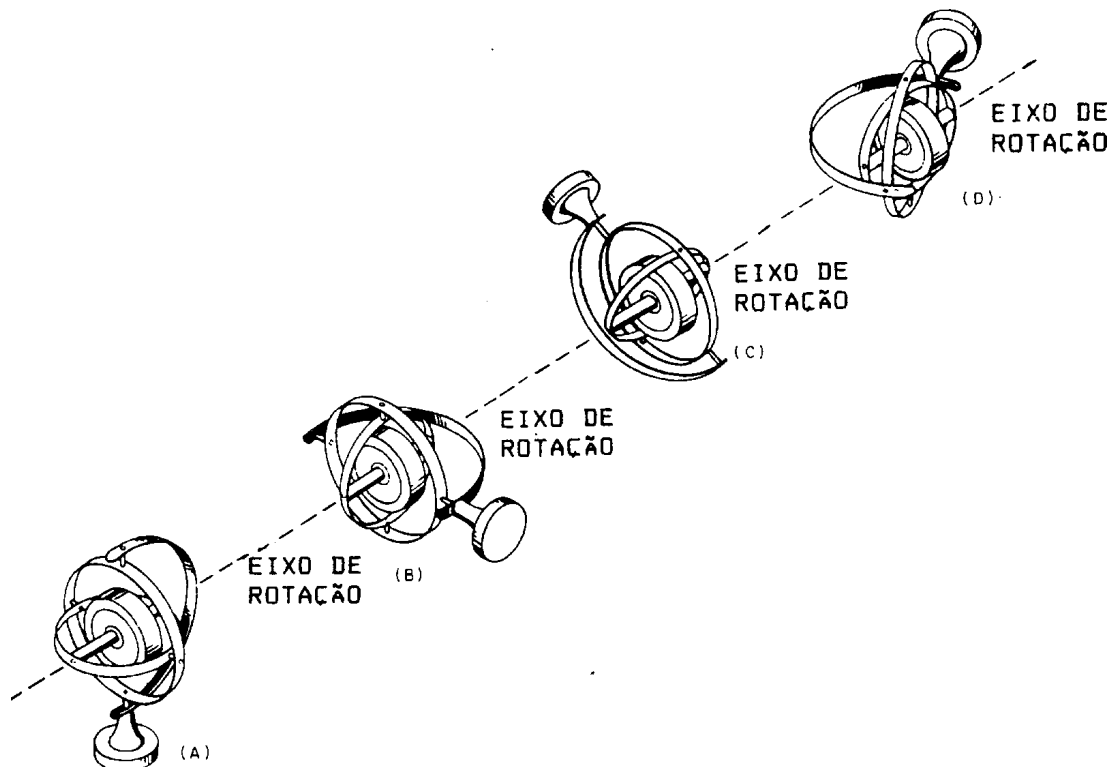
Figura 3.28 - Inércia Giroscópica



Os dois principais fatores que afetam a inércia giroscópica são o **peso** do rotor e a **velocidade** de rotação. Quando maior a velocidade de rotação e o peso do rotor, maior será a **inércia giroscópica** (ou **rigidez no espaço**). Em virtude disto, o rotor do giroscópio tem geralmente a forma de uma roda, com a maioria do peso concentrada próximo das bordas. Este formato proporciona uma boa distribuição de peso para a operação do rotor em alta velocidade, o que resulta em uma **inércia giroscópica** elevada.

A Figura 3.29 fornece outra ilustração da **inércia giroscópica**: não importa de que maneira a **base** é movimentada, o **rotor** do giroscópio mantém-se fixo no espaço. Mesmo que a base dê um giro completo, o eixo de rotação manterá sua direção com relação a um determinado ponto no espaço.

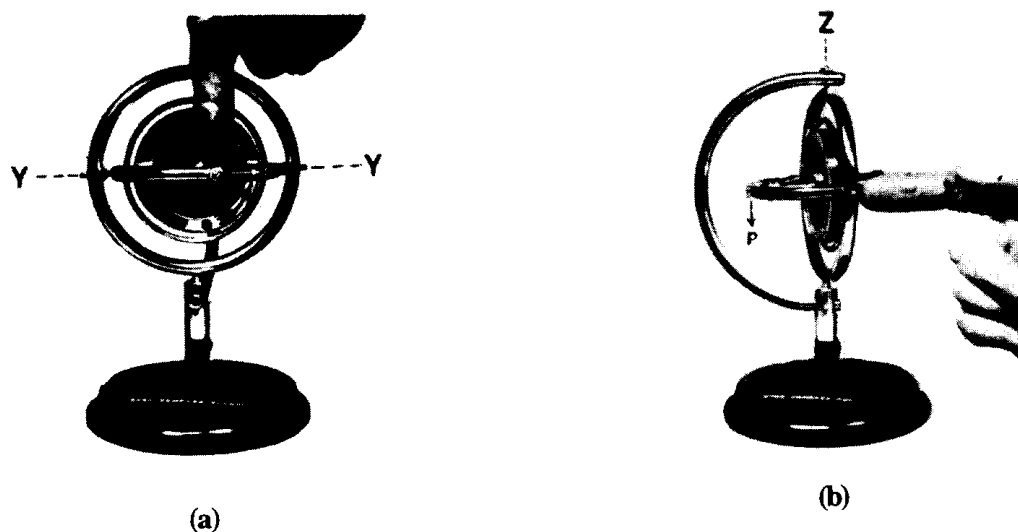
Figura 3.29 - Inércia giroscópica (rigidez no espaço)



À medida que a Terra gira e o **eixo de rotação** do giroscópio permanece fixo, apontando para um determinado ponto no espaço, surge uma condição denominada de **rotação aparente** do giroscópio. Assim, se o eixo de rotação estiver apontando para uma estrela, ele continuará apontando para a estrela durante todo o movimento aparente do astro através do céu, descrevendo, também, um movimento aparente. No verdade, porém, a estrela está fixa e é a Terra (e, portanto, a base do giroscópio) que está girando. Desta forma, a rotação aparente do giroscópio é um resultado da **inércia** e da **rotação da Terra**.

Precessão pode ser definida como o movimento resultante do rotor, quando é aplicada uma força que tende a alterar a direção do seu **eixo de rotação**. Em virtude desta propriedade, quando é aplicada ao rotor uma força tendendo a deslocar o **eixo de rotação** de sua direção no espaço, em vez de eixo se mover na direção da força, o fará num plano perpendicular à direção da força aplicada.

Figura 3.30 - Precessão



Na figura 3.30 (a), é aplicada uma força verticalmente de cima para baixo sobre a extremidade do **eixo de rotação** (tendendo a fazer esse eixo se inclinar em torno do **eixo horizontal** marcado Y-Y). Porém, o eixo não se inclina e sim se movimenta para a direita, na direção da seta marcada P. Essa é a precessão em torno do eixo vertical. Na Figura 3.30 (b), uma força é aplicada no anel vertical, tendendo a movimentar o **eixo de rotação** para a esquerda: em vez de se conseguir esse movimento, o eixo se inclina na direção da seta marcada P. Essa é a precessão em torno do eixo horizontal.

A direção do movimento de precessão é obtida girando a direção da força de 90° no sentido de rotação do rotor.

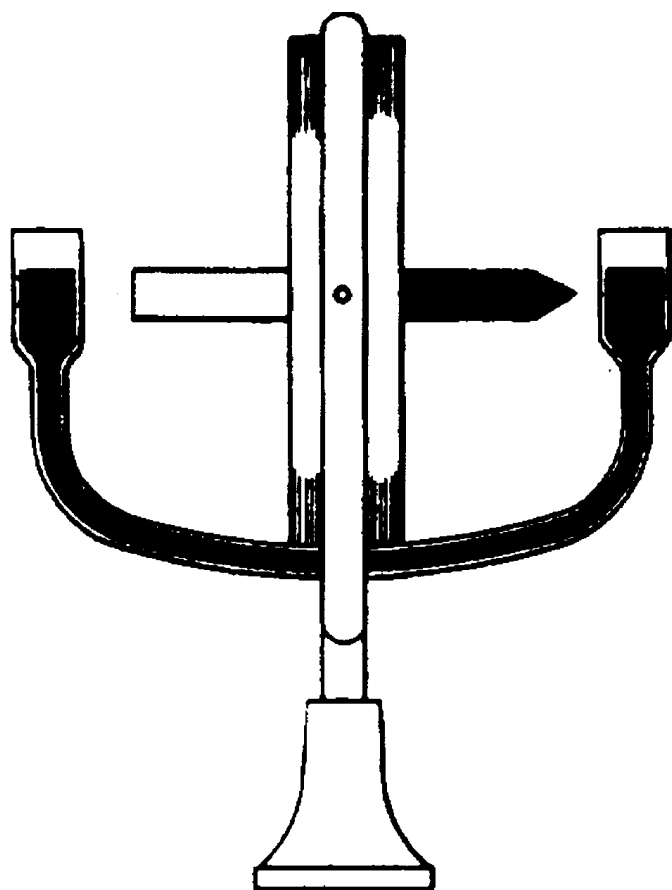
A **precessão** é uma propriedade útil dos giroscópios. Muitos sistemas (inclusive as Agulhas Giroscópicas) são projetados para aproveitar esta característica. Entretanto, há um tipo de **precessão** que é indesejável, comumente denominada de “deriva mecânica” (“mechanical drift”), que tende a afastar o giroscópio de uma direção determinada. As duas principais causas deste problema são **atrito nos mancais** (rolamentos) e **desbalanceamento do rotor**. Embora estes problemas sejam minimizados nos giroscópios modernos, ainda podem constituir fontes de erros nas Agulhas Giroscópicas.

3.3.3 AGULHAS GIROSCÓPICAS

Um giroscópio livre não serve como agulha, mas, aproveitando as duas propriedades acima descritas e aplicando forças convenientes nos locais apropriados, consegue-se estabilizar o eixo de rotação no meridiano e na horizontal.

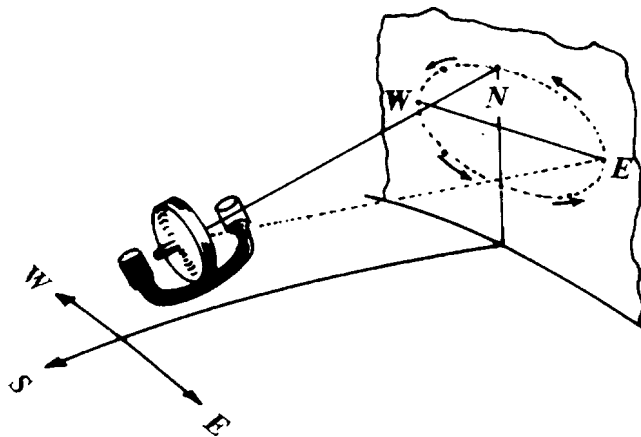
As agulhas de diversas tipos diferem quanto ao modo de efetuar essa estabilização.

Figura 3.31 - Balístico de mercúrio



Nas agulhas norte-americanas (SPSRRY), a estabilização é feita por meio do **balístico de mercúrio**, sendo os reservatórios de cada par ligados por tubos comunicantes que ficam orientados com o Norte-Sul da agulha. A Figura 3.31 mostra um esquema do balístico de mercúrio (que, na Figura, é apresentado como um único par) e a ponta negra sendo a ponta norte. O centro de gravidade do mercúrio fica abaixo do centro de rotação e, assim, todo o sistema passa a ter seu centro de gravidade abaixo do eixo geométrico, tornando-se, portanto, pendular: o **giroscópio pendular não amortecido**. Quando, por motivo de rotação da Terra, o eixo do giroscópio começa a se elevar sobre o horizonte, o mercúrio desloca-se de um reservatório para o outro, forçando a horizontalização e, assim, aplicando uma **precessão**.

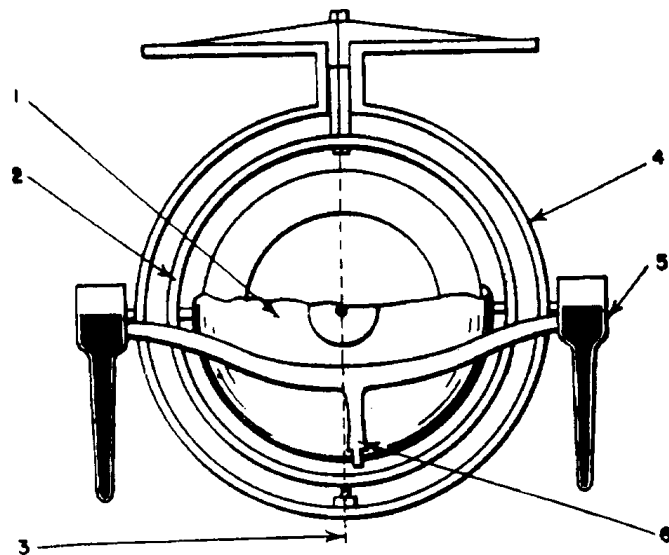
Figura 3.32 - Giroscópio pendular não amortecido



Desta maneira, o movimento da ponta norte não será mais uma circunferência e sim uma elipse bastante alongada (Figura 3.32) e o tempo para descrevê-la será de somente 84 minutos (este é o período que um pêndulo simples teria se o seu comprimento fosse igual ao raio da Terra). O giroscópio pendular ainda não serve como agulha porque não se estabiliza no meridiano.

Para que a ponta norte do giroscópio com balístico de mercúrio se estabilize no meridiano e no horizonte é feita uma ligação excêntrica entre os vasos comunicantes e a caixa do rotor (Figura 3.33).

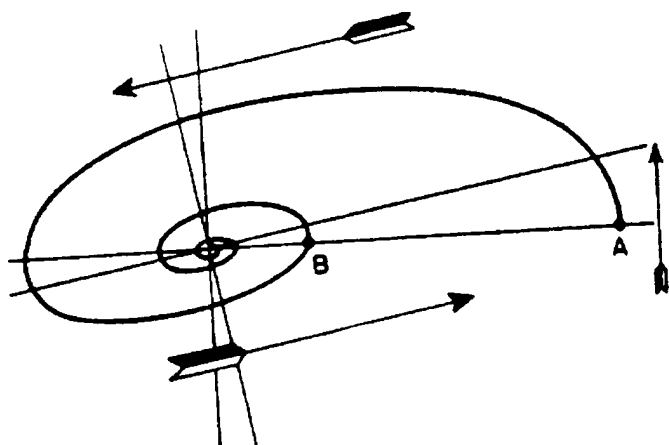
Figura 3.33 - Elementos da agulha giroscópica



1. Caixa do rotor
2. Anel vertical
3. Eixo vertical de suspensão
4. Anel exterior (anel fantasma)
5. Balístico de mercúrio
6. Ligação excêntrica (entre o balístico de mercúrio e a caixa do rotor)

Para obter um conjunto simétrico, o sistema balístico é formado por dois jogos de dois reservatórios de mercúrio, cada jogo formando vasos comunicantes.

Figura 3.34 - Espiral do eixo de rotação com amortecimento



Assim, o movimento pendular é amortecido, conseguindo-se um giroscópio pendular amortecido. Neste caso, a ponta norte não descreverá mais a elipse, e sim uma espiral logarítmica convergente (Figura 3.34). O período de oscilação é um pouco maior do que o do movimento pendular não amortecido: cerca de 86 minutos. Como a ponta norte leva três períodos para se estabilizar, a agulha deve ser ligada 5 horas antes ($86 \times 3 = 268$ minutos: 4,5 horas, aproximadamente) de o navio suspender.

Devido ao sistema usado para amortecer o movimento pendular, a ponta norte do eixo do rotor não se estabiliza no meridiano nem no horizonte: ela fica um pouco elevada sobre o horizonte e a leste do meridiano no Hemisfério Norte, e um pouco abaixada e a oeste no Hemisfério Sul. Esses ângulos de inclinação e afastamento são pequenos e perfeitamente determinados. O afastamento do meridiano é compensado por meio de um corretor, denominado **corretor de latitude**, que gira a rosa da agulha em sentido oposto ao erro, anulando-o. A agulha sofre influência do movimento do navio (rumo e velocidade), motivo pelo qual existe um outro corretor, denominado **corretor de velocidade**. O rumo é introduzido automaticamente, pela própria agulha.

As agulhas de origem alemã (Anschutz, Plath, Atlas) possuem dois giroscópios encerrados em uma esfera denominada **esfera giroscópica** (ou **giroesfera**). É a resultante dos dois giroscópios a indicadora do norte. A giroesfera fica dentro de outra, denominada **esfera envolvente**. A esfera envolvente é colocada num recipiente com uma mistura de água destilada e outro líquido (geralmente glicerina). Como o centro de gravidade do elemento sensível (esfera giroscópica) fica abaixo do centro geométrico (centro da esfera) o sistema é pendular, portanto direcional. É como se um pêndulo estivesse ligado ao rotor, fazendo com que seu eixo de rotação abaixasse logo que iniciasse a se elevar sobre o horizonte, criando assim uma **precessão**. Da mesma maneira que descrita para a agulha de balístico de mercúrio, a ponta norte não descreverá uma circunferência em vinte e quatro horas siderais e sim uma pequena elipse, em cerca de 84 minutos. O amortecimento desse movimento pendular, para que a resultante aponte para o norte, é feito por meio de um líquido viscoso em vasos comunicantes. Neste caso, não há erro de amortecimento e a resultante dos dois giroscópios aponta para o meridiano e na horizontal.

Essas agulhas só possuem o erro de rumo e velocidade. Em alguns modelos ele é corrigido por meio de botões, e em outros é computado numa tabela fornecida pelo fabricante do equipamento.

Quando o equipamento está parado, a esfera giroscópica assenta levemente na esfera envolvente, mas quando operando, devido a bobinas de repulsão, as duas ficam concêntricas. A esfera giroscópica orienta-se no meridiano e por meio de circuitos elétricos, através do líquido, carrega a envolvente que, por sua vez, traz a rosa.

Conforme visto, ao giroscópio livre foram aplicadas forças que o obrigaram a “precessar” no sentido e na quantidade convenientes, **de forma a que o seu eixo se mantenha sempre horizontal e apontado na direção do meridiano geográfico do lugar, isto é, na direção da linha Norte-sul**. A forma como são criadas e aplicadas as forças de precessão varia de acordo com os tipos e fabricantes de giroscópicos.

Quando uma giro é alimentada, isto é, quando o seu rotor é posto a girar e atinge a velocidade normal de operação (6.000 RPM em média), ela começa automaticamente a se “orientar” em busca do Norte verdadeiro, qualquer que seja a direção em que se encontra quando parada. Quando mais próxima estiver do Norte verdadeiro, mais rápida será sua orientação. Nas agulhas modernas, existe um dispositivo que permite reduzir este período a apenas 30 minutos.

Na **Agulha Giroscópica** orientada, o **eixo de rotação do giroscópio** é mantido alinhado com o meridiano geográfico do lugar, isto é, na direção da linha Norte-Sul, em um plano tangente à superfície da Terra (plano horizontal). Quando o navio guina, forças externas obrigam o giroscópio a “precessar”, no sentido e na quantidade convenientes, de modo que o seu eixo de rotação torne a apontar para a direção do meridiano do lugar (linha N-S) e se mantenha sempre horizontal.

A força diretiva que mantém o **eixo de rotação** do **giroscópio** horizontal e alinhado com o meridiano geográfico do lugar é derivada da **componente tangencial** da velocidade de rotação da Terra. Esta **velocidade tangencial** é máxima no equador e diminuir até zero nos pólos. Assim, a força que mantém o eixo de rotação do giroscópio alinhado com os meridianos terrestre é **grande** em **latitudes baixas** e **médias**, mas **diminui** nas **altas latitude**, à medida que se aproxima dos **Pólos**.

Em latitudes além de 70° Norte ou Sul, a **velocidade do navio** pode tornar-se tão grande em relação à **velocidade tangencial** da Terra que grandes erros podem ser introduzidos na Agulha Giroscópica. Por esta razão, o erro da **Agulha Giroscópica** deve ser continuamente verificado em latitudes de 70° (Norte ou Sul). Em latitude da ordem de 75° a 80°, a maioria das Agulhas Giroscópicas apresenta grandes erros. A cerca de 85° de latitude, a Agulha Giroscópica torna-se virtualmente inútil.

3.3.4 VANTAGENS E LIMITAÇÕES DAS AGULHAS GIROSCÓPICAS

Comparando com uma **Agulha Magnética**, a **Agulha Giroscópica** apresenta as seguintes vantagens e limitações.

VANTAGENS

- Aponta na direção do Meridiano Verdadeiro, em vez do Meridiano Magnético. É, portanto, independente do magnetismo terrestre e mais simples na sua utilização.
- Permite maior precisão de governo / observação de marcações que a Agulha Magnética.
- Pode ser usada em latitude mais altas que a Agulha Magnética.
- Não é afetada pela presença de material magnético ou equipamentos elétricos.
- Pela facilidade e precisão na transmissão de dados, em comparação com as Agulhas Magnéticas, o sinal da Agulha Giroscópica pode ser utilizado em repetidoras, equipamento radar, equipamento de navegação por satélite, registrador de rumos, piloto automático, equipamento de Derrota Estimada, Sistema integrado de Navegação e Sistemas de Armas.

LIMITAÇÕES

- A **Agulha Giroscópica** exige uma fonte constante de energia elétrica e é sensível às flutuações de energia.
- Está sujeita a avarias próprias de equipamentos complexos e requer uma manutenção adequada, feita por técnicos especializados.

3.3.5 UTILIZAÇÃO DA AGULHA GIROSCÓPICA

Normalmente, a **Agulha Giroscópica** dispõe de **Repetidoras** convenientemente instaladas a bordo, para leitura de rumos e marcações. Uma **Repetidora** é, basicamente, uma **Rosa Graduada** de 000° a 360°, que, por meio de srvo-mecanismos eletrônicos, reproduz exatamente as leituras da **Mestra** da **Agulha Giroscópica**. Na **Repetidora**, o rumo é indicado por uma marca denominada **Linha de Fé**, existente em sua borda e paralela à linha de centro do navio.

Figura 3.35 - Repetidora da Giro

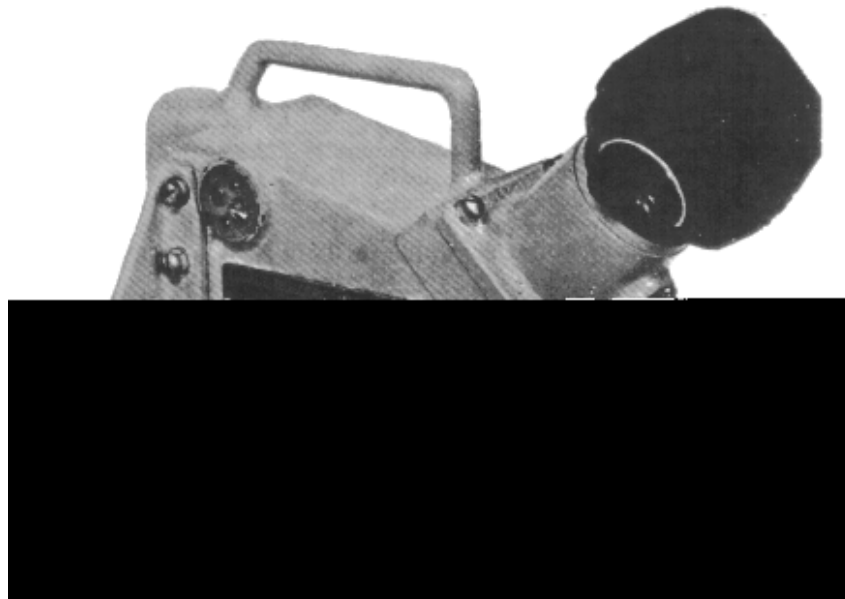
A **Repetidora da Giro** é montada em um pedestal denominado **Peloro** (Figura 3.35). Para obtenção de **Marcações**, instala-se sobre a **Repetidora** um **Círculo Azimutal** (Figura 3.36). Para visar objetos distantes, pode ser usada na Repetidora, em vez do **Círculo Azimutal**, uma **Alidade Telescópica** (Figura 3.37).

Figura 3.36 - Círculo Azimutal

O **Círculo Azimutal**, de forma semelhante à **Alidade de Pínulas**, é instalado sobre a Repetidora, livre de girar em torno do centro da **rosa graduada**. Possui um par de visores, a **fenda de visada** e a **mira com retículo**. Para obtenções de **marcações**, o observador olha através da **fenda de visada** e gira o **Círculo Azimutal** até que o objeto visado apareça alinhado com o **retículo vertical** da **mira**, tendo a preocupação de manter a **rosa** nivelada, pelo **nível de bolha** existente na base da **mira**. A **marcação** é lida na **rosa graduada** através de um **prisma de reflexão** provido de um **índice** alinhado com o **retículo vertical** da **mira**. Ademais, o **Círculo Azimutal** dispõe de um conjunto de observação, destinado à obtenção de azimutes do Sol. Este conjunto consiste de um **espels**

cações, deve-se manter a **rosa** nivelada, por meio do **nível de bolha** existente na base da **fenda de leitura**, durante a observação do azimute do Sol.

Figura 3.37 - Alidade Telescópica



A **Alidade Telescópica** é semelhante a um **Círculo Azimutal**, porém dispõe de uma **luneta telescópica com retículo**, em vez do conjunto **fenda de visada / mira**. Assim, a imagem é ampliada, melhorando a definição de objetos distantes para o observador. Um **prisma refletor** permite que sejam observados simultaneamente o objeto visado e a marcação correspondente.

3.3.6 DESVIO DA GIRO

a. CORREÇÕES A INTRODUIR NA GIROSCÓPICA

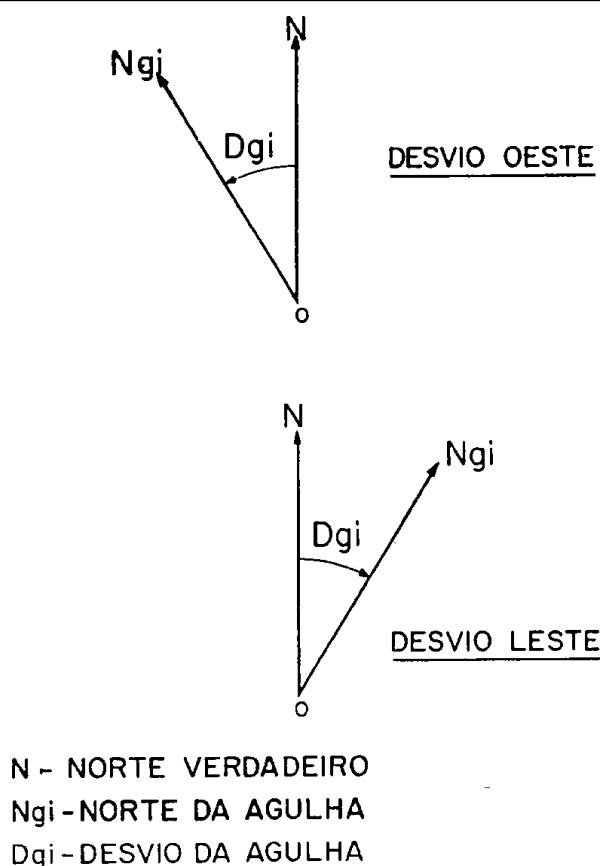
As forças de precessão que, automaticamente, levam a agulha ao meridiano são variáveis conforme a latitude do lugar. Por esta razão, uma giro tem sempre um corretor de latitude que, nos modelos mais antigos das agulhas giroscópicas, deve ser colocado e mantido manualmente na posição conveniente. Ademais a velocidade do navio provoca um erro na giroscópica, além da latitude e do rumo. Existe, portanto, um corretor de velocidade onde, nos modelos antigos, são introduzidos manualmente a velocidade do navio e a latitude do lugar (o rumo é introduzido automaticamente pela própria agulha).

b. DESVIOS DA GIRO

É possível que os erros não sejam anulados completamente ou que a agulha não esteja funcionando em perfeitas condições; o Rumo indicado, então, não é o Verdadeiro e sim o Rumo da Giroscópica (Rgi). Nesse caso, a linha 000° - 180° da agulha formaria, com a direção do meridiano verdadeiro, um ângulo, o Desvio da Giroscópica (Dgi). O Dgi é **E** quando o zero da rosa fica a **E** do meridiano verdadeiro e **W** quando o zero da rosa fica a **W** do referido meridiano. Note-se que as causas do Dgi nada têm, em comum, com as Desvios da Agulha Magnética. **O Dgi é constante para todos os Rumos, ao passo que os Desvios da Magnética variam com o Rumo.** Se a causa do Dgi não for o erro de latitude, ele será o mesmo em pontos diferentes da superfície da Terra, enquanto que isso não sucede com

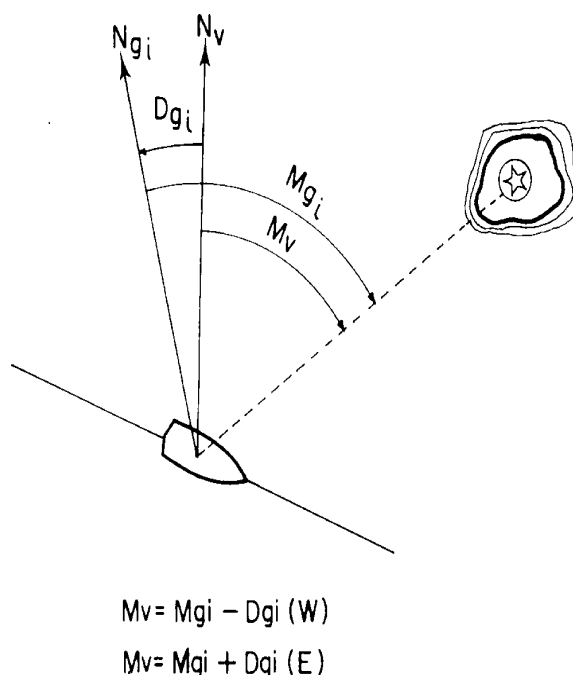
os Desvios da Magnética. O Desvio é determinado comparando-se uma Marcação da Giro com uma Marcação Verdadeira conhecida, com a de um alinhamento, ou pelo Azimute do Sol (ou de outro astro), que pode ser obtido através de tábuas astronômicas apropriadas.

Figura 3.38 - Desvio da agulha giroscópica



Assim sendo, quando se usa uma **Agulha Giroscópica**, o **Desvio (Dgi)** é definido como o **Ângulo entre o Norte Verdadeiro (ou Geográfico) e o Norte da Agulha**, como mostrado na Figura 3.38.

Figura 3.39 - Marcação verdadeira e marcação da giro



Conforme explicado, o **Desvio da Giro** (expressão normalmente usada para designar o **Desvio da Agulha Giroscópica**) é constante em todos os Rumos (deriva de pequenos erros induzidos no equipamento pela velocidade do navio, latitude do lugar e outros fatores). É importante conhecer o Dgi e levá-lo em consideração durante a navegação, ao observar e plotar **Rumos e Marções** (Figura 3.39).

c. DETERMINAÇÃO DO DESVIO DA GIRO

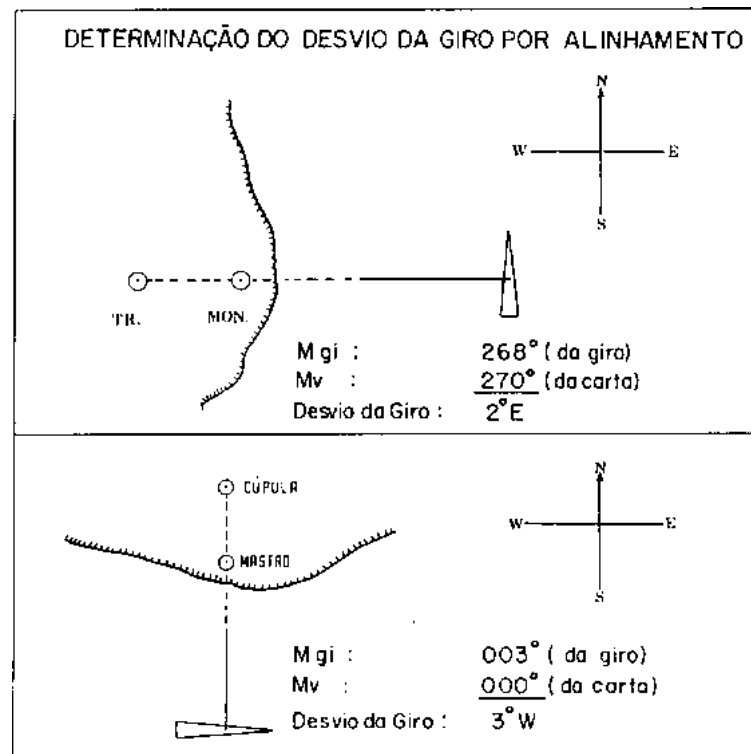
O **Desvio da Giro** deve ser determinado com a maior frequência possível, durante a execução da navegação.

d. MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DO DESVIO DA GIRO

EM NAVEGAÇÃO COSTEIRA OU EM ÁGUAS RESTRITAS

1. **Por alinhamento** (comparação da **Marcação da Giro**, observada na **Agulha**, com a **Marcação Verdadeira** de um alinhamento, obtida da **Carta Náutica**). É um método muito simples e preciso. Condição essencial: os pontos que constituem o alinhamento devem estar representados na Carta Náutica (Figura 3.40).

Figura 3.40 - Determinação do desvio da giro por alinhamento



2. Por marcação a um ponto distante (representado na Carta) a partir de uma posição conhecida.
3. Comparação do Rumo da Giro com o navio amarrado paralelo a um Pier ou Cais, com o Rumo do Pier ou Cais retirado da Carta (método aproximado).
4. “Redução do triângulo”, após marcar 3 objetos representados na Carta.
5. Comparação com outra Agulha do navio, de Desvio conhecido.

EM NAVEGAÇÃO ASTRONÔMICA

O **Desvio da Giro** é determinado através da observação do Azimute do Sol ou de outro astro, conforme será estudo no Capítulo 31 (VOLUME II).

3.3.7 INSTALAÇÃO DA AGULHA GIROSCÓPICA A BORDO; ACESSÓRIOS DA AGULHA GIROSCÓPICA

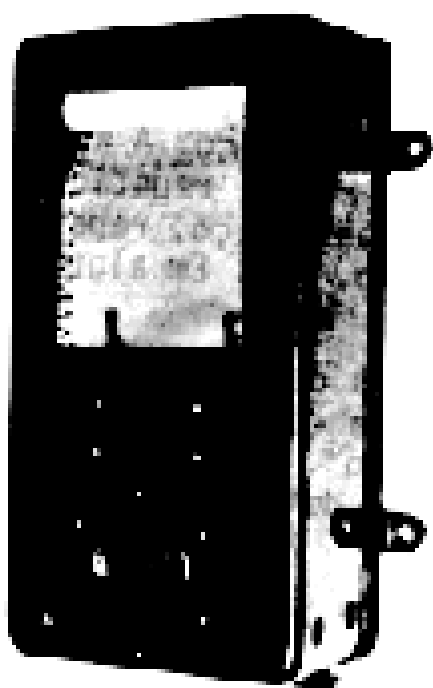
Como o funcionamento da giro não sofre influência dos ferros de bordo, nos navios de guerra ela é geralmente instalada em compartimentos internos, para maior proteção em caso de combate. Nos navios mercantes e auxiliares, a Agulha Giroscópica anteriormente também era instalada em compartimento próprio. Hoje, devido às pequenas dimensões do equipamento, são instaladas no Passadiço.

Ademais, muitos navios possuem duas Agulhas Giroscópicas, uma servindo como “back-up” da outra. No que se refere aos acessórios da Agulha Giroscópica, além das já citadas **Repetidoras**, convenientemente distribuídas a bordo (no Passadiço - **Repetidora de Governo**, nas Asas do Passadiço, no Tijupá, no Camarim de Navegação, no CIC/COC, Compartimento da Máquina do Leme, etc.), citam-se os seguintes:

- **piloto automático (giro-piloto); e**
- **registrador de rumos.**

O **piloto automático**, ou **Giro-Piloto**, é um dispositivo elétrico ou, modernamente, eletrônico, no qual ajusta-se o valor do **rumo** que se quer seguir, passando o navio a ser governado automaticamente. Uma observação imputante é que, estando o navio governado pelo **piloto automático**, deve-se exercer uma vigilância permanente sobre a navegação e sobre o desempenho do equipamento, que é susceptível de falhas, capazes de tirar o navio do rumo ajustado, provocando situações perigosas. Mesmo com o Giro-Piloto operando corretamente, uma forte corrente inesperada pode fazer com que o navio abata e se afaste da **derrota planejada**. Ademais, o **piloto automático** também não reconhece a aproximação de outros navios em rumo de colisão.

Figura 3.41 - Registrador de rumos



O **registrador de rumos** (Figura 3.41) mantém um registro permanente, sob forma gráfica, dos rumos seguidos pelo navio, possibilitando, entre outras aplicações, verificar o grau de adestramento dos timoneiros e uma reconstituição posterior da navegação.

3.3.8 DETERMINAÇÃO DO DESVIO DA GIRO POR “REDUÇÃO DO TRIÂNGULO”

Este é um método interessante de determinação do **desvio da giro**, que vale a pena ser detalhado. Se não se dispõe de um **alinhamento** para comparação ou não é possível determinar a posição do navio por outro método para obter o Dgi, pode-se usar o método de “**redução do triângulo**”, após marcar três pontos representados na Carta.

Para emprego desse método, observam-se, com o navio parado, as marcações de 3 (ou mais) pontos de terra e traçam-se as LDP produzidas. Se as 3 (ou mais) LDP produzidas cruzam-se em um ponto quando inicialmente plotadas, o **desvio da giro** é zero. Se formam um triângulo, existe desvio. Então, somam-se (ou subtraem-se, conforme o caso) incrementos de 1° a todos as marcações e repete-se a plotagem, até que se “**reduza o triângulo**” e as marcações se cruzem em um ponto. A correção total assim aplicada a cada uma das LDP é o **desvio da giro**. Se a correção teve que ser subtraída, o desvio é OESTE (W). Se teve que ser somada, o desvio é LESTE (E).

APÊNDICE AO CAPÍTULO 3

COMPENSAÇÃO DA AGULHA MAGNÉTICA

1. CONCEITO; FREQUÊNCIA DE COMPENSAÇÃO

Compensação é a operação que tem por fim anular ou reduzir a valores muito pequenos (geralmente inferiores a 2° ou 3°), os Desvios da Agulha.

Uma Agulha não compensada apresenta graves inconvenientes:

- a . Desvios grandes e muito diferentes de proa para proa;
- b. Desvios muito variáveis com o adernamento do navio e a latitude magnética;
- c. Fracas estabilidade e sensibilidade.

A compensação é levada a efeito pela introdução na agulha de corretores, constituídos por:

- a . ímãs permanentes (barras) com as extremidades pintadas de vermelho (pólo norte) e azul (pólo sul), que se introduzem no interior da bitácula;
- b. compensadores do desvio quadrantal, constituídos por esferas (muito raramente placas e cilindros) de ferro doce, que são fixados externamente a um e outro lado da bitácula.
- c. barra de Flinders, cilindro de ferro doce introduzido em um tubo de latão fixado verticalmente à bitácula

Ao longo da vida de um navio é necessário realizar numerosas operações de compensação. A evolução destas operações pode resumir-se da seguinte forma:

- a. As agulhas são sujeitas a uma primeira operação de compensação após estar terminada a construção do navio. Nessa ocasião, não existem ainda elementos que permitam calcular o comprimento da barra de Flinders e, por isso, se recorre a um valor aproximado ou se deixa mesmo para mais tarde a introdução deste corretor. A compensação é, então, levada a efeito usando apenas ímãs permanentes e compensadores do desvio quadrantal. Efetua-se, assim, uma **compensação provisória**.
- b. Logo que o navio fizer uma viagem em que se desloque francamente em latitude, é possível levar a efeito observações de desvios que permitem calcular o comprimento da barra de Flinders. Estas observações são geralmente efetuadas no mar, mas a introdução ou a retificação do comprimento da barra de Flinders tem quase sempre lugar em um porto; quando se introduzir ou retificar este comprimento, é necessário retocar a posição dos corretores restantes. Diz-se, então, que se levou a efeito uma **compensação definitiva**.

Enquanto não tiver sido realizada a compensação definitiva, os desvios, sobretudo nas proas E e W, variam muito com a latitude magnética e as Agulhas não oferecem por isso grande confiança. Se um navio fizer toda a sua vida sem se deslocar substancialmente em

latitude, nunca chega a ser possível efetuar a compensação definitiva, o que não tem, aliás, em tais condições, qualquer inconveniente.

Quer uma Agulha tenha sido sujeita à compensação definitiva, quer à compensação provisória, é necessário verificar frequentemente os Desvios e retocar a compensação logo que eles atinjam valores excessivos (maiores que 3°). Determinadas circunstâncias podem alterar profunda e rapidamente a magnetização dos navios, tornando premente a necessidade de determinar novas Tabelas de Desvios e retocar a compensação. Apontam-se as mais frequentes:

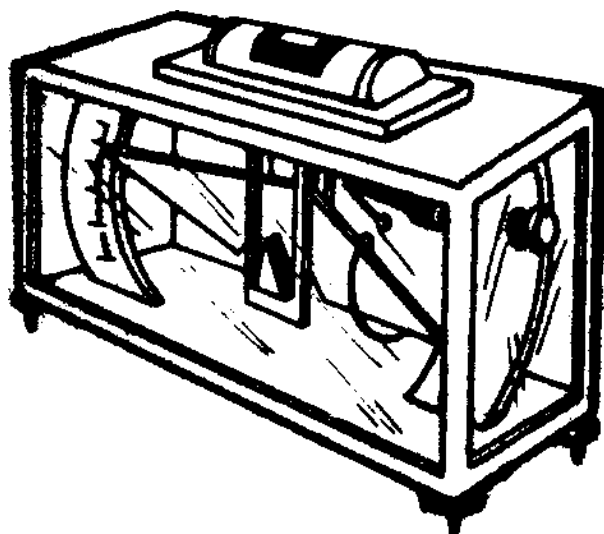
- a. grandes reparos ou alterações na estrutura do navio;
- b. instalação ou alteração de instrumentos elétricos ou de ferro nas imediações da Agulha;
- c. transporte de carga de natureza magnética;
- d. prolongada permanência na mesma proa (em carreiras, atracado ou mesmo navegando);
- e. navio atingido por granadas, bombas, torpedos ou faíscas atmosféricas;
- f. tiro de artilharia;
- g. tratamento de desmagnetização como defesa contra minas magnéticas.

A compensação de uma agulha compreende na prática as seguintes operações.

- Cálculo da barra de Flinders.
- Calibragem, em terra, da balança de inclinação.
- Inspeção da agulha e dos corretores.
- Rotação do navio e colocação das barras e dos corretores do desvio quadrantal.

2. CALIBRAGEM, EM TERRA, DA BALANÇA DE INCLINAÇÃO

Figura A3.1 -



A balança de inclinação é um instrumento constituído por uma pequena caixa (Figura A3.1) que contém uma agulha magnética, susceptível de se mover livremente no plano vertical, tendo geralmente indicadas, em azul e vermelho, as polaridades dos seus extremos. Em um dos braços da agulha está montado um pequeno peso, capaz de ser deslocado e cuja distância ao centro é indicada por uma escala.

Em terra, em um local livre de influências magnéticas e em altura do solo

não inferior a 1m, o instrumento é colocado de forma que a agulha fique orientada segundo o meridiano magnético, com a caixa bem nivelada e com o pólo vermelho apontado para o norte. Desloca-se o contrapeso sobre o braço da agulha até conseguir que ela fique em equilíbrio em uma posição sensivelmente horizontal e anota-se a distância a que o contrapeso ficou do centro. Nesta operação, eliminou-se então o efeito da inclinação magnética sobre a agulha, por intermédio do contrapeso. A balança está calibrada e pronta para ser levada para bordo.

3. INSPEÇÃO DA AGULHA E DOS CORRETORES

- a. Verificar a **estabilidade** e **sensibilidade** da Agulha. Obrigar a Agulha a girar, aproximando dela, e afastando logo a seguir, um ímã corretor, verificar se a Agulha se desloca livremente e se retoma rapidamente a posição inicial. Se tal não suceder, a Agulha necessita de ser reparada em uma oficina especializada (encaminhar à DHN).
- b. Verificar se a **cuba** está completamente cheia e se não existem bolhas de ar. Caso contrário, retirar a agulha da bitácula, abrir o orifício de enchimento e injetar líquido (45% de álcool e 55% de água destilada) até atestar. Nas agulhas esféricas, o fluído é constituído por um destilado fino de petróleo, semelhante ao varsol.
- c. Verificar se a **linha de fé** está rigorosamente apontada para a proa. Proceder a rotação da cuba ou da bitácula se for necessário.
- d. Verificar a ausência de magnetização residual permanente nos corredores de ferro doce: aproximar o mais possível da Agulha os **corretores do desvio quadrantal** (esferas de Barlow) e rodar sucessivamente cada um deles; essa rotação não deve provocar na proa da Agulha alteração superior a 2°. Com o navio a proa, tanto quanto possível, a E ou W, inverter a posição da barra de Flinders (passando para baixo a parte que estava em cima); essa inversão não deve também provocar na proa da Agulha alteração superior a 2°. Se as alterações forem superiores ao valor indicado, as peças devem ser reduzidas (levadas ao rubro e deixadas depois arrefecer lentamente), operação normalmente realizada na DHN.

4. MANOBRAS COM O NAVIO

4.1 ADVERTÊNCIAS

Ao efetuar as manobras com o navio, para efeitos de compensação da Agulha, é necessário ter em mente que:

- a. Não é conveniente realizar as manobras imediatamente depois de o navio ter estado durante muito tempo na mesma proa. Caso isto ocorra é recomendável que o navio permaneça 24 horas amarrado à bóia ou fundeado, antes da compensação.
- b. Os ímãs da Agulha e os corretores exercem entre si influências muito complexas; por esta e por outras razões não é geralmente possível, na prática, conseguir com uma única operação obter Desvios muito pequenos, se eles eram inicialmente muito grandes, como acontece

em um navio novo ou em uma Agulha em que a posição dos corretores esteja, por qualquer razão, muito errada. Quando os Desvios são muito grandes, é geralmente necessário proceder por aproximações sucessivas, executando primeiro uma compensação aproximada, para, posteriormente, levar a efeito outra mais rigorosa.

- c. É sempre preferível usar corretores maiores ou em maior número, bem afastados da agulha, do que menos potentes porém mais próximos.
- d. As guinadas devem ser feitas vagarosamente e as determinações de desvios só serão efetuadas depois de o navio permanecer 3 a 4 minutos na mesma proa.
- e. As determinações de desvios não devem ser feitas muito próximo de outros navios (menos de 500 metros).
- f. A chaminé deve estar à temperatura habitual.

4.2 OPERAÇÕES PRELIMINARES

Antes de iniciar as manobras com o navio, é necessário:

- a. Assegurar-se de que todos os ferros estão nas posições que normalmente ocupam em regime de viagem e que o navio está sem banda e sem trim.
- b. Abrir as portas da bitácula e aprontar o material necessário (corretores, modelo DHN 0108, etc.).
- c. Em se tratando da primeira compensação, colocar os corretores do desvio quadrantal a meia distância; caso contrário, mantê-los nas posições em que tinham ficado na compensação anterior.
- d. Ao iniciar as rotações do navio, içar o sinal OQ do Código Internacional de Sinais (cujo significado é “estou compensando as Agulhas ou calibrando o Radiogoniômetro”) e o sinal visual previsto no RIPEAM para embarcação com manobra restrita (ver Capítulo 15).

4.3 GOVERNO DO NAVIO DURANTE AS MANOBRAS

Para proceder à compensação é necessário aproar o navio a vários Rumos da Agulha, operação que é dificultada pelos movimentos da rosa resultantes do deslocamento dos corretores. Os métodos mais empregados são:

- a. Sendo possível governar pela Giroscópica, admite-se que os Rumos da Agulha e Rumos Magnéticos são praticamente coincidentes depois de efetuada a compensação e governa-se o navio nos Rumos da Giro correspondentes nos Magnéticos: $R = Dec\ mg$.
- b. Não sendo possível governar pela giro, vai-se levando o navio ao Rumo da Agulha por aproximações sucessivas. Aproa-se a determinado Rumo da Agulha; determina-se o Desvio e introduzem-se ou deslocam-se os corretores; a rosa desloca-se; o navio guina para acompanhar esse deslocamento, o que provoca alteração no Desvio. Efetua-se nova determinação de Desvio, conseqüentemente, deslocamento dos corretores e guinada do navio. E assim sucessivamente (mesmo que se trate de uma Agulha que apresente inicialmente grandes desvios, em duas ou, quando muito, três operações, obtêm-se o rigor desejado).

5. COMPENSAÇÃO DE AGULHA MAGNÉTICA POR COMPARAÇÃO COM A GIRO

Para descrever a compensação propriamente dita será detalhado apenas este processo, por ser o mais utilizado a bordo dos navios.

Basicamente, a compensação consiste em aproar o navio aos Rumos Magnéticos N, S, E e W, mantendo os Rumos pela Giroscópica e fazendo, por meio dos corretores, com que a Agulha Magnética indique os Rumos N, S, E e W magnéticos, ficando, portanto, sem Desvios.

A DHN edita um modelo (DHN-0104) que apresenta todo o procedimento para compensação da Agulha Magnética por comparação com a Giro.

É aconselhável que o quadro “RUMOS” já esteja pronto antes de se iniciar as manobras com o navio e que seja numerada a seqüência de proas a adotar durante as manobras.

5.1 CORREÇÃO DO DESVIO DE BANDA - PRIMEIRA PROA

Compensação do **Desvio de Banda** (Rmg E ou W).

- a. Desloca-se o contrapeso de **balança de inclinação** para uma distância do centro $d = 0.9 d$ (ou $0.8 d$, se se tratar de uma Agulha instalada dentro de compartimento de aço), sendo **d** a distância que fora determinada em terra (ver item 2 - Calibragem em terra da balança de inclinação).
- b. Aproa-se o navio a E ou W magnético. Remove-se a Agulha da bitácula e leva-se a balança, orientada segundo o meridiano magnético e com o pólo vermelho apontado para N, à posição que era ocupada pela Agulha na bitácula.

Geralmente a agulha da balança tomará uma posição inclinada; introduzem-se ou deslocam-se os **ímãs corretores verticais (instalados no balde)** até conseguir que a agulha da balança se mantenha equilibrada na posição horizontal. Esta movimentação do balde poderá ser feita por tentativa. Entretanto, se se desejar uma orientação prévia, pode-se consultar o item 5.4 adiante, onde uma tabela indica a movimentação dos corretores para as situações que podem ocorrer.

Com a agulha da balança de “inclinação horizontalizada, está compensado o **Desvio da Banda**. Retira-se a balança e recoloca-se a cuba em seu lugar.

5.2 COMPENSAÇÃO DO DESVIO SEMI-CIRCULAR

2ª PROA - Vai-se ao Rmg N e com os ímãs transversais (e somente com eles), anula-se o Desvio (encontrando dificuldades, consulte a tabela do item 5.4 adiante).

3ª PROA - Vai-se ao Emg (ou Wng) e com os ímãs longitudinais anula-se o Desvio encontrado (a tabela do item 5.4 também poderia ajudar, se necessário).

4ª PROA - Vai-se ao Smg e, com os ímãs transversais, tira-se apenas a metade do Desvio.

5ª PROA - Vai-se ao Wng (rumo oposto ao adotado na 3ª PROA) e com os ímãs longitudinais tira-se a metade do Desvio encontrado.

5.3 COMPENSAÇÃO DO DESVIO QUADRANTAL

6ª PROA - Vai-se a uma proa intercardial (NE, SE, SW ou NW magnético) qualquer e, movimentando-se os corretores do desvio quadrantal (Esferas de Barlow), anula-se o Desvio encontrado.

7ª PROA - Vai-se a uma proa intercardial afastada de 90° da anterior, e, por meio ainda dos corretores de desvio quadrantal, tira-se a metade de Desvio.

ESTÁ TERMINADA A COMPENSAÇÃO DA AGULHA.

A Figura A3.2, ao lado, apresenta as partes do modelo DHN 0104 que foram preenchidas nas manobras do navio.

5.4 OPERAÇÕES A REALIZAR COM OS CORRETORES DESVIO DE BANDA - 1ª PROA -

BALANÇA DE INCLINAÇÃO COM O EXTREMO VERMELHO	AGULHA SEM CORRETORES	AGULHA COM CORRETORES JÁ COLOCADOS	
	Colocar o pólo vermelho para	Com o vermelho para	Deslocamento a efetuar
ELEVADO	baixo	baixo cima	aproximar afastar
ABAIXADO	cima	baixo cima	afastar aproximar

Se a operação de arriar o balde com os corretores não for suficiente para anular o desvio, este serão total ou parcialmente retirados. Se o desvio ainda subsistir, terão de ser invertidos.

Não é conveniente que o balde fique muito próximo da agulha; é preferível carregá-lo com maior número de corretores, para que seja possível mantê-lo mais afastado.

DESVIO SEMI-CIRCULAR – 2ª, 3ª, 4ª e 5ª PROAS

ÍMÃS	PROA (Rmg)	DESVIO OBSERVADO	AGULHA SEM CORRETORES Colocar o pólo vermelho para	AGULHA COM CORRETORES JÁ COLOCADOS			
TRANSVERSAIS	N	E	BE	Vermelho para BB	afastar	Vermelho para BE	aproximar
		W	BB		aproximar		afastar
	S	E	BB		aproximar		afastar
		W	BE		afastar		aproximar
LONGITUDINAIS	E	E	VANTE	Vermelho para VANTE	aproximar	Vermelho para RÉ	afastar
		W	RÉ		afastar		aproximar
	W	E	RÉ		afastar		aproximar
		W	VANTE		aproximar		afastar

Figura A3-2 - Modelo DHN-0104 - Quadros preenchidos da Manobra do navio e operações da compensação propriamente dita

DHN-0104

COMPENSAÇÃO DE AGULHA MAGNÉTICA POR COMPARAÇÃO COM A GIRO



NAVIO Itaim Marca N.S. ☐ LIGADO ☐ ☒ DESLIGADO
 DATA 06 / 07 / 93 Modelo 3 DEGAUSSING ☐
 LOCAL Belem Número 0879

RUMOS				COMPENSAÇÃO				TABELA DE DESVIOS				CURVA DE DESVIOS			
Rmg	Dec mag W	E somar W	Dgi Rgi	DESvio DE BANDA	DESvio SEMI-CIRCULAR		DESvio QUADRANTAL	Rmg < Rmg	DESvio E	Rmg	DESvio W	Rmg > Rmg	E	Rmg	W
					TRANSVERSAL	LONGITUDINAL									
000	350	351		BALDE	☒ ANULAR ☐ METADE				1°	000					
045	035	036					☐ ANULAR ☒ METADE		2°	045					
090	080	081		HORIZONTALIZAR A BALANÇA ☒	☒ ANULAR ☐ METADE				1°	090					
135	125	126					☒ ANULAR ☐ METADE		0	135					
180	170	171			☐ ANULAR ☒ METADE					180	1°				
225	215	216					☐ ANULAR ☐ METADE			225	2°				
270	260	261		HORIZONTALIZAR A BALANÇA ☐	☐ ANULAR ☒ METADE					270	1°				
315	305	306					☐ ANULAR ☐ METADE			315	0				

Se a operação de movimentar os corretores já existentes não for suficiente para anular ou reduzir o desvio, será necessário aumentar ou diminuir o seu número, ou, ainda, inverter a sua posição.

Não é conveniente que os corretores fiquem muito próximos da agulha; é preferível aumentar o seu número para que seja possível mantê-los mais afastados. Não colocá-los a uma distância inferior ao dobro do seu comprimento.

Os írmãs longitudinais são quase sempre instalados em um e outro lados da bitácula, sendo muito conveniente que fiquem simetricamente dispostos.

DESVIO QUADRANTAL - 6ª e 7ª PROAS

PROAS (Rmg)	DESVIO OBSERVADO	DESLOCAMENTO DOS CORRETORES
NE e SN	E W	aproximar afastar
NW e SE	E W	afastar aproximar

É conveniente que os corretores fiquem o mais afastado possível da agulha, sendo preferível substituí-los por outros de maiores dimensões do que aproximá-los excessivamente.

Por outro lado, se os corretores ao fim da compensação estiverem nas extremidades dos braços, provavelmente na próxima compensação deverão ser substituídos por outros menores.

6. CURVA DE DESVIOS RESIDUAIS

Já compensada a agulha, faz-se um giro completo, parando nos Rumos cardeais e intercardeais e, comparando os valores dos Rmg com os Rag, determinam-se os Dag, operação esta denominada Regulamento da Agulha.

Caso o navio possua equipamento Degaussing, faz-se também o regulamento com o Degaussing ligado.

7. BARRA DE FLINDERS

O comprimento e a posição da barra de Flinders devem ser determinados por cálculo; para efetuar este cálculo é, porém, necessário que tenha sido possível determinar desvios nas proas E e W magnético em latitudes bastante diferentes.

Este problema afeta principalmente os navios novos, ocasiões em que usa-se o comprimento já obtido por cálculo para outro navio da mesma classe ou, na falta de quaisquer elementos, deixa-se de usar a barra de Flinders até que haja condições de efetuar os cálculos.

4

A POSIÇÃO NO MAR; NAVEGAÇÃO COSTEIRA

4.1 PLANEJAMENTO E TRAÇADO DA DERROTA

Normalmente, não se suspende para uma viagem sem antes proceder-se a um detalhado estudo da área em que se vai navegar. Neste estudo, denominado **Planejamento da Derrota**, utilizam-se, entre outros documentos, os seguintes:

1. **Cartas Náuticas** (de **Escalas** variadas, desde **Cartas Gerais**, em pequena escala e cobrindo grandes áreas, até Cartas de **Pequenos Trechos**, em **escalas grandes**, destinadas à **navegação costeira**, ou **Cartas Particulares**, de portos ou aproximações);
2. **Roteiros, Lista de Faróis e Lista de Auxílios-Rádio**;
3. Tábuas de Marés, Cartas ou Tábuas de Correntes de Marés;
4. Cartas-piloto;
5. Cartas Especiais (Cartas de Derrotas, Cartas para Navegação Ortodrômica – para grandes travessias);
6. Tábuas de Distâncias;
7. Almanaque Náutico e outras Tábuas Astronômicas;
8. Catálogos de Cartas e Publicações;
9. Avisos aos Navegantes;
10. Manuais de Navegação, etc.

Todas estas Publicações Náuticas (ou Publicações de Auxílio à Navegação) serão estudadas detalhadamente no Capítulo 12.

Definida a **Derrota**, esta é, então, traçada nas **Cartas Náuticas** (tanto nas Cartas de **pequena escala**, como nas de **grande escala**). Após o **Traçado da Derrota**, registram-se os valores dos **Rumos Verdadeiros e Distâncias** a navegar, entre os pontos de inflexão

da Derrota. Ademais, é conveniente anotar, ao lado de cada ponto, o ETD / ETA (“ESTIMATED TIME OF DEPARTURE / ESTIMATED TIME OF ARRIVAL”) previsto, calculado com base na **velocidade de avanço**, ou SOA (“SPEED OF ADVANCE”), estabelecida na fase de **Planejamento da Derrota**. Com isto, pode-se verificar, durante a **execução da derrota**, se o navio está adiantado ou atrasado em relação ao planejamento.

Além disso, o Encarregado de Navegação deve preparar uma Tabela com os dados da derrota planejada (coordenadas dos pontos da derrota, rumos e distâncias, ETD / ETA, duração das singraduras e outras observações relevantes) e submetê-la à aprovação do Comandante, juntamente com as Cartas Náuticas mostrando o traçado da Derrota.

As Figuras 4.1 e 4.2 apresentam o traçado (na Carta de Grande Trecho, ao lado) e a tabela com os dados de uma derrota costeira, do Rio de Janeiro a Natal.

Figura 4.1 -

DERROTA DE: RIO DE JANEIRO					PARA: NATAL		SOA: 12 NÓS
PONTO	COORDENADAS		P/PROX. PONTO		ETD/ETA	ETE (DURAÇÃO DO TRAJETO)	OBSERVAÇÕES
	LAT. (S)	LONG. (W)	RUMO	DIST.			
RIO	xxx	xxx	RP	17.2'	121600P FEV	02h 52m	SOA = 6 NÓS
ALFA	23° 10.0'	043° 06.0'	090°	62.0'	121852P FEV	05h 10m	PARTIDA
BRAVO	23° 10.0'	041° 58.0'	048°	124.0'	130002P FEV	10h 20m	TRAVÉS CABO FRIO
CHARLIE	21° 45.0'	040° 19.0'	029°	263.0'	131022P FEV	21h 55m	NORTE SÃO TOMÉ
DELTA	17° 55.0'	038° 06.0'	003°	283.0'	140817P FEV	23h 35m	TRAVÉS ABROLHOS
ECHO	13° 16.0'	037° 51.0'	035°	378.0'	150752P FEV	31h 30m	PROX. SALVADOR
FOXTROT	08° 14.0'	034° 13.0'	348°	150.0'	161522P FEV	12h 30m	PROX. RECIFE
GOLF	05° 43.0'	034° 45.0'	RP	20.0'	170352P FEV	03h 20m	SOA = 6 NÓS
NATAL	xxx	xxx	xxx	xxx	170712P FEV	xxx	xxx
			TOTAL: 1297.2		TOTAL:	111h 12m	04d 15h 12m

NOTA: 1. ETE = “ESTIMATED TIME ENROUTE”(DURAÇÃO DO TRAJETO)

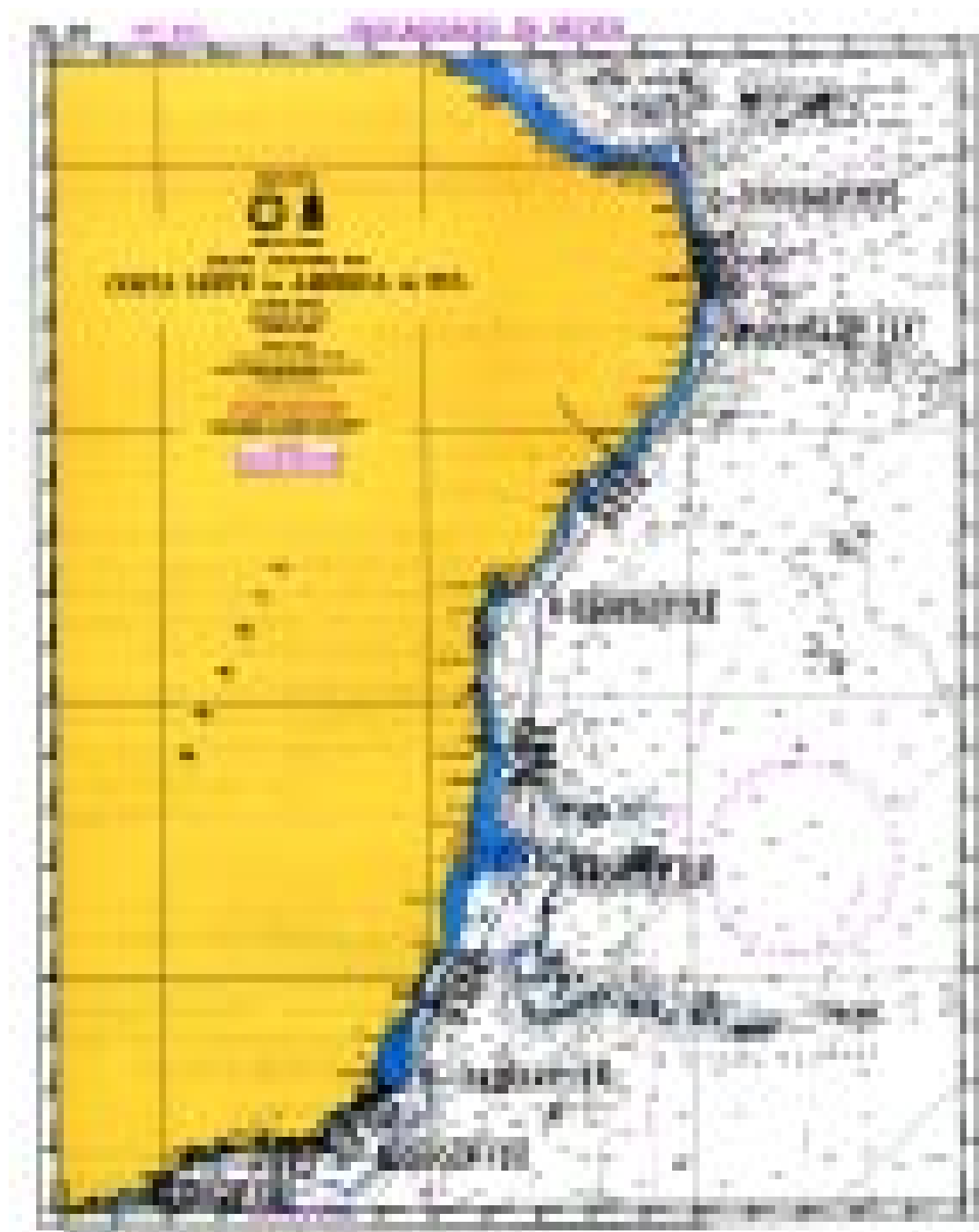
2. SOA = “SPEED OF ADVANCE” (VELOCIDADE DE AVANÇO)

3. RP = RUMOS PRÁTICOS

4.2 CONCEITO DE LINHA DE POSIÇÃO (LDP); LDP UTILIZADAS NA NAVEGAÇÃO COSTEIRA E NA NAVEGAÇÃO EM ÁGUAS RESTRITAS

Durante a execução da derrota, o navegante está constantemente fazendo-se as seguintes perguntas: “qual é minha posição atual? Para onde estou indo? Qual será minha posição num determinado tempo futuro?”. A determinação de sua posição e a plotagem desta na Carta Náutica constituem, normalmente, os principais problemas do navegante,

Figura 4.2 -



advindo daí uma série de raciocínios e cálculos, que dizem respeito ao caminho percorrido ou a percorrer pelo navio e à decisão sobre os rumos e velocidades a adotar.

Para **determinar** a sua posição, o navegante recorre ao emprego das **Linhas de Posição**.

Chama-se **Linha de Posição** (LDP) ao lugar geométrico de todas as posições que o navio pode ocupar, tendo efetuado uma certa observação, em um determinado instante.

As LDP são denominadas de acordo com o tipo de observação que as originam. Sendo assim, podem ser:

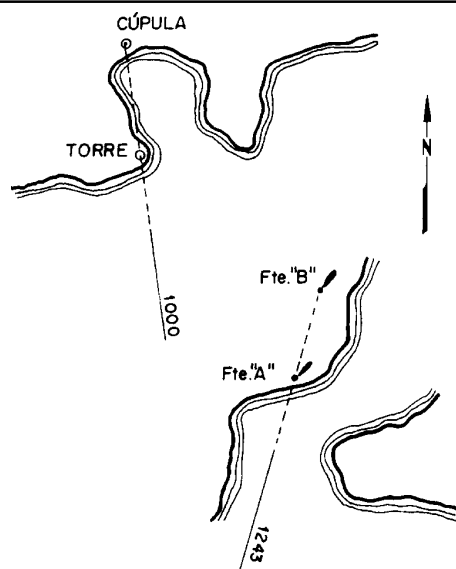
- RETAS DE MARCAÇÃO;
- RETAS DE ALINHAMENTO;
- RETAS DE ALTURA (OBSERVAÇÃO ASTRONÔMICA);
- CIRCUNFERÊNCIA DE IGUAL DISTÂNCIA;
- CIRCUNFERÊNCIA DO SEGMENTO CAPAZ;
- LINHAS DE IGUAL PROFUNDIDADE (ISOBATIMÉTRICAS); e
- HIPÉRBOLES DE POSIÇÃO (LDP ELETRÔNICA).

Uma só **Linha de Posição** indicará ao navegante o lugar geométrico das múltiplas posições que o navio poderá assumir em um determinado instante, fruto da observação que efetuou, mas não a sua posição. Por exemplo, se for observado que, às 10:32, o navio está à distância de 5 milhas de uma certa ilha, o navegante saberá que, nesse instante, o navio se encontra em algum ponto da circunferência com centro na ilha e raio de 5 milhas.

As LDP têm formas geométricas diferentes, de acordo com as observações que lhes deram origem. À exceção das isobatimétricas, que podem assumir as curvas mais caprichosas, as LDP habituais têm, geralmente, as formas de retas ou circunferências, o que torna o seu traçado sobre a carta rápido e simples.

São as seguintes as principais LDP utilizadas na navegação costeira e em águas restritas:

Figura 4.3 - Linha de posição – alinhamento



a. LDP ALINHAMENTO (Figura 4.3).

É a LDP de maior precisão e não necessita de qualquer instrumento para ser obtida, sendo determinada por observação visual direta, a olho nu.

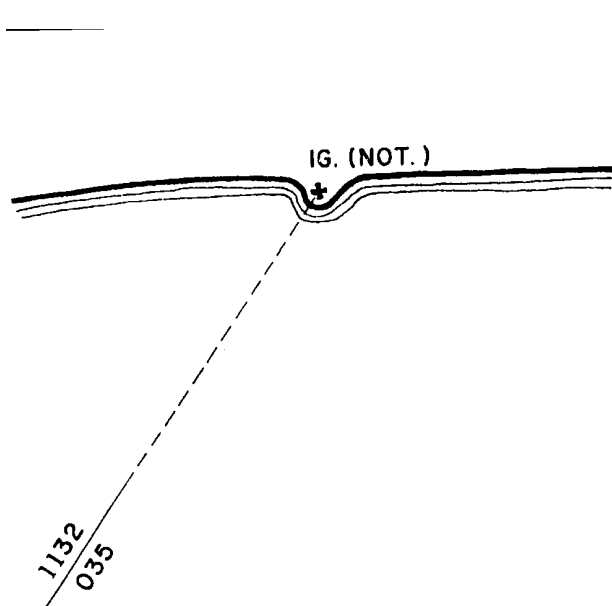
Condições essenciais:

- os dois pontos que materializam o **alinhamento** devem ser bem definidos, corretamente identificados e estar representados na Carta Náutica; e
- a altitude do ponto posterior deve ser maior que a do ponto anterior.

Além do seu uso normal na navegação, os alinhamentos são muito utilizados em sinalização náutica, para indicar ao navegante onde governar, mantendo-se safo dos perigos, especialmente em canais estreitos.

Na Figura 4.3, às 10:00 o navegante observou visualmente que está no alinhamento TORRE – CÚPULA. Pode-se, então, plotar na Carta a LINHA DE POSIÇÃO correspondente e, também, afirmar que o navio, naquele instante, estará sobre a LDP traçada (prolongamento da reta que une os dois pontos). Da mesma forma, observado às 12:43 o alinhamento FAROLETE “A” – FAROLETE “B”, pode-se traçar na Carta a LDP mostrada na Figura, sobre a qual estará o navio no momento da observação.

Figura 4.4 - Linha de posição – reta de marcação



b. LDP MARCAÇÃO VISUAL (Figura 4.4)

- É, talvez, a **LDP** mais utilizada em navegação costeira e em águas restritas.
- **Precaução:** só se traçam na Carta **marcações verdadeiras**. Como as marcações são observadas através do uso de **Agulhas**, é necessário considerar sempre o **Desvio da Agulha** e a **Declinação Magnética**, no caso de ser utilizada **Agulha Magnética**, ou o **Desvio da Giro**, quando as marcações são obtidas na repetidora da **Agulha Giroscópica**.
- Traça-se a **Reta de Marcação** apenas nas proximidades da **Posição Estimada** do navio (ou embarcação), para poupar a **Carta Náutica**. Se todas as marcações observadas fossem prolongadas até o objeto marcado, a Carta ficaria logo suja e o trecho em torno de um objeto notável provavelmente inutilizado (Figura 4.5)

Figura 4.5 (a) - Exemplo de lançamento de LDP na carta (incorreto)

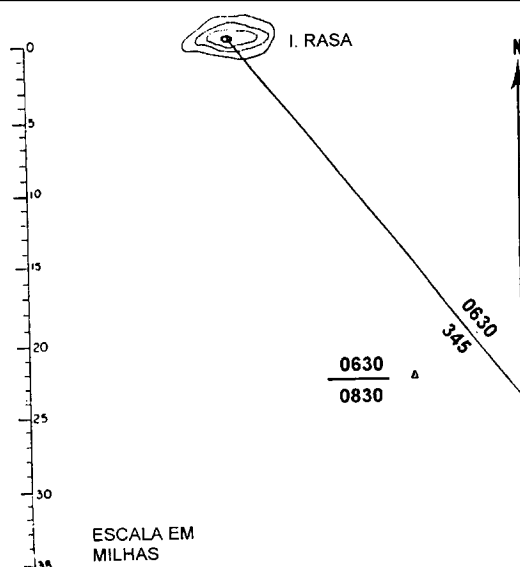


Figura 4.5 (b) - Exemplo de lançamento de LDP na carta (correto)

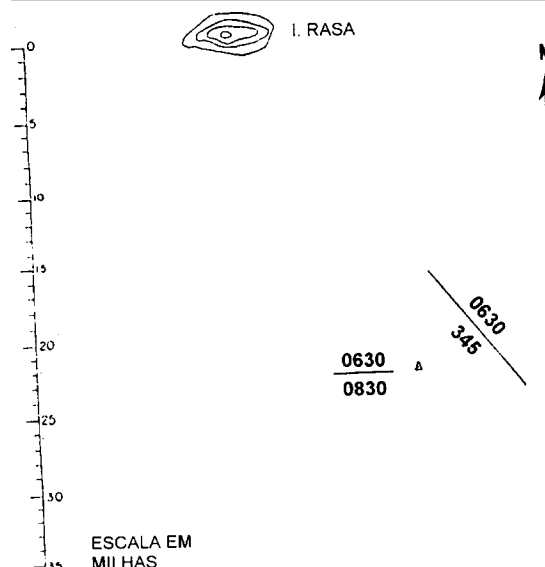
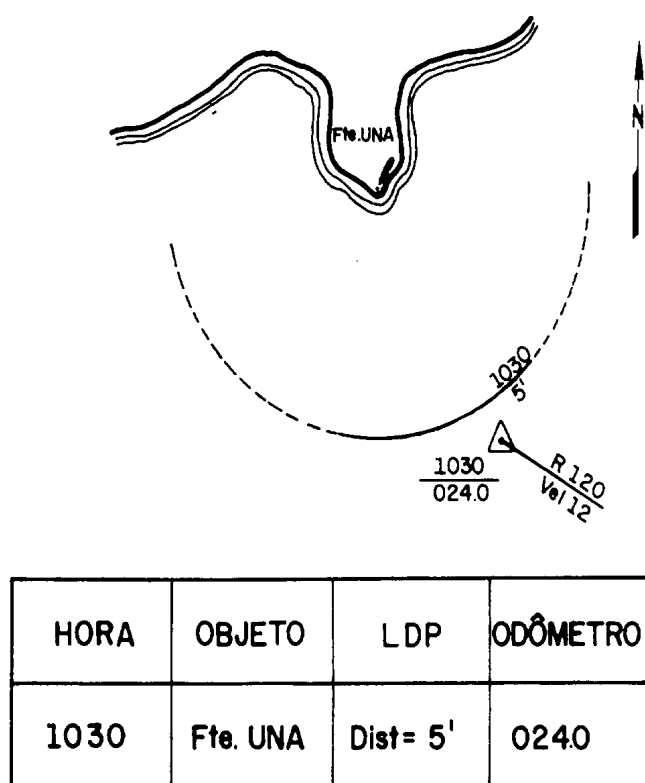


Figura 4.6 - Linha de posição – distância



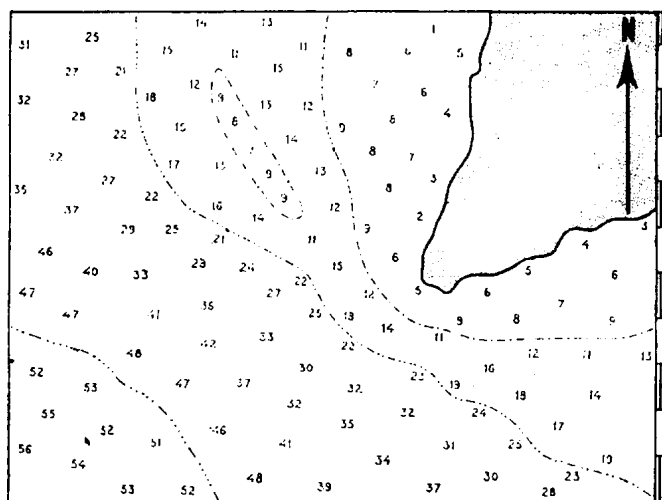
c. LDP CIRCUNFERÊNCIA DE IGUAL DISTÂNCIA (Figura 4.6)

- Traça-se na Carta a LDP **Distância** com o compasso (ajustado na **Escala de Latitudes** da Carta, com uma abertura igual à distância medida), com centro no objeto para o qual se determinou a distância.
- Tal como no caso da **Reta de Marcação**, normalmente traça-se apenas o trecho da **Circunferência de Igual Distância** situado nas proximidades da **Posição Estimada** do navio (ou embarcação).

d. LDP LINHA DE IGUAL PROFUNDIDADE (ISOBATIMÉTRICA OU ISOBÁTICA)

- Quando é medida uma profundidade a bordo, fica definida uma LINHA DE POSIÇÃO, pois pode-se dizer que o navio estará em algum ponto da **ISOBATIMÉTRICA** (LINHA DE IGUAL PROFUNDIDADE) correspondente à profundidade obtida.
- A **ISOBATIMÉTRICA** é uma LDP aproximada, mas que tem grande emprego como **LDP DE SEGURANÇA**, para se evitar áreas perigosas (a profundidade limite pode, inclusive, ser ajustada no alarme do ecobatímetro).
- O emprego da **ISOBATIMÉTRICA** como LDP só tem valor real em áreas onde o relevo submarino é bem definido e apresenta variação regular.

Figura 4.7 -



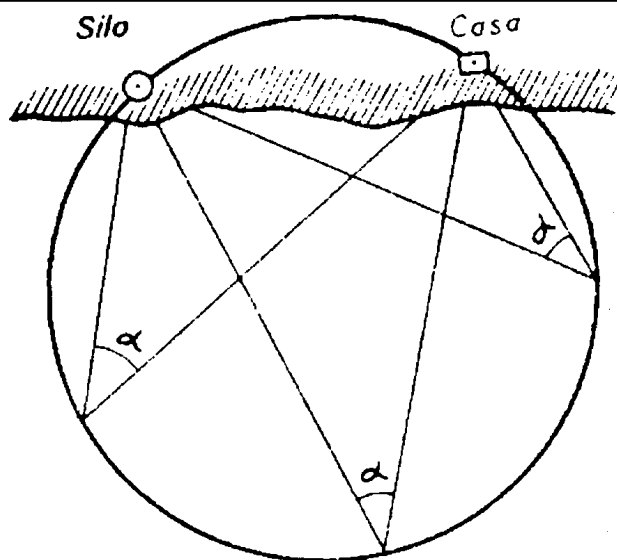
Na Figura 4.7, por exemplo, se o navio sondou 20 metros em um determinado instante, ele está, nesse instante, sobre a **ISOBATIMÉTRICA DE 20 METROS**, representada na Carta Náutica da área.

Quando se utiliza uma **LINHA DE IGUAL PROFUNDIDADE** como LDP, convém usar sempre uma que conste da Carta Náutica na qual se navega.

Além disso, ao utilizar **ISOBATIMÉTRICAS** é indispensável ter em mente que:

- Os ecobatímetros indicam, muitas vezes, o fundo abaixo da quilha; para obter a profundidade real, nesse caso, é necessário somar o calado do navio ao valor indicado pelo equipamento; e
- Quando se desejar maior precisão, será necessário reduzir a profundidade obtida ao Nível de Redução da Carta, subtraindo da mesma a altura da maré no instante da medição da profundidade (ver Capítulo 10 – MARÉS E CORRENTES DE MARÉ).

Figura 4.8 -



e. **LDP SEGMENTO CAPOZ** (Figura 4.8)

A observação do **ÂNGULO HORIZONTAL** entre dois pontos notáveis, representados na Carta, permite o traçado de uma LDP, que será uma circunferência (**SEGMENTO CAPOZ**) que passa pelos dois pontos e sobre a qual se acha o navio (ou embarcação).

O traçado do **SEGMENTO CAPOZ** e a determinação e plotagem da **posição por segmentos capazes** serão estudados adiante, neste mesmo Capítulo.

4.3 DETERMINAÇÃO DA POSIÇÃO NO MAR

Uma só **Linha de Posição** contém a posição do navio, porém não a define. Para **determinar a posição**, é necessário cruzar duas ou mais linhas de posição, do mesmo tipo ou de naturezas diferentes.

As duas ou mais LDP podem ser obtidas de observações simultâneas de dois ou mais pontos de terra bem definidos na Carta, ou de observações sucessivas de um mesmo ponto, ou de pontos distintos (conforme explicado no Capítulo 6).

A bordo, as observações são feitas, geralmente, por um só observador. Desse modo, observações de dois ou mais pontos não podem, teoricamente, ser consideradas simultâneas. Contudo, na prática, tais observações são aceitas como simultâneas e, por isso, todo esforço deve ser feito para que o intervalo de tempo entre elas seja o mínimo possível.

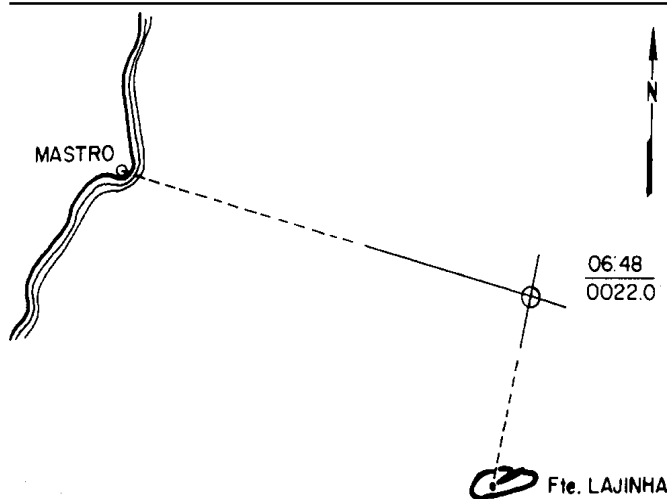
O posicionamento do navio (ou embarcação) em navegação costeira ou em águas restritas é normalmente obtido por um dos métodos indicados a seguir. A escolha do método mais conveniente depende, entre outros, dos seguintes fatores:

- meios de que o navio (ou embarcação) dispõe;
- precisão requerida (que depende, por sua vez, da distância da costa ou do perigo mais próximo); e
- número de pontos notáveis disponíveis (e representados na Carta) para observação visual ou identificáveis pelo radar.

4.3.1 MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DA POSIÇÃO

a. POSIÇÃO POR DUAS MARCAÇÕES VISUAIS (SIMULTÂNEAS)

Figura 4.9 - Posição determinada por duas marcações visuais



Mesmo que seja apenas um observador determinando as duas LDP, elas poderão ser consideradas “simultâneas”, desde que o intervalo de tempo entre as observações seja o mínimo possível.

Quando uma posição é determinada por LDP simultâneas, as Linhas de Posição não necessitam ser individualmente identificadas, rotulando-se apenas a posição, com a **hora** e o **odômetro** correspondentes, conforme mostrado na Figura 4.9.

HORA	ODÔMETRO	OBJETO VISADO	MARCAÇÃO
06:48	0022.0	MASTRO	286°
		Fte. LAJINHA	194°

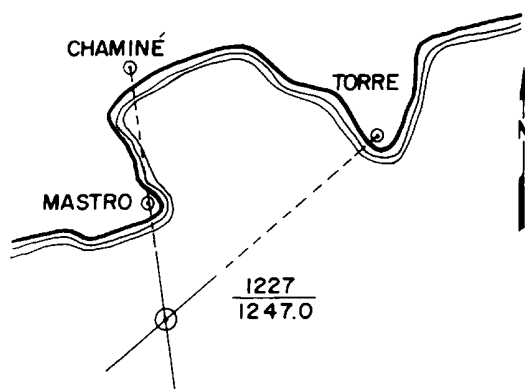
b. POSIÇÃO DETERMINADA POR ALINHAMENTO E MARCAÇÃO VISUAL (Figura 4.10)

Figura 4.10 - Posição determinada por alinhamento e marcação visual

HORA	ODÔMETRO	OBJETO OBSERVADO	MARCAÇÃO
1227	1247.0	ALINHAMENTO MASTRO-CHAMINÉ	-
		TORRE	047°

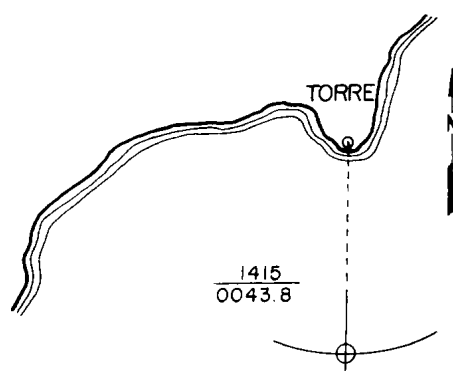
É, também, uma combinação de LDP bastante empregada na prática da navegação costeira ou em águas restritas.

Oferece algumas vantagens especiais, tais como boa precisão e o fato de o alinhamento não necessitar de qualquer instrumento para sua observação. O navegante deve estudar a Carta Náutica e o Roteiro da região, buscando identificar os alinhamentos que podem ser utilizados para o posicionamento do seu navio.



c. POSIÇÃO DETERMINADA POR MARCAÇÃO E DISTÂNCIA DE UM MESMO OBJETO (Figura 4.11)

Figura 4.11 - Posição determinada por marcação e distância de um mesmo objeto

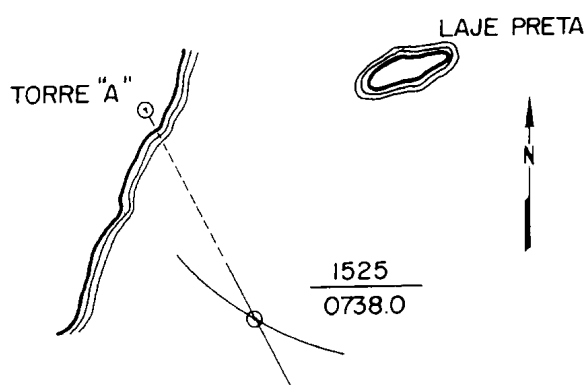


HORA	ODÔMETRO	OBJETO VISADO	M e DISTÂNCIA
1415	0043.8	TORRE	M = 000° Dist. = 2.3 M

Método que produz bons resultados, pois as duas LDP cortam-se num ângulo de 90°, o que constitui condição favorável. É especialmente indicado quando se combinam uma **marcação visual** e uma **distância radar** a um mesmo objeto, pois ambos tipos de LDP apresentam boa precisão.

d. POSIÇÃO DETERMINADA POR MARCAÇÃO DE UM OBJETO E DISTÂNCIA DE OUTRO (Figura 4.12)

Figura 4.12 - Posição determinada por marcação de um objeto e distância de outro



HORA	ODÔMETRO	OBJETO VISADO	LDP
1525	0738.0	LAJE PRETA TORRE "A"	Dist = 2.3 M M = 351°

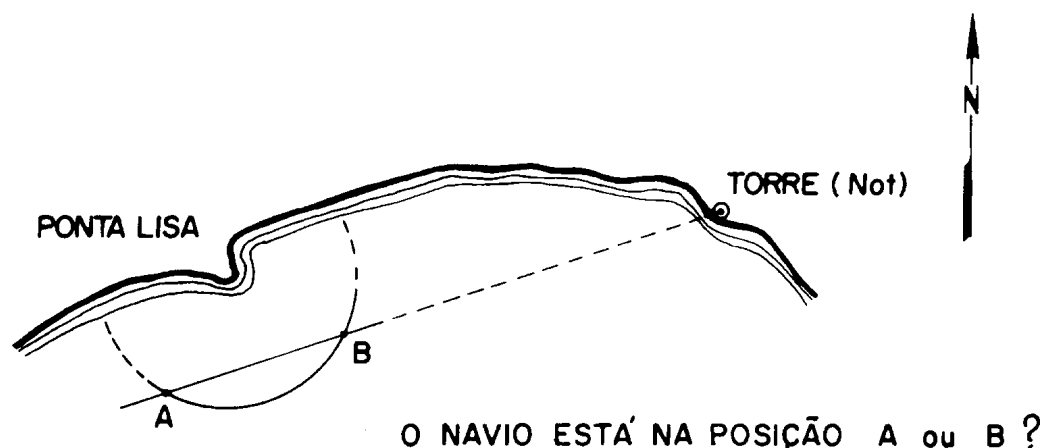
Método empregado quando não é possível obter a **marcação** e a **distância** de um mesmo objeto. Na Figura 4.12, por exemplo, a TORRE "A", embora notável e bem definida para uma **marcação visual**, está interiorizada e situada em um local que não produziria uma boa **distância radar**, o que se obtém, então, da Laje Preta.

O ponto obtido por marcação de um objeto e distância de outro tem menor consistência que a posição por marcação e distância de um mesmo objeto, pois as LDP não são perpendiculares.

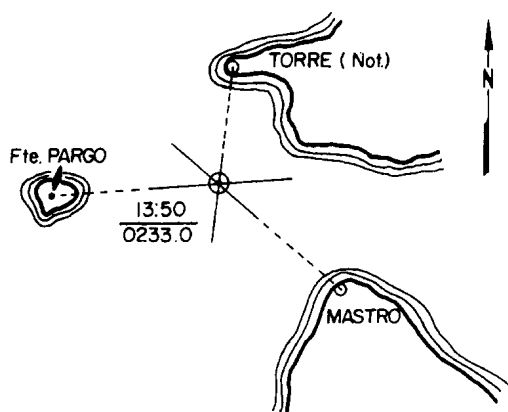
4.3.2 POSIÇÃO POR DUAS LDP – POSSIBILIDADE DE AMBIGÜIDADE

A posição determinada por apenas duas LDP pode conduzir a uma ambigüidade (ver Figura 4.13). Por isso, sempre que possível, é conveniente obter uma terceira LDP, que eliminará qualquer possibilidade de ambigüidade, como mostrado nas Figuras 4.14 e 4.15.

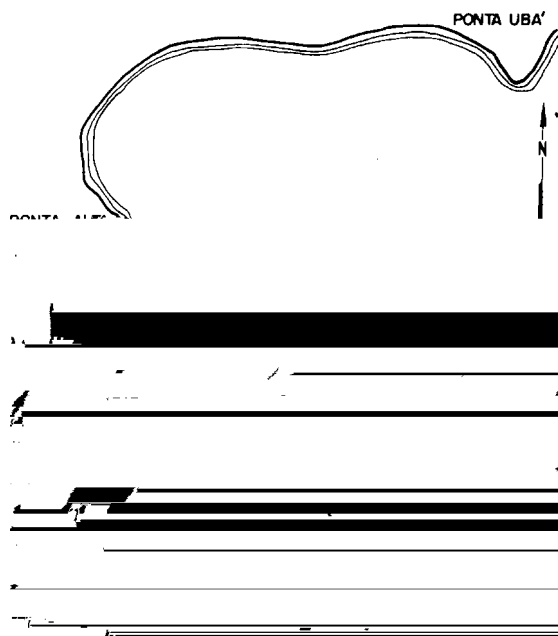
Conforme citado, nas posições determinadas por interseções de LDP consideradas simultâneas, as Linhas de Posição não são individualmente rotuladas, identificando-se apenas a **posição**, com a **hora** e o **odômetro** correspondentes (ver Figuras 4.14 e 4.15).

Figura 4.13 - Posição por interseção de duas LDP – possibilidade de ambigüidade

HORA	ODÔMETRO	OBJETO VISADO	LDP
0845	0004.5	TORRE NOTÁVEL	M = 070°
		PONTA LISA	Dist = 1.8 M

Figura 4.14 - Posição determinada por três marcações visuais

HORA	ODÔMETRO	OBJETO OBSERVADO	MARCAÇÃO
1350	0233.0	TORRE	005
		MASTRO	130
		Fte. PARGO	265

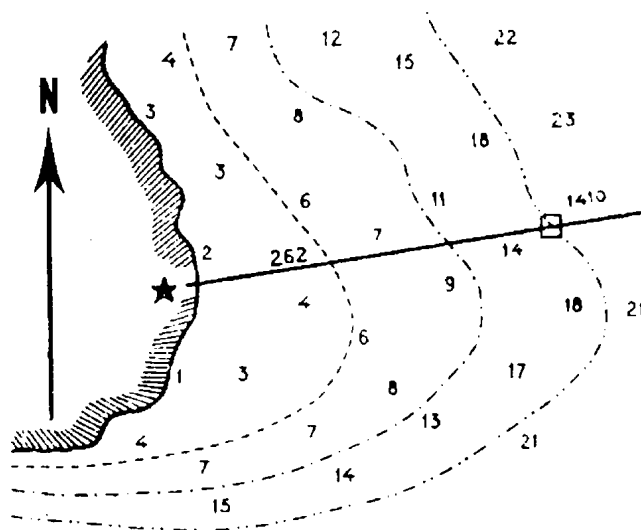
Figura 4.15 - Determinação da posição por três distâncias

4.3.3 OUTROS MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE POSIÇÃO

Além dos métodos anteriores, mais comuns, outros podem ser utilizados para determinação da posição em **navegação costeira** ou, alguns deles, até mesmo em **navegação em águas restritas**, tais como:

a. POSIÇÃO POR MARCAÇÃO E PROFUNDIDADE (Figura 4.16)

Figura 4.16 - Posição por marcação e profundidade



Embora pouco preciso, pode fornecer um ponto razoável, na falta de outras alternativas. É conveniente escolher uma profundidade correspondente a uma das isobatismétricas representadas na Carta. Além disso, melhores resultados são obtidos quando a marcação corta a isobatimétrica o mais perpendicularmente possível.

Na Figura 4.16, o navio marcou o farol aos 262° e, simultaneamente, sondou 20 metros com o ecobatímetro. A posição estará na interseção da reta de marcação com a isobatimétrica de 20 metros, representada na Carta.

b. POSICIONAMENTO ELETRÔNICO

Há diversos **sistemas de posicionamento eletrônico** capazes de fornecer ao navegante o rigor e a rapidez exigidos pela **navegação costeira**. Entre eles citam-se o LORAN C, o DECCA e o SISTEMA DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITE GPS ("GLOBAL POSITIONING SYSTEM") que, especialmente na sua forma Diferencial (DGPS), pode proporcionar a precisão requerida até mesmo para **navegação em águas restritas**. Tais sistemas serão estudados no VOLUME II deste Manual.

c. POSIÇÃO POR SEGMENTOS CAPAZES

Método bastante preciso, que será estudado a seguir.

4.4 POSIÇÃO POR SEGMENTOS CAPAZES: USO DO SEXTANTE NA NAVEGAÇÃO COSTEIRA

4.4.1 OBSERVAÇÃO E TRAÇADO DA LDP SEGMENTO CAPAZ

Observando-se com o sextante o **ângulo horizontal** (α) entre dois pontos (**M** e **F** na Figura 4.17), fica definida uma LDP que é o lugar geométrico dos pontos que observam o segmento MF segundo o ângulo α . Tal LDP é o **segmento capaz** desse ângulo, ou seja, a circunferência de centro **O**, situado na perpendicular a meio de MF e de raio OF, de modo que o ângulo MOF seja igual a 2α .

Assim, se, num determinado instante, o navegante observar o **ângulo horizontal** α entre os pontos **M** e **F** (bem definidos e representados na Carta Náutica), o navio poderá ocupar qualquer posição sobre o **segmento capaz** determinado (por exemplo: **A**, **B** ou **C** na Figura 4.17).

Figura 4.17 - LDP Segmento Capaz

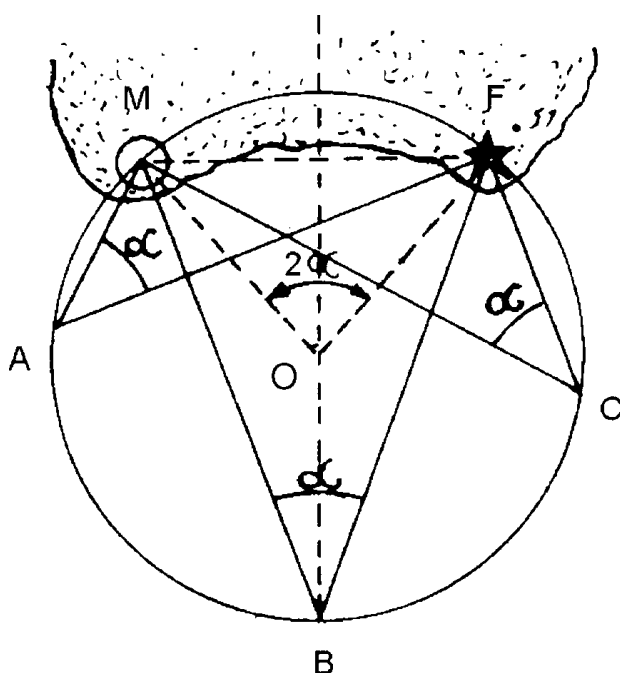
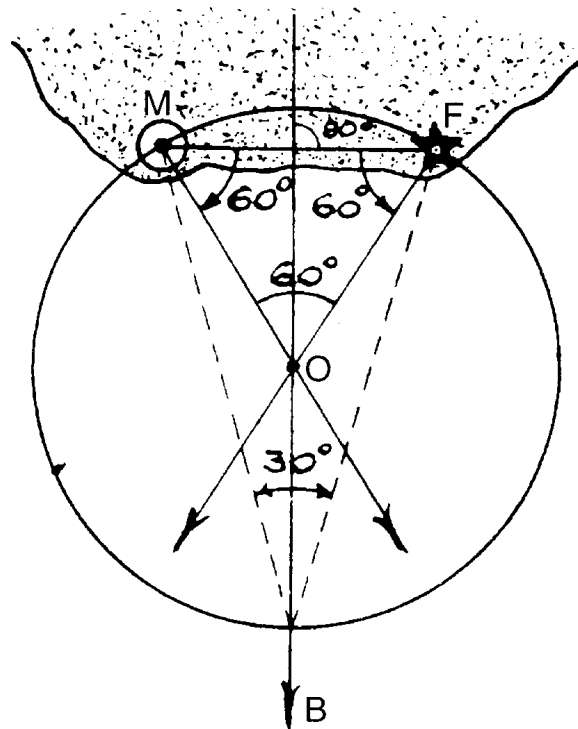


Figura 4.18 - Traçado do Segmento Capaz



O traçado de um **segmento capaz** é relativamente simples. Suponha-se que foi observado um ângulo de 30° entre os pontos **M** e **F** (Figura 4.18). Para traçar a LDP (segmento capaz) segue-se o procedimento abaixo:

- Traçar a perpendicular a meio, entre **M** e **F**;
- Marcar, com um transferidor, a partir de **M** (ou de **F**), um ângulo de 60° ($90^\circ - \alpha$) e prolongar a linha obtida até interceptar a perpendicular a meio de **MF**. Se o ângulo medido fosse maior que 90° , o ângulo marcado a partir de **M** (ou de **F**) seria $a - 90^\circ$;
- O ponto **O**, assim obtido, será o centro do **segmento capaz** de 30° e a circunferência do segmento capaz poderá ser traçada na Carta.

O **segmento capaz** é uma LDP muito rigorosa, desde que sejam guardados certos cuidados na observação, quais sejam:

- Os pontos visados devem ser próximos ao horizonte (baixa altitude) e não deve existir diferença de altitude apreciável entre eles.

Na realidade, o que se mede com o sextante não é o **ângulo horizontal**, mas sim a **distância angular (ângulo inclinado)** entre os pontos (Figura 4.19). Entretanto, a plotagem na Carta é feita como se o ângulo medido tivesse sido o ângulo horizontal. Se os pontos visados forem de grande altitude, ou se diferirem muito em altitude, a diferença entre o **ângulo inclinado** e o **ângulo horizontal** será relevante, introduzindo um erro significativo na LDP plotada (ver Figura 4.20).

- O ângulo medido não deve ser inferior a 30° . Ângulos menores conduzem a erros (na plotagem da LDP), que são tanto maiores quanto menor for o ângulo medido. Como regra, não se deve observar ângulos horizontais a uma distância superior a cerca de 2,5 vezes a distância entre os pontos visados. Se esta regra for seguida, o ângulo não será inferior a 30° .

Figura 4.19 - Medição de Segmento Capaz – erro causado pela diferença de altitude dos pontos

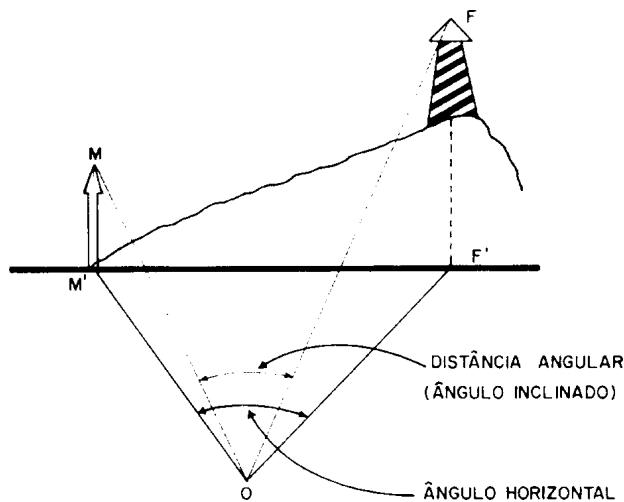
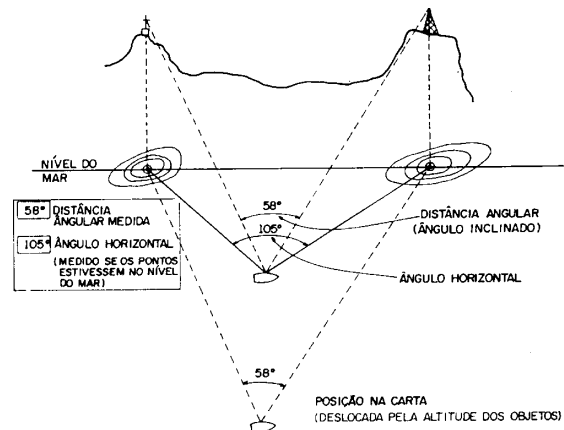


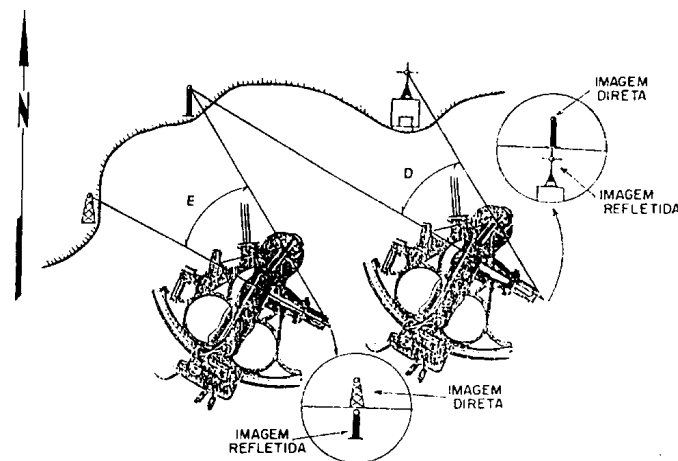
Figura 4.20 - Medição de Segmento Capaz – erro causado pela altitude dos pontos



3. O erro instrumental do sextante deve ser aplicado às leituras obtidas (ver Capítulo 23, VOLUME II).

4.4.2 DETERMINAÇÃO E PLOTAGEM DA POSIÇÃO POR SEGMENTOS CAPAZES

Figura 4.21 - Uso do sextante na medição dos Segmentos Capazes

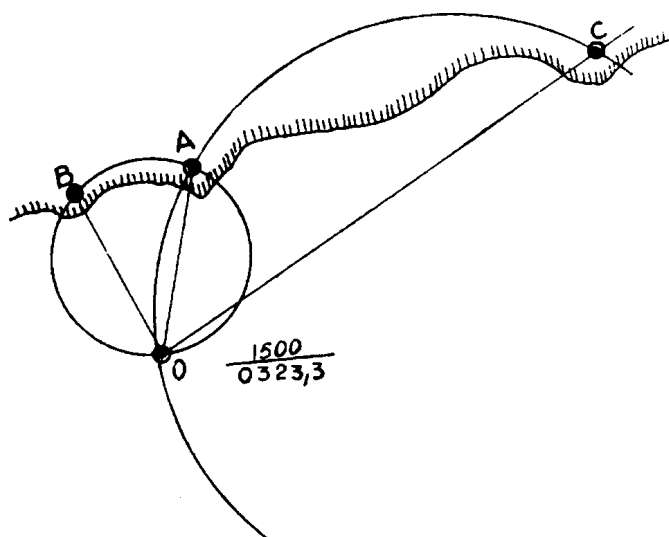


A combinação de dois **segmentos capazes**, medidos entre três pontos, sendo um deles (**ponto central**) comum aos dois ângulos observados, fornece a posição do navio com elevado grau de precisão.

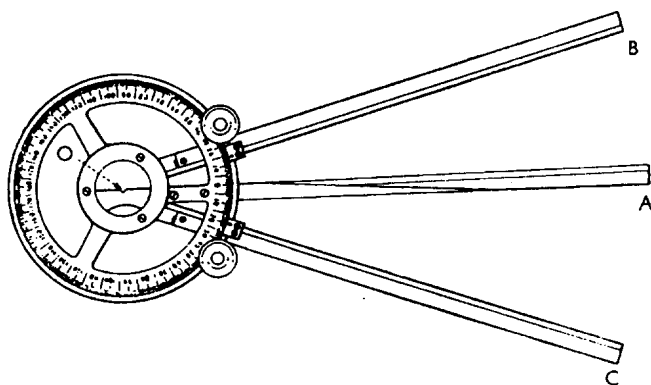
A técnica é a seguinte: a bordo, do mesmo **ponto no navio**, devem ser medidos (simultaneamente ou, na impossibilidade de fazê-lo, com o menor intervalo de tempo possível entre as observações) dois **ângulos horizontais** (com o **sextante**), entre três pontos, sendo o **ponto central** comum aos dois ângulos observados (ver Figura 4.21).

Ficam, então, definidos **2 segmentos capazes**, que se cruzam no **ponto central** e em outro ponto, que define a posição do navio (ou embarcação), conforme mostrado na Figura 4.22.

Para plotagem da **posição por segmentos capazes** podem ser utilizados três processos. O primeiro deles, muito pouco empregado, consiste em traçar os segmentos capazes pelo método gráfico anteriormente exposto.

Figura 4.22 - Posição por Segmentos Capazes

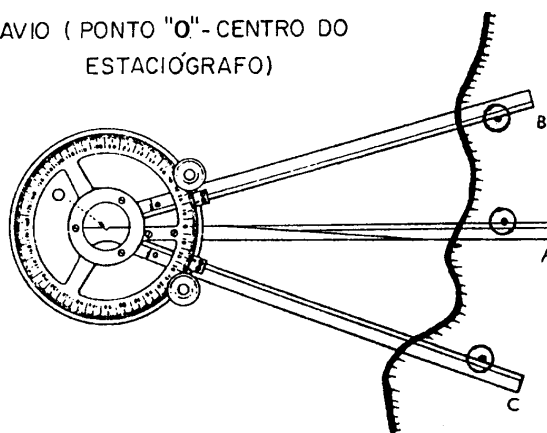
O segundo processo, mais rápido e normalmente o preferido a bordo, utiliza o **estaciógrafo**, instrumento específico para esta finalidade.

Figura 4.23 - Estaciógrafo

O **estaciógrafo**, como mostra a Figura 4.23, consiste, sucintamente, de um círculo graduado que dispõe de três réguas irradiando do centro. A régua central é fixa, determina o centro do círculo e passa pelo zero da graduação do mesmo que, geralmente, é marcado de $\frac{1}{2}$ em $\frac{1}{2}$ grau, de 0 a 180° para cada lado dessa régua. As outras duas réguas são móveis, dispõem de botões de pressão para travá-las em qualquer graduação do círculo e são munidas, ainda, de verniers ou parafusos micrométricos.

Figura 4.24 - Plotagem com Estaciógrafo de Tambor

POSIÇÃO DO NAVIO (PONTO "O" - CENTRO DO ESTACIÓGRAFO)



Introduzidos os ângulos medidos, coloca-se o instrumento sobre a carta e, por tentativas, procura-se tangenciar, com as réguas, os pontos A, B e C, como mostra a Figura 4.24. Feito isso, marca-se com um lápis, no centro do círculo, ponto O, que representa a posição do navio.

A plotagem com outro tipo de estaciógrafo (de plástico) é mostrada na Figura 4.25.

Figura 4.25 - Plotagem com Estaciógrafo

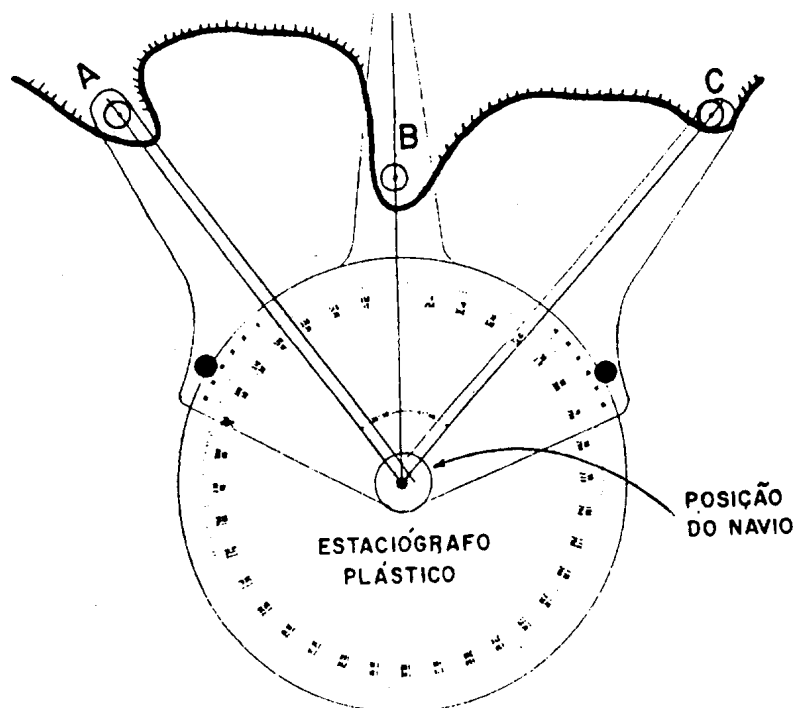
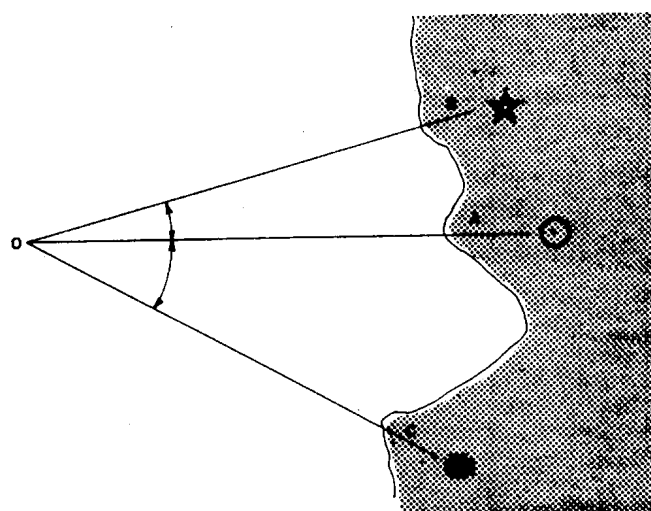


Figura 4.26 - Estaciógrafo de Fortuna



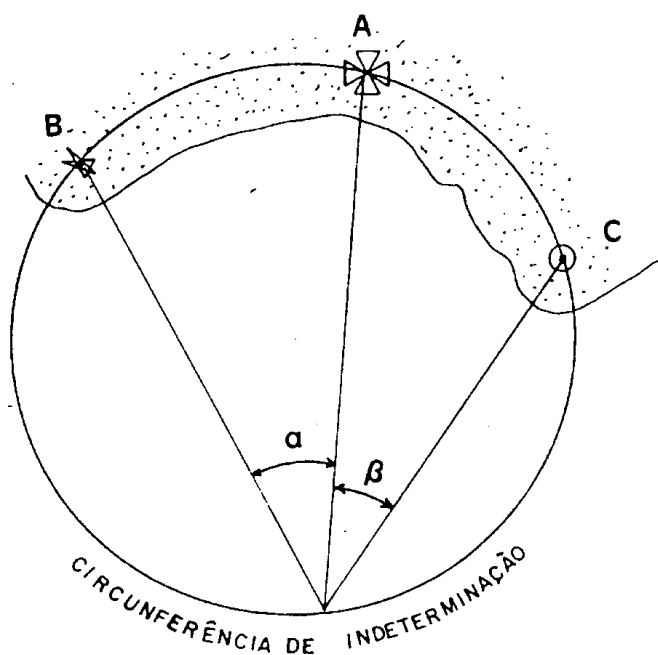
O terceiro processo, adotado quando não se dispõe de um estaciógrafo e não se deseja usar o método gráfico, é improvisar o chamado ESTACIÓGRAFO DE FORTUNA, que consiste de uma folha de papel transparente onde se traçam os dois ângulos medidos (com um transferidor ou usando a rosa de rumos da Carta) e, colocando-se a folha transparente com os dois ângulos traçados sobre a Carta, procura-se fazer a coincidência das três visadas com os três objetos observados, à semelhança do que é feito com o estaciógrafo propriamente dito. A posição do navio

estará no vértice comum aos dois ângulos traçados (ponto “O”, na Figura 4.26).

4.4.3 CUIDADOS NA ESCOLHA DOS OBJETOS VISADOS

Ao selecionar quais os objetos que serão visados, o navegante deve precaver-se para evitar a escolha de três pontos que estejam sobre uma circunferência que passe também pela posição do navio, pois, nesse caso, a posição será indeterminada, isto é, qualquer ponto da circunferência atenderá aos dois ângulos observados (Figura 4.27).

Figura 4.27 - Circunferência de indeterminação



As condições favoráveis para evitar que isto aconteça são:

- os três pontos estarem em **linha reta** ou próximo disso (Figura 4.28); nesse caso, a **circunferência de indeterminação** tem raio infinito e as posições são sempre definidas.

Figura 4.28 - Três pontos em linha reta

Figura 4.28 - Três pontos em linha reta

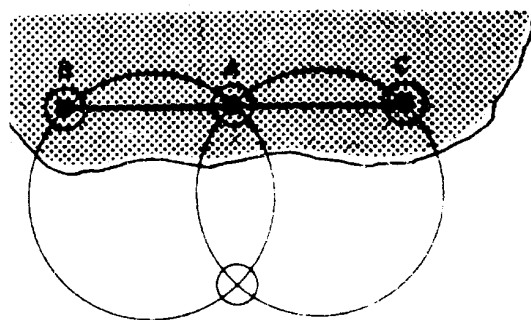
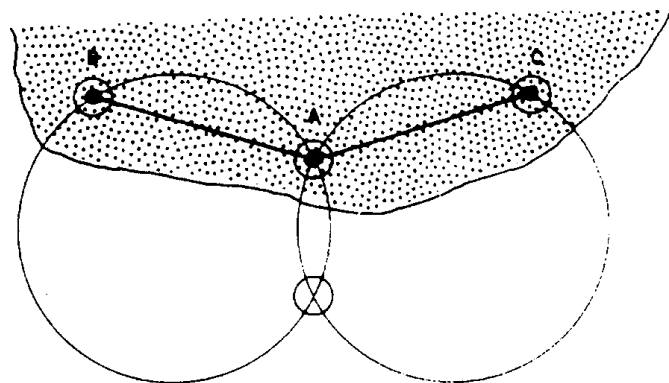
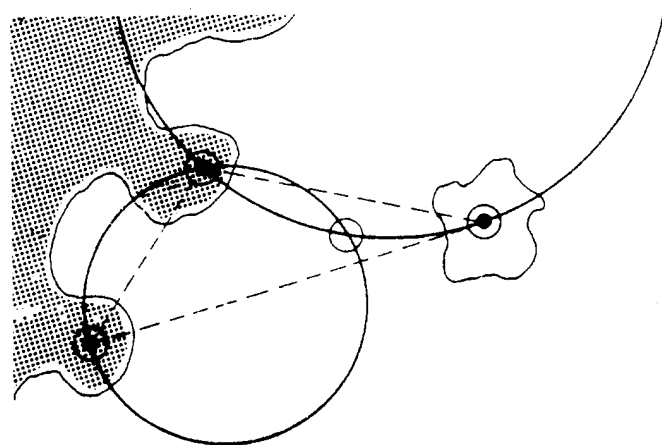


Figura 4.29 - Circunferência de indeterminação com a convexidade para o observador



- o **ponto central** estar mais próximo ao navio que os demais (Figura 4.29); nesse caso, a **circunferência de indeterminação** fica com a convexidade voltada para a área em que se navega e as posições também serão sempre bem definidas.

Figura 4.30 - Observador no interior do triângulo formado pelos três pontos



- o navio estar no interior do triângulo formado pelos três pontos (Figura 4.30); as posições também serão bem definidas, pois estarão distantes da **circunferência de indeterminação**.

4.4.4 OBSERVAÇÕES FINAIS SOBRE NAVEGAÇÃO POR SEGMENTOS CAPAZES

A combinação de dois segmentos capazes fornece a posição mais precisa que se pode obter por processos visuais e possui, ainda, a vantagem de prescindir de agulhas, dispensando, então, os subseqüentes cuidados quanto a desvios, declinação magnética, etc.

Em virtude de sua precisão, a posição por segmentos capazes é amplamente empregada no posicionamento de sinais de auxílio à navegação, em levantamentos hidrográficos, em minagem e varredura e em quaisquer outros serviços onde se pretenda o máximo rigor na posição observada.

Em contrapartida, com o navio em movimento o método exige dois observadores (para obter a perfeita simultaneidade na medição dos ângulos), a plotagem da posição requer alguma prática e necessita sempre de três objetos dispostos dentro das condições essenciais acima enumeradas (além de serem bem definidos e estarem representados na Carta Náutica da área). Estes inconvenientes tornam a **navegação por segmentos capazes** pouco utilizada na prática.

Entretanto, o método de **segmentos capazes** tem algumas aplicações especiais na navegação costeira e em águas restritas que merecem ser citadas:

- pode ser usado com o navio fundeado, para obter a posição rigorosa (independente do uso de agulhas) e assim servir como base para determinação dos desvios da agulha, calibragem do radar ou outras verificações instrumentais;
- pode ser usado para posicionar novos perigos visíveis ainda não cartografados (como, por exemplo, cascos-soçobrados ou outros obstáculos à navegação), conforme mostrado nas Figuras 4.31 e 4.32, ou pontos notáveis à navegação ainda não representados nas Cartas Náuticas; e

Figura 4.31 - Uso de Segmentos Capazes para determinar a posição de objetos não cartografados

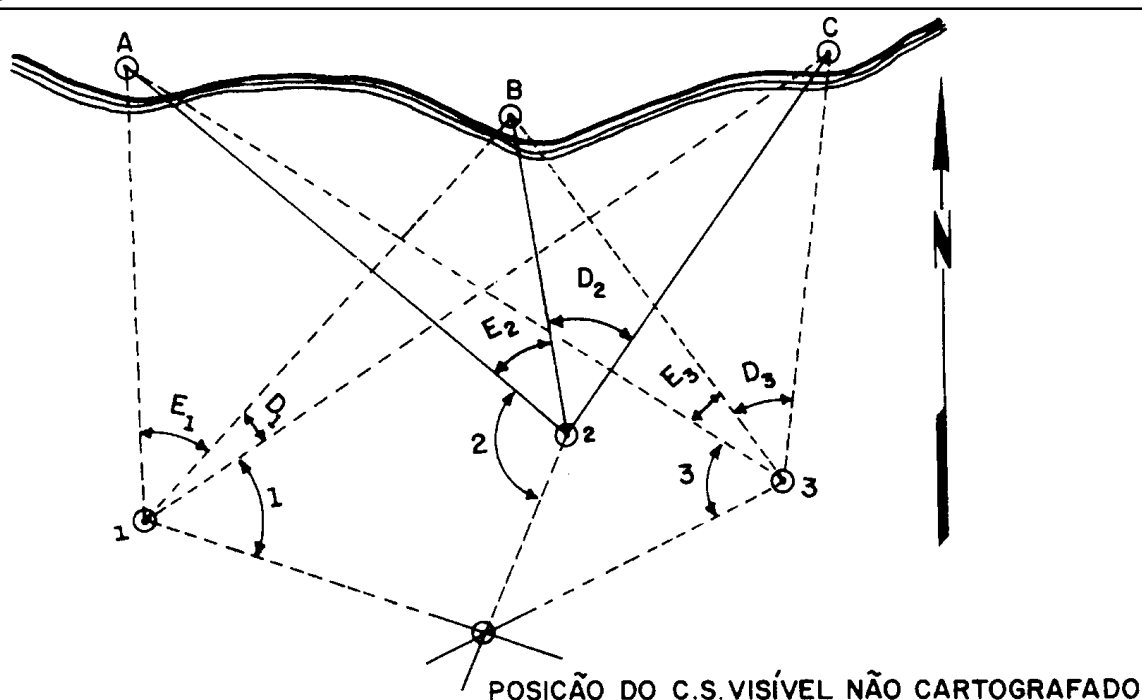
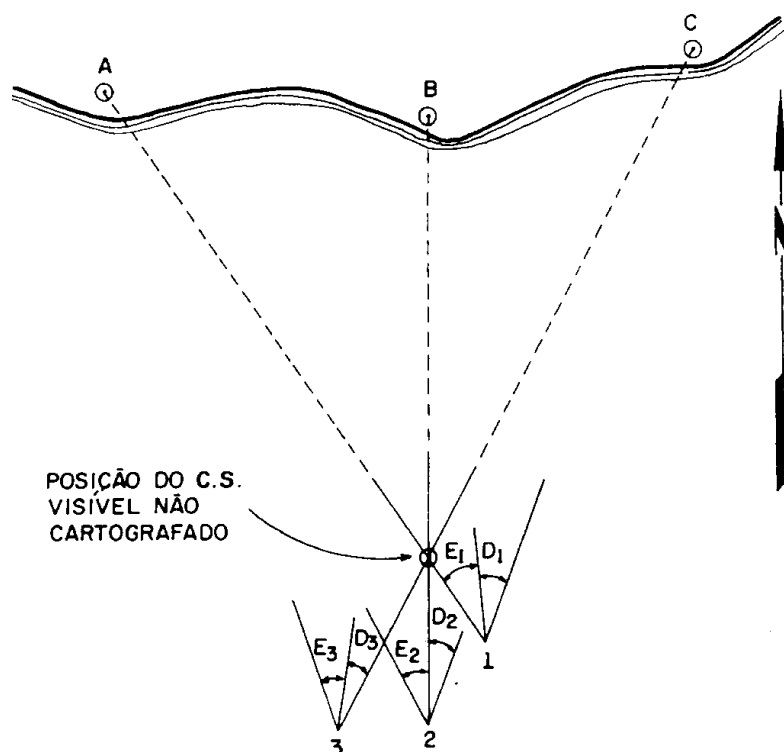


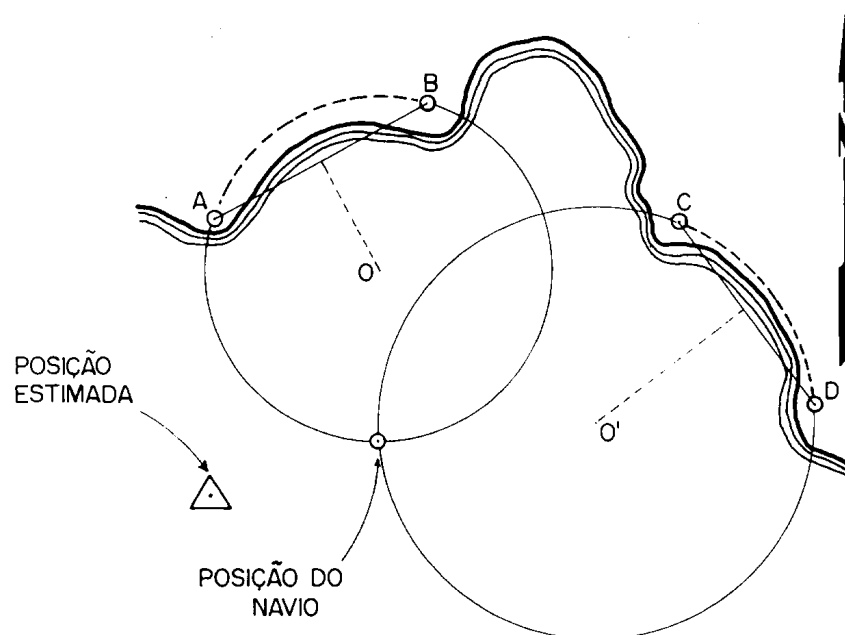
Figura 4.32 - Uso de Segmentos Capazes e Alinhamentos para determinar a posição de objetos não cartografados



- pode ser usado em **navegação de segurança**, na definição de **ângulos horizontais de segurança**, assunto que será estudado no Capítulo 7.

Finalmente, restam mencionar dois empregos particulares do conceito de segmentos capazes. O primeiro deles consiste na determinação da posição por segmentos capazes quando há impossibilidade de estabelecer um **ponto central** comum. Nesse caso, ilustrado na Figura 4.33, visam-se 4 pontos, medindo-se 2 ângulos horizontais não adjacentes. Ao traçar os segmentos capazes pelo método gráfico, estes se cruzarão em 2 pontos. O navio estará na interseção mais próxima de sua posição estimada, conforme mostrado na Figura.

Figura 4.33 - Posição por Segmentos Capazes sem um ponto central comum, utilizando quatro pontos



O outro emprego do conceito de posicionamento por segmentos capazes é útil quando não se conhece o valor real do **desvio da agulha**. Nessa situação, podem ser tomadas as **marcações da agulha** de três pontos adjacentes. Em seguida, diminuem-se os seus valores, dois a dois, para obter os **ângulos horizontais** entre os pontos. Desta forma, fica eliminado o **desvio da agulha** desconhecido. Então, introduzem-se os valores dos **ângulos horizontais** no **estaciógrafo** e plota-se a posição, como se esta fosse obtida por segmentos capazes.

4.5 TÉCNICAS DA NAVEGAÇÃO COSTEIRA

4.5.1 SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES DA NAVEGAÇÃO COSTEIRA

1. PLANEJAMENTO E TRAÇADO DA DERROTA (ESTUDO DA VIAGEM)

Este trabalho deve ser feito no **porto**, onde o **tempo disponível** e a **facilidade de obter qualquer tipo de informação** são muito maiores que no mar.

Nos navios de guerra, sujeitos, muitas vezes, a mudanças de derrotas em viagem, o estudo e o preparo da derrota assumem grande importância, pois proporcionam tempo e condições, no mar, para fazer face a qualquer imprevisto.

O planejamento da derrota consiste, basicamente, em:

- a. Seleção das Cartas Náuticas e publicações de segurança da navegação necessárias.
- b. Seleção das Cartas Piloto necessárias.
- c. Verificar, pelos “Avisos aos Navegantes”, se as Cartas Náuticas estão atualizadas, assim como as Publicações de Auxílio à Navegação.
- d. Estudo detalhado da área em que se vai navegar, enfocando, principalmente:
 - recursos e auxílios à navegação disponíveis (balizamento, auxílios eletrônicos à navegação, pontos notáveis).
 - perigos à navegação existentes.
 - correntes marítimas e condições meteorológicas prováveis.
 - marés e correntes de marés predominantes.
 - estudo do porto de destino e dos portos e abrigos alternativos, para uma possível arribada (obter Cartas Náuticas de todos estes locais).
- e. Traçado da derrota nas Cartas Gerais ou de Grandes Trechos e transferência, por pontos (por marcação e distância de pontos de terra), para as Cartas de Maior Escala, onde será conduzida a navegação.
- f. Determinar e registrar nas Cartas os Rumos, Distâncias, Velocidades de Avanço e ETA (hora estimada de chegada) relativos aos diversos pontos de inflexão da derrota.

- g. Calcular as horas do nascer e do por do Sol e as horas do nascer e do por da Lua, para as noites em que deverá ser avistada terra ou navegar costeiro (a Lua às vezes ajuda, outras vezes prejudica a visibilidade).
- h. Ponderar o afastamento da costa, o qual, quando muito reduzido, aumenta demasiadamente os riscos para o pequeno lucro que proporciona e, quando grande demais, além de denotar falta de confiança, redundando em aumento da singradura e, conseqüentemente, maior gasto de combustível e dispêndio de tempo.

2. EXECUÇÃO DA DERROTA COSTEIRA

Determinação periódica da posição do navio, a intervalos de tempo pequenos (de 10 a 30 minutos, em média).

- a. Posições obtidas por interseção de duas ou mais LDP obtidas por sistemas visuais ou eletrônicos.
- b. No caso de sistemas visuais, as LDP mais comuns serão os **alinhamentos**, as **marcações visuais** (obtidas normalmente através do uso de Repetidora da Giro ou de Agulha Magnética/Bússola), **distâncias por ângulo vertical** (obtidas pelo uso do sextante ou estadímetro) e a **navegação por segmentos capazes** (ângulos horizontais).
- c. No caso de sistemas eletrônicos, usam-se principalmente na navegação costeira as **distâncias** e **marcações-radar** e sistemas de radiolocalização de precisão (**LORAN “C”** e **DECCA**), além de sistemas de navegação por satélite GPS.
- d. As posições podem ser determinadas por LDP simultâneas ou sucessivas.
- e. Uso eventual da LDP “profundidade”, obtida através do ecobatímetro.

Previsão da posição futura do navio, recorrendo às técnicas da navegação estimada, seguindo as “regras para navegação estimada” (ver Capítulo 5).

Nova determinação da posição do navio.

Confronto do Ponto Observado e do Ponto Estimado para um mesmo instante, a fim de:

- a. Determinar os elementos da corrente (rumo e velocidade).
- b. Corrigir o Rumo, e a velocidade, para seguir a derrota previamente estabelecida, com a velocidade de avanço planejada, compensando a corrente.

Repetição das operações anteriores com a frequência necessária à segurança da navegação.

4.5.2 ESCOLHA DAS CARTAS NÁUTICAS PARA A NAVEGAÇÃO COSTEIRA

Diretamente associada à condução da navegação costeira, está a escolha das respectivas Cartas Náuticas. Dada a importância desta seleção na segurança da navegação, é oportuno recordar que não se devem utilizar neste tipo de navegação **Cartas Gerais** ou de **Grandes Trechos**, uma vez que elas não contêm a riqueza de informação indispensável à obtenção precisa de posições e à condução da derrota, tais como detalhes sobre a topografia do fundo, perigos, auxílios à navegação, contornos da costa, pontos notáveis, etc. Assim, como norma, **devem utilizar-se sempre as Cartas de maior escala existentes**, na medida em que elas estão sujeitas a deformações menos expressivas e apresentam a riqueza de detalhes essencial para a **Navegação Costeira**.

Ademais, é necessário lembrar que a interpretação das Cartas Costeiras deve ser sempre complementada com a leitura do Roteiro, bem como de outras publicações náuticas, como a Carta 12.000 – INT1 SÍMBOLOS E ABREVIATURAS, Cartas Piloto, Cartas de Correntes de Maré, Lista de Faróis, Lista de Auxílios-Rádio e Tábuas das Marés.

4.5.3 SELEÇÃO DOS PONTOS DE APOIO À NAVEGAÇÃO COSTEIRA

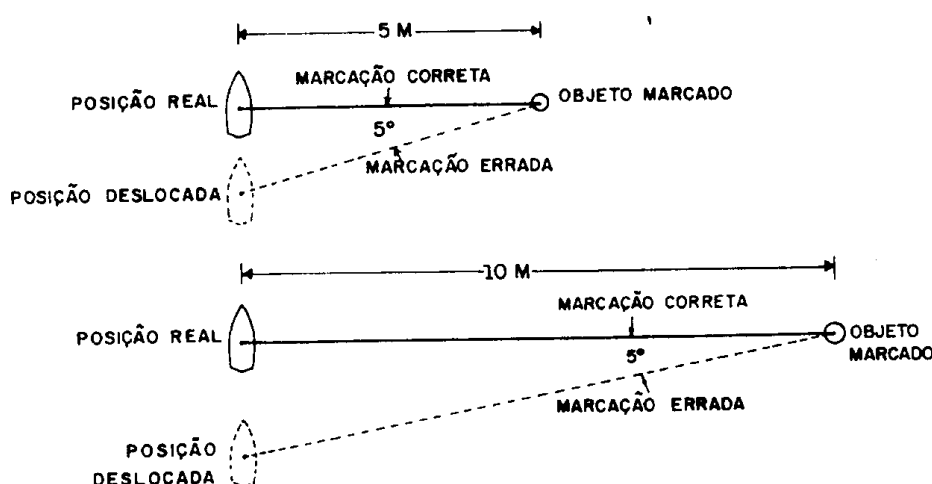
Ao ser obtida uma **Posição** pelo cruzamento de **LDP** (marcações, alinhamentos ou distâncias), é necessário que o navegante avalie a **Precisão e Confiança** que pode depositar no **Ponto Observado**. Para garantir bons resultados, deverá, entre outras precauções, tomar alguns cuidados na escolha dos pontos de apoio à navegação utilizados.

São os seguintes os principais cuidados a serem observados:

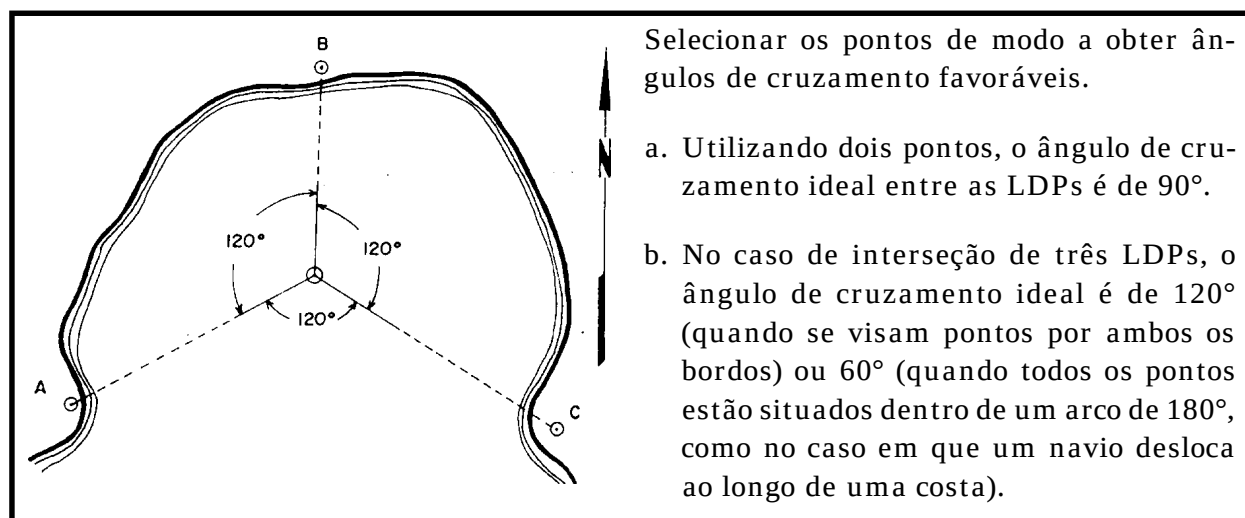
1. Identificação correta dos pontos visados, tanto no terreno como na Carta. É necessário cuidado, principalmente, com construções recentes, que, apesar de notáveis à navegação e constituírem excelentes marcas, podem não ter sido, ainda, incluídas na Carta.
2. Evitar pontos muito distantes, em face do aumento do erro linear em função do erro angular. Realmente, deve-se dar preferência a pontos mais próximos, a fim de minimizar os efeitos de erros nas LDP, conforme mostrado na Figura 4.34. Um mesmo erro de observação, por exemplo, irá provocar um erro na posição tanto maior quanto mais distante estiver o objeto marcado.

Figura 4.34 - Técnica da navegação costeira – cuidados na escolha dos pontos

1. Identificação perfeita dos pontos, tanto no terreno como na carta
2. Evitar marcas demasiadamente distantes, se dispuser de outras mais próximas, afim de minizar os efeitos de erros nas linhas de posição.



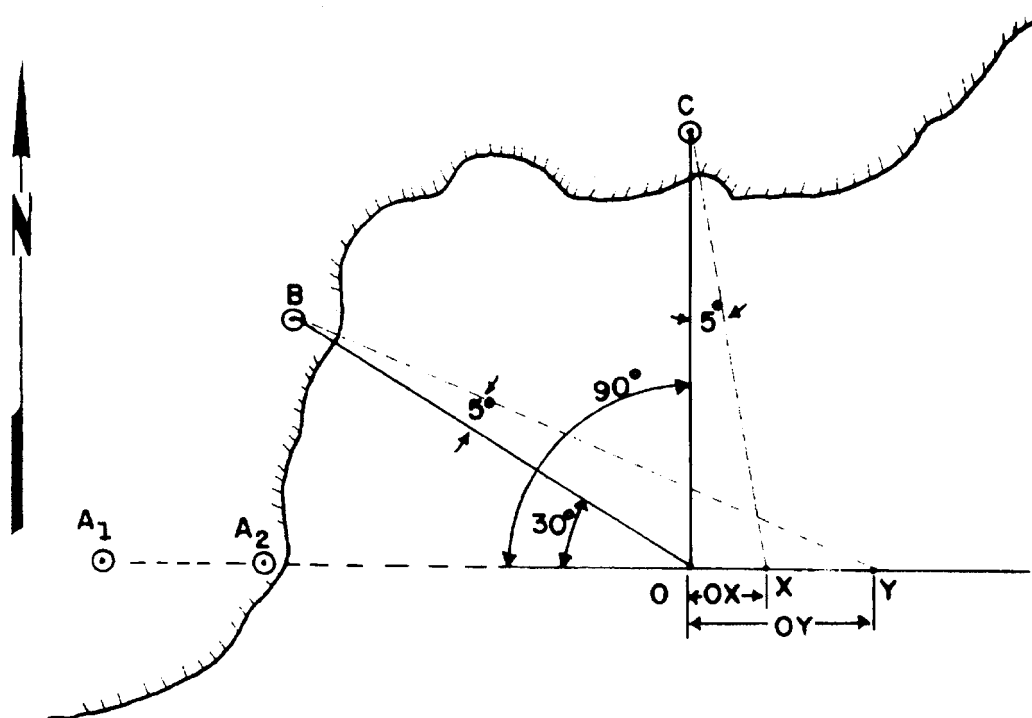
3. Selecionar os pontos de modo a obter um ângulo de cruzamento favorável entre as LDP (Figura 4.35). De fato, a precisão do ponto depende diretamente do ângulo de cruzamento das LDP. De modo geral, pode-se afirmar que o ângulo de cruzamento ideal das retas deve ser de $180^\circ/n$, sendo n o número de Linhas de Posição (ou de pontos visados, quando as LDP são retas de marcação ou alinhamentos).

Figura 4.35 - Cuidados na escolha dos pontos

O efeito do ângulo de cruzamento das LDP na precisão da posição está ilustrado na Figura 4.36 (a). Nessa Figura, o navio encontra-se sobre o ALINHAMENTO $A_1 - A_2$ (portanto, não há erro nesta LDP, que não necessita de qualquer instrumento para observação) e sua posição real é o ponto **O**. Se, para determinar a posição, o navegante marca o ponto **B**, 30° defasado do alinhamento, e se existe um erro não detectado de -5° na marcação, a posição do navio será deslocada para **Y** e o erro da posição será igual a **OY**. Se, entretanto, o navegante marcar o ponto **C**, 90° defasado do alinhamento, e cometer o mesmo erro de -5° na marcação, a posição do navio será deslocada de **O** para **X** e o erro resultante será **OX**, bem menor que **OY**.

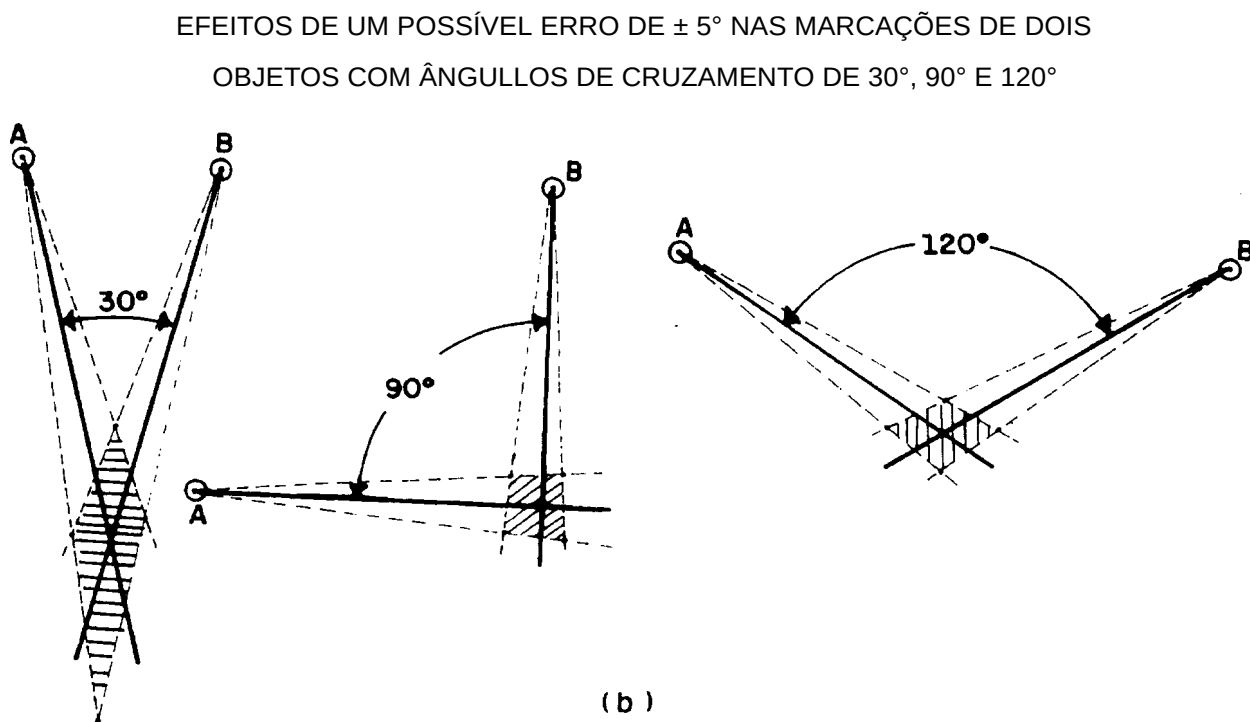
Figura 4-36 (a) - Posição por interseção de duas LDP

EFEITOS DE UM ERRO NÃO DETECTADO DE -5° NA MARCAÇÃO DE DOIS OBJETOS COM UM ÂNGULO DE CRUZAMENTO DE 30° E 90°



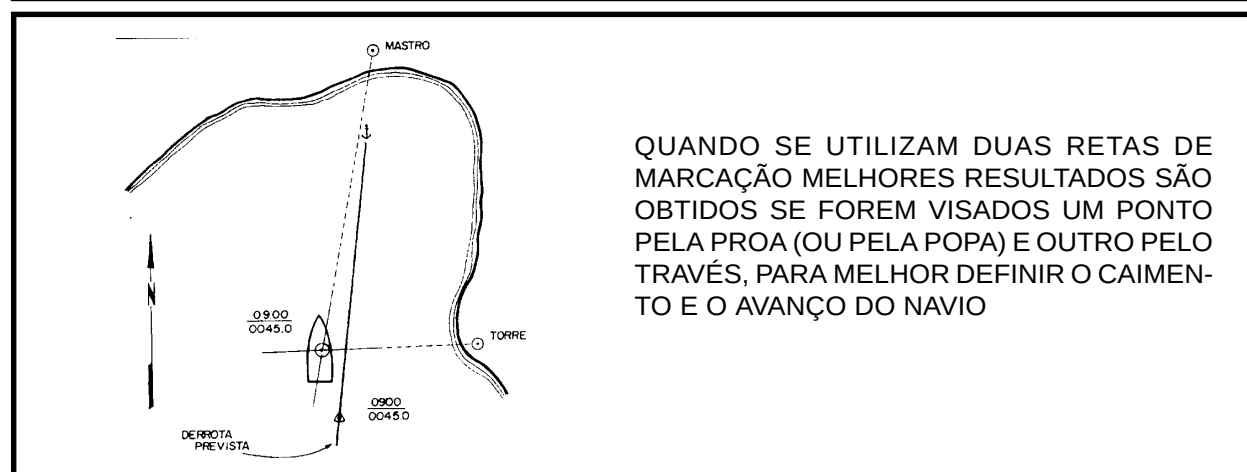
Na Figura 4.36 (b), observa-se que a **área de incerteza** da posição torna-se maior à medida que o **ângulo de cruzamento** entre as LDP cresce ou decresce em relação ao **ângulo ótimo** de 90° . Com um **ângulo de cruzamento** de 90° , o efeito de um erro de 5° nas LDP é minimizado. Em termos numéricos, pode-se afirmar que, quando se determina a posição por interseção de duas LDP, devem ser evitados ângulos de cruzamento menores que 30° ou maiores que 150° .

Figura 4.36 (b) - Área de incerteza da posição



- Quando se utilizam duas retas de marcação, devem ser visados, sempre que possível, um ponto pela proa (ou pela popa) e outro pelo través, para melhor definir o **caimento** e o **avanço** (ou **atraso**), conforme mostrado na Figura 4.37, onde o navio está adiantado (isto é, com **avanço**) e com **caimento para bombordo**, em relação à derrota prevista e à navegação estimada.

Figura 4.37 - Posição por interseção de duas retas de marcação – definição de caimento e avanço (ou atraso)



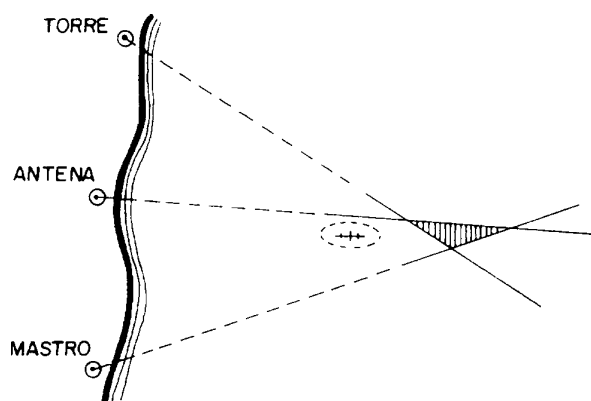
5. Para evitar **erros de identificação**, sempre que um novo ponto começar a ser utilizado, deverá ser cruzado com outros dois pontos já anteriormente marcados. Caso não haja outros dois pontos para a verificação, deve ser observado se o caminho percorrido na Carta (entre a posição anterior e a posição obtida com o novo ponto) corresponde efetivamente à distância navegada entre as posições (procurando detectar saltos ou recuos).
6. Conforme visto, um cruzamento de apenas **duas LDP** dificilmente denuncia um erro cometido e, assim, não inspira muita confiança. Então, sempre que possível, devem ser cruzadas, pelo menos, **três LDP**, que indicam, visualmente, a precisão obtida na posição.

4.5.4 TRIÂNGULO DE INCERTEZA

Quando se tomam três retas, elas nem sempre se cruzam em um ponto, podendo gerar um **triângulo de incerteza** (Figura 4.38), cujas principais causas são:

1. Não simultaneidade das marcações;
2. Erros na observação de uma ou mais marcações;
3. Desvio da giro ou da agulha não detectado ou de valor errado;
4. Erro na identificação dos objetos marcados;
5. Erros de plotagem; ou
6. Erro na Carta (erro na representação cartográfica: pontos mal posicionados).

Figura 4.38 - Posição pela interseção de três Linhas de Posição – Triângulo de Incerteza



SE TRÊS LDPs SÃO UTILIZADAS E NÃO SE CRUZAM EM UM PONTO, FICA FORMADO UM TRIÂNGULO DE INCERTEZA.

TRIÂNGULO DE INCERTEZA

- a. SE O TRIÂNGULO FOR PEQUENO: ADOTA-SE O SEU CENTRO PARA A POSIÇÃO DO NAVIO.
- b. SE PRÓXIMO DE UM PERIGO: ADOTA-SE PARA A POSIÇÃO DO NAVIO A INTERSEÇÃO (VÉRTICE DO TRIÂNGULO) MAIS PRÓXIMA DO PERIGO E OBTÉM-SE OUTRA POSIÇÃO IMEDIATAMENTE PARA CONFIRMAÇÃO.

NOTAS:

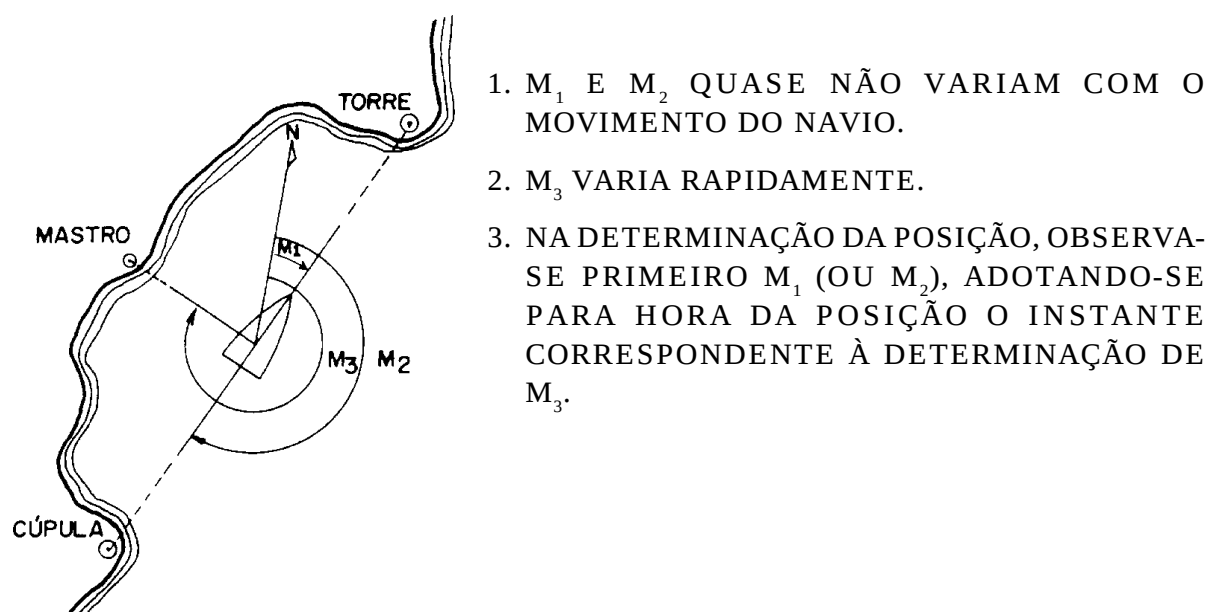
1. SE O TRIÂNGULO FOR GRANDE, ABANDONA-SE A POSIÇÃO E DETERMINA-SE OUTRA IMEDIATAMENTE.
2. SE A POSIÇÃO FOR OBTIDA POR INTERSEÇÃO DE 4 LDPs, PODERÁ SER GERADO UM QUADRILÁTERO DE INCERTEZA, E O PROCEDIMENTO ADOTADO DEVE SER IDÊNTICO AO ACIMA DESCRITO.

4.5.5 SEQUÊNCIA DE OBSERVAÇÃO DE MARCAÇÕES E DISTÂNCIAS NA NAVEGAÇÃO COSTEIRA

Para que as **LDP** possam ser consideradas **simultâneas**, é essencial que seja mínimo o **intervalo de tempo** decorrido entre as observações.

Ademais, é necessário que seja obedecida uma **seqüência adequada de obtenção de marcações**. A mais usual recomenda observar-se, primeiramente, os pontos próximos da proa ou da popa, e, por último, os próximos do través, cujos valores das marcações variam mais rapidamente. Neste caso, a hora da observação deve corresponder ao instante da última visada, tal como ilustrado na Figura 4.39 (a).

Figura 4.39 (a) - Seqüência de Observação de Marcações



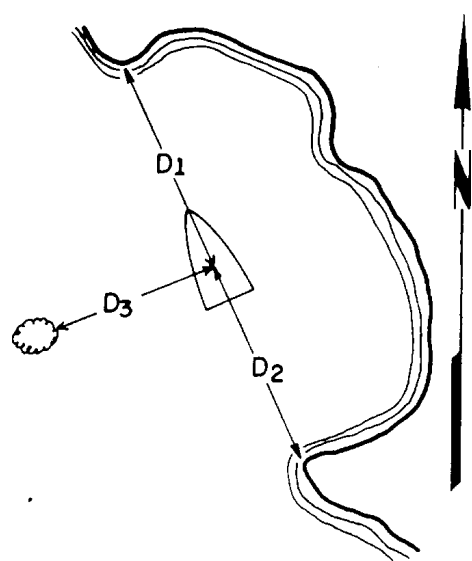
Entretanto, pode-se, também, observar primeiro as marcas pelo través, e, por último, as próximas à proa e popa. Neste caso, adota-se para a posição a hora da primeira observação. Ou seja, a hora da posição deve corresponder ao instante da observação da LDP que varia mais rapidamente.

Quando o instante de determinação da posição não for comandado pelo indivíduo que obtém as marcações, o procedimento correto é, no momento do “top”, marcar primeiro os objetos ou pontos notáveis próximos ao través (pois suas marcações variam mais rapidamente) e depois os objetos ou pontos mais próximos à proa ou popa (cujas marcações variam mais lentamente), adotando-se para a posição e hora e o odômetro correspondentes à primeira marcação. Isto é o que ocorre quando opera a Equipe de Navegação (ver Capítulo 9).

No caso de determinação da posição por interseção de distâncias, é necessário observar que as distâncias a objetos ou pontos situados próximos à proa ou popa variam mais rapidamente que as distâncias a pontos situados próximos ao través. Desta forma, dois procedimentos podem ser adotados:

- determinar primeiro as distâncias a pontos situados próximos ao través (que variam mais lentamente) e depois as distâncias a pontos na proa ou popa, adotando para a posição a **hora** e o **odômetro** correspondentes à última determinação, conforme mostrado na Figura 4.39 (b).

Figura 4.39 (b) - Sequência de observação de distâncias



1. D_3 VARIA LENTAMENTE COM O MOVIMENTO DO NAVIO.
2. D_1 E D_2 VARIAM RAPIDAMENTE.
3. NA DETERMINAÇÃO DA POSIÇÃO, OBSERVA-SE PRIMEIRO D_3 E POR ÚLTIMO D_1 (OU D_2), ADOTANDO PARA HORA DA POSIÇÃO O INSTANTE CORRESPONDENTE À DETERMINAÇÃO DE D_1 (OU D_2).

- determinar primeiro as distâncias a pontos situados próximo da proa (ou popa) e depois as distâncias para pontos próximos ao través, adotando para a posição a **hora** e o **odômetro** correspondentes à primeira distância medida.

Como regra geral, a **hora** e o **odômetro** adotados para a posição devem corresponder à LDP que varia mais rapidamente.

4.5.6 REGISTRO DAS OBSERVAÇÕES

Todas as LDP observadas devem ser cuidadosamente anotadas, para permitir uma plotagem correta das posições na carta e, até mesmo, uma avaliação posterior da navegação realizada.

Na Marinha, as observações que originam LDP e outras informações relativas à navegação são registradas em um modelo apropriado (FOLHA N—2), mostrado na Figura 4.40). Estes registros constituem um documento legal do navio.

Figura 4.40 -

REGISTRO DE OCORRÊNCIAS DA NAVEGAÇÃO												
NAVIÓ: CT PIAUÍ					CRUZEIRO: RIO SANTOS					ANO: 1987		
DIA MÊS	HORA	RUMOS				Od.	Objeto marcado ou observado	Marcação ou azimute verdadeiro	Dist. ou Δq	COORDENADAS	Sondagem Temos	OBS:
		Verd.	Giro	Pad.	Gov.							
10/3	1900	280	281	301	297	0940.0	ALINHAMENTO ★ RASA-PAÇUCAR	35.4			100 m	
	2030	280	281	301	297	0962.5	I. REDONDA (TOPE) I. RASA GUARATIBA		15.7' 15.0			
	2233	261	262	282	279	0985.5	★ CASTELHANOS ★ LAJE MARAMBAIA ★ RASA GUARATIBA	279 323 052				
	2327	236	237	257	255	1000.8	★ LAJE MARAMBAIA ★ CASTELHANOS	031 294				
11/3	0002	236	237	257	255	1007.9	★ CASTELHANOS	326		φ=23° 23,0'S		
	0028	236	237	257	255	1012.5	★ CASTELHANOS	353		λ=044° 08,3'W		

DHN-0622

DHN-0622

ERROS DA POSIÇÃO OBSERVAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O navegante, para determinar a posição, recorre a observações, que lhe permitirão traçar na Carta as respectivas LDP e, a partir do cruzamento das mesmas, plotar a posição do navio.

Todas estas LDP são obtidas, normalmente, recorrendo-se a instrumentos ou equipamentos que possuem os seus erros próprios. Por outro lado, a própria leitura desses instrumentos, efetuada pelo navegante, contém os erros inerentes a observação. **Assim, qualquer LDP vira eivada dos erros provenientes não só da observação, como, ainda, instrumentais.**

Tal circunstância é inevitável. Na realidade, **da forma como é habitualmente praticada, a Navegação está longe de ser uma ciência exata.** As limitações impostas pela exigüidade de espaço e pela instabilidade da plataforma em que o navegante atua, juntam-se as que provêm de razões econômicas, que não tem permitido o uso de instrumentos muito dispendiosos e, sobretudo, a escassez do tempo disponível para determinar a posição do navio.

De fato, é preferível, em alto mar, despendar, por exemplo, 10 minutos e determinar uma posição com um erro provável de 2 milhas, do que saber com muito maior rigor o local onde se estava há algumas horas atrás. Junto da costa, a urgência é ainda muito maior, dada a proximidade imediata de perigos, e mais se acentua, então, a necessidade de não exagerar em rigor, com sacrifício do tempo despendido para o conseguir.

Desta forma, ao enfrentar o conflito entre o desejo de maior precisão e a exigüidade do tempo necessário para conseguí-la, tendo, ainda, em conta as limitações dos próprios instrumentos ao seu dispor, o navegante geralmente simplifica os procedimentos e utiliza aproximações que seriam inaceitáveis em outros gêneros de trabalho.

Assim, selecionando alguns exemplos que poderiam ser apresentados, quando se usa a escala das latitudes da Carta de Mercator como uma escala de milhas, ou se calculam o rumo e a distância ortodrômicos, admite-se que a Terra é uma esfera, procedimento inteiramente inaceitável ao efetuar levantamentos geodésicos. Quando o navegante traça uma marcação visual ou um alinhamento na Carta de Mercator usa a loxodromia para representar um círculo máximo. Quando se efetuam interpolações, admite-se, quase sempre, uma variação linear entre os valores tabulados, o que, geralmente, não corresponde a realidade. Quando se medem distâncias pelo radar ou profundidades com o ecobatímetro, admite-se que as ondas eletromagnéticas e acústicas se propagam com a mesma velocidade em quaisquer circunstâncias, etc.

É, porém, essencial que o navegante tenha plena consciência da grandeza dos erros que possa ter cometido, pois, dessa forma, estará alerta para tomar as precauções que as circunstâncias exigirem. O que é realmente perigoso é ignorar as limitações ou supervalorizar a confiança que uma posição possa inspirar.

A seguir serão analisados os erros presentes nas observações que conduzem às LDP isoladas e, logo após, os aspectos de precisão relativos ao aproveitamento dessas Linhas de Posição tomadas em conjunto, para definir a posição. Nos dois casos o assunto será tratado enfocando apenas sua aplicação prática.

2. ERROS NAS LINHAS DE POSIÇÃO

Quando se determina o valor de uma grandeza, cometem-se inevitavelmente **erros**.

Chama-se **ERRO VERDADEIRO** ou, simplesmente, ERRO, à diferença entre o valor correto (ou real) de uma grandeza e o valor obtido em uma determinada medição.

De acordo com as causas que os determinam, os erros podem dividir-se em três tipos fundamentais:

ERROS SISTEMÁTICOS, que se reproduzem identicamente toda vez que uma observação é repetida nas mesmas circunstâncias.

Estes erros podem ser motivados, por exemplo, por defeitos particulares de um instrumento, condições atmosféricas especiais, imperfeições de uma tabela ou tendência de um observador (equação pessoal do observador).

A calibragem dos instrumentos conduz a determinação dos seus erros sistemáticos e, portanto, à sua anulação ou a sua consideração nos cálculos.

É o caso, por exemplo, da determinação dos erros instrumentais dos sextantes e radares. O erro sistemático do observador consegue-se normalmente anular recorrendo a técnicas adequadas de observação.

LAPSOS, que não são mais que **ENGANOS** do observador (leituras erradas dos instrumentos, entradas erradas em tábuas, inversões de sinais, erros nas operações, etc.) ou **AVARIAS** eventuais dos instrumentos. Os lapsos grosseiros são facilmente detetáveis, pelo absurdo dos resultados a que conduzem, mas os pequenos são, por vezes, de muito difícil detecção. O conhecimento da existência deste tipo de erros impõe ao navegante **CUIDADO** nas observações ou cálculos que efetue e espírito crítico na análise dos resultados obtidos.

ERROS ACIDENTAIS, que são erros de grandeza e sinal imprevisíveis, sempre presentes em qualquer observação. Estes erros são erros de acaso, que não se podem evitar, mas cujas leis são razoavelmente conhecidas e das quais passaremos a nos ocupar. Os **erros acidentais** são normalmente indetectáveis, mas a análise estatística das medições efetuadas pode indicar o grau de probabilidade de não excederem determinados valores. Além disso, os efeitos dos **erros acidentais** podem ser reduzidos efetuando várias medições nas mesmas condições e adotando para o valor da grandeza a média entre as medidas efetuadas.

3. ERROS ACIDENTAIS

3.1 ERRO MÉDIO QUADRÁTICO

Definimos atrás **erro** como sendo a diferença entre o valor real de uma grandeza e o seu valor obtido em uma determinada observação.

Pondo de parte os erros sistemáticos e os lapsos, poderemos dizer que o verdadeiro valor do erro será, em geral, impossível de determinar, uma vez que não haverá, normalmente, conhecimento do valor real da grandeza medida. O único elemento que, na realidade, se dispõe é a **comparação entre cada medição realizada e o valor adotado para a grandeza medida**. A diferença entre esses dois valores chama-se ERRO APARENTE, RESIDUO ou DESVIO.

Suponhamos, por exemplo, que se pretende medir, com o Radar, a distância do nosso navio a um ponto da costa. O navio está fundeado e sabe-se que o erro instrumental é zero. Como se pretende rigor na medição indicada, efetuou-se a seguinte série de observações:

D1 = 1.5 milha

D2 = 1.3 milha

D3 = 1.0 milha

D4 = 1.7 milha

D5 = 1.5 milha

O **valor mais provável** da distância medida é a média aritmética dos vários valores obtidos, isto é:

$$D = \frac{\sum D_n}{n} = \frac{1.5+1.3+1.0+1.7+1.5}{5} = \frac{7.0}{5} = 1.4 \text{ milhas}$$

Podemos, então, construir o seguinte quadro elucidativo:

Observação	Valor Medido	Valor adotado (Média arit.)	Desvio	Quadrado dos desvios
1	1.5	1.4	+ 0.1	0.01
2	1.3	1.4	- 0.1	0.01
3	1.0	1.4	- 0.4	0.16
4	1.7	1.4	+ 0.3	0.09
5	1.5	1.4	+ 0.1	0.01
		SOMA DOS DESVIOS ($\sum \Delta^2$)	0.0	0.28
		SOMA DOS QUADRADOS DOS DESVIOS ($\sum \Delta^2$)		

Adotando o critério da média aritmética, verifica-se que:

A soma algébrica dos desvios é nula.

Logo:

A soma dos quadrados dos desvios é mínima.

Sendo a soma dos quadrados dos resíduos um mínimo para o valor mais provável da grandeza a medir, é natural servirmo-nos dessa soma para avaliar a precisão de uma medição.

Assim, chama-se ERRO MÉDIO QUADRÁTICO, a grandeza definida por:

$$e = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{n-1}}$$

em que **n** é o numero de observações efetuadas.

No caso do nosso exemplo, teríamos um erro médio quadrático de:

$$e = \pm \sqrt{\frac{0.28}{4}} = \pm \sqrt{0.07} = \pm 0.26 \text{ milha}$$

Assim, o erro médio quadrático mostra-nos que a precisão de uma medição feita, aplicando a lei das médias (procedimento normalmente adotado na pratica da navegação), cresce proporcionalmente a raiz quadrada do número de observações e não proporcionalmente ao numero dessas observações. Pode-se demonstrar que o **erro médio quadrático** tem 67% de probabilidade de não ser excedido.

4. ERRO PROVÁVEL

Chama-se ERRO PROVÁVEL de uma observação aquele cuja probabilidade de ocorrer é 50%. Em outras palavras, se fizermos uma nova observação nas mesmas condições em que realizamos as anteriores, existe igual probabilidade que o erro desta nova observação seja maior ou menor do que o erro provável.

Pode-se demonstrar que o erro provável (E) é aproximadamente igual a 2/3 do erro médio quadrático, isto é:

$$E = 2/3 e = \pm 2/3 \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{n-1}}$$

No caso do exemplo anterior, a adoção do valor de 1.4 milha conduz a um erro provável de:

$$E = \pm (2/3 \times 0.26) = \pm 0.17 \text{ milha}$$

Assim, teríamos uma probabilidade de 50% de que o erro cometido na medição não excedesse 0.17 milha.

Na prática da navegação, pretende-se conhecer com maior segurança a grandeza do erro cometido em uma observação. Ou melhor, deseja-se saber que, para a LDP adotada, existe uma probabilidade elevada de não se exceder um determinado erro. Nestas circunstâncias, é evidente que a margem de 50% é pequena, pretendendo-se, em regra, uma margem de 95%.

Pode-se demonstrar que, caso só existam erros acidentais, a probabilidade de, na execução de uma observação, não ocorrer um erro superior a um determinado valor é, aproximadamente, dada pela seguinte tabela:

Valor do erro		Probabilidade de não ser excedido
(erro provável)	E	50%
(erro médio quadrático)	3/2 E	67%
(dobro do erro médio quadrático)	3 E	95%
	4 E	99%

Voltando ao nosso exemplo, pode-se, então, afirmar que, ausentes os erros sistemáticos e os lapsos, a medição efetuada tem 95% de probabilidade de não exceder um erro de:

$$E_{95\%} = 3E_{50\%} = 3E = 3 \times 0.17 = 0.51 \text{ milha}$$

No caso de uma medição ser influenciada por erros de mais de uma espécie, demonstra-se que o erro provável total é dado pela raiz quadrada da soma dos quadrados dos erros prováveis de cada espécie, isto é:

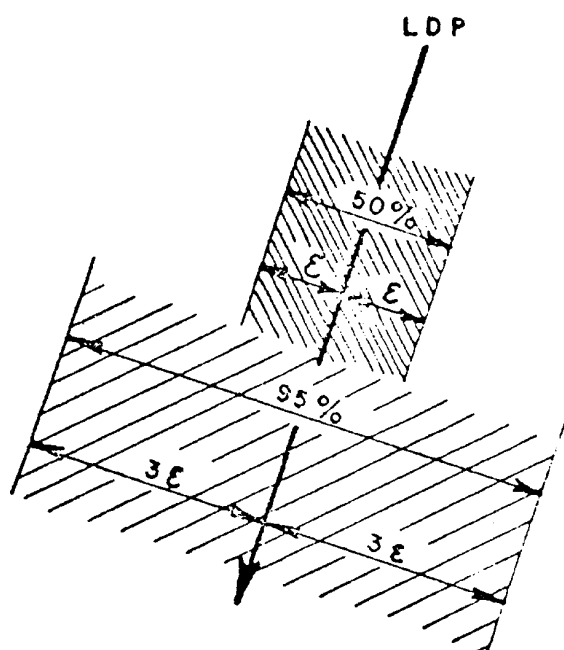
$$E_t = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 + \dots + E_n^2}$$

Por exemplo, quando o navegante determina uma marcação com uma Agulha Magnética, a LDP correspondente vem eivada dos seguintes erros:

- 1 – Erro accidental cometido pelo navegador durante a observação.
 - 2 – Erro da agulha proveniente da diferença entre o valor do desvio calculado e o seu valor real nesse local e nessa proa.
 - 3 – Erro resultante da aproximação cometida na avaliação da declinação magnética.
- O erro provável total será, então:

$$E_t = \pm \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2}$$

Figura A4.1 -



Nestas circunstâncias, deve ter sempre o navegante presente que a posição mais provável do navio é sobre a LDP observada (ver Figura A4.1), mas que o navio tem 50% de probabilidade de se encontrar numa faixa compreendida entre (LDP + E) e (LDP – E), denominada zona de confiança de 50% de probabilidade.

A zona de confiança de 95% de probabilidade será uma faixa centrada na LDP, mas com uma largura tripla da zona dos 50%.

5. ERROS NOS CRUZAMENTOS DE LINHAS DE POSIÇÃO

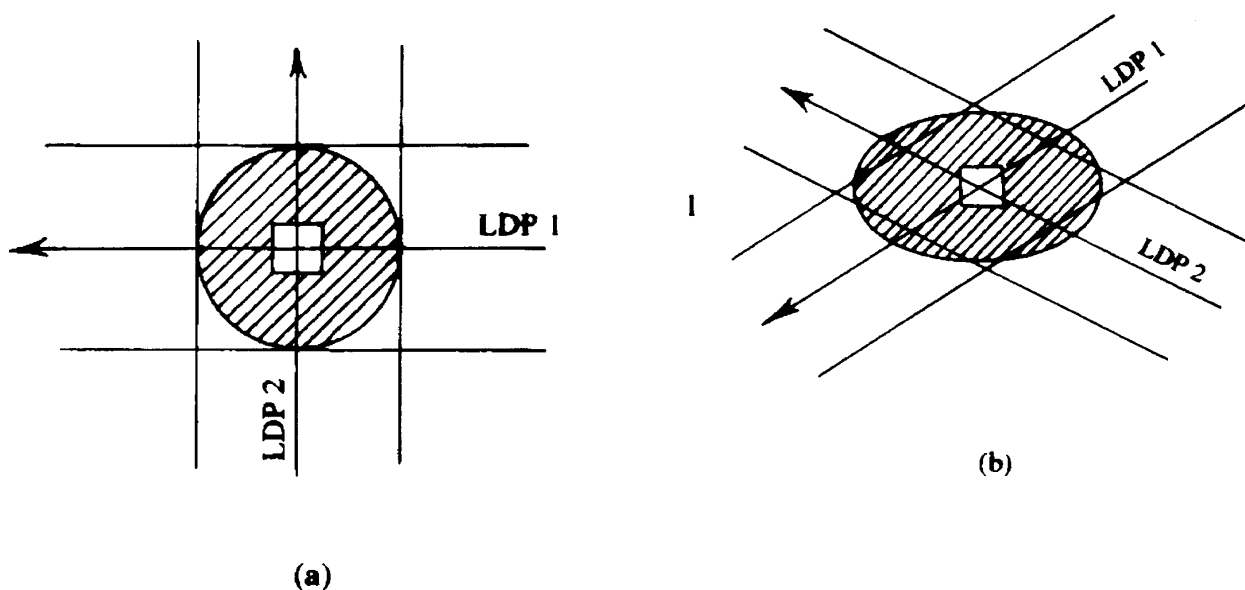
5.1 ZONAS DE CONFIANÇA. A ELIPSE DE ERRO

Conforme visto, a determinação da posição do navio resulta sempre do cruzamento de duas ou mais Linhas de Posição.

No caso do cruzamento de duas LDP, a posição mais provável do navio é o ponto de interseção dessas linhas, uma vez que cada uma delas representa, por seu turno, o lugar geométrico das posições mais prováveis do navio a hora da observação.

Rigorosamente, porém, atendendo a que qualquer LDP esta sempre afetada por erros, o cruzamento de duas LDP vai definir uma área. Se, como a Figura A4.2(a) ilustra, for obtido um ponto por duas LDP perpendiculares e com erros prováveis iguais, essa área (zona de confiança de 50% de probabilidade) é um círculo. Se, mesmo no caso de as LDP serem perpendiculares, uma LDP é mais precisa do que a outra, a área é um elipse. Como se representa na Figura A4.2(b), a zona de confiança é também uma elipse se o erro provável de cada uma das linhas é igual, mas elas se cruzam obliquamente. É evidente que as dimensões da elipse dependem dos valores dos erros que se admita terem sido cometidos. Se ela for traçada tendo em consideração uma certa probabilidade de não ocorrer um erro superior a um determinado valor em cada uma das LDP, ela contornará uma área onde existe uma probabilidade bem definida de o navio se encontrar (zona de confiança correspondente a essa probabilidade). Assim, se para o seu traçado for considerado um erro 3E em cada uma das LDP (a que corresponde, como vimos, uma probabilidade de 95% de não ser excedido), a posição do navio terá 95% de probabilidade de se encontrar dentro dessa elipse.

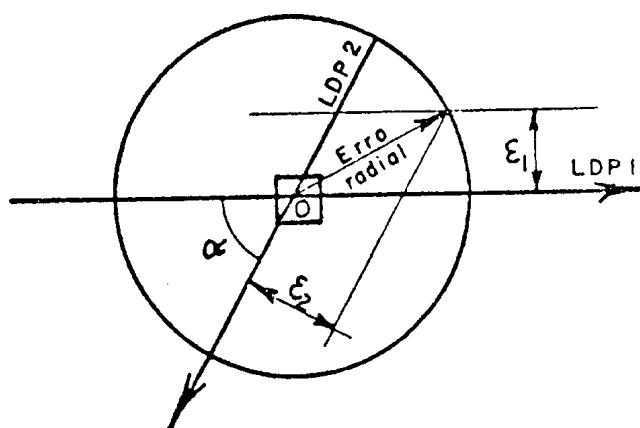
Figura A4.2 -



5.2 ERRO RADIAL

O traçado da elipse que define a zona de confiança é pouco cômodo. Além disso, torna-se conveniente definir essa zona de confiança como um círculo, com centro no ponto de interseção das LDP observadas e com um raio que exprima a grandeza do erro em jogo. Esse raio se chama ERRO RADIAL.

Figura A4.3 -



Pode-se demonstrar que o erro radial é dado pela expressão:

$$r = 3/2 \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \cdot \operatorname{cosec} \alpha, \text{ em}$$

que E_1 e E_2 são os erros prováveis acidentais de cada uma das LDP consideradas e α o ângulo de cruzamento entre elas. A probabilidade que o navio tem de se encontrar dentro de um círculo de raio igual ao erro radial é cerca de 65 a 68%.

Apresentam-se abaixo valores dos raios dos círculos a que correspondem determinados valores de probabilidade:

RAIO DO CÍRCULO	PROBABILIDADE DA ZONA DE CONFIANÇA
0.8 r	50 a 55%
(Erro radial) r	65 a 68%
2 r	95 a 98%

Assim, pode-se afirmar, por exemplo, que um navio tem 95 a 98% de probabilidade de se encontrar dentro de um círculo de raio igual a 2r, isto é:

$$E_{95\%} = 2 \times r = 2 \times 3/2 \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \times \operatorname{cosec} \alpha$$

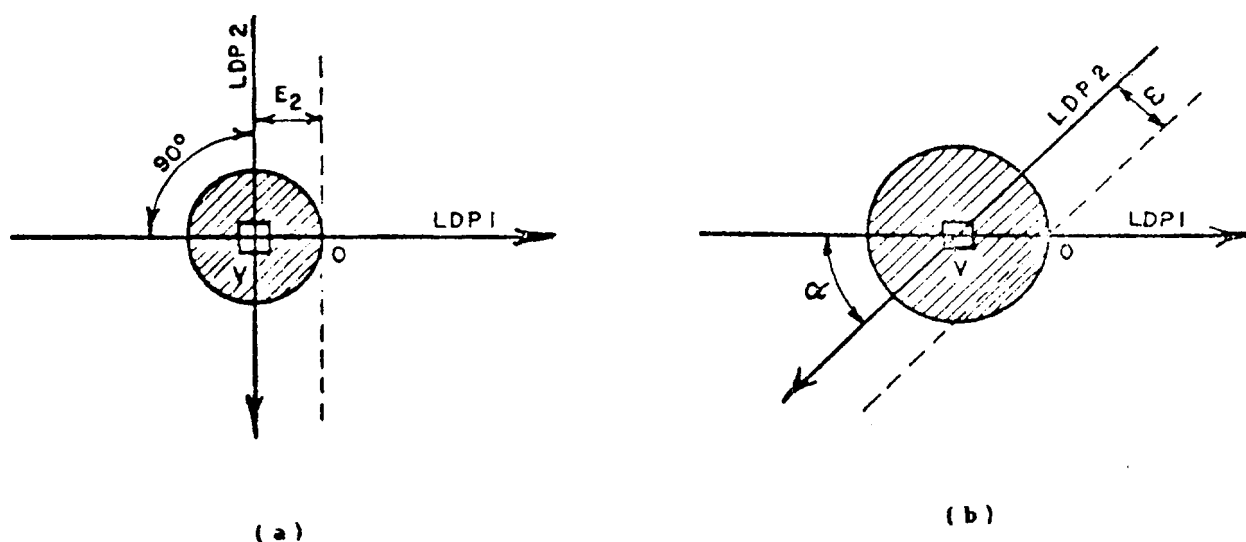
$$E_{95\%} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \times \operatorname{cosec} \alpha$$

As expressões anteriores levam-nos as conclusões lógicas de que a precisão do ponto resultante da interseção de duas LDP é tanto maior quanto:

- Menor for o erro cometido na determinação de cada uma das LDP.
- Mais próximo de 90° se encontrar o ângulo de interseção entre as LDP.

A figura A4.4 ilustra graficamente o que se disse. Assim, suponhamos, a título de exemplo, que a LDP1 esta isenta de erro ($E_1 = 0$) e que o erro provável da LDP2 tem o valor E_2 .

Se o ângulo entre elas é de 90° (Figura A4.4a), a diferença entre V (posição verdadeira) e O (posição resultante da interseção de LDP1 com a LDP2 afetada do erro E_2) é exatamente igual a E_2 .



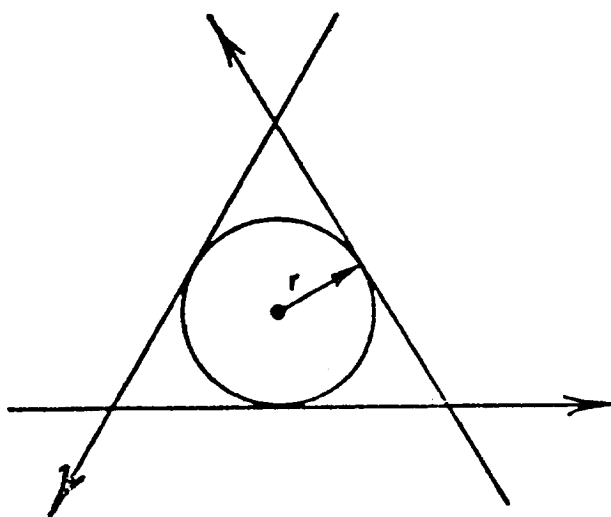
Se, porém, o ângulo entre a LDP1 e a LDP2 é diferente de 90° , a diferença VO (erro radial) é maior que o valor de E_2 , como se vê na Figura A4.4(b).

Na realidade, ela será tanto maior quanto menor for o valor do ângulo de cruzamento α .

5.3 CRUZAMENTO DE MAIS DE DUAS LINHAS DE POSIÇÃO

O ponto obtido por cruzamento de duas LDP não permite revelar graficamente, com rapidez, a grandeza do erro cometido. Conforme visto, por esta razão é de boa norma recorrer a observação de três objetos, procedimento que permite avaliar, imediatamente após o traçado, a ordem de grandeza do erro em jogo, pela dimensão do triângulo formado pelas três LDP (ver Figura A4.5).

Figura A4.5 -



Na realidade, quando se determinam 3 LDP, devido aos erros a que estão sujeitas, elas não concorrem geralmente em um ponto, definindo, pelo contrário, um pequeno triângulo (**triângulo de incerteza**).

Como se afirmou, a grande vantagem da introdução de uma terceira LDP consiste em permitir, pela análise do triângulo de erro, verificar a consistência das 3 observações.

As causas do triângulo de erro no ponto por cruzamento de três retas de marcações podem ser as seguintes:

- Erro na identificação de um objeto;
- Erro no traçado da linha de marcação;
- Falta de rigor nas observações, resultante de limitações da agulha ou das condições de observação;
- Erro da giro (ou desvio da agulha) desconhecido ou incorretamente aplicado;
- Intervalo de tempo excessivo entre as observações extremas; e
- Erros da própria carta, como, por exemplo, incorreta representação das marcas observadas.

Se o navegante constatar que o **triângulo de incerteza** tem dimensões excessivas, deverá analisar o seu trabalho, tendo em mente as causas de erro indicadas acima.

Quando o triângulo é de pequenas dimensões, toma-se, normalmente, como posição, o seu centro geométrico.

6. PRECISÃO E ACURÁCIA

A crescente modernização dos equipamentos e instrumentos de navegação cria a ilusão de que a tecnologia hodierna dispensa a aplicação dos princípios elementares do bom senso e espírito crítico, relegando ao esquecimento certas práticas caras ao navegante, tais como o cuidado, o capricho e a busca incessante da **acurácia**.

Cada procedimento que contenha qualquer modalidade de intervenção humana, por mais tênue que seja, está, por definição, sujeito a erros e omissões. Uma simples entrada de dados em um equipamento deve ser sempre feita com a maior atenção e, se possível, verificada por uma outra pessoa. A observância dos preceitos acima citados e o perfeito conhecimento dos requisitos de **acurácia**, dos princípios de funcionamento dos equipamentos, das suas limitações, **precisão** e capacidade de resolução tem sido os maiores aliados do navegante, em sua procura constante da segurança da navegação. Lembre-se que um equipamento, por mais sofisticado que seja, só fornecerá informações corretas (“output”) se os dados de entrada (“input”) tiverem sido corretamente introduzidos.

Além disso, é preciso manter em mente a relação **precisão/acurácia** e, sobretudo, a diferença entre **precisão** e **resolução**.

Precisão é a quantidade, o montante de valor, que uma medida desvia-se de sua média. É calculada por intermédio de comparações entre valores considerados rigorosamente corretos e aqueles obtidos nas observações.

Resolução é a maior definição da grandeza medida pelo equipamento, representada pela leitura direta de seu último dígito significativo, sem que haja necessidade de uma estimativa ou interpolação.

Acurácia é o grau de aproximação de uma variável de seu real valor. Traduz a exatidão da operação efetuada. Nenhum equipamento, a luz de determinados propósitos, nos dará, sem interpretação humana, a certeza sobre a acurácia colimada.

No caso de alguns instrumentos mais antigos, para se aumentar a precisão dos valores finais, várias medições são efetuadas e, por critérios estatísticos, chega-se a um valor mais provável da grandeza medida, que corresponderá a um desvio zero da sua média (maior precisão). Em seguida, são agregados diversos cuidados no manuseio e nos cálculos

onde este valor será empregado, visando a obtenção, no final, da **maior acurácia** possível da informação desejada. Por exemplo, a altura de um astro pode ser medida com grande **precisão**, mas, se for utilizada em um cálculo de posição que contenha erro, o resultado final (latitude e longitude do navio) não terá nenhuma **acurácia**, ou, na melhor das hipóteses, um grau de acurácia muito pequeno.

Os equipamentos modernos trazem embutidos processos que, velozmente, calculam um valor final de várias medidas e apresentam um **valor médio**, que estará bem próximo daquele que seria obtido, se fossem feitas mais repetições. Isto, aliado a melhores resoluções, induz a interpretação errônea sobre o grau de acurácia obtido, pois este será refém, dentre outros fatores, da vida útil de “chips” eletrônicos, dos cuidados no momento da coleta e do **grau de interferência humana** para se obter a informação desejada.

Em última instância, a garantia da segurança da navegação depende da **precisão** com que o navegante efetua suas observações e do grau de acurácia com que calcula e/ou plota as informações obtidas. Portanto, não há dúvidas quanto a necessidade de se manter na navegação a tradição de exercitar sempre o cuidado, atenção, controle, espírito crítico e bom senso, calcados na competência e forjados na experiência, a fim de assegurar a confiabilidade dos dados obtidos e, em consequência, a credibilidade e a segurança da navegação.

5

NAVEGAÇÃO ESTIMADA

5.1 CONCEITO DE NAVEGAÇÃO ESTIMADA

Navegação estimada é o método de determinar a posição provável do navio, recorrendo-se somente às características do seu movimento, a partir de uma posição conhecida. No método convencional, o movimento do navio é caracterizado pelo **rumo verdadeiro e distância percorrida**, obtidos através das informações da agulha e do odômetro, respectivamente. O ponto estimado é, quando obtido deste modo, uma posição aproximada, porque **não leva em consideração os efeitos da corrente sobre o movimento do navio**.

Se for considerado o efeito da corrente (como será visto adiante), obter-se-á uma posição mais precisa, denominada **estimada corrigida**. Embora de maior precisão, a posição assim obtida ainda é aproximada.

Apesar de muitas vezes seus métodos serem empregados isoladamente (por falta de outros meios para determinar a posição), mesmo quando se utilizam outros métodos de posicionamento deve ser **sempre** mantida, **simultaneamente**, uma navegação estimada.

Um erro muito comum aos que têm pouca vivência no mar é minimizar a importância da navegação estimada convencional, diante da simplicidade de seus cálculos. Na verdade, se o mar fosse um meio líquido estático, ela seria muito simples. Mas, como não é, a prática da estima exige muito mais da navegante que os demais métodos pois inclui o “sentimento” sobre o movimento real do navio, diante dos meios em que se desloca, o ar e o mar.

Por outro lado, o fato de a navegação estimada não depende de meios exteriores ao navio (ou embarcação) confere-lhe um especial relevância, na medida em que independe de condições atmosféricas favoráveis (indispensáveis, por exemplo, para navegação astronômica, navegação por métodos visuais ou, até mesmo, para o bom funcionamento de alguns sistemas de Rádio-Navegação) e de informações provenientes de fontes externas.

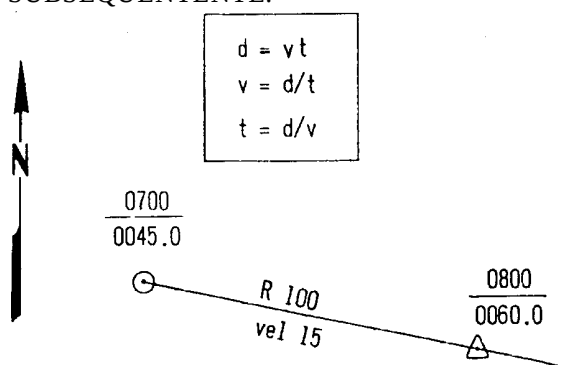
5.2 PLOTAGEM DO PONTO ESTIMADO

Conforme visto, navegação estimada é o processo de determinar graficamente a posição aproximada do navio recorrendo-se somente às características do seu movimento, aplicando-se à última posição conhecida plotada na carta um vetor, ou uma série de vetores, representando todos os rumos verdadeiros e velocidades ordenados subsequentemente.

Figura 5.1 - Navegação Estimada

NAVEGAÇÃO ESTIMADA

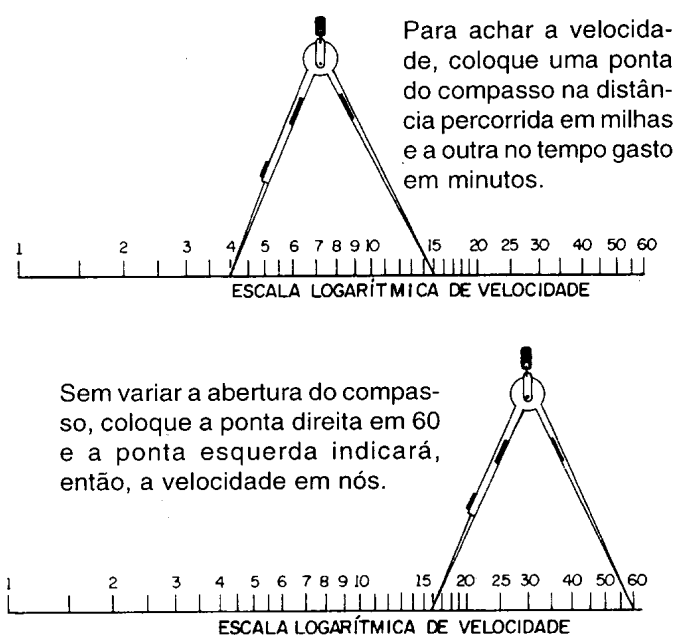
É O PROCESSO DE DETERMINAR GRAFICAMENTE A POSIÇÃO APROXIMADA DO NAVIO RECORRENDO-SE SOMENTE ÀS CARACTERÍSTICAS DO SEU MOVIMENTO, APLICANDO-SE À ÚLTIMA POSIÇÃO CONHECIDA PLOTADA NA CARTA UM VETOR OU UMA SÉRIE DE VETORES REPRESENTANDO TODOS OS RUMOS VERDADEIROS E VELOCIDADES ORDENADOS SUBSEQUENTEMENTE.



Na Figura 5.1, vemos um exemplo de plotagem do **ponto estimado**, pela aplicação da equação que relaciona **distância, velocidade e tempo**, ao movimento do navio, a partir de uma **posição conhecida** inicial. Nessa figura, partindo de uma posição inicial conhecida (**posição observada** de 07:00), o navio governou no **rumo verdadeiro** $R=100^\circ$, como **velocidade** de 15 nós. Às 08:00 horas, a **posição estimada** do navio estará sobre a **linha de rumo** $=100^\circ$ e a uma **distância** de 15 milhas da posição de 07:00 horas (pois, em 1 hora, um navio a 15 nós navega 15 milhas).

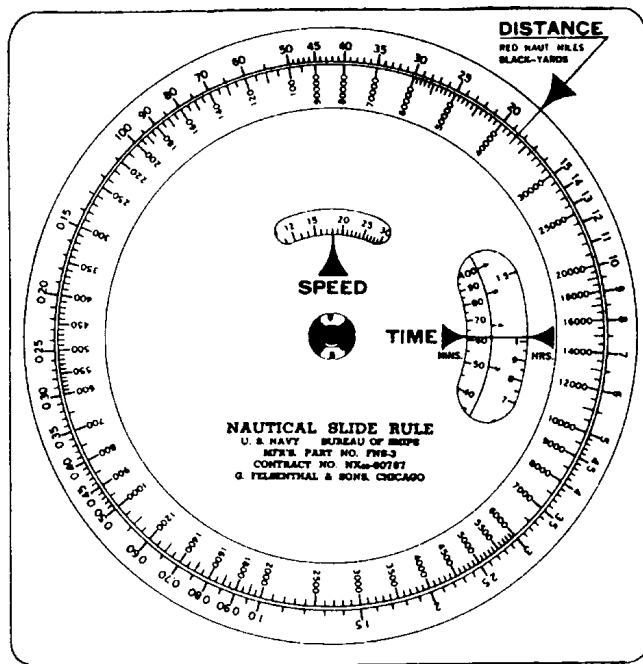
O MÉTODO DE NAVEGAÇÃO ESTIMADA CONSISTE NA APLICAÇÃO DA EQUAÇÃO QUE RELACIONA DISTÂNCIA, VELOCIDADE E TEMPO AO MOVIMENTO DO NAVIO

Figura 5.2 - Escala Logarítmica



Para resolver os problemas que envolvem **distância, velocidade e tempo**, o navegante pode utilizar calculadoras, tabelas especiais (apresentadas na publicação DG6-1 "Tábuas para Navegação Estimada" – Tábuas XV e XIX) ou a "escala logarítmica", mostrada na Figura 5.2, onde são também apresentadas as instruções para uso da escala. No exemplo ilustrado, calcula-se, através da escala logarítmica, a velocidade de um navio que percorre a distância de 4 milhas, no tempo de 15 minutos, obtendo-se como resultado $veloc=16$ nós.

Figura 5.3 - Régua de cálculo náutica



Ademais, são também usados ábacos como o da Figura 5.3 (“NAUTICAL SLIDE RULE”), nos quais, entrando-se com dois elementos entre os três acima citados (distância, velocidade e tempo), obtém-se o valor do terceiro.

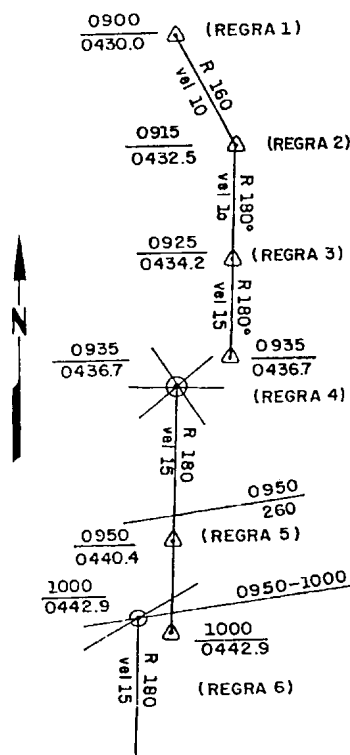
Além disso, devem ser ainda mencionadas as seguintes práticas empregadas na resolução dos problemas que envolvem velocidade, tempo e distância:

- a. a “regra dos três minutos”, pela qual “a distância percorrida pelo navio, em jardas, em três minutos, é igual à sua velocidade, em nós, multiplicada por 100”;
- b. a “regra dos seis minutos”, pela qual “a distância percorrida pelo navio, em milhas, em seis minutos, é igual à sua velocidade, em nós, dividida por 10”.

5.3 REGRAS PARA A NAVEGAÇÃO ESTIMADA

São as seguintes as seis regras para a navegação estimada, ilustradas na Figura 5.4:

Figura 5.4 - As seis regras da Navegação Estimada



1. uma posição estimada deve ser plotada nas horas inteiras (e nas meias horas);
2. uma posição estimada deve ser plotada a cada mudança de rumo;
3. uma posição estimada deve ser plotada a cada mudança de velocidade;
4. uma posição estimada deve ser plotada para o instante em que se obtém uma posição determinada;
5. uma posição estimada deve ser plotada para o instante em que se obtém uma única linha de posição;
6. uma nova linha de rumo e uma nova plotagem estimada devem ser originadas de cada posição determinada obtida e plotada na carta.

NOTAS:

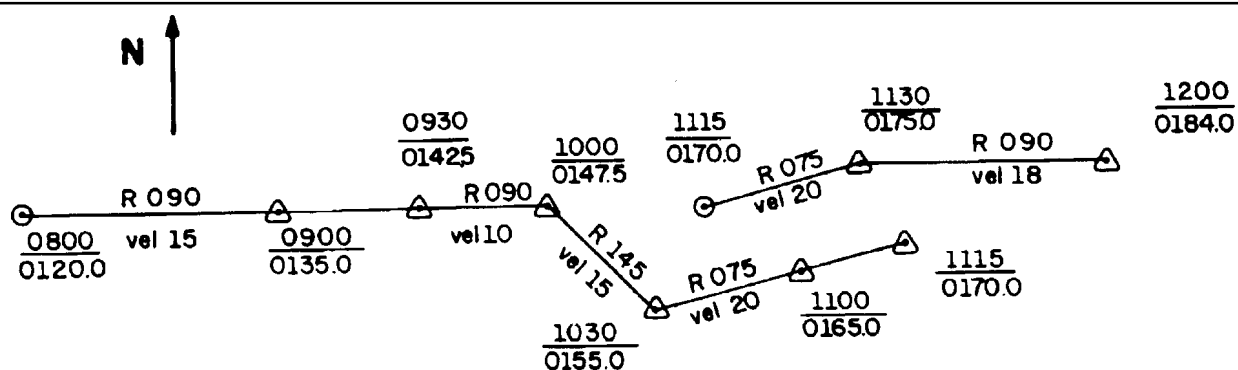
- a. Não se ajusta uma plotagem estimada com uma única linha de posição.
- b. Uma LDP cruzando uma linha de rumo **não** constitui uma posição determinada, pois uma linha de rumo **não é LDP**.

Uma observação importante, referente à regra 1, é que a frequência de plotagem de uma posição estimada é função da escala da carta náutica que estiver sendo utilizada e das peculiaridades da navegação que se pratica. Os intervalos de tempo citados na Figura 5.4 (1 hora ou 1/2 hora) são os normais para a navegação oceânica e para a navegação costeira. Entretanto, intervalos de tempo menores serão adotados na navegação em águas restritas, ou mesmo em navegação costeira, caso a escala da carta náutica em uso e o tipo de navegação praticado assim o exijam.

5.4 PLOTAGEM ESTIMADA ESTENDIDA

A Figura 5.5 mostra a **navegação estimada** efetuada por um navio entre 08:00 horas e 12:00 horas, cumprindo as **regras para a navegação estimada** anteriormente enunciadas.

Figura 5.5 -



EXTRATO DO REGISTRO DAS OCORRÊNCIAS DA NAVEGAÇÃO DO NAVIO

0800 – Farol Rasa 270°/6M – Suspendeu, no rumo 090°. Veloc. 15 nós.

0900 – Velocidade reduzida para 10 nós, a fim de evitar um barco a vela.

1000 – Rumo alterado para 145°, velocidade aumentada para 15 nós.

1030 – Rumo alterado para 075°, velocidade aumentada para 20 nós.

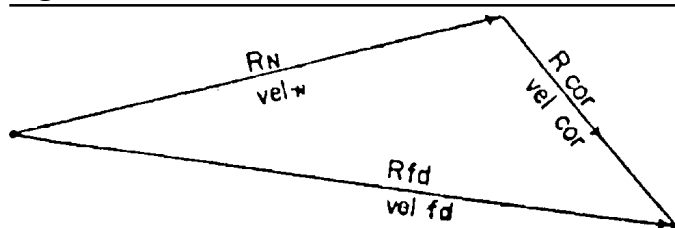
1115 – Posição determinada – Farol Maricás 020°/7M.

1130 – Rumo alterado para 090°, velocidade reduzida para 18 nós.

5.5 FATORES QUE INFLUENCIAM A POSIÇÃO ESTIMADA

Até agora considerou-se que o navio percorreu exatamente o rumo verdadeiro traçado, mantendo rigorosamente a mesma velocidade. Assim, não foram levados em conta vários fatores que podem ter alterado o movimento do navio, tais como:

Figura 5.6 -



- Correntes marítimas;
- Correntes de marés;
- Efeito do vento;
- Estado do mar (ação das vagas, fazendo a proa tomar direções diferentes do rumo desejado);

- Mau governo (efeito das guinadas que o timoneiro faz para manter o rumo);
- Pequenas diferenças de RPM entre os eixos (para navios de mais de um eixo);
- Pequenas diferenças de velocidade;
- Banda e trim; e
- Desvio da agulha não detectado ou mal determinado.

Na prática, chamamos de **corrente** à resultante de todos estes fatores sobre o movimento do navio (Figura 5.6).

5.6 TERMOS EMPREGADOS NA NAVEGAÇÃO ESTIMADA

Velocidade do navio (vel_N) – ou, simplesmente, velocidade (vel), é a distância percorrida em 1 hora na **superfície**.

Velocidade no fundo – é a distância percorrida pelo navio, em 1 hora, **em relação ao fundo**. É, então, a resultante da **velocidade do navio** com a **velocidade da corrente** (abreviatura: vel_{fd}).

Velocidade da corrente – é o efeito combinado provocado pelos fatores mencionado no item anterior, durante cada hora, sobre o caminho percorrido pelo navio. O termo também é empregado para indicar, isoladamente, o deslocamento da massa líquida por ação exclusiva das correntes marítimas, ou, em águas restritas, pela ação conjunta das correntes marítimas e correntes de marés (abreviatura: vel_{cor}).

Rumo na superfície (R_N) – ou, simplesmente, **Rumo** (R) é, conforme já visto, o ângulo entre o Norte Verdadeiro e a direção na qual governa o navio (em relação à superfície), contado de 000° a 360°, no sentido horário, a partir do Norte Verdadeiro.

Rumo no fundo (R_{fd}) – é o ângulo entre o caminho efetivamente percorrido pelo navio (projetado sobre o fundo do mar) e o Norte Verdadeiro, contado de 000° a 360°, a partir do Norte Verdadeiro, no sentido horário.

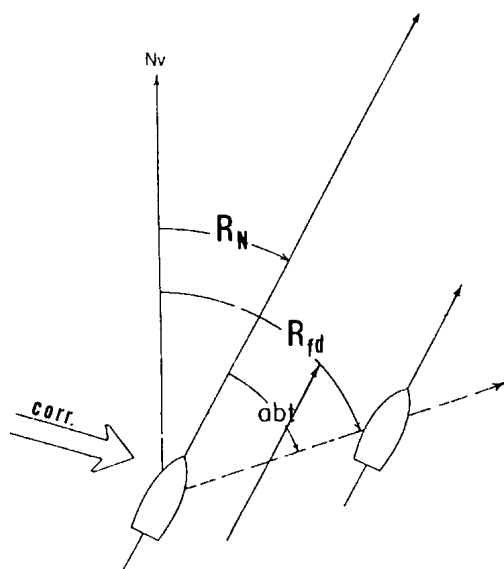


Figura 5.7 - Abatimento

Abatimento (Abt) – é o ângulo entre o rumo na superfície (R_N) e o rumo no fundo (R_{fd}). Será contado para BE ou para BB, a partir do rumo na superfície (Figura 5.7).

Posição estimada – posição obtida pela aplicação, a partir de uma posição observada, de vetores definidos pelo **rumo do navio** e a

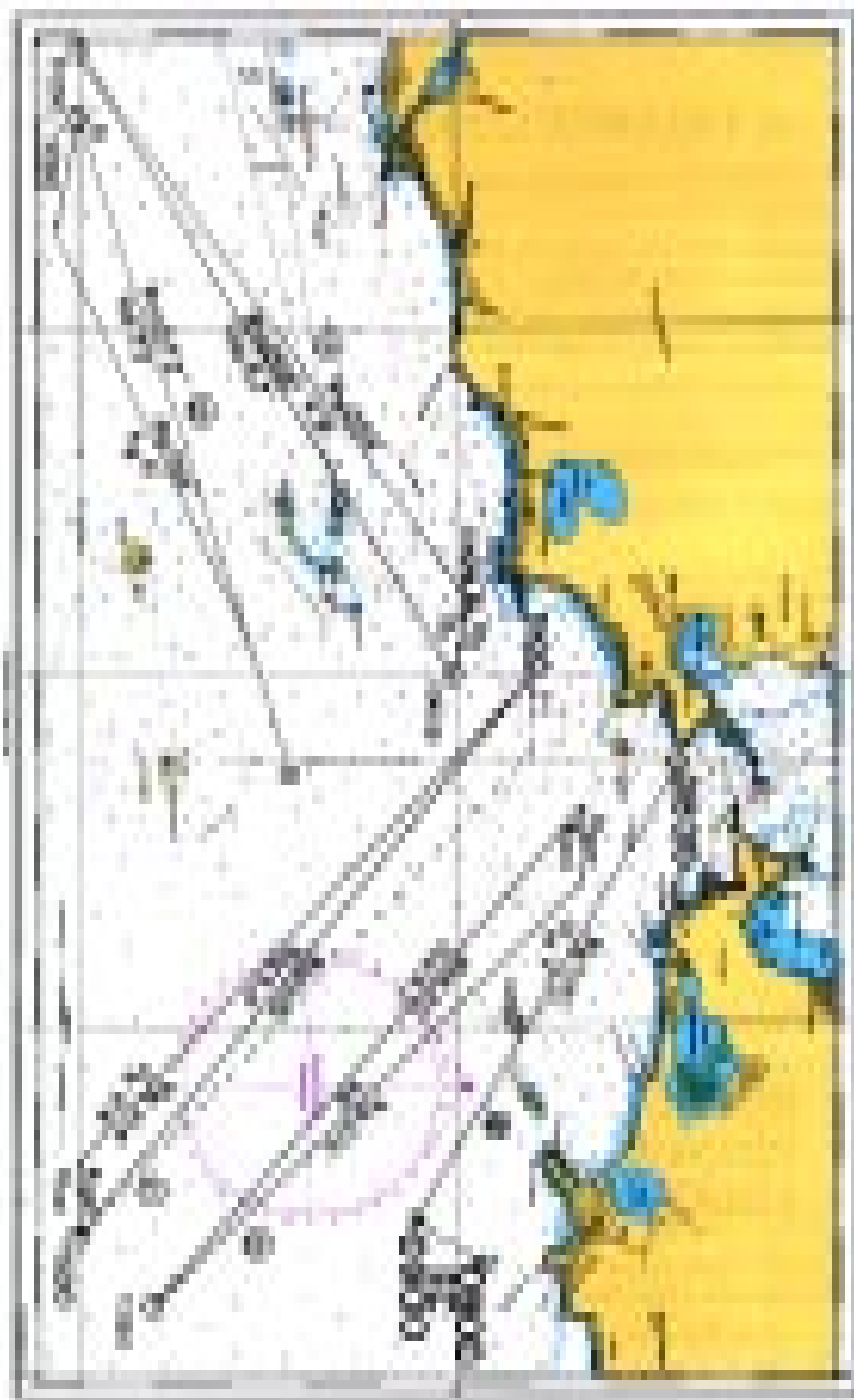
útil como antecipação dos eventos que deverão ocorrer nas próximas horas, para alertar o pessoal de serviço (faróis que irão “boiar”, variações sensíveis nas isobatimétricas, proximidades de perigo, etc.). É representada por um pequeno traço cortando o rumo, com a indicação da hora.

5.7 O TRIÂNGULO DE CORRENTE

Para resolver graficamente o problema da corrente, empregam-se três vetores representativos, quais sejam:

Vetor fundo – Definido, em direção, pelo **rumo no fundo** e, em grandeza, pela **velocidade em relação ao fundo** (R_{fd} ' vel_{fd}).

Figura 5.11 -



a. Determinação do rumo da corrente (R_{cor}) e da velocidade da corrente (vel_{cor}) tendo duas posições observadas.

Exemplo (Figura 5.11):

Investindo a barra do Rio de Janeiro, vindo de SW, sua **posição observada** de 0300 é Lat 23° 05.0'S Long 043° 19.0'W. O **rumo verdadeiro** é RN = 055°, **velocidade** $vel_N = 9.0$ nós. Às 0400, a posição é novamente determinada, obtendo-se Lat 23° 00.0'S Long 043° 10.0'W. Determinar os **elementos da corrente** (R_{cor} e vel_{cor}), o **rumo no fundo** (R_{fd}) e a **velocidade no fundo** (vel_{fd}).

Solução:

1. Plota-se a **posição observada** de 0300;
2. Da posição plotada trata-se o **rumo verdadeiro** (Rumo na Superfície) 055°;
3. Plota-se a **posição estimada** de 0400, sobre a linha de rumo traçada (055°) e à distância de 9 milhas da posição de 0300, pois a **velocidade** (na superfície) é de 9 nós e o **intervalo de tempo** é de 1 hora.
4. Plota-se a **posição observada** de 0400.
5. O vetor que une as posições **estimada** e **observada** de 0400 representa o efeito da **corrente** no período 0300-0400.
6. O **rumo da corrente** (R_{cor}) é a própria direção do vetor, no sentido posição estimada – posição observada ($R_{cor} = 101^\circ$).
7. A **velocidade da corrente** (vel_{cor}) é a distância entre as posições **estimada** e **observada** ($vel_{cor} = 1$ nó), pois o **intervalo de tempo** entre as **posições observadas** foi de 1 hora.
8. O **rumo no fundo** é dado pela direção do vetor que interliga as **posições observadas** de 0300 e 0400: $R_{fd} = 059^\circ$. A **velocidade no fundo** é obtida pela distância entre as duas **posições observadas**, já que o **intervalo de tempo** entre elas foi de 1 hora: $vel_{fd} = 9.7$ nós.
9. Pode-se afirmar, ainda, que, no intervalo 0300/0400 houve:
 - Um ABATIMENTO de 4° BE;
 - Um AVANÇO de 0,7 milha; e
 - Um CAIMENTO PARA BE de 0,7 milha.

No exemplo acima, o **intervalo de tempo** considerado foi de exatamente 1 hora (0300/0400). Se fosse maior, ou fracionário, a resolução seria a mesma, apenas acrescida do cuidado de dividir a **distância** entre as posições pelo **intervalo de tempo**, para obter a **velocidade** ($v = e/t$).

b. Determinação do rumo no fundo (R_{fd}) e da velocidade no fundo (vel_{fd}), conhecendo-se o rumo e a velocidade na superfície e os elementos da corrente.

Exemplo (Figura 5.11)

Às 1300 na **posição observada** Lat. 23° 04.0'S Long. 043° 01.0'W, o navio assume o **rumo verdadeiro** $R_N = 315^\circ$, **velocidade** $vel_N = 8$ nós. Sabe-se que existe na área uma **corrente** cujos elementos são: $R_{cor} = 270^\circ$, $vel_{cor} = 1.0$ nó. Determinar o **rumo no fundo** (R_{fd}) e a **velocidade no fundo** (vel_{fd}) em que se estima que o navio vai se deslocar.

Solução:

1. Plota-se a posição de 1300 e traça-se o **rumo verdadeiro** $R_N = 315^\circ$. Sobre o rumo traçado, marca-se a **velocidade na superfície** ($vel_N = 8$ nós).
2. Da extremidade deste vetor, traça-se o vetor corrente ($R_{cor} = 270^\circ$, $vel_{cor} = 1$ nó).
3. Unindo-se a posição de 1300 ao ponto assim obtido, determinam-se o $R_{fd} = 270^\circ$, $vel_{fd} = 8,7$ nós.

As informações sobre a corrente poderão ter sido determinadas pelo próprio navio, no período imediatamente anterior, ou, então, serem oriundas de cartas piloto ou outros documentos Náuticos

A necessidade de previsão do R_{fd} e Vel_{fd} é bastante encontrada na prática, pois é rotineiro os navios informarem com antecedência o seu **ETA** (“estimated time of arrival” ou hora estimada de chegada), baseado no qual as autoridades do porto de destino tomarão uma série de providências, como práctico, rebocadores para as manobras de atracação, cais, etc. Poucas situações são mais constrangedoras a um navegante do que estar a várias milhas do porto de destino na hora em que estabeleceu o seu **ETA**, sabendo que diversas providências já foram tomadas, confiando na precisão de seus cálculos.

c. Determinação do rumo e velocidade na superfície, conhecendo-se os elementos da corrente e o rumo e a velocidade no fundo desejados.

Exemplo (Figura 5.11):

A **posição observada** do navio às 1500 é Lat. $23^\circ 05.0'S$ Long. $043^\circ 02.0'W$. O navio deseja estar na posição Lat. $22^\circ 59.0'S$ Long. $043^\circ 10.0'W$, onde receberá o práctico, **exatamente** às 1600. Sabendo-se que existe na área uma **corrente** cujos elementos são $R_{cor} = 270^\circ$, $vel_{cor} = 1,0$ nó, determinar o **rumo verdadeiro** (R_N) e a **velocidade** (vel_N) que o navio deve assumir.

Solução:

1. Plotam-se na Carta Náutica a **posição observada** de 1500 e a posição que se deseja alcançar às 1600. Determina-se, graficamente, que, para chegar ao ponto desejado às 1600, o **rumo no fundo** e a **velocidade no fundo** devem ser, respectivamente, $R_{fd} = 270^\circ$, $vel_{fd} = 9.6$ nós.
2. Aplica-se, ao ponto inicial, o **vetor corrente**, no **sentido** $R_{cor} = 270^\circ$ e com grandeza igual a 1.0 milha (pois a $vel_{cor} = 1.0$ nó e o **intervalo de tempo** é de 1 hora), e arma-se o **triângulo da estima** (ou **triângulo de corrente**).
3. Lê-se, então, na Carta o **vetor superfície**, que interliga a extremidade do **vetor corrente** com o **ponto desejado**, obtendo-se $R_N = 314^\circ$, $vel_N = 8.8$ nós.

d. Determinação do rumo na superfície e da velocidade no fundo, conhecidas as características da corrente, a velocidade na superfície e o rumo no fundo desejado.

Esta situação ilustra o caso em que apenas um dos vetores tem os seus dois elementos conhecidos, enquanto que, dos dois vetores, conhecemos apenas um dos elementos da cada.

Exemplo (Figura 5.11):

Às 1000 a **posição observada** do navio (ponto A) é Lat. 23° 05.0'S Long. 043° 18.0'W. A **velocidade do navio** é $vel_N = 6$ nós e não pode ser alterada, em virtude de uma avaria de máquinas. O navio deseja alcançar o ponto B, mostrado na Figura 5.11, situado no alinhamento Farol RASA – Farol LAJE. Sabendo-se que existe na área uma **corrente** cujos elementos são $R_{cor} = 270^\circ$, $vel_{cor} = 1.0$ nó, determinar:

- O **rumo verdadeiro** (R_N) em que o navio deve governar;
- Qual a **velocidade no fundo** (vel_{fd}) com que o navio se deslocará; e
- O ETA (“estimated time of arrival”) no ponto B.

Solução:

1. Unindo a **posição observada** de 1000 (ponto A) ao ponto B, obtém-se o **rumo no fundo** desejado: $R_{fd} = 072^\circ$.
2. Ainda na **posição observada** de 1000, trata-se o **vetor corrente** ($R_{cor} = 100^\circ$, $vel_{cor} = 1,5$ nós). Da extremidade do **vetor corrente**, aplica-se a **grandeza do vetor superfície**, isto é, $vel_N = 6$ nós e, com esta abertura no compasso, cortamos o R_{fd}' obtendo, assim, o último vértice do **triângulo de corrente**.
3. O R_N e vel_{fd} são lidos diretamente na carta, obtendo-se:
 $R_N = 065^\circ$; $vel_{fd} = 7.3$ nós.
 O R_N será a ordem a ser dada ao Timoneiro e a vel_{fd} permitirá a previsão do ETA no ponto B.
4. Para isto, mede-se na Carta Náutica a distância AB = 9 milhas. Tendo-se $vel_{fd} = 7,3$ nós, determina-se a **duração do trajeto** entre A e B: 74 minutos = 01 hora e 14 minutos.
5. Portanto, o ETA no ponto B será às 1114.

e. Determinação da posição estimada corrigida.

Conhecida a corrente da região em que se navega, torna-se simples determinar a **posição estimada corrigida** a partir de qualquer **posição estimada**.

Para isso, bastará aplicar à **posição estimada** o **vetor corrente** referente ao período em que a estima foi traçada.

Exemplo (Figura 5.11):

A **posição observada** do navio às 0800 é Lat. 22° 57.0'S Long. 043° 08.75'W (sobre o alinhamento Farol RASA-Farol LAJE). O navio governa no **rumo verdadeiro** $R_N = 120^\circ$, $vel_N = 7$ nós. A **corrente** na área apresenta os seguintes **elementos**: $R_{cor} = 030^\circ$, $vel_{cor} = 1.0$ nó. Plotar a **posição estimada corrigida** de 0900 e determinar suas coordenadas.

Solução:

1. Plota-se na Carta Náutica a **posição observada** de 0800. Traça-se, então, a **linha de rumo** 120° e, sobre ela, marca-se a **distância** de 7 milhas, determinando-se a **posição estimada** de 0900.
2. Aplica-se a essa posição o **vetor corrente**, no **sentido** $R_{cor} = 030^\circ$ e com **grandeza** igual a **velocidade de corrente** ($vel_{cor} = 1$ nó). Na extremidade deste vetor estará a **posição estimada corrigida** de 0900.

3. Suas coordenadas são:

Lat. 22° 59.6'S Long. 043° 01.6'W.

Se o navio estiver executando manobras sucessivas, torna-se conveniente plotar as **posições estimadas** dos pontos onde houver mudanças de **rumo** e/ou **velocidade**, conforme última **posição estimada** o **efeito da corrente** durante todo o período de manobras, obtendo a **posição estimada corrigida final**.

5.9 PRECISÃO E CONSISTÊNCIA DA POSIÇÃO ESTIMADA

Na prática, a determinação do **ponto estimado** é extremamente simples mas, para que possa satisfazer às exigências de uma boa navegação, deve ter sido precedida de escrupulosas determinações dos erros instrumentais dos equipamentos em que se fundamenta.

Por outro lado, o **ponto estimado corrigido**, a bordo, exige um perfeito conhecimento do navio e um acompanhamento constante das condições em que se processa a sua navegação.

Em vista do exposto, é necessário que o navegante nunca esqueça que o pontos estimados **representam apenas uma posição em que o navio tem maiores probabilidades** de se encontrar; em situações perigosas pode-se (e, às vezes, deve-se) substituir o ponto por uma **zona de probabilidade** (circunferência traçada em torno do **ponto estimado**, com maior ou menor raio, dependendo das circunstâncias).

O raio desta circunferência é denominado **consistência do ponto estimado**, sendo função dos **erros prováveis** no **rumo** e na **distância percorrida** (além do efeito da “corrente”, anteriormente estudado).

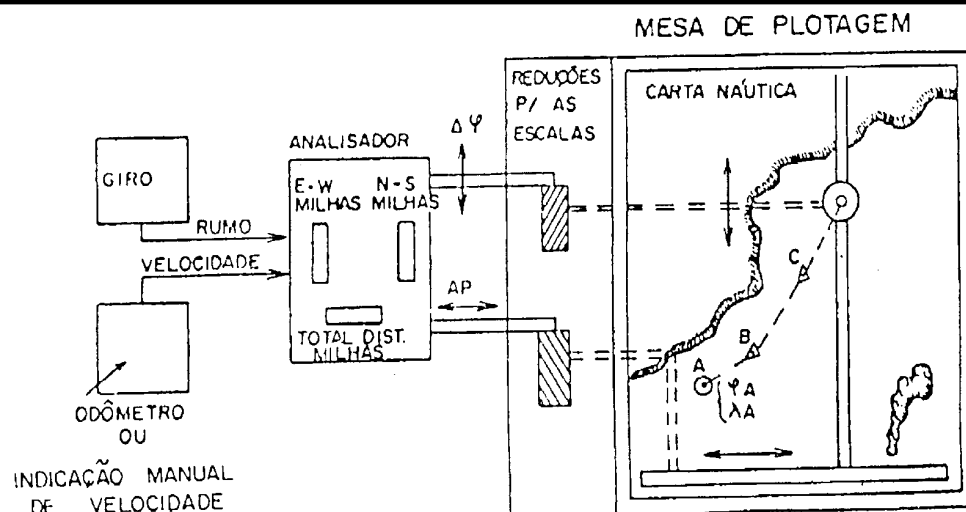
Assim, admite-se, empiricamente, que, mesmo com todos os cuidados citados, a **posição estimada** tem uma **consistência** de 0,1 (10%) da distância percorrida desde a última **posição observada**.

5.10 O EQUIPAMENTO DE DERROTA ESTIMADA (EDE)

a. Conceito

O Equipamento de Derrota Estimada (EDE) é um computador eletro-mecânico que, a partir de uma posição inicial conhecida, indica continuamente a **posição estimada** do navio, em Latitude e Longitude, e executa um traçado da **derrota estimada** (Figura 5.12). O equipamento, recebendo informações elétricas de Rumo da Agulha Giroscópica e informações de velocidade do Odômetro (ou indicação manual de velocidade), resolve mecanicamente o problema da estima, fornecendo a posição do navio, por meio das indicações dos valores de Latitude e Longitude e por meio de um traçador, que plota diretamente numa carta ou folha de plotagem a sua navegação estimada.

Figura 5.12 – Equipamento de Derrota Estimada



$$\varphi_B = f(\varphi_A, \text{Distância}_{AB}, \text{Rumo}_{AB})$$

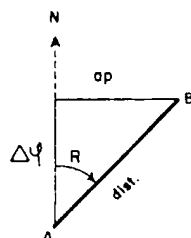
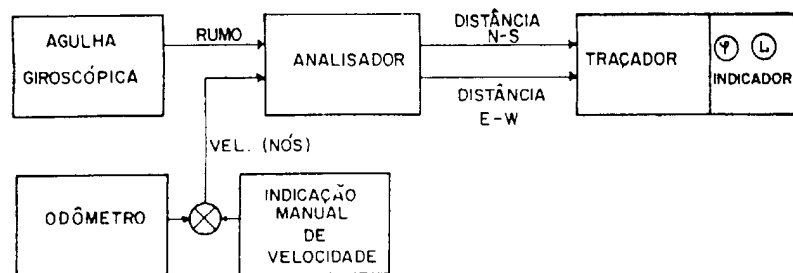
$$\lambda_B = f(\lambda_A, \text{Distância}_{AB}, \text{Rumo}_{AB}, \varphi_B)$$

O EDE, partindo de uma posição observada, calcula, com informações da giro e do odômetro (ou indicação manual de velocidade), uma posição estimada, pois não leva em consideração a existência da "corrente".

O EDE, seja em sua forma tradicional (sistema eletro-mecânico) ou em versões eletrônicas modernas, é um equipamento padrão nos navios de guerra, especialmente em unidades da Esquadra, por sua importância na guerra naval.

b. Partes Principais

Figura 5.13 – Diagrama em Bloco do EDE



$$\begin{cases} \Delta \varphi = \text{dist.} \cos R = \text{DISTÂNCIA N-S (em milhas náuticas)} \\ \Delta p = \text{dist.} \sin R = \text{DISTÂNCIA E-W (em milhas náuticas)} \end{cases}$$

- ESTAS DUAS DISTÂNCIAS CONTROLAM O MOVIMENTO DO LÁPIS (OU PONTO LUMINOSO).

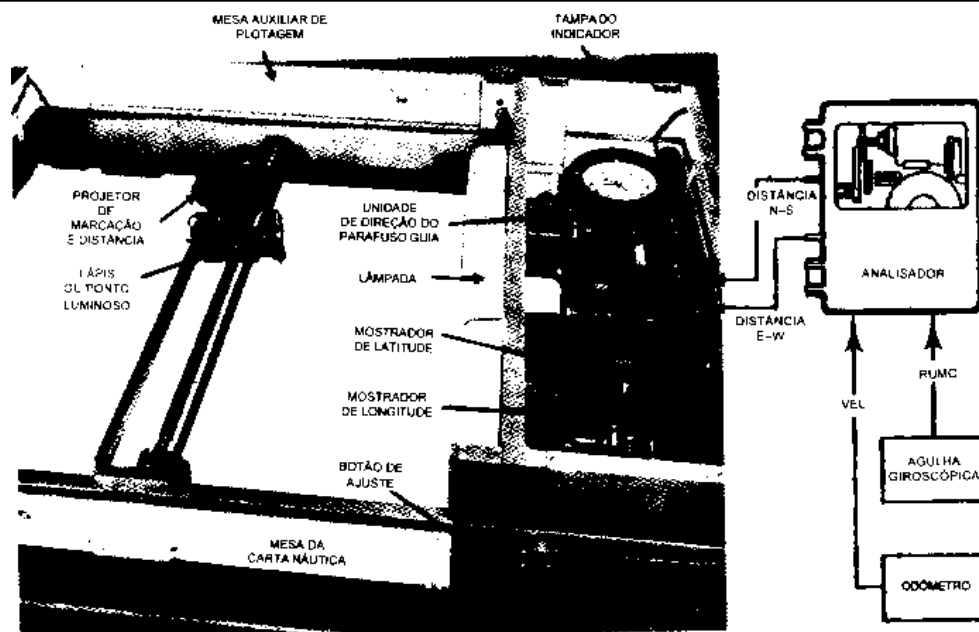
- NO INDICADOR É, ENTÃO, AUTOMATICAMENTE CALCULADO:

$$\begin{cases} \varphi_B = \varphi_A + \Delta \varphi \\ \Delta \lambda = \Delta p \cdot \sec \varphi_m \\ \lambda_B = \lambda_A + \Delta \lambda \end{cases}$$

O EDE consiste, em essência, de um DECOMPOSITOR DE VETORES (DV), ou ANALISADOR (DRA – “Dead Reckoning Analyzer”) e de um TRAÇADOR DE DERROTAS (DRT – “Dead Reckoning Tracer”), mostrados nas Figuras 5.13 e 5.14.

O ANALISADOR recebe informações diretas de RUMO da Agulha Giroscópica e informações de VELOCIDADE do Odômetro (ou através de entrada manual – ‘dummy log’). A **velocidade** é integrada com o **intervalo de tempo**, resultando em **distância percorrida**.

Figura 5.14 – Equipamento de Derrota Estimada – componentes principais



As informações de Rumo e Distância são, então, transformadas no ANALISADOR em sinais elétricos proporcionais aos seus componentes nas direções NORTE-SUL (N-S) e LESTE-OESTE (E-W). As relações matemáticas utilizadas nesta transformação são as mesmas que resolvem o problema da NAVEGAÇÃO LOXODRÔMICA, ou seja (ver Figura 5.13):

$$\text{DISTÂNCIA N - S} = \Delta\phi \text{ dist. } \cos R$$

$$\text{DISTÂNCIA E - W} = ap = \text{dist. } \sin R$$

$$\Delta\lambda = ap. \sec \phi_m$$

O ANALISADOR proporciona 3 leituras:

- MILHAS NAVEGADAS NA DIREÇÃO N-S;
- MILHAS NAVEGADAS NA DIREÇÃO E-W; e
- TOTAL DE MILHAS NAVEGADAS.

Alguns ANALISADORES apresentam, ainda, leituras de Latitude e Longitude. São os chamados ANALISADORES-INDICADORES (DRAI – “Dead Reckoning Analyzer – Indicator”).

O TRAÇADOR recebe as informações do ANALISADOR e proporciona a plotagem geográfica do movimento do navio através da água. Indica, ainda, continuamente, os valores de Latitude e Longitude, em dois mostradores localizados ao lado da **mesa de plotagem** (ver Figura 5.14).

A **mesa de plotagem** recebe as informações de DIFERENÇA DE LATITUDE ($\Delta\phi$) e de APARTAMENTO (ap) e provê, por meios mecânicos, o registro gráfico do movimento do navio, através do deslocamento de um **ponto luminoso** (“bug”) ou de um **lápiz** numa carta ou folha de plotagem, efetuando, assim, o traçado da DERROTA ESTIMADA.

Os mostradores de Latitude e Longitude devem ser ajustados com os valores da **posição inicial conhecida**, no início da operação. A partir daí, o mostrador de Latitude recebe diretamente a informação de DISTÂNCIA N-S, pois, em qualquer ponto da superfície da Terra, um grau de Latitude corresponde aproximadamente a 60 milhas. O mesmo não se dá, porém, no tocante à Longitude, pois a Diferença de Longitude é função do Cosseno da Latitude. Isto obrigou à colocação de um mecanismo de velocidade variável, que permite transformar o APARTAMENTO (DISTÂNCIA E-W) em Diferença de Longitude, para o mostrador de Longitude.

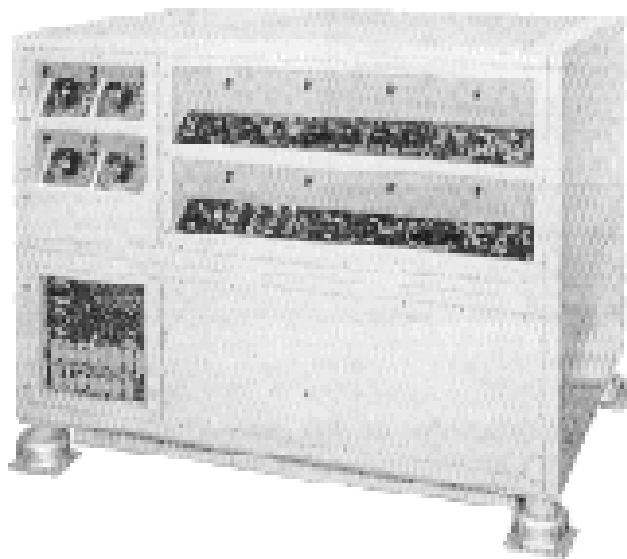


Figura 5.14 (a) – EDE Marca NC-2, Mod. 2

Alguns modelos mais modernos de EDE, como o Sistema NC-2 (“ASW PLOTTING SYSTEM MARK NC-2, MOD 2”), possibilitam o traçado da derrota estimada do navio simultaneamente com traçado das derrotas de 2 ou mais alvos, permitindo uma leitura constante da marcação e distância dos alvos. As informações dos alvos

são provenientes de entradas automáticas do RADAR e/ou SONAR (Figura 5.14(a)).

c. Escalas

O EDE permite o ajuste de diversas escalas, segundo as quais o ponto luminoso (ou lápis), que representa a posição do navio, se desloca. Em navegação, a escala ajustada no EDE deve ser igual à Carta Náutica que se utiliza na mesa de plotagem.

Existem **2** tipos de escala no EDEL: **emergência** e **“standard”**.

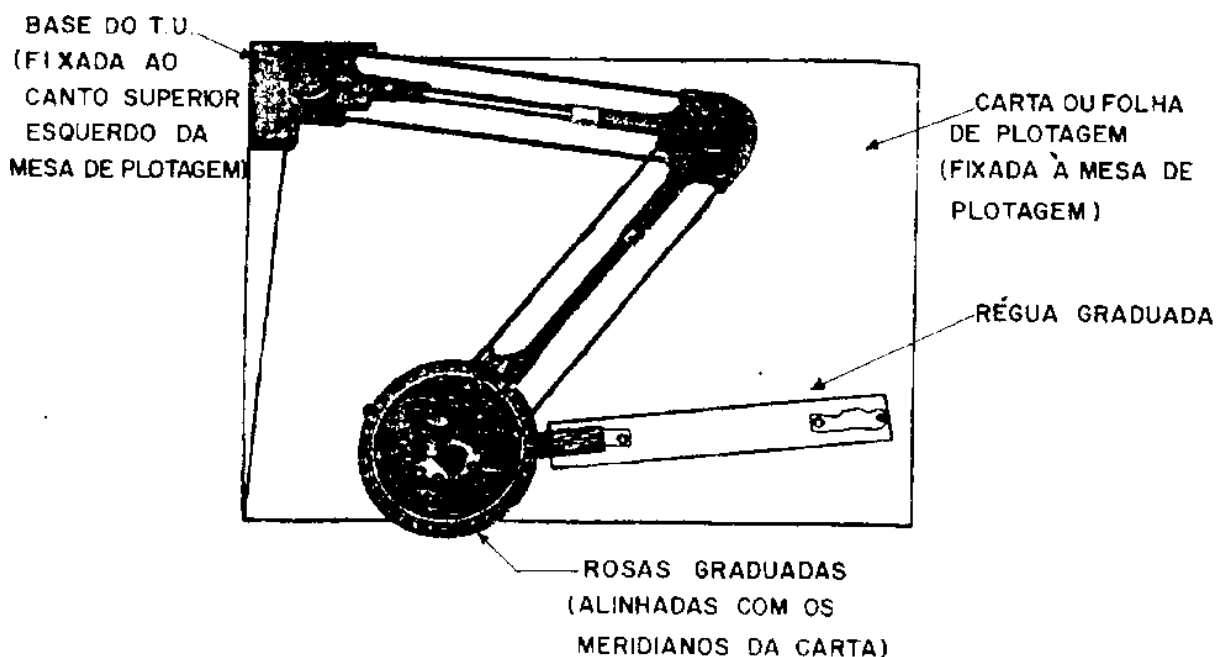
A escala de **emergência** é independente, sendo usada principalmente para a plotagem de **homem ao mar**. O seu valor é de 200 jardas por polegada (o que corresponde a uma escala de 1:7.200).

Na escala “standard” podem ser ajustados valores de 1/4 a 16 milhas por polegada (ou 1:18.000 a 1:1.152.000).

d. Acessórios à plotagem no EDE

Além dos compassos e réguas-paralelas, utiliza-se no EDE o TRANSFERIDOR UNIVERSAL (TU), mostrado na Figura 5.15.

O TRANSFERIDOR UNIVERSAL (“UNIVERSAL DRAFTING MACHINE”) é um instrumento de plotagem bastante conveniente. Sua régua pode ser fixada de modo a conservar a mesma direção, durante o seu movimento sobre toda a área de plotagem. Além disso, podem ser conectadas ao TU réguas de vários comprimentos e em escalas lineares diversas (régua de 200 jd/pol, etc.). Se a escala da carta ou folha de plotagem coincidir com a escala de uma das réguas disponíveis, as distâncias podem ser diretamente marcadas pelas escalas graduadas na réguas.

Figura 5.15 – Transferidor universal

O Transferidor Universal dispõe de uma rosa graduada de 000° a 360°, concêntrica com uma outra rosa, que tem apenas quatro índices, defasados de 90° entre si.

Para utilizar-se o Transferidor Universal (TU), a Carta (ou folha de plotagem) deve ser primeiro fixada à mesa de plotagem. A régua é, então, alinhada com um meridiano da Carta (ou um paralelo) e fixada em posição, pela borboleta interna. Folga-se, então, a borboleta externa e ajusta-se a rosa graduada de modo que as graduações 0° e 180° (ou 90° e 270°, se a régua foi alinhada com um paralelo) estejam alinhadas com um índice existente na rosa interna. Fixa-se, então, a borboleta externa (e nela não se mexe mais), mantendo a rosa em posição. Com esta ajustagem, qualquer posição subsequente da régua é indicada na rosa como **direção verdadeira**, sendo, então, possível obter ou plotar **Rumos e Marcações verdadeiras** através do TU, sem necessidade de referências às rosas da Carta.

É óbvio que o uso do instrumento desta maneira requer que os meridianos da carta sejam linhas retas e paralelas entre si, como numa Carta de Mercator. Numa Carta de Lambert ou Gnomônica, onde os meridianos convergem, o instrumento não pode ser utilizado.

Para que resultados precisos sejam obtidos, a base do instrumento deve ser rigidamente fixada na mesa de plotagem, usualmente no seu canto superior esquerdo. Isto deve ser verificado de tempos em tempos, pois a base pode ser afrouxada por vibração ou uso continuado. Os pivôs na base do instrumento também devem estar firmes, sem folga. As cintas metálicas sem-fim do mecanismo de movimento paralelo devem estar firmes, para preservar a rigidez do instrumento.

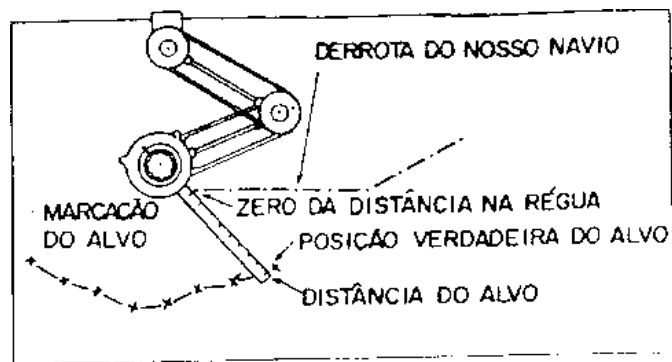
O instrumento deve ser verificado quanto ao seu paralelismo por meio dos meridianos e paralelos das extremidades opostas de uma Carta de Mercator.

e. Operação do EDE

Para operação do EDE em navegação, coloca-se uma Carta Náutica sob o suporte do lápis na mesa de plotagem e ajusta-se a escala para um valor igual à escala da carta. O lápis, então, traçará a **derrota estimada** do navio sobre a carta.

Para emprego do EDE em operações navais, utiliza-se normalmente uma folha de plotagem, em papel vegetal, onde é traçada a derrota do navio e são plotadas as marcações e distâncias dos alvos, utilizando os instrumentos de plotagem anteriormente mencionados, a partir dos pontos da derrota de onde as marcações e distâncias foram obtidas. Esta plotagem é denominada PLOTAGEM GEOGRÁFICA e está mostrada e descrita na Figura 5.16.

Figura 5.16 – Plotagem geográfica no EDE



- A PLOTAGEM GEOGRÁFICA MOSTRA O MOVIMENTO VERDADEIRO DE ALVOS DE SUPERFÍCIE OU SUBMARI- NOS.
- O TRANSFERIDOR UNIVERSAL É UTI- LIZADO PARA PLOTAR MARCAÇÕES E DISTÂNCIAS DOS ALVOS.
- O RUMO DO ALVO PODE SER MEDI- DO DIRETAMENTE DA PLOTAGEM E SUA VELOCIDADE PODE SER CALCU-

LADA PELO TEMPO DESPENDIDO EM PERCORRER UMA DISTÂNCIA MEDIDA NA PLOTAGEM.

- PARA NAVEGAÇÃO RADAR A CARTA DA ÁREA É FIXADA À MESA DE PLOTAGEM E O T.U. É UTILIZADO PARA PLOTAR MARCAÇÕES E DISTÂNCIAS PARA PONTOS DE APOIO À NAVEGAÇÃO, DE MANEIRA A DETERMINAR A POSIÇÃO VERDADEIRA DO NAVIO.

f. Emprego do EDE

O EDE faz **navegação estimada** com as mesmas limitações que o processo gráfico-geométrico na carta, isto é, não leva em consideração o efeito da **corrente, visto que os instrumentos em que se fundamenta só informam o movimento do navio sobre a água.**

A maior utilidade do EDE situa-se na guerra naval, especialmente na guerra anti-submarino (GAS), uma vez que o posicionamento relativo das forças antagônicas independe da corrente, por se encontrarem todas as unidades no mesmo referencial, que é a massa líquida do mar (admitida homogênea, em virtude das distâncias normalmente envolvidas).

Assim, basicamente o EDE será empregado para:

- Navegação estimada;
- Plotagem geográfica;
- Plotagem de GAS;
- Apoio de Fogo Naval;
- Homem ao mar (escala de 200 jd/pol);
- Busca e salvamento.

Atualmente, o EDE foi substituído por versões digitais, baseadas nos mesmos princípios, porém muito mais completas e eficazes, uma vez que podem não só receber e integrar informações de vários equipamentos, como também enviar respostas e manter uma completa apresentação da situação tática e um registro do desenvolvimento das ações.

6

DETERMINAÇÃO DA POSIÇÃO POR MARCAÇÕES SUCESSIVAS

6.1 CONCEITOS PRELIMINARES

No estudo das técnicas da navegação costeira foi abordada a determinação da posição por **linhas de posição** (LDP) simultâneas. Foi visto que, embora na maioria das vezes as LDP não sejam realmente simultâneas, procura-se tornar o intervalo de tempo entre elas o mínimo possível, de modo que, na prática, as linhas de posição possam ser consideradas simultâneas.

Entretanto, há ocasiões em que navega-se ao longo de uma costa onde só é possível identificar, de cada vez, um único **ponto notável** representado na Carta Náutica. Nessas situações, pode-se determinar a posição do navio (ou embarcação) utilizando-se duas **linhas de posição** obtidas em instantes diferentes.

Para isso, aplica-se a técnica de **determinação da posição por LDP sucessivas**, isto é, com um **intervalo de tempo** considerável entre elas. Neste caso, conhecendo o intervalo de tempo decorrido entre as duas linhas de posição, a **velocidade** do navio e o seu **rumo verdadeiro**, pode-se determinar a **distância percorrida** entre as observações, em uma **direção conhecida** (o rumo verdadeiro), e, então, **transportar** a primeira LDP para o instante da segunda, obtendo a **posição por LDP sucessivas**.

A determinação da posição por LDP sucessivas utiliza os conceitos da **navegação estimada**, estudada no Capítulo anterior. Neste Capítulo será estudada a técnica de determinação da posição por LDP sucessivas aplicada à **navegação costeira**. Entretanto, os conceitos formulados, especialmente os relativos ao **transporte de LDP**, aplicam-se a outros tipos de navegação, em particular à **navegação astronômica**, conforme será visto no Volume II.

6.2 TRANSPORTE DE UMA LINHA DE POSIÇÃO

Uma **linha de posição** resultante de uma observação feita em determinado instante t , pode ser traçada novamente em um instante t' , posterior a t . Para tanto, usa-se **transportar**, como se diz, a LDP do instante t para o instante t' .

Para o transporte de uma linha de posição, é necessário conhecer o rumo verdadeiro e a distância navegada no intervalo de tempo $(t' - t)$. Esta distância percorrida poderá ser obtida por meio do odômetro ou pelo produto da velocidade pelo tempo.

É importante salientar o significado real do transporte de uma LDP, ou seja: se no instante t um navio estava sobre uma LDP e, a partir deste instante, tiver navegado, durante um tempo Δt , uma certa distância d , sobre um rumo R , no instante $t' = (\Delta t + t)$ estará sobre a mesma LDP deslocada da mesma distância d , segundo o mesmo rumo R .

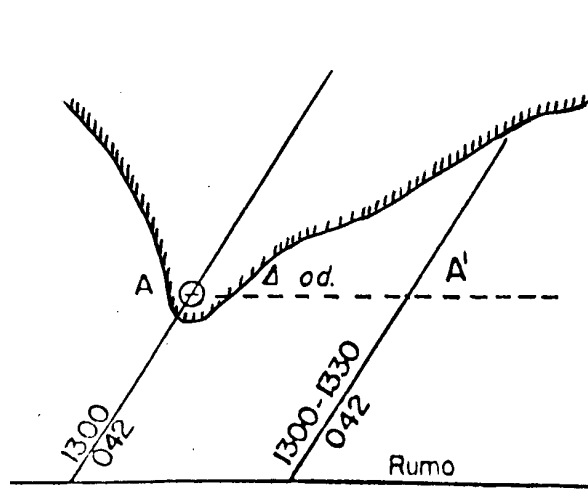
Identifica-se a linha de posição transportada repetindo-se a identificação da LDP original e anotando-se o instante t' , em seguida ao instante t . Como vimos, para o transporte de uma linha de posição é necessário conhecer o rumo e a distância navegados no intervalo de tempo $\Delta t = t' - t$ (Figura 6.1).

É preciso notar que, durante este intervalo de tempo $(\Delta t = t' - t)$, o navio (ou embarcação) pode ter o seu rumo e velocidade alterados por ação da corrente, vento, estado do mar (ação das vagas), erros do timoneiro, etc. Assim, o transporte de linhas de posição é um processo estimado, devendo ser evitado, na navegação costeira, transporte de LDP com diferenças de tempo superiores a 30 minutos.

Embora qualquer LDP possa ser transportada, o nosso estudo se limitará aos casos mais comuns das **retas de marcação** e de **alinhamentos**.

O transporte de uma **reta de marcação** está ilustrada na Figura 6.1.

Figura 6.1 – Transporte de LDP – Reta de Marcação



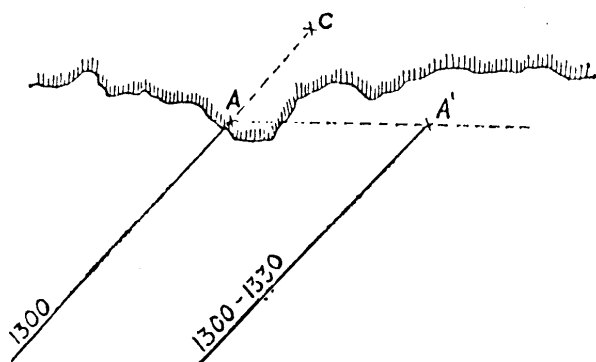
Às 1300, um navio no rumo = 090° , Odômetro = 0107,0 e vel = 10 nós, marcou o ponto notável “A” aos 042° ; às 1330, Odômetro = 0112,0, deseja transportar a reta de marcação resultante da observação anterior.

Traça-se na carta, como é mostrado na Figura 6.1, a reta de marcação da observação feita às 1300.

Traça-se, pelo ponto observado (ponto A) ou por qualquer ponto da reta de marcação traçada na carta, uma reta na

direção do $R = 090^\circ$. Sobre esta reta, marca-se a distância percorrida entre 1300 e 1330, que a diferença de leituras do odômetro indicou ser de 5 milhas. Do ponto obtido, traça-se uma reta paralela à marcação inicial. Obtém-se, assim, uma reta de posição às 1330, que nada mais é que a marcação de 1300 transportada para 1330.

Figura 6.2 – Transporte de LDP – Alinhamento



Se, em vez de marcar um ponto, o navio tivesse cruzado um alinhamento, o transporte da **reta de alinhamento** seria igual ao feito para a **reta de marcação**, conforme mostrado na Figura 6.2.

6.3 POSIÇÃO POR MARCAÇÕES SUCESSIVAS

6.3.1 INTRODUÇÃO

Na determinação da posição do navio (ou embarcação) por **marcações sucessivas**, as **linhas de posição** usadas ou são **retas de marcação transportadas** ou são **retas de marcação** resultantes de **marcações polares** que satisfazem condições especiais.

Nestes casos, três situações podem ocorrer:

- Dois marcações** de um **mesmo objeto**, tomadas com um **intervalo de tempo** entre elas.
- Dois marcações** de **objetos diferentes**, tomadas com um **intervalo de tempo** entre elas.
- Uma **série de marcações** de um mesmo objeto.

6.3.2 POSIÇÃO POR DUAS MARCAÇÕES DE UM MESMO OBJETO, TOMADAS COM UM INTERVALO DE TEMPO ENTRE ELAS

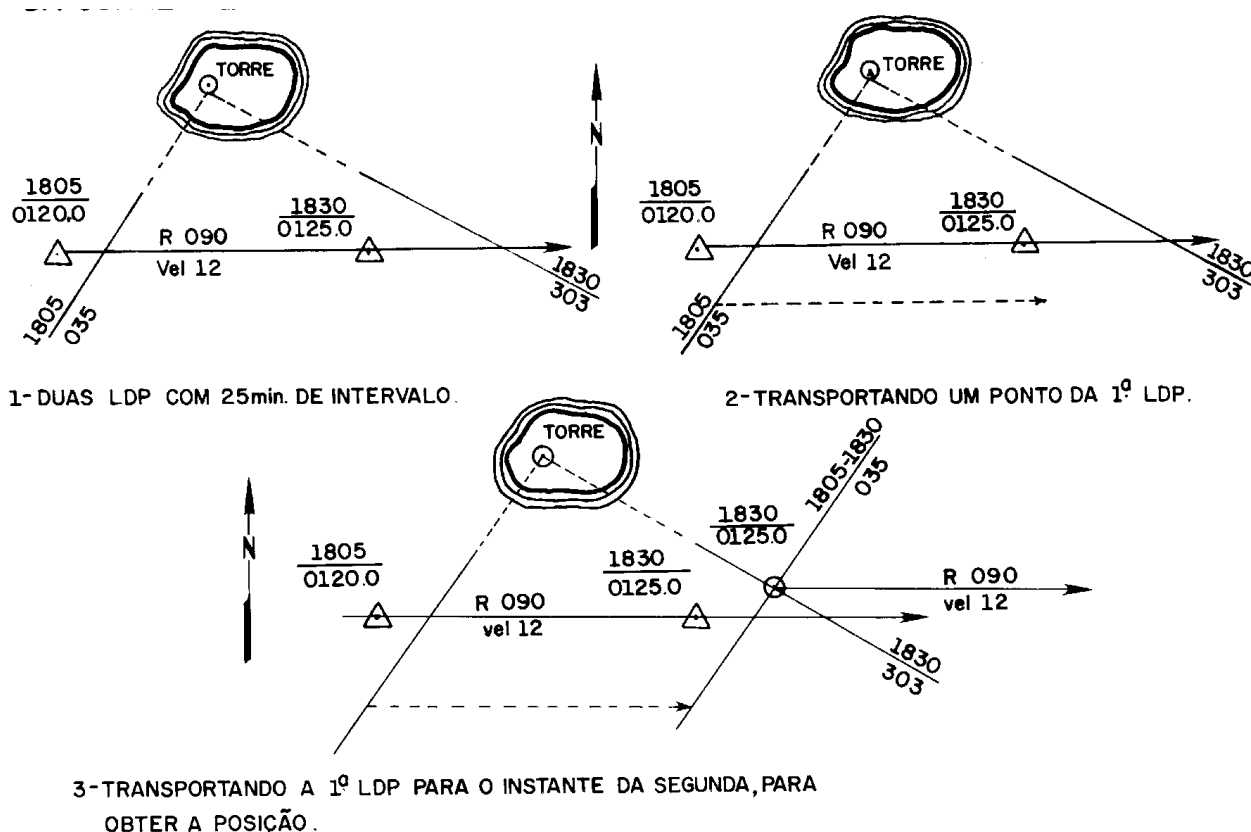
Se duas LDP são obtidas em tempos diferentes, a posição do navio (ou embarcação) no instante da segunda observação pode ser determinada, transportando-se a primeira linha de posição para o instante em que se obteve a segunda. O ponto de interseção da **Segunda LDP** com a **LDP transportada** é a **posição do navio** no **instante da Segunda observação**. O processo está detalhadamente explicado na Figura 6.3.

OBSERVAÇÕES:

- Quando se usa este método, normalmente não se leva em consideração o efeito da corrente sobre o movimento do navio (ou embarcação) no intervalo de tempo entre a primeira e a segunda marcação. Por isto, devem ser evitados intervalos de tempo superiores a **30 minutos** entre as marcações. Ademais, é necessário que o navegador tenha sempre em mente que a determinação da posição por marcações sucessivas constitui um processo aproximado, melhor que a **navegação estimada** pura, porém menos preciso que uma boa **determinação de posição por LDP simultâneas**.

Figura 6.3 – Posição por marcações sucessivas

DUAS MARCAÇÕES DE UM MESMO OBJETO, DESCONHECENDO-SE OS ELEMENTOS DA CORRENTE



- b. Assim, este método apresenta melhores resultados quando se conhece uma posição observada não muito distante do ponto em que se fez a primeira marcação e em uma área onde a corrente não seja muito significativa.

DUAS MARCAÇÕES DE UM MESMO OBJETO, COM MUDANÇA DE RUMO E VELOCIDADE NO INTERVALO

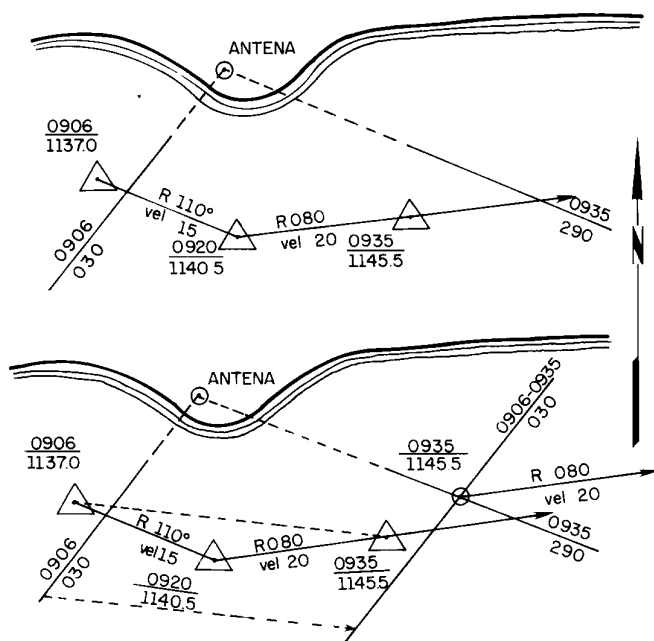
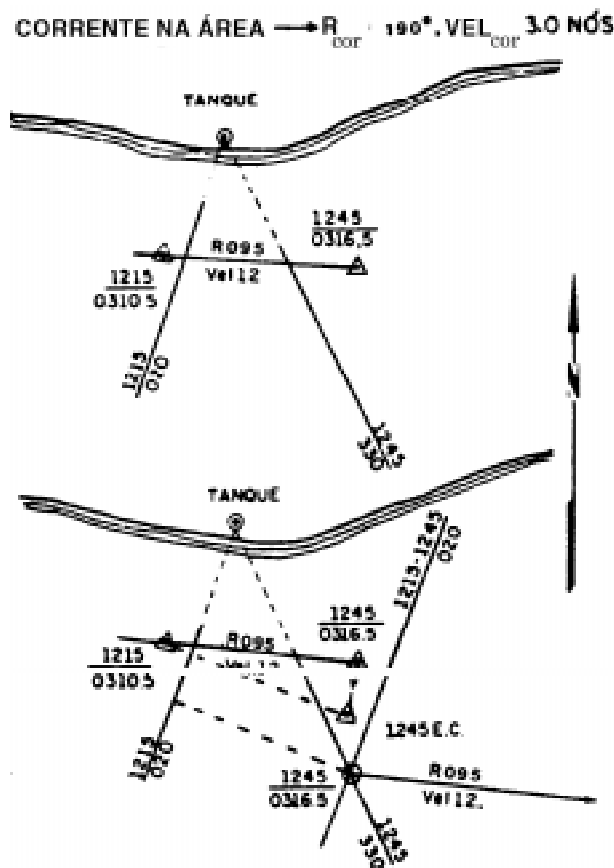


Figura 6.4 – Posição por marcações sucessivas com mudanças de rumo e velocidade

- c. Se houver mudança de **rumo**, de **velocidade** ou de **ambos** no intervalo de tempo entre as duas LDPs, o processo é o mesmo, bastando que se unam as **posições estimadas** do navio nos instantes correspondentes às duas LDP e se avance a primeira LDP numa direção paralela à linha obtida unindo-se as duas posições, como mostrado na Figura 6.4.

- d. Conhecendo-se os **elementos da corrente** na área, deve-se aplicá-los ao movimento do navio entre as duas LDP, a fim de aumentar a precisão da **posição por marcações sucessivas**. O processo de obtenção da posição por marcações sucessivas conhecendo-se os elementos da corrente está ilustrado na Figura 6.5, onde o navio governava no rumo 095°, velocidade 12 nós. A **corrente** era estimada em $R_{cor} = 190^\circ$, $vel_{cor} = 3.0$ nós.

Figura 6.5 - Posição por marcações sucessivas conhecendo-se os elementos da corrente



- Às 1215 horas (Odômetro 0310.5) um **tanque** notável (caixa-d'água), representado na carta, foi marcado aos $M_V = 020^\circ$.
- Às 1245 horas (Odômetro 0316.5) o mesmo **tanque** foi marcado aos $M_V = 330^\circ$.
- Determinar a posição às 1245, levando em conta a corrente estimada.

Solução:

Após plotar as duas LDP e as posições estimadas nos instantes correspondentes, aplica-se à posição estimada no instante da segunda observação o efeito da corrente no intervalo de tempo entre as duas observações (no caso em pauta, 30 minutos). Obtém-se, assim, a posição estimada corrigida no instante da segunda observação.

Une-se, então, a posição estimada no instante da primeira LDP à posição estimada corrigida correspondente à segunda LDP.

Em seguida, basta avançar a primeira LDP em uma direção paralela à linha obtida, de uma distância igual à distância que separa as duas posições, conforme mostrado na Figura 6.5.

O ponto em que a primeira LDP, transportada, cruza com a segunda LDP será a posição do navio às 1245.

6.3.3 POSIÇÃO POR DUAS MARCAÇÕES DE OBJETOS DIFERENTES, TOMADAS COM INTERVALO DE TEMPO ENTRE ELAS

Nem sempre é possível observar-se o mesmo ponto durante um intervalo de tempo tal que permita a utilização do método anteriormente explicado.

Se tivermos dois pontos notáveis representados na carta, mas que não possam ser observados simultaneamente, é possível determinar-se a **posição por marcações sucessivas**, mesmo tratando-se de objetos diferentes, tal como mostrado nas Figuras 6.6 e 6.7.

Figura 6.6 - Posição por marcações sucessivas de pontos diferentes

Na Figura 6.6, às 0900 horas um navio no **rumo verdadeiro** 195° , velocidade 10 nós, marcou o farol aos $M_v = 270^\circ$, pouco antes de ele se ocultar. Às 0930 horas, mantendo rumo e velocidade, marcou o monumento aos $M_v = 247^\circ$.

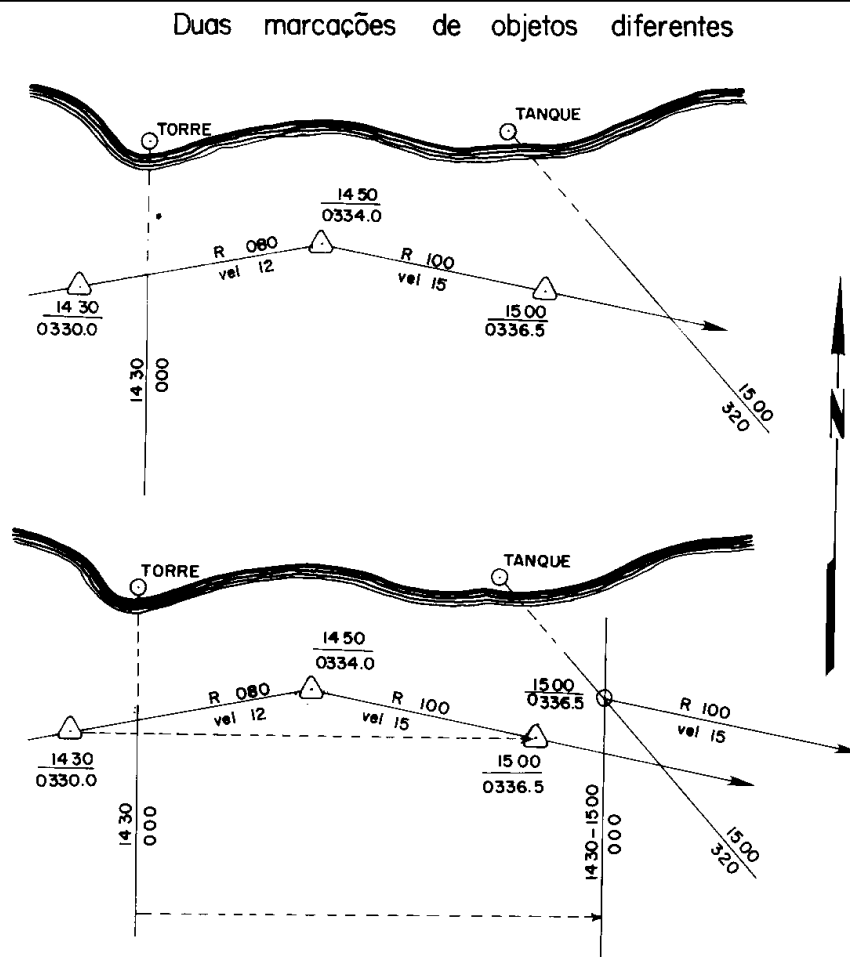
Determinar a posição do navio às 0930 horas.

Solução (acompanhar na Figura 6.6):

- Traçar a LDP de 0900 (para o farol) e a LDP de 0930 (para o monumento).
- Transportar a LDP de 0900 para 0930, avançando-a, no **rumo verdadeiro** 195° , de uma **distância** igual a $AB = 5$ milhas (distância navegada em 30 minutos, na velocidade de 10 nós).
- A posição de 0930 estará no cruzamento da **LDP de 0930** com a **LDP transportada**.

A figura 6.7 mostra a posição determinada por duas marcações sucessivas de objetos diferentes, havendo mudança de rumo e velocidade no intervalo de tempo entre as duas LDP.

Figura 6.7 - Posição por marcações sucessivas de objetos diferentes



6.3.4 POSIÇÃO POR SÉRIES ESPECIAIS DE MARCAÇÕES SUCESSIVAS DE UM MESMO OBJETO

Marcando-se um mesmo objeto com determinados valores pré-fixados de **marcações polares** sucessivas, é possível obter diversos elementos de distância, que nos permitirão determinar a posição do navio por **marcações e distância**.

Dois casos especiais se apresentam:

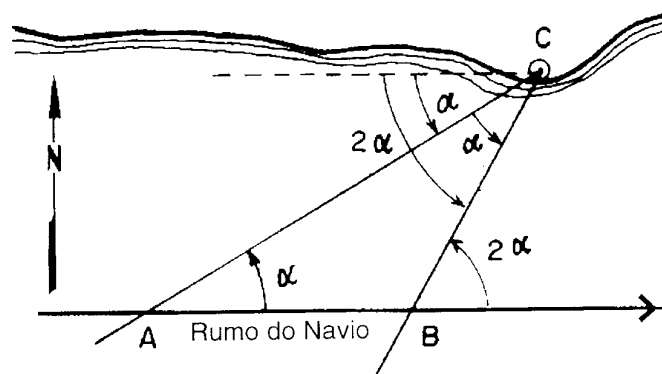
- Quando se têm duas **marcações polares** e o valor da Segunda marcação é o **dobro** do valor da primeira (**posição por marcações duplas**).
- Quando as marcações obedecem a valores pré-fixados.

a. Posição por marcações duplas (posição por duas marcações polares, sendo o valor da Segunda o dobro da primeira)

Neste caso, como se pode verificar na Figura 6.8, a distância do navio ao ponto observado, no instante da Segunda marcação, é igual à distância percorrida pelo navio no intervalo de tempo entre as marcações.

Figura 6.8 – Posição por série de marcações (marcações duplas)

POSIÇÃO POR DUAS MARCAÇÕES POLARES, SENDO O VALOR DA SEGUNDA O DOBRO DO DA PRIMEIRA



Seja a a primeira marcação polar e 2a a Segunda marcação polar, pode-se concluir que $AB = BC$, pois o triângulo ABC é isósceles. Assim, a distância do navio ao ponto observado no instante da Segunda marcação é igual à distância percorrida pelo navio no intervalo de tempo entre as marcações. Desta forma, pode-se determinar a posição do navio no instante da Segunda marcação, utilizando-se o valor da marcação e a distância ao ponto (igual à distância percorrida entre as marcações).

Desta forma, pode-se determinar a posição do navio no instante da Segunda marcação, utilizando-se o valor da marcação e a distância ao ponto marcado (igual à distância percorrida pelo navio, ou embarcação, no intervalo de tempo entre as marcações).

A distância entre as marcações é obtida pela diferença de odômetro ou pelo produto **velocidade x intervalo de tempo**.

As **marcações polares** mais usadas para este fim são:

22,5° e 45°;

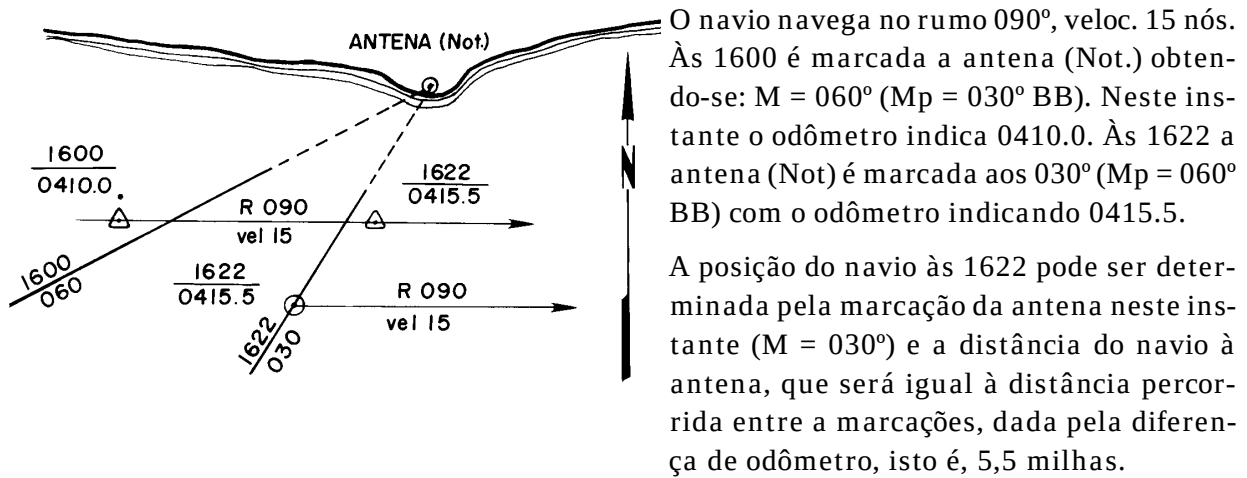
30° e 60°; e

45° e 90°.

As **marcações polares** 45° BE / 90° BE e 45° BB são muito usadas na prática, pois constituem um caso especial, em que a distância navegada entre as duas marcações é igual à **distância pelo través** (distância do objeto quando este estiver pelo nosso través). Assim, obtém-se a posição do navio quando o objeto marcado está pelo través, o que é conveniente.

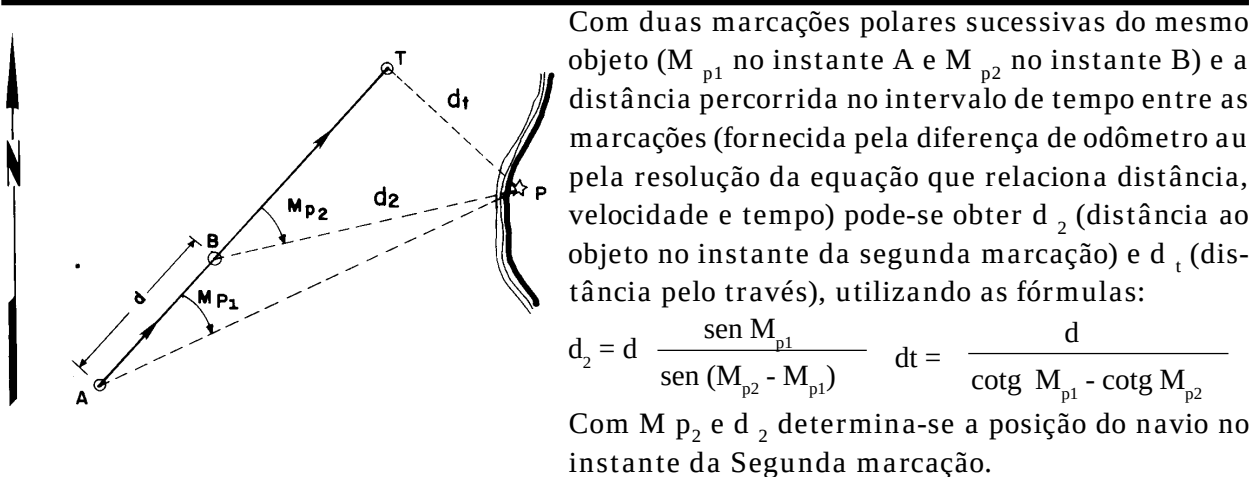
A Figura 6.9 apresenta um exemplo de posição por marcações duplas.

Figura 6.9 – Posição por duas Marcações Polares, sendo a segunda marcação o dobro da primeira



Ademais, pode-se determinar a posição por duas **marcações polares** sucessivas quaisquer e o caminho entre elas, conforme mostrado na Figura 6.10.

Figura 6.10 – Posição e distância por duas marcações e caminho percorrido



A TÁBUA X da publicação DN 6p-1 TÁBUAS PARA NAVEGAÇÃO ESTIMADA, aqui reproduzida, fornece, em função das **marcações polares**, dois coeficientes (c_1 e c_t) que multiplicados pela **distância percorrida** entre as marcações (d), proporcionam, respectivamente, a distância ao ponto marcado, por ocasião da Segunda marcação (d_2) e a **distância pelo través** (d_t), isto é, a distância ao ponto, quando este estiver pelo través.

Exemplo:

Um navio marcou um farol **P** na **marcação polar** 30° BE, navegou 4,0 milhas no mesmo rumo e marcou novamente o mesmo farol, na **marcação polar** 50° BE. Determinar a distância ao farol por ocasião da Segunda marcação (d_2) e a distância pelo través (d_t).

Solução:

Entrando na Tábua X com 30° e 50° , obtêm-se: $c_1 = 1,46$; $c_t = 1,12$; sabe-se que $d = 4,0$ milhas. Daí:

$$d_2 = c_1 \times d = 1,46 \times 4 = 5,84 \text{ milhas}$$

$$d_t = c_t \times d = 1,12 \times 4 = 4,48 \text{ milhas}$$

Figura 6.10 (a) – Distância por duas marcações e caminho percorrido

		2ª marcação polar [M _{p2}]																α								
		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105		110	115	120	125	130	135	140	145
20°	c ₁	1,97	1,32	1,02	0,87	0,68	0,60	0,53	0,48	0,45	0,42	0,39	0,38	0,36	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,36	0,36	0,39	0,42	0,45
25°	c ₁	0,98	0,76	0,64	0,57	0,52	0,49	0,46	0,44	0,42	0,40	0,39	0,38	0,36	0,35	0,34	0,35	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,25	0,24	0,22
	c ₁	2,43	1,63	1,24	1,00	0,85	0,77	0,68	0,60	0,60	0,55	0,52	0,49	0,47	0,45	0,44	0,44	0,43	0,42	0,42	0,43	0,44	0,45	0,47	0,49	0,52
30°	c ₁	1,40	1,05	0,87	0,77	0,69	0,64	0,60	0,56	0,56	0,53	0,51	0,49	0,47	0,45	0,45	0,41	0,40	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26
	c		2,86	1,93	1,46	1,18	1,00	0,87	0,78	0,71	0,65	0,61	0,59	0,55	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,43	0,41	0,39
35°	c ₁		1,85	1,37	1,12	0,97	0,87	0,79	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,55	0,53	0,52	0,50	0,48	0,45	0,43	0,41	0,39	0,37	0,34	0,32	0,29
	c ₁		3,20	2,22	1,68	1,36	1,15	1,00	0,89	0,81	0,75	0,70	0,66	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,49	0,46	0,43	0,40	0,37	0,34
40°	c		2,24																							
	c ₁		3,70	2,48	1,85	1,32	1,21	1,03	0,92	0,84	0,78	0,73	0,69	0,65	0,62	0,59	0,56	0,53	0,50	0,47	0,44	0,41	0,37	0,33	0,29	0,25
45°	c ₁																									
	c ₁																									
50°	c ₁																									
	c ₁																									
55°	c																									
	c ₁																									
60°	c																									
	c ₁																									
65°	c ₁																									
	c ₁																									
70°	c																									
	c ₁																									
75°	c																									
	c ₁																									
80°	c																									
	c ₁																									
85°	c																									
	c ₁																									
90°	c																									
	c ₁																									
95°	c																									
	c ₁																									
100°	c																									
	c ₁																									
105°	c																									
	c ₁																									
110°	c																									
	c ₁																									
115°	c																									
	c ₁																									

DISTÂNCIA AO PONTO MARCADO, POR OCASIÃO DA SEGUNDA MARCAÇÃO: $d_2 = c_1 \times d$ d = distância navegada entre as marcaçõesDISTÂNCIA PELO TRAVÉS (DISTÂNCIA AO PONTO, QUANDO ESTIVER NO TRAVÉS) $d_1 = c_1 \times d$

b. Série de marcações polares pré-fixadas. Série de Traub:

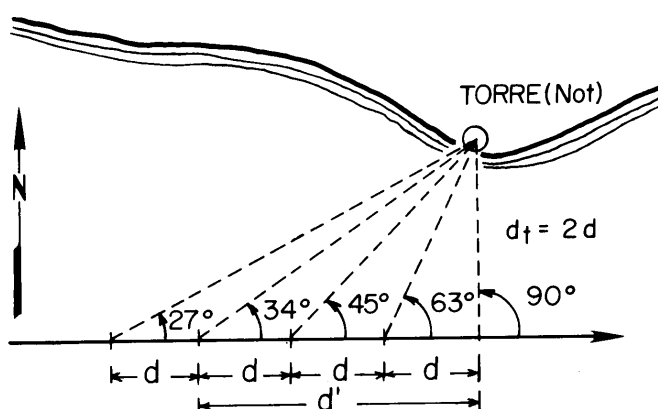
A série de TRAUB é constituída pela série de **marcações polares** 14°, 16°, 22°, 27°, 34°, 45°, 63° e 90° a um mesmo objeto, que apresentam as seguintes propriedades:

As distâncias navegadas entre duas marcações consecutivas são iguais.

A distância do objeto quando estiver pelo través é o dobro da distância navegada entre duas marcações consecutivas.

As Figuras 6.11 e 6.12 ilustram as propriedades da Série TRAUB.

Figura 6.11 – Série de Traub



Propriedades:

1. As distâncias navegadas entre as marcações polares consecutivas da série são iguais.
2. A distância pelo través (distância ao objeto quando estiver pelo través) é o dobro da distância navegada entre duas marcações consecutivas.

Fórmulas utilizadas:

1. Distância pelo través (d_t):

$$d_t = \frac{d}{\cotg M_{p1} - \cotg M_{p2}}$$

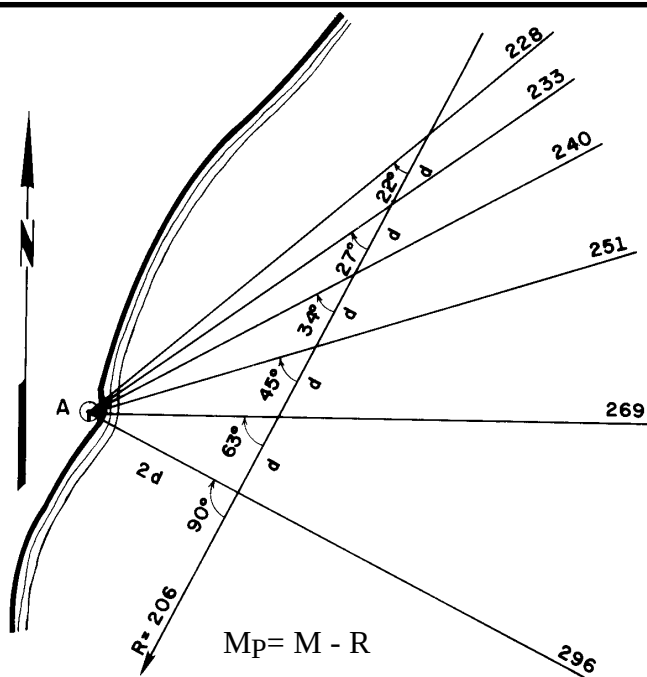
2. Distância da Segunda marcação (d_2):

$$d_2 = d \frac{\sen M_{p1}}{\sen (M_{p2} - M_{p1})}$$

3. Distância a navegar até o través (d'):

$$d' = \frac{d \sen M_{p1} \cos M_{p2}}{\sen (M_{p2} - M_{p1})}$$

Figura 6.12 – Série de Traub



Distâncias navegadas entre duas marcações consecutivas são iguais

Distância pelo través é o dobro da distância navegada entre duas marcações consecutivas da série: $d_t = 2d$

A Tábua IX publicação DN 6-1 – TÁBUAS PARA NAVEGAÇÃO ESTIMADA, reproduzida na Figura 6.13, fornece coeficientes que, multiplicados pela distância navegada entre um par de **marcações polares** consecutivas da **Série de TRAUB** (obtida da diferença de odômetro ou da solução da equação que relaciona distância, velocidade e tempo), fornece:

- Distância na 2ª marcação;
- Distância pelo través;
- Distância a navegar até o través.

Figura 6.13 – Distância por marcações sucessivas (Série de Traub)

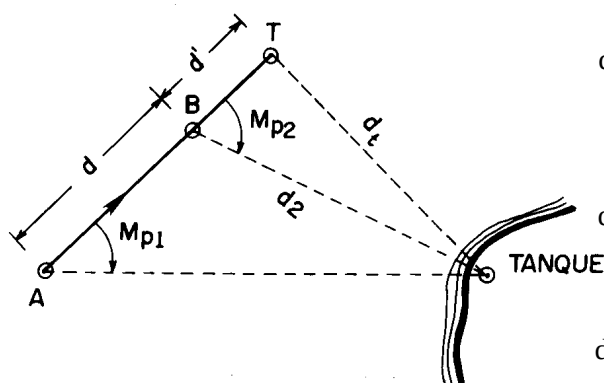
	MARCAÇÕES POLARES SUCESSIVAS									DISTÂNCIA
	14°	16°	18°	22°	27°	34°	45°	63°	90°	
c_1	-	7,3	6,4	5,3	4,4	3,6	2,8	2,2	2	ao ponto marcado, na ocasião da 2ª marcação
c'	-	7	6	5	4	3	2	1	0	a navegar, da segunda marcação ao través.
c_t	-	2	2	2	2	2	2	2	2	ao ponto marcado, quando pelo través.

MARCAÇÕES POLARES SUCESSIVAS

14° e 18°	16° e 22°	18° e 27°	22° e 34°	27° e 45°	34° e 63°	45° e 90°

Distância navegada entre cada par de marcações = distância ao objeto marcado, quando estiver pelo través.

As fórmulas que foram utilizadas são as seguintes:



$$d_t (\text{través}) = \frac{d}{\cotg M_{p1} - \cotg M_{p2}}$$

$$d_2 (\text{na 2ª marcação}) = \frac{d \sen M_{p1}}{\cotg M_{p1} - \cotg M_{p2}}$$

$$d' (\text{a navegar até o través}) = \frac{d \sen M_{p1} \cos M_{p2}}{\sen (M_{p2} - M_{p1})}$$

c. Série de TRAUB; Exercícios.

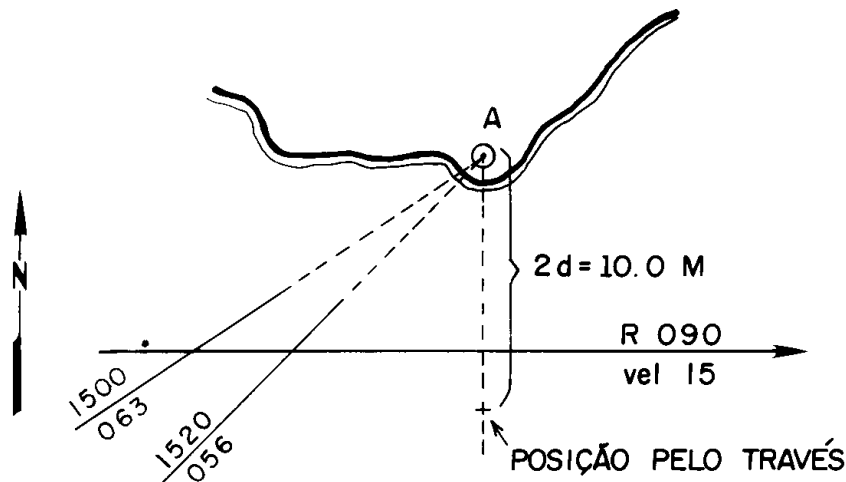
Exercício 1 (Figura 6.14):

O navio está no rumo 090°, velocidade 15 nós. Nas horas indicadas, são obtidas as seguintes marcações do farol ALFA:

HORA	FAROL ALFA	ODÔMETRO
1500	M 1 = 063°	0060.0'
1520	M 2 = 056°	0065.0'

determinar:

Figura 6.14 – Série de Traub – Exercício



Navio no rumo 090°, velocidade 15 nós. Nas horas indicadas são obtidas as seguintes marcações do Farol Alfa:

HORA	FAROL ALFA	ODÔMETRO
1500	MT - 063	0060.0
1520	M2 - 056	0065.0

Determinar:

1. A distância ao ponto marcado, por ocasião da Segunda marcação;

$$d_2 = c_2 \cdot d = 3.6 \times 5.0 = 18.0 \text{ M}$$

2. A distância a navegar, da Segunda marcação ao través:

$$d' = c' \cdot d = 3.0 \times 5.0 = 15.0 \text{ M}$$

3. A distância ao ponto marcado, quando este estiver pelo través:

$$d_t = c_t \cdot d = 2 \times 5.0 = 10.0 \text{ M}$$

4. A hora em que o ponto marcado estará pelo través:

$$d' = 15.0 \text{ M, vel.} = 15 \text{ nós} \rightarrow T = 1 \text{ hora. Então: } H = 1620 \text{ horas}$$

Solução:

Calculam-se as marcações polares correspondentes às marcações verdadeiras, utilizando-se a fórmula:

$$M_p = M - R$$

$$M_{p1} = M_1 - R = 063 - 090 = 27^\circ \text{ BB}$$

$$M_{p2} = M_2 - R = 056 - 090 = 34^\circ \text{ BB}$$

É uma **Série de TRAUB**. Obtêm-se, pela tábua IX (Figura 6.13) os coeficientes, para a $M_{p2} = 34^\circ$:

$$c_1 = 3.6$$

$$c' = 3$$

$$c_t = 2$$

Calcula-se, pela diferença de odômetro, a distância percorrida pelo navio no intervalo entre as marcações: $d = 5.0 \text{ M}$

Então:

1. $d_2 = 3.6 \times 5.0 = 18.0 \text{ M}$
2. $d' = 3.0 \times 5.0 = 15.0 \text{ M}$
3. $d_t = 2 \times 5.0 = 10.0 \text{ M}$
4. $d' = 15.0 \text{ milhas}$; $v = 15 \text{ nós}$. Portanto: $t = 1 \text{ hora}$

Então, o ponto estará pelo través às 1620.

Exercício 2:

O **rumo** do navio é 128° e sua **velocidade** é 15.5 nós . São obtidas as seguintes marcações de um tanque notável representado na Carta Náutica da área, nas horas indicadas:

HORA	MARCAÇÃO	MARCAÇÃO POLAR
1008	150°	22° BE
1017	155°	27° BE
1026	162°	34° BE
1035	173°	45° BE

Determinar:

1. A **distância pelo través**
2. A distância a ser navegada desde o instante da última marcação até o instante em que o tanque estiver pelo través.
3. O instante em que o tanque estará pelo través
4. A distância ao tanque do ponto em que foi determinada a última marcação.

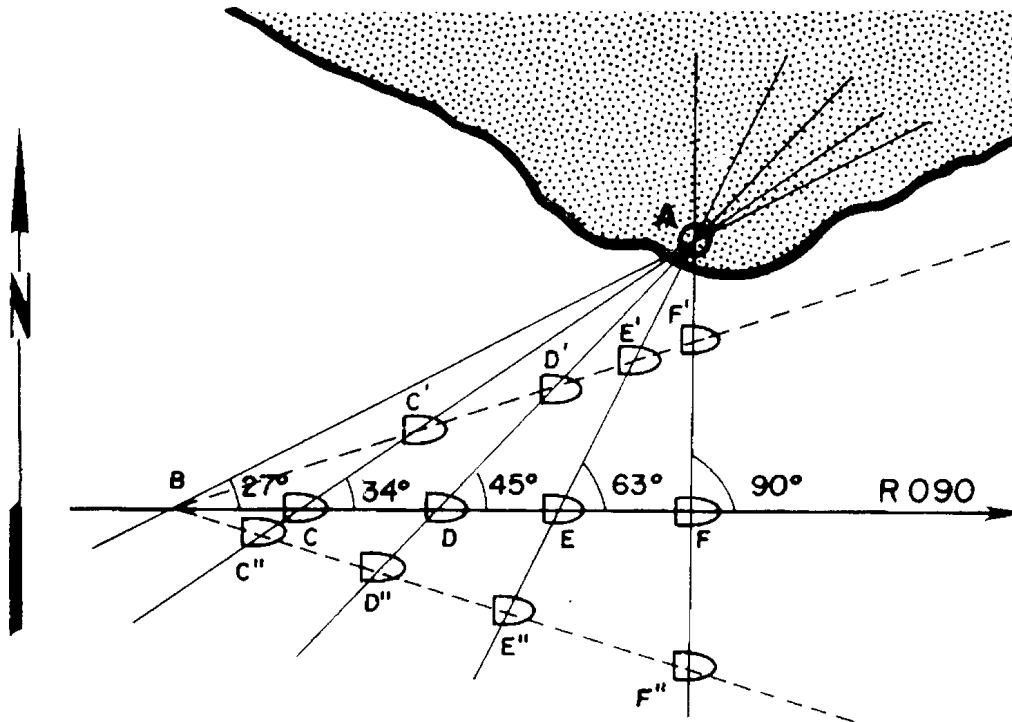
Solução:

$$\Delta t = 9 \text{ min}; \text{vel} = 15.5 \text{ nós} \longrightarrow d = 2.33 \text{ M}$$

1. $d_t = 2d = 2 \times 2.33 = 4.66 \text{ M} \longrightarrow 4.7 \text{ M}$
2. $d' = \text{coeficiente } c' \times d = 2 \times 2.33 = 4.66 \longrightarrow 4.7 \text{ M}$
3. $10:35 = 18 \text{ min} = 10:53$
5. $d_2 = \text{coeficiente } c_1 \times d = 2.8 \times 2.33 = 6.5 \text{ M}$

Observação final: A Série de TRAUB é pouco usada em veleiros ou outras pequenas embarcações, devido à falta de precisão na leitura de suas agulhas (bússolas). Mesmo se usarmos alidades manuais ou taxímetros, haverá, em embarcações menores, necessidade de boa prática para conseguir observar um objeto nos valores determinados na Série. O uso da Série de TRAUB havendo corrente está ilustrado na Figura 6.15, com as explicações pertinentes.

Figura 6.15 – Uso da série de Traub havendo corrente



Havendo corrente, a série de Traub não pode ser utilizada para determinação de distância e posições. Poderá, ser usada pelo navegante para obter indicações sobre a corrente existente na área, aplicando as seguintes propriedades:

- se os intervalos de tempo entre duas marcações consecutivas são decrescentes, há uma corrente empurrando o navio para a costa.
- Se os intervalos de tempo entre duas marcações consecutivas aumentam, há uma corrente empurrando o navio para o largo.

7

EMPREGO DE LINHAS DE POSIÇÃO DE SEGURANÇA

7.1 CONCEITO DE NAVEGAÇÃO DE SEGURANÇA

O emprego de linhas de posição (LDP) como **limite de segurança** é comum em **navegação** costeira e, principalmente, em **navegação em águas restritas**, permitindo passar safo de perigos mesmo sem se Ter a posição perfeitamente determinada.

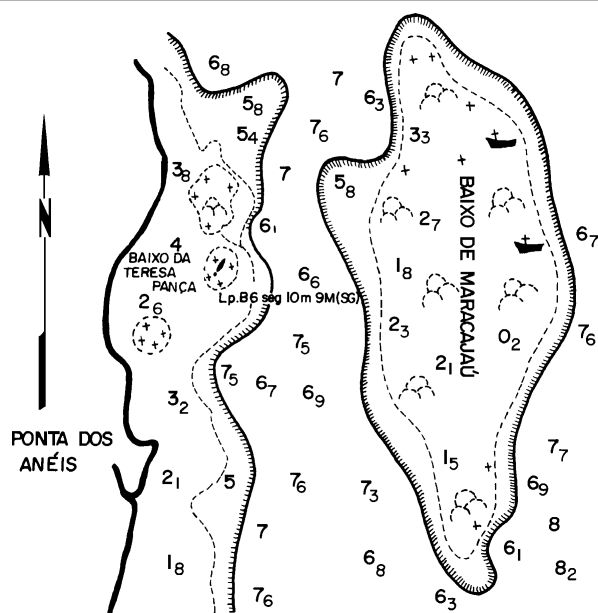
Conforme visto, uma só LDP não define a posição do navio, porém poderá dar ao navegante indicações bastante úteis para a **segurança da navegação**.

O melhor modo de visualizar se o navio está ou não se aproximando de perigos à navegação é assinalar nas Cartas Náuticas da região os contornos das áreas perigosas para o navio. Esta providência recebe o nome de **“iluminar” a carta** e consiste em marcar a lápis, de forma cuidadosa para não danificar a Carta Náutica, os limites das áreas perigosas, que variam de navio para navio, dependendo, principalmente, do seu calado, comprimento, boca e características de manobra. Como é fácil de imaginar, uma área perigosa à navegação para um Navio-Aeródromo poderá não o ser poderá não ser para um Navio-Patrolha, de dimensões e calado muito menores e de manobrabilidade muito mais fácil.

Quando se ilumina uma Carta, traçando-se os contornos das áreas perigosas, dois são os critérios que podem ser adotados: o critério das profundidades e o critério da distância ao perigo mais próximo.

Utilizando-se o **critério das profundidades**, traçar-se-á a linha de perigo em torno da área perigosa com base numa profundidade igual ao calado do navio mais 2 metros (ou mais 15% do calado do navio, quando esta percentagem for maior que 2 metros). **Esta é a lazeira mínima de água que desejamos ter abaixo da quilha quando navegando no local.**

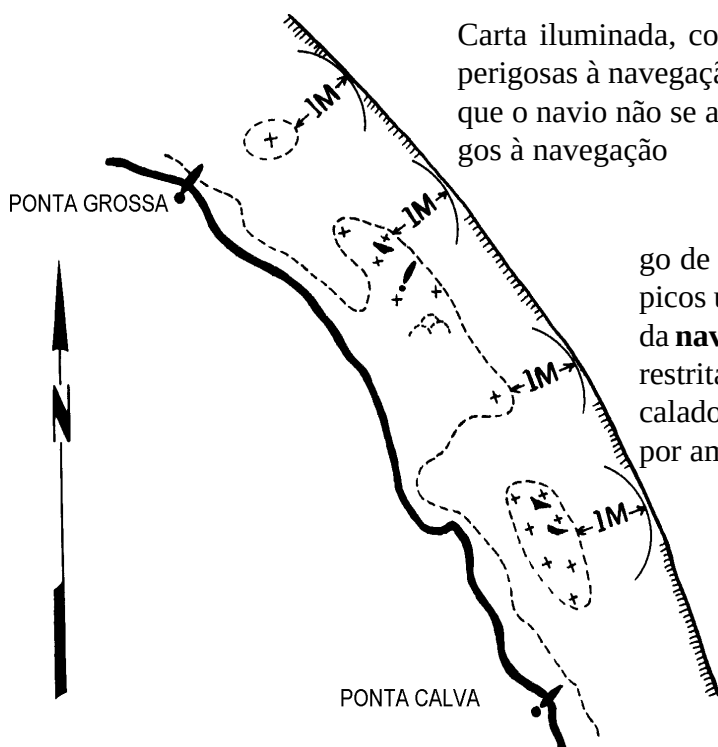
Figura 7.1



Na Figura 7.1 tem-se uma carta iluminada com linhas de contorno de perigos correspondentes à isobatimétrica de 6 metros envolvendo as áreas perigosas à navegação. Foram traçadas, portanto, para um navio com 4 metros de calado.

As **Linhas de Perigo** também podem ser traçadas com base no critério da **distância ao perigo mais próximo**. Neste caso, **será estipulada pelo Comandante a menor distância que se deseja passar dos perigos à navegação existentes na área** e, então, a linha de perigo será traçada unindo-se pontos situados à distância estabelecida dos perigos da área, como mostra a Figura 7.2.

Figura 7.2



Carta iluminada, com linha de perigo demarcando as áreas perigosas à navegação. A linha de perigo foi traçada de modo que o navio não se aproxime a menos de uma milha dos perigos à navegação

O traçado das áreas perigosas e o emprego de LDP de segurança são procedimentos típicos utilizados no planejamento e na execução da **navegação de segurança** praticada em águas restritas, onde o navio está confinado pelo seu calado, pela exiguidade da área de manobra, ou por ambos os fatores.

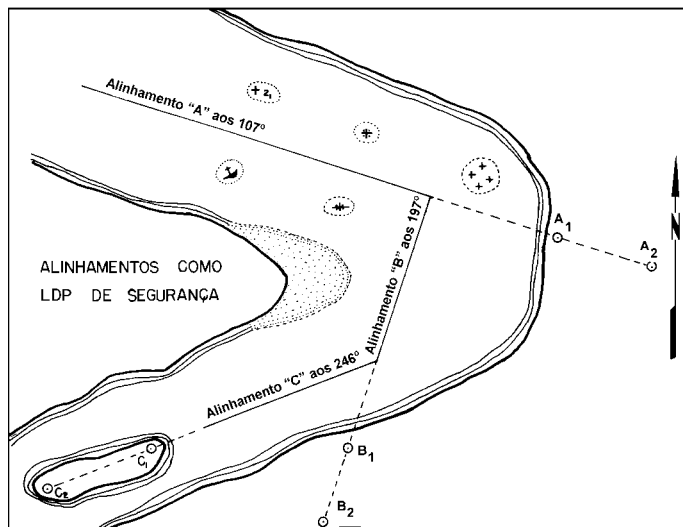
7.2 LINHAS DE POSIÇÃO DE SEGURANÇA

Às vezes o navegante se defronta com a situação de ter que passar a salvo de perigos sem poder Ter sua posição determinada com precisão.

Nessa situação, é de grande utilidade o emprego de uma LDP de segurança, em relação à qual o navio se movimentará. As LDP de segurança podem ser: alinhamentos, marcação de segurança (ou marcação de perigo), distância de perigo e ângulo vertical ou ângulo horizontal de perigo.

a. ALINHAMENTOS COMO LDP DE SEGURANÇA

Figura 7.3

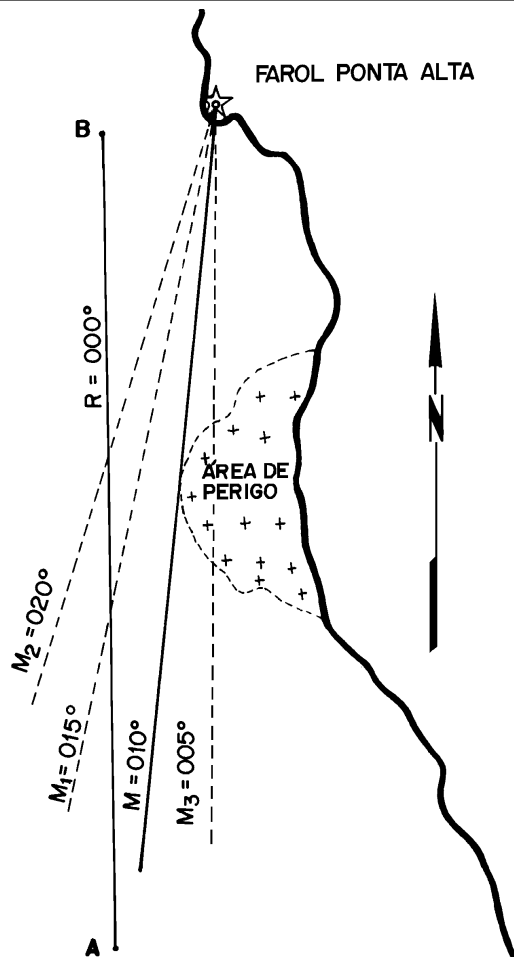


Quando, por exemplo, navegamos em um canal estreito ou desejamos entrar em um porto que apresenta perigos à navegação nas proximidades de sua barra, se mantemos a nossa proa (ou, em determinadas situações, a nossa popa) sobre um **alinhamento** temos certeza de que estamos seguindo um determinado caminho, qual seja, a **direção do alinhamento**, ou sua **recíproca** (Figura 7.3). Os **alinhamentos**, em particular aqueles estabelecidos especificamente como auxílio à navegação, constituem as mais precisas LDP de segurança.

b. MARCAÇÃO DE PERIGO OU MARCAÇÃO DE SEGURANÇA

1. ÁREA DE PERIGO POR APENAS UM DOS BORDOS

Figura 7.4 – Marcação de segurança indicando o limite de área perigosa à navegação



Situação ilustrada na Figura 7.4, onde a **derrota prevista** entre os pontos **A** e **B** segue o **Rumo Verdadeiro** $R = 000^\circ$ e, para se estabelecer o limite da área perigosa à navegação que se projeta da costa (área de pedras submersas), foi traçada a **marcação de segurança** para o Farol Ponta Alta, cujo valor é $M = 010^\circ$. Neste caso, quando o navio estiver nas proximidades do perigo, qualquer marcação do farol **maior que** 010° indicará ao navegante que o navio está em águas seguras (como, por exemplo, as marcações 015° e 020°) e, da mesma forma, qualquer marcação **menor que** 010° indicará ao navegante que o navio pode estar na área perigosa à navegação ou se dirigindo para esta área (como, por exemplo, a marcação 005° , na Figura)

É interessante notar que a **marcação de segurança** é sempre determinada do **navio** para o **ponto de referência (auxílio à navegação ou ponto notável representado na Carta Náutica da área)**, isto é, do largo para terra (nunca é a recíproca). Para se obter

a marcação de segurança, traça-se, do ponto de referência, uma tangente ao **limite da área perigosa à navegação e determina-se a direção desta linha, sempre do largo para o ponto de referência, pois a marcação de segurança é tomada do navio para o ponto.**

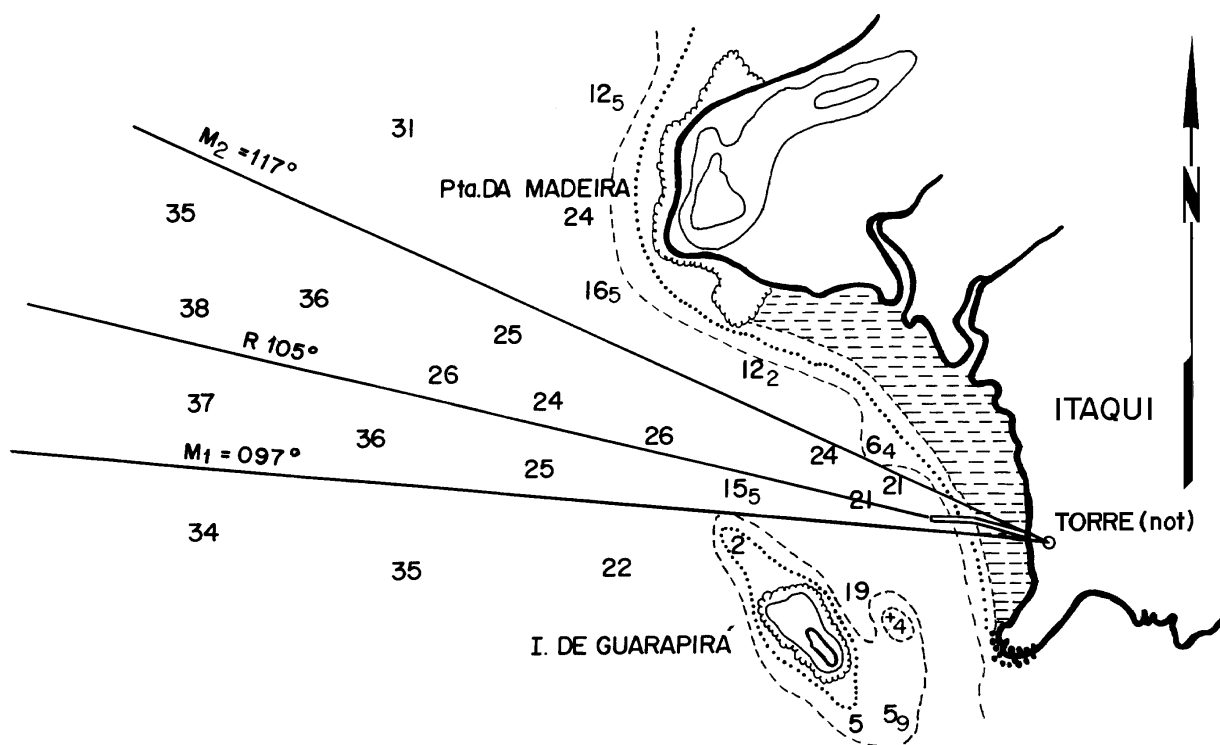
2. ÁREAS DE PERIGO À NAVEGAÇÃO PELOS DOIS BORDOS

A situação é ilustrada na Figura 7.5, na qual o navio deve se aproximar do pier mostrado. O Rumo para aproximação é $R = 105^\circ$. São traçadas, então, duas marcações de segurança, ambas tendo como referência a torre (notável) existente nas proximidades do pier. Estas marcações são, conforme anteriormente citado, tangentes aos limites de perigo em ambos os bordos do rumo de aproximação. Os valores das marcações de segurança são, como se verifica na figura, $M1 = 097^\circ$ e $M2 = 117^\circ$.

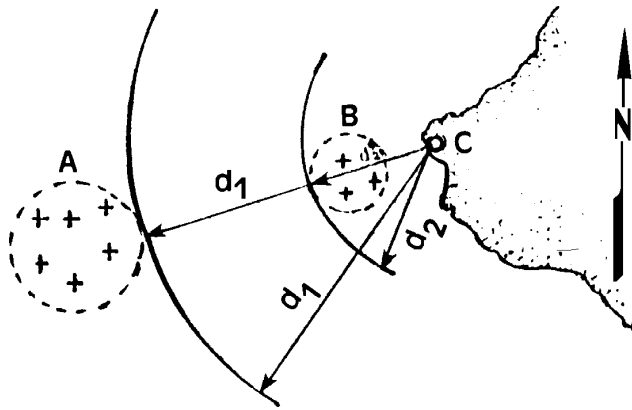
Assim, durante a aproximação, se o navio estiver marcado a torre entre os valores de 097° e 117° , estará em águas seguras para a navegação. Sempre que a marcação da torre se aproximar de 097° , o navio deverá corrigir o rumo para BB; sempre que a marcação se aproximar de 117° , o navio deverá corrigir o rumo para BE. Com este procedimento, a aproximação ao pier poderá ser feita com segurança.

Na situação em pauta, a torre notável representada na Carta Náutica da área na altura do terminal a que o navio se dirige foi, ainda, utilizada como marca de proa para o rumo de aproximação. Assim, na derrota final para o pier, no rumo verdadeiro 105° , a torre deverá estar pela proa, como se vê na figura. Desta forma, na aproximação, se o navio marcar a torre aos 105° , pela proa, estará sobre a derrota prevista. Se isto não ocorrer, manobrará para corrigir a situação.

Figura 7.5 – Marcações de segurança limitando perigos nos dois bordos do rumo de



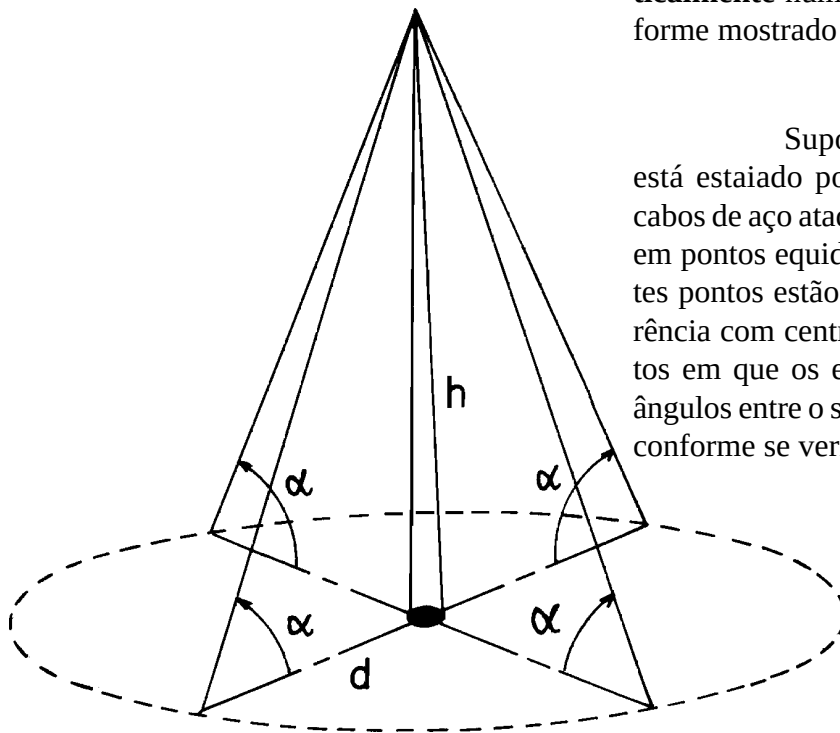
aproximação

c. DISTÂNCIA DE PERIGO**Figura 7.6 – Distâncias de perigo**

Se o navio necessitar passar entre os perigos A e B, nas proximidades do farol C, mostrados na Figura 7.6, podem ser traçadas duas distâncias de perigo, d_1 relativa ao perigo A e d_2 relativa ao perigo B. Ao navegar na área, o navio deve manter-se numa distância ao farol C situada entre os valores d_1 e d_2 . As distâncias do farol devem ser seguidamente verificadas e comparadas às distâncias de perigo, até que os perigos sejam ultrapassados e se volte a navegar em águas seguras.

d. ÂNGULO VERTICAL DE SEGURANÇA**Figura 7.7 – Círculo de igual altitude em torno de objeto de altitude conhecida**

Para ilustrar o conceito de **ângulo vertical de segurança**, considere-se, inicialmente, um mastro de altura conhecida, disposto **verticalmente** num terreno plano e nivelado, conforme mostrado na Figura 7.7.

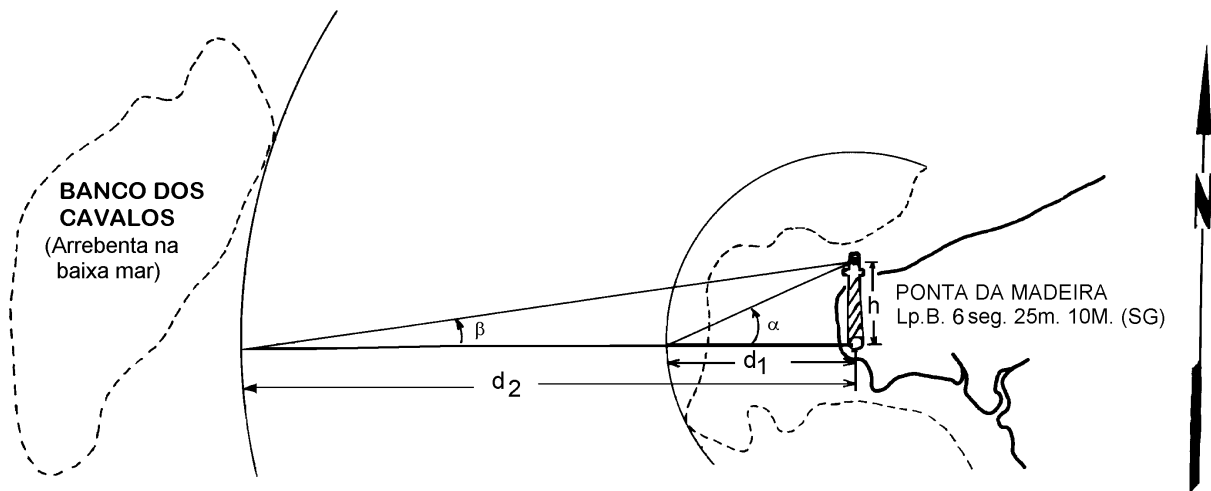


Suponha-se que o referido mastro está estaiado por um determinado número de cabos de aço atados ao seu tope e fixados ao solo em pontos equidistantes da base do mastro. Estes pontos estão, portanto, sobre uma circunferência com centro na base do mastro. Nos pontos em que os estais estão fixados ao solo, os ângulos entre o solo e os cabos de aço são iguais, conforme se verifica na Figura (ângulo α).

Assim, de qualquer ponto da circunferência representada na figura, os ângulos entre os estais e o solo são iguais, ou seja, o ângulo subtendido pela altura do mastro será igual em qualquer ponto da circunferência que tem como centro a base do mastro. O raio desta circunferência, isto é, a distância à base, será dado por : $d = h \cotg \alpha$.

Desta forma, um **ângulo vertical** medido para um objeto de altitude conhecida determinará uma circunferência cujo raio **d**

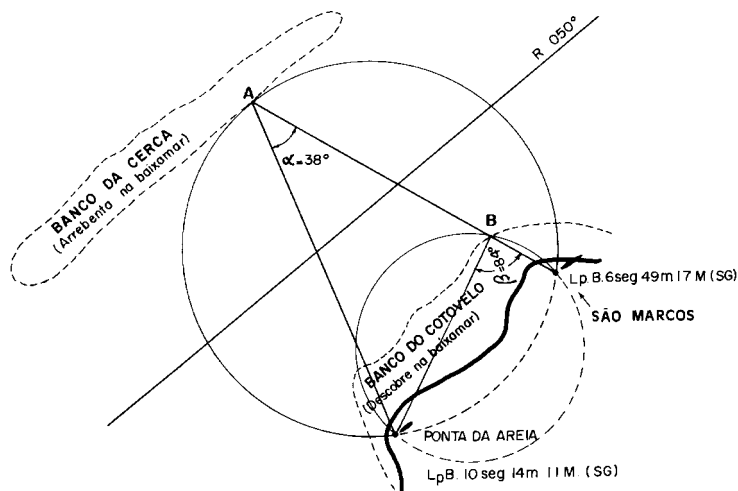
Figura 7.9 – Ângulos verticais de segurança definindo círculos de distâncias a um ponto notável de altitude conhecida



Os **ângulos verticais**, como se sabe, são medidos com um sextante.

e. ÂNGULO HORIZONTAL DE SEGURANÇA

Figura 7.10 – Ângulo horizontais de segurança



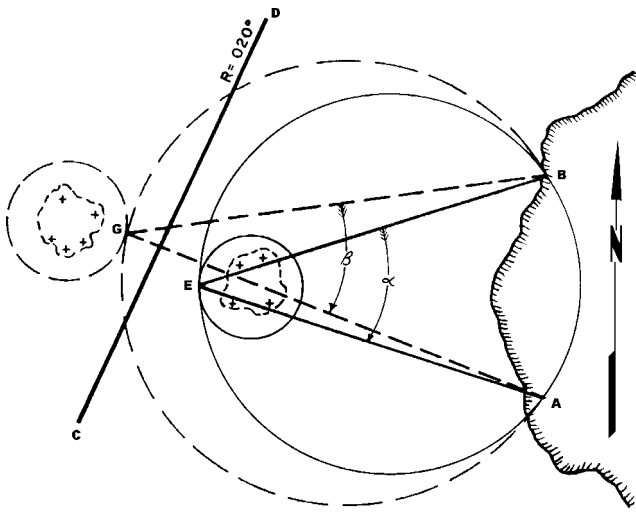
Na Figura 7.10, o navio deve passar entre os dois perigos representados, sendo o rumo da derrota prevista 050° .

Para traçar os **ângulos horizontais de segurança** verifica-se, dos pontos mais salientes dos perigos a serem evitados (pontos **A** e **B**), qual o **ângulo horizontal** entre dois auxílios à navegação ou pontos notáveis representados na Carta da área, no caso os faróis Ponta da Areia e São Marcos, mostrados na Figura.

Nesta situação, os dois ângulos são $\alpha = 38^\circ$ e $\beta = 84^\circ$. Assim, quando navegando na área, controla-se a segurança do navio pelo ângulo horizontal medido entre os dois faróis acima citados. Se este ângulo diminui, aproximando-se do valor de α (38°), há risco de encalhe no Banco da Cerca e o rumo deve ser corrigido para BE. Se o ângulo horizontal aumenta, aproximando-se do valor de β (84°), o navio deve corrigir o rumo para BB, a fim de manter-se em águas seguras para a navegação. Adotando este procedimento, o navio poderá navegar entre dois bancos sem risco de encalhe.

O ângulo horizontal pode ser obtido com o auxílio de um sextante ou pela diferença de marcações (verdadeiras, relativas ou da agulha) simultâneas.

Figura 7.11 – Ângulos horizontais de segurança



Na Figura 7.11 vê-se outro exemplo do emprego de ângulos horizontais de segurança.

Para o navio navegar do ponto **C** até o ponto **D**, entre os perigos representados na figura, o **ângulo horizontal** entre os pontos **A** e **B**, representados na Carta Náutica da área, deve ser maior que B e menor que ∞ . Desta forma, se o **ângulo horizontal** entre os pontos diminuir, aproximando-se do valor de B , o rumo deve ser corrigido para boreste (BE); se o **ângulo horizontal** aumentar, aproximando-se do valor de ∞ , o navio deve corrigir o rumo para bombordo (BB).

7.3 USO DE SONDAGENS COMO LIMITE DE SEGURANÇA

Em **navegação de segurança**, particularmente em condições de baixa visibilidade, o uso de **sondagens** torna-se importante. A comparação entre as profundidades registradas nas Cartas Náuticas e a assinalada pelo ecobatímetro pode vir a ser o único recurso que permitirá ao navegante demandar águas seguras. O alarme de baixa profundidade existente nos ecobatímetros modernos, no qual pode ser introduzido o valor da profundidade mínima segura para o navio, proporciona um uso muito conveniente das sondagens como **limite de segurança** para a navegação.

7.4 EXERCÍCIOS

- a) Na Figura 7.12 (a), traçar uma **marcação de segurança** (ou **marcação de perigo**), usando a **torre** como referência. Informar o valor da **marcação verdadeira** e a **identificação do perigo**.

RESPOSTAS: $M = 060^\circ$

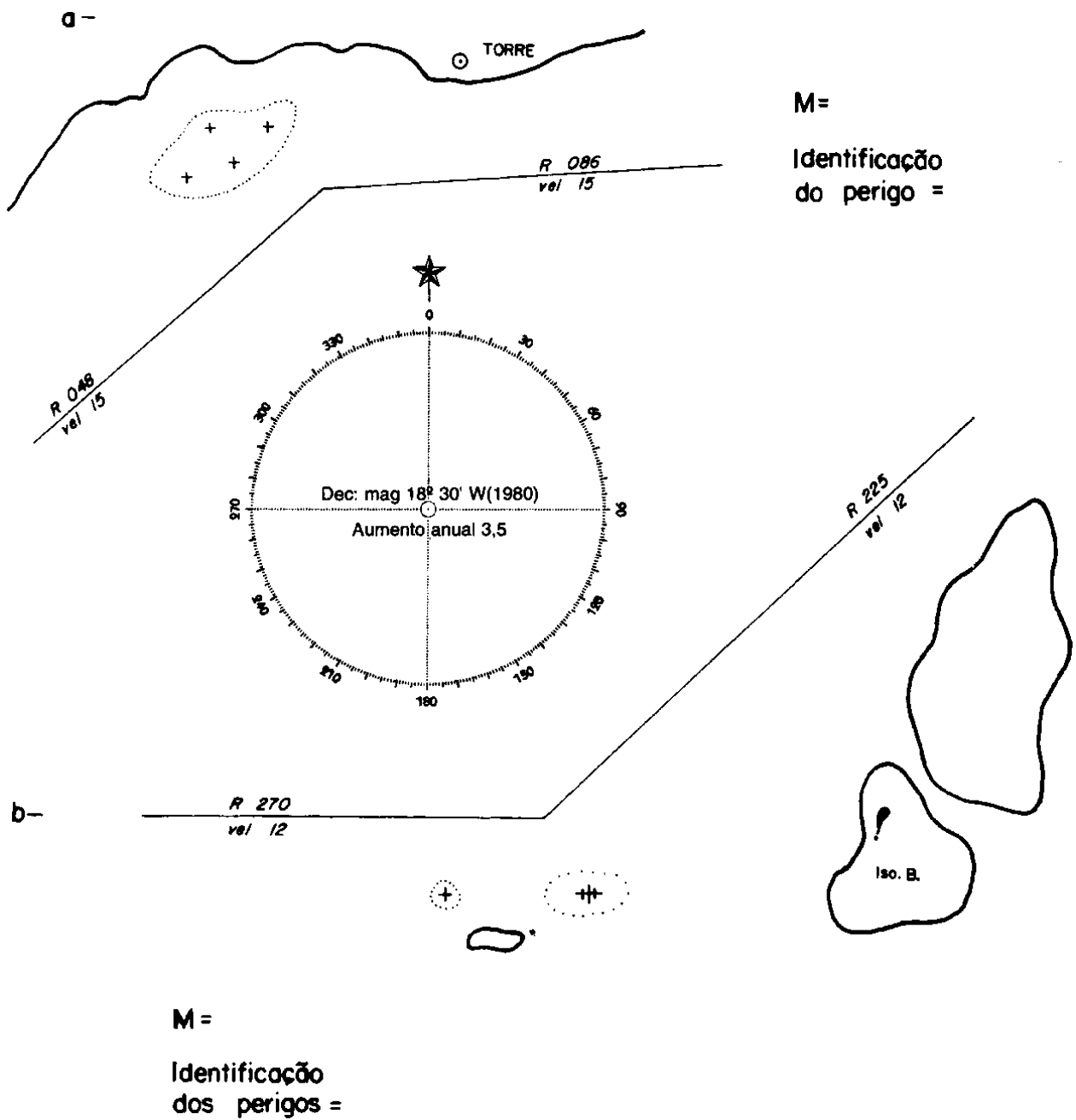
identificação do perigo: pedras submersas perigosas à navegação.

- b) Na Figura 7.12 (b), traçar uma **marcação de segurança** (ou **marcação de perigo**), usando o farolete (ISSO. B.) como referência. Informar o valor da **marcação verdadeira** e a **identificação dos perigos**.

RESPOSTAS: $M = 084^\circ$

Identificação dos perigos: casco soçobrado perigoso à navegação e pedra submersa perigosa à navegação.

Figura 7.12



8

USO DOS DADOS TÁTICOS DO NAVIO NA NAVEGAÇÃO EM ÁGUAS RESTRITAS

8.1 “DADOS TÁTICOS” OU CARACTERÍSTICAS DE MANOBRA DOS NAVIOS

Em **navegação oceânica** e até mesmo em **navegação costeira**, admite-se que o navio atende imediatamente às ordens de mudanças de rumo ou de velocidade, considerando-se que o navio guina em um ponto e passa imediatamente de um regime de velocidade para outro. Na realidade, entretanto, isto não ocorre. Ao guinar ou variar de velocidade, o navio leva um certo **tempo** e percorre uma determinada **distância** até se estabilizar no novo rumo ou passar a desenvolver a nova velocidade.

O **tempo** e a **distância percorrida** até efetivar-se uma determinada ou alteração de velocidade dependem das **características de manobra** do navio, denominadas de **dados táticos** nos navios de guerra.

Na **navegação em águas restritas**, onde o navio opera nas proximidades de perigos à navegação, estando limitado pelo seu calado, pelas dimensões da área de manobra ou por ambos os fatores, a precisão de posicionamento exigida é muito maior, tornando-se essencial levar em conta os **dados táticos** do navio quando se planejam e se executam guinadas ou alterações de velocidade.

Da mesma forma, quando há navios evoluindo em formatura, na execução de manobras táticas, esses valores têm que ser considerados, para que sejam obtidas a segurança, a rapidez, a sincronização e a eficácia exigidas.

Assim, quando se investe um canal estreito, quando se executa a aproximação a um fundeadouro ou quando se manobra em formatura, o navegante tem que considerar os **dados táticos** do navio, tanto na fase de **planejamento** como na fase de **execução da derrota**.

Normalmente, o **dados táticos** compreendem os elementos das **curvas de giro** do navio e suas **informações de máquinas** (tabelas de aceleração e desaceleração, tabela de RPM x velocidades e tabela de correspondência de Ordens do Telégrafo de Manobra/rotações/velocidades).

Os **dados táticos** do navio são determinados durante as **provas de mar** que se seguem à sua construção ou modernização. Tais dados, que, conforme visto, são denominados **características de manobra** nos navios mercantes, devem estar sempre à disposição do Oficial de Serviço, no passadiço e no CIC/COC.

8.2 CURVAS DE GIRO E SEUS ELEMENTOS

Durante as provas de mar de um navio, é efetuado um certo número de giros completos, sob diferentes condições de **velocidade** e **ângulo de leme**, sendo registrados em tabelas e gráficos os resultados obtidos. Normalmente os seguintes elementos (Figura 8.1):

Figura 8.1 – Curva de giro e seus elementos

CURVA DE GIRO – é a trajetória descrita pelo centro de gravidade de um navio numa evolução de 360°, em determinada velocidade e ângulo de leme.

AVANÇO – é a distância medida na direção do rumo inicial, desde o ponto em que o leme foi carregado até a proa ter guinado para o novo rumo. O avanço é máximo quando a guinada é de 90°.

AFASTAMENTO – é a distância medida na direção perpendicular ao rumo inicial, desde o ponto em que o leme foi carregado até a proa ter atingido o novo rumo.

ABATIMENTO – é o caimento do navio para o bordo contrário ao da guinada, no início da evolução, medido na direção normal ao rumo inicial.

DIÂMETRO TÁTICO – é a distância medida na direção perpendicular ao rumo inicial, numa guinada de 180°. O diâmetro tático corresponde ao afastamento máximo.

DIÂMETRO FINAL

Na curva de giro mostrada na Figura 8.1, está representada a trajetória percorrida pelo centro de gravidade de um navio que guina com um ângulo de leme constante e sob determinada velocidade, também constante. É importante conhecer e levar em conta o abatimento observado no início da guinada (ver Figura 8.3). Após o abatimento inicial, o centro de gravidade do navio passa a descrever uma trajetória curva, de raio variável, até guinar cerca de 90°, quando então a trajetória se torna circular, com centro fixo.

O navio efetua o movimento de rotação em torno do seu centro de giro, que, normalmente, está a 1/3 do comprimento do navio, a partir de vante, sobre o seu eixo longitudinal. Um observador no centro de giro verá o navio em torno de si, o que lhe dará um melhor sentimento de como se comporta o navio em manobra; por isso, quando possível, o passadiço é localizado e construído de modo a conter o centro de giro.

A partir do momento em que a trajetória descrita pelo centro de gravidade do navio se estabilizar, segundo uma circunferência, o ângulo de deriva (Figura 8.2) também passa a Ter um valor constante.

8.3 CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS SOBRE A CURVA DE GIRO

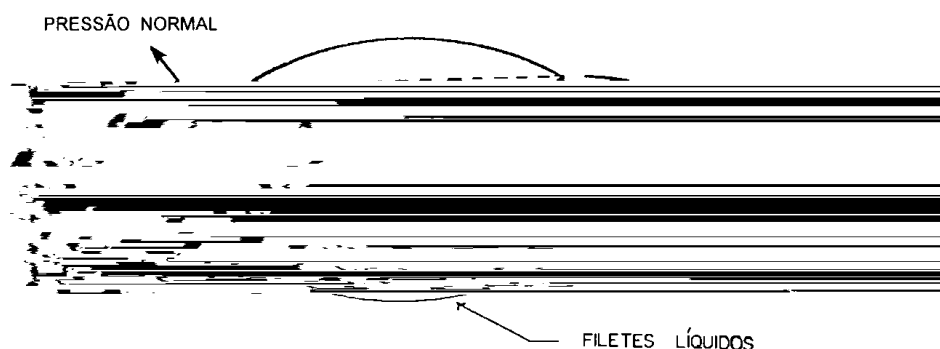
Do estudo da **curva de giro** e da prática de manobra surgem as seguintes conclusões:

- a. Logo que o leme é carregado, a proa guina para o bordo da guinada, mas o **centro de gravidade** permanece seguindo o rumo inicial por um curto espaço. Em seguida, abate para o bordo oposto ao da guinada e só começa a ganhar caminho para o bordo da guinada depois de avançar cerca de 2 a 3 vezes o comprimento do navio. Verifica-se, então, que não será possível evitar um obstáculo à proa se somente carregar-se o leme para um bordo, ao se ter o obstáculo à distância inferior ao dobro do comprimento do navio. Da mesma forma, 2 navios roda a roda não evitarão a colisão se estiverem à distância inferior a duas a três vezes a soma dos seus comprimentos (Figura 8.3).

Figura 8.3 – Efeitos do leme na manobra

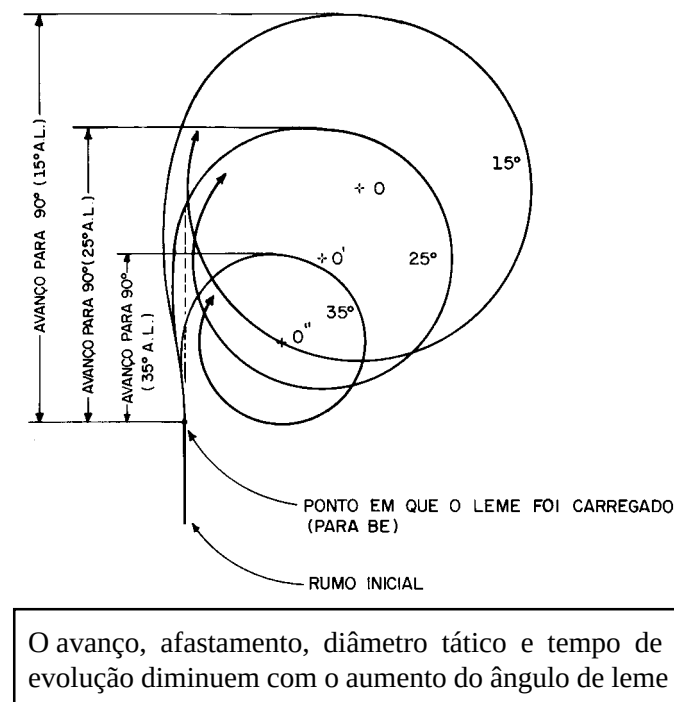
- QUANDO SE CARREGA O LEME PARA UM DOS BORDOS, A ÁGUA PASSA A EXERCER UMA FORTE PRESSÃO SOBRE A PORTA DO LEME, COM OS SE-
GUINTE RESULTADOS:

- a) A POPA É EMPURRADA PARA O BORDO CONTRÁRIO ÀQUELE PARA O QUAL O LEME FOI CARREGADO, PRODUZINDO A GUINADA DO NAVIO PARA O BORDO ONDE FOI O LEME E UM ABATIMENTO PARA O BORDO OPOSTO.
- b) A VELOCIDADE DO NAVIO É REDUZIDA, DEVIDO AO AUMENTO DA RESISTÊNCIA AO DESLOCAMENTO.



- ESTE ABATIMENTO ESTENDE-SE POR CERCA DE 2 A 3 COMPRIMENTOS DE NAVIO IMPEDINDO QUE SE EVITE A COLISÃO EM DISTÂNCIAS DESTA ORDEM

Figura 8.4 – Curvas de giro para determinada velocidade e ângulos de leme diferentes (15°, 25° e 35°)



- b. O **avanço**, o **diâmetro táctico**, o **afastamento** e o **tempo de evolução** diminuem com o aumento do **ângulo de leme** (Figura 8.4).
- c. O **ângulo de deriva** aumenta com o aumento do **ângulo de leme**.
- d. O **tempo de evolução** diminui com o aumento da **velocidade** do navio.
- e. O **avanço**, o **diâmetro táctico** e o **afastamento** variam com a **velocidade** segundo uma parábola; diminuem até uma velocidade denominada “**ótima de evolução**” e aumentam a partir desse valor.

- f. Ao se efetuar uma evolução, devem ser levados em conta o **avanço**, o **afastamento** (ou o **diâmetro táctico**, no caso de uma guinada de 180°) e o **abatimento**, para avaliar-se o espaço necessário.

A Figura 8.5 mostra, para uma embarcação tipo Aviso de Instrução (Classe YP-654), as **curvas de giro** para as **velocidades** de 6 e 10 nós e para os **ângulos de leme** de 5°; 13.5° (“**STANDARD RUDDER**” = leme padrão); 20° e 25° (“**FULL RUDDER**” = todo o leme). Para cada **curva de giro** são apresentados o **avanço** e o **afastamento** para uma **guinada** de 90°, o **diâmetro táctico** e o **tempo de evolução** para uma guinada de 180°. A análise das curvas ilustram bem os efeitos da **velocidade** e do **ângulo de leme** sobre os **dados táticos**.

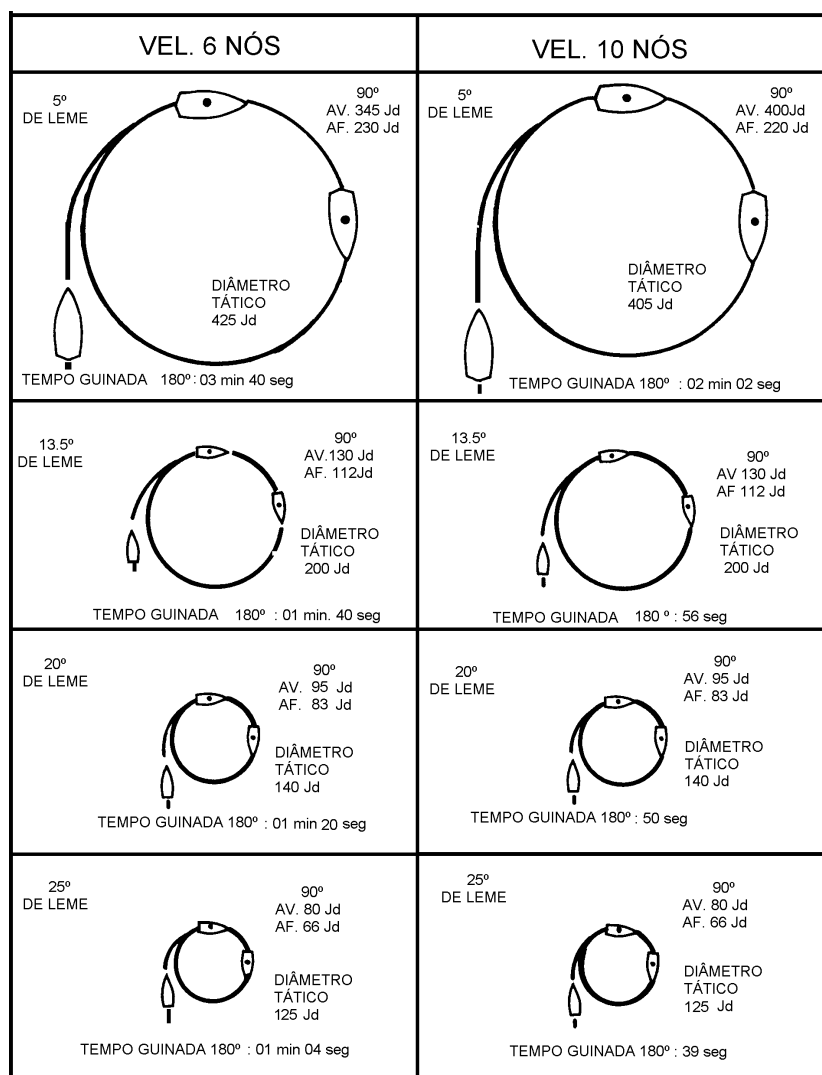
8.4 EFEITOS DO VENTO E DA CORRENTE SOBRE A CURVA DE GIRO

As **curvas de giro**, determinadas, conforme mencionado, durante as **provas de mar** de navio, devem ser executadas em um lugar de águas tranquilas, sem correntes marítimas ou de maré significativas, sem sofrer influência de vento e de baixas profundidades (as profundidades do local em que se efetuam as **curvas de giro** devem ser de, pelo menos, 5 a 6 vezes o **calado** do navio).

Na prática, entretanto, muitas vezes tem-se que manobrar e executar **curvas de giro** em presença de **vento** e **corrente**. Assim, é necessário conhecer os seus efeitos sobre a manobra.

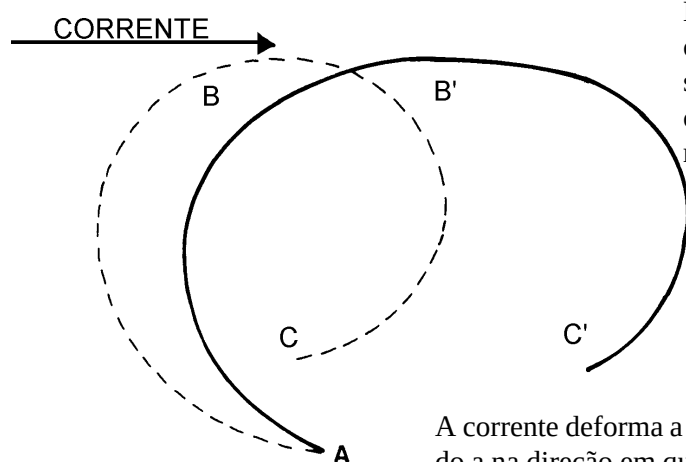
A maioria dos navios tem tendência a arribar, ou seja, levar a sua proa para sotavento e o vento tende a deformar a curva de giro, conforme sua força e direção em relação ao rumo inicial.

Figura 8.5 – Curvas de Giro – Embarcações Classe AV.IN. 654



A corrente também deforma a curva, alongando-a na direção em que a água se desloca (Figura 8.6).

Figura 8.6 – Efeito da corrente na curva de giro



Na figura ao lado a linha pontilhado representa a curva de giro para condição de águas tranquilas, sem corrente e vento. A linha cheia representa a curva de giro descrita pelo navio com a corrente representada na Figura.

A corrente deforma a curva de giro, alongando-a na direção em que a água se desloca

Quando um navio vai entrar ou sair de um canal ou manobrar em águas restritas, o navegante deverá verificar as condições de **vento** e **corrente** que encontrará e, trabalhando com esses fatores, associados aos **dados táticos** do navio, usá-los para maior proveito de suas manobras. Ao verificar que esses elementos não são favoráveis às suas evoluções, poderá deixar para entrar no canal próximo ao estofo da maré, quando a corrente deverá ser mínima, ou em outra ocasião, quando as condições forem menos adversas.

8.5 OBTENÇÃO DOS DADOS TÁTICOS A PARTIR DAS CURVAS DE GIRO

As **curvas de giro**, experimentalmente determinadas durante as **provas de mar**, são traçadas em escala, em uma forma gráfica que possibilita a recuperação dos **dados táticos**, permitindo obter o **diâmetro tático**, o **abatimento** e os valores de **avanço** e **afastamento** para quaisquer guinadas (ver Figura 8.7).

Por exemplo, na Figura 8.8 verifica-se que, para 10 nós de **velocidade** e 15° de **ângulo de leme**, uma **guinada** de 45° resultará num **avanço** de 430 jardas e um **afastamento** de 55 jardas. O **diâmetro tático** (correspondente a uma **guinada** de 180°) para 10 nós de **velocidade** de 15° de **ângulo de leme** será de 630 jardas.

Figura 8.7 – Curvas de giro

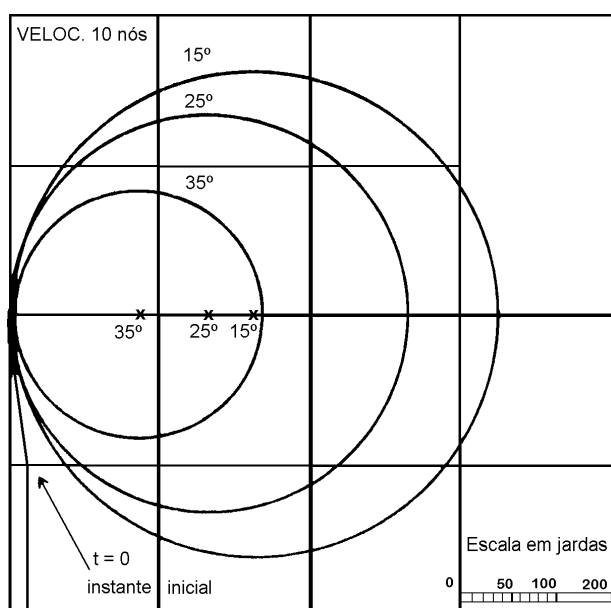
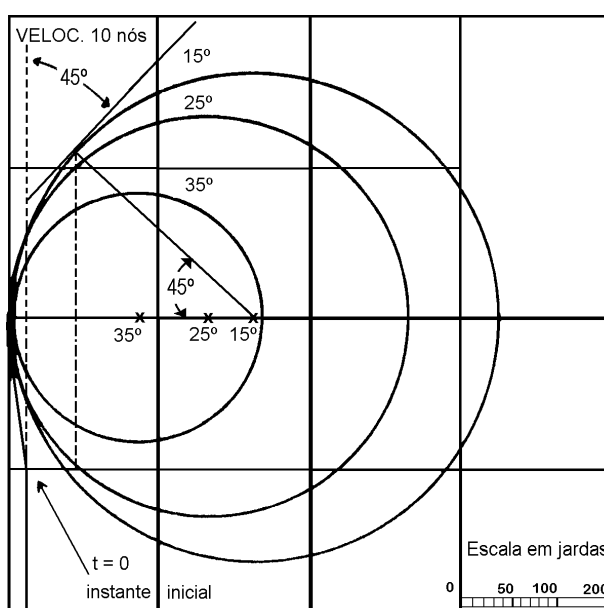


Figura 8.8 – Obtenção dos dados táticos



No caso especial do **diâmetro tático**, dados de fundamental importância, especialmente para manobras de navio de guerra, muitas vezes são preparados gráficos, como o da Figura 8.9, que fornecem, para cada **velocidade**, o **diâmetro tático** para os vários valores de **ângulo de leme**. Na Figura em questão, por exemplo, para 12 nós de **velocidade** e 25° de **ângulo de leme** (“todo o leme”) teríamos um **diâmetro tático** de 120 jardas.

Entretanto, é muito mais cômodo trabalhar a bordo com as TABELAS DE DADOS TÁTICOS, organizadas como os dados retirados das **curvas de giro**.

Figura 8.9

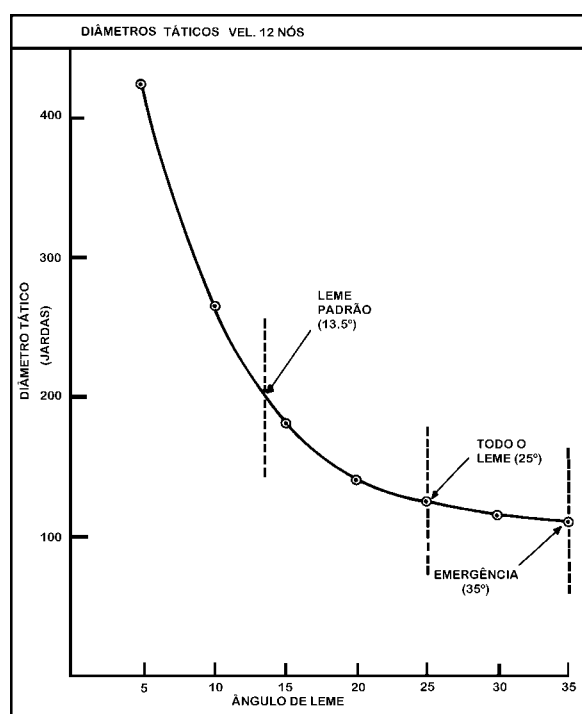


Figura 8.10 – Tabela de Dados Táticos

DADOS TÁTICOS DO NAVIO 15 NÓS DE VELOCIDADE DE 15° DE LEME		
ÂNGULO DE GUINADA (GRAUS)	AVANÇO (JARDAS)	AFASTAMENTO (JARDAS)
15	185	40
30	275	85
45	345	115
60	390	190
75	445	270
90	500	375
105	450	445
120	405	520
135	360	590
150	315	655
165	265	725
180	205	800

As TABELAS DE DADOS TÁTICOS normalmente fazem parte do Livro do Navio, devendo, também, estarem disponíveis no Camarim de Navegação, Passadiço e no CIC/COC, para pronto uso pelo Oficial de Serviço. Há tabelas de várias formas e tipos. A tabela da Figura 8.10 apresenta os valores de **avanço** e **afastamento** e o **diâmetro tático** para um determinado navio, manobrando a 15 nós de velocidade e com 15° de **ângulo de leme**. De posse da referida tabela poderíamos responder a perguntas tais como:

- a. Quais os valores do **avanço** e do **afastamento** para uma **guinada** de 90°, a 15 nós de **velocidade** e com 15° de **ângulo de leme**?

Respostas:

AVANÇO = 500 jardas

AFASTAMENTO = 375 jardas

- b. Qual o **diâmetro tático** do navio par uma **guinada** com 15° de **ângulo de leme**, a 15 nós de **velocidade**?

Resposta:

DIÂMETRO TÁTICO = 800 jardas (**afastamento** para uma **guinada** de 180°).

Os **dados táticos** para valores intermediários de guinada podem ser obtidos por interpolação linear na tabela.

Outro tipo de TABELA DE DADOS TÁTICOS está mostrado na Figura 8.11. Neste caso, a tabela fornece o **avanço** e o **afastamento** para uma **guinada** de 90° e o **diâmetro tático** (guinada de 180°) para várias **velocidades** e **ângulos de leme**. Esta tabela nos permitiria obter dados tais como:

- a. Para uma **guinada** de 90°, a 25 nós de **velocidade** e com 25° de **ângulo de leme**, os valores **avanço** e do **afastamento** seriam respectivamente, de 560 jardas e 345 jardas.

Figura 8.11 – Tabela de dados táticos correspondentes a diversas velocidades e ângulos de leme, para guinadas de 90° e 180°

ÂNGULO LEME	GUINADA (VARIAÇÃO DA PROA): 90°								GUINADA: 180°			
	AVANÇO				AFASTAMENTO				DIÂMETRO TÁTICO			
VELOC.	10°	15°	25°	35°	10°	15°	25°	35°	10°	15°	25°	35°
10	1040	725	450	400	950	625	350	300	2000	1200	650	530
15	920	695	470	420	755	510	310	260	1640	1030	655	540
20	880	685	500	440	650	445	300	250	1450	1015	680	545
25	1100	760	560	490	825	530	345	280	1800	1150	745	600
30	1295	930	675	600	995	650	420	330	2175	1450	905	725
33	1550	1080	780	690	1350	800	475	380	2750	1700	1075	855

NOTA: Avanço, afastamento e diâmetro tático em jardas

b. Nessa situação (25 nós de **velocidade** e 25° de **ângulo de leme**), o valor do **diâmetro tático** seria de 745 jardas.

A Figura 8.12, por outro lado, fornece, para uma **velocidade inicial** de 12 nós e **ângulos de leme** de 15°, 25° e 35°, os valores do **tempo de evolução**, **velocidade real**, **avanço** e **afastamento**, para **guinadas** que variam de 15° a 360°. Esta tabela nos permite responder a perguntas tais como:

a. Qual o valor do **tempo de evolução**, do **avanço** e do **afastamento** para uma **guinada** de 90° e qual o valor da **velocidade real** do navio no instante do final da manobra, sabendo-se que a **velocidade inicial** é de 12 nós e o **ângulo de leme** é de 25° ?

Figura 8.12 – Velocidade de 12 nós – Dados Táticos

LEME	VARIAÇÃO DE PROA (ÂNGULO DE GUINADA)	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°
15°	TEMPO	0 ^m 20 ^s	0 ^m 37 ^s	0 ^m 54 ^s	1 ^m 11 ^s	1 ^m 27 ^s	1 ^m 44 ^s	2 ^m 01 ^s	2 ^m 18 ^s	2 ^m 52 ^s	3 ^m 25 ^s	3 ^m 59 ^s	4 ^m 53 ^s	5 ^m 06 ^s	5 ^m 40 ^s	6 ^m 14 ^s	6 ^m 45 ^s
	VELOCIDADE (NÓS)	10.3	9.7	9.5	9.4	9.4	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3
	AVANÇO (jd)	220	320	400	460	500	520	510	480	380	220	40	-100	-140	-120	-120	-130
	AFASTAMENTO (jd)	15	25	60	140	240	300	395	475	600	660	640	520	360	200	60	10

Respostas:

TEMPO DE EVOLUÇÃO: 01 min 15 Seg

AVANÇO: 400 jardas

AFASTAMENTO: 200 jardas

VELOCIDADE: 8.2 nós

8.6 TABELA DE ACELERAÇÃO E DESACELERAÇÃO E OUTROS DADOS

Figura 8.14 – Tabela de velocidades, RPM e indicações do telégrafo de manobras

ADIANTE (AHEAD)			A RÉ (ASTERN)		
INDICAÇÃO	RPM	NÓS	INDICAÇÃO	RPM	NÓS
1/3	046	6	1/3	061	6
2/3	092	10,5	2/3	112	10
STANDARD	139	15	FULL	164	15
FULL	185	19,5			
FLANK	237	24			

NÓS	RPM
1	009
2	018
3	027
4	036
5	046
6	055
7	065
8	074
9	083
10	092
11	101
12	110
13	120
14	129
15	139
16	148

NÓS	RPM
17	158
18	167
19	176
20	185
21	195
22	204
23	215
24	226
25	237
26	250
27	262
28	278
29	294
30	309
31	326
32	343
33	363

TABELA DE VELOCIDADES X RPM

8.7 DETERMINAÇÃO DO PONTO DE GUINADA

No planejamento da **navegação em águas restritas**, especialmente quando se tem que investir um canal estreito, quando há uma inflexão na **derrota prevista** é necessário definir o **ponto de guinada**, onde o navio deve carregar o leme, para que, navegando em uma determinada **velocidade** e guinando com um certo **ângulo de leme**, possa efetuar com segurança a mudança de rumo desejada. Na determinação do **ponto de guinada** são utilizados os **dados táticos** do navio (**avanço** e **afastamento**). Após definido o **ponto de guinada**, estuda-se a **Carta Náutica da área**, buscando um ponto notável à **navegação**, que possa servir como referência para a marcação de guinada, como será visto abaixo.

Na Figura 8.15, a **derrota prevista** para investir o canal representado mostra uma guinada de 50° no ponto **A**. Para determinar o **ponto de guinada**, onde o navio, navegando a 12 nós e manobrando com 15° de ângulo de leme, deve iniciar a guinada, necessitamos do **avanço** e do **afastamento** para 50° de guinada.

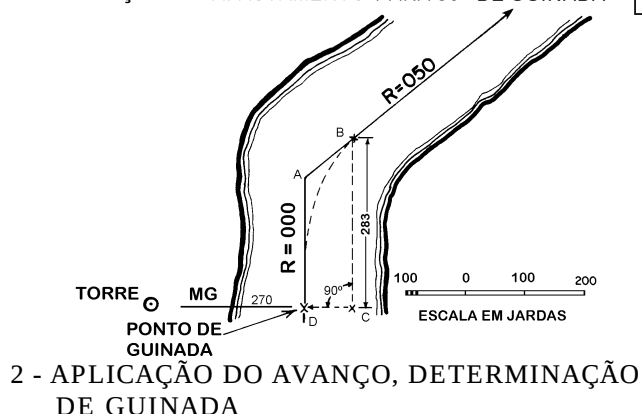
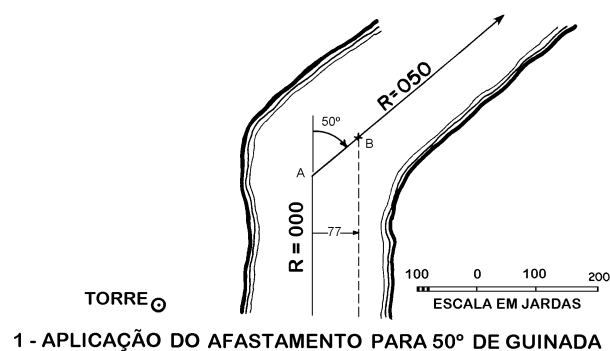
A TABELA DE DADOS TÁTICOS mostrada na Figura (correspondente à velocidade e ângulo de leme que serão usados na manobra) nos fornece os seguintes dados

Guinada	Avanço	Afastamento
45°	270 jardas	60 jardas
60°	310 jardas	110 jardas

Interpolando linearmente entre os dados tabelados, obtêm-se:

Guinada	Avanço	Afastamento
50°	283 jardas	77 jardas

Figura 8.15 – Determinação do avanço, do afastamento, do ponto de guinada e da marcação



Aplica-se, então, o **afastamento** de 77 jardas, traçando uma paralela ao **rumo inicial** e determinando o ponto **B**, mostrado na Figura 8.15 (1).

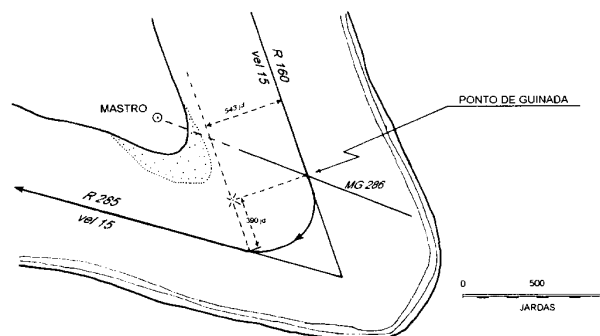
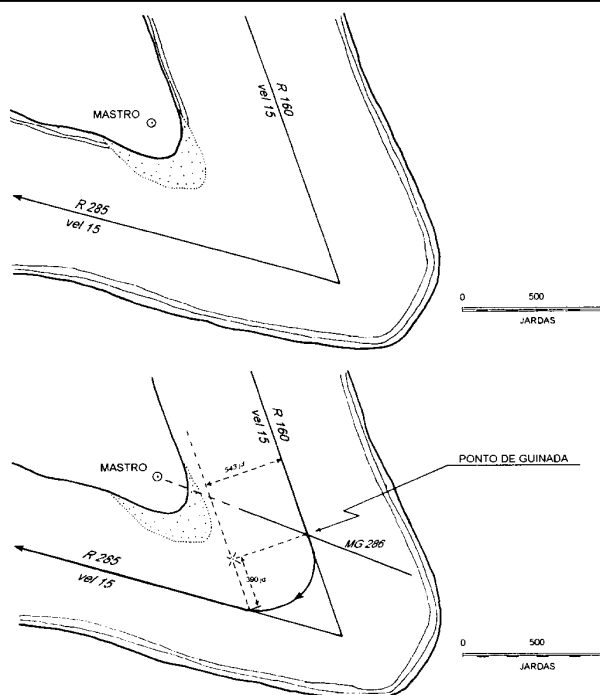
ÂNGULO DE GUINADA	AV. (jd)	AF. (jd)	ÂNGULO DE GUINADA	AV. (jd)	AF. (jd)
15°	180	18	105°	330	280
30°	230	30	120°	310	335
45°	270	60	135°	270	380
60°	310	110	150°	230	418
75°	330	170	165°	180	470
90°	335	220	180°	100	500

Em seguida, a partir do ponto **B** aplica-se o **avanço** de 283 jardas, determinando-se o ponto **C**. Do ponto **C** traça-se uma perpendicular ao **rumo inicial**, para determinar o ponto **D** (Figura 8.15-2), onde deve ser iniciada a guinada para que a mudança de rumo seja efetuada com segurança, seguindo exatamente a **derrota prevista**.

Estudando a Carta Náutica, verifica-se a existência da TORRE, que pode ser utilizada como **referência para a guinada**. Traça-se, então, a **marcação de guinada**, MG = 270°.

Na fase de **execução da derrota**, o navio, navegando no **rumo inicial** 000°, com 12 nós de velocidade, ao marcar a TORRE aos 270° iniciará a guinada para o novo rumo (050°),

Figura 8.16 – Determinação do avanço, afastamento e ponto de guinada



com 15° de leme, o que permitirá que a **derrota prevista** seja seguida e a mudança de rumo seja feita com segurança.

A Figura 8.16 mostra outro exemplo de determinação do **ponto de guinada** e traçado da **marcação de guinada**, para uma guinada maior que 90°.

DADOS TÁTICOS DO NAVIO 15 NÓS DE VELOCIDADE DE 15° DE LEME		
ÂNGULO DE GUINADA (GRAUS)	AVANÇO (JARDAS)	AFASTAMENTO (JARDAS)
15	180	40
30	275	85
45	345	115
60	390	190
75	445	270
90	500	375
105	450	445
120	405	520
135	360	590
150	315	655
165	265	725
180	205	800

ÂNGULO DE GUINADA: 125°
 AVANÇO: 390 JARDAS
 AFASTAMENTO: 543 JARDAS

A escolha de um objeto como referência para a **marcação de guinada** merece algumas considerações. De maneira geral, dois casos extremos podem se apresentar:

1. Objeto mais próximo possível do través no ponto de guinada, na derrota original.

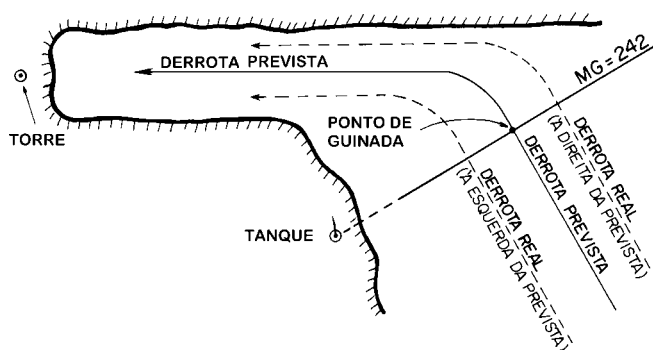
VANTAGENS:

- O efeito de um desvio da giro desconhecido ou de valor incorreto é minimizado, pois a razão de variação da marcação é máxima para um objeto próximo do través.
- Pela mesma razão, há maior probabilidade de se iniciar a guinada no momento apropriado.

DESVANTAGEM:

Se o navio estiver fora da derrota prevista na pernada original, ele continuará fora da derrota na nova pernada, como mostra a Figura 8.17.

OBJETO MAIS PRÓXIMO POSSÍVEL DO TRAVÉS NO PONTO DE GUINADA NA DERROTA ORIGINAL



VANTAGENS

O EFEITO DE UM DESVIO DA GIRO DESCONHECIDO OU DE VALOR INCORRETO É MINIMIZADO, POIS A RAZÃO DE VARIAÇÃO DA MARCAÇÃO É MÁXIMA PARA UM OBJETO PRÓXIMO DO TRAVÉS.

PELA MESMA RAZÃO, HÁ MAIOR PROBABILIDADE DE SE INICIAR A GUINADA NO MOMENTO APROPRIADO

DESVANTAGEM

SE O NAVIO ESTIVER FORA DA DERROTA PREVISTA NA PERNADA ORIGINAL, ELE CONTINUARÁ FORA DA DERROTA NA NOVA PERNADA, COMO MOSTRA A FIGURA.

Figura 8.17 – Seleção de um objeto – referência para marcação de guinada

2. O ponto de referência está situado em uma posição tal que a sua marcação do **ponto de guinada** é paralela ao rumo da nova pernada.

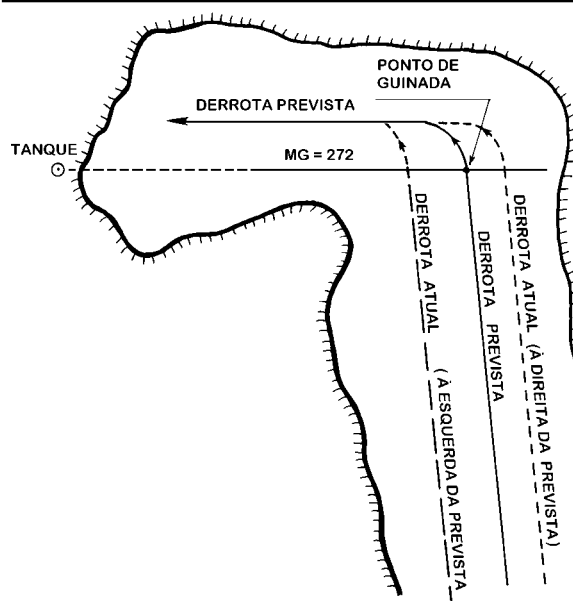
VANTAGEM:

Nesta situação, não importa onde esteja o navio em relação à derrota original, ele estará sobre a nova pernada no final da guinada, como mostra a Figura 8.18.

DESVANTAGEM:

A **marcação de guinada** para um ponto de referência situado nesta posição é menos sensível, pois varia mais lentamente. Por essa razão, existe o risco de não se iniciar a manobra exatamente no instante apropriado.

Figura 8.18 – Seleção de um objeto – referência para marcação de guinada

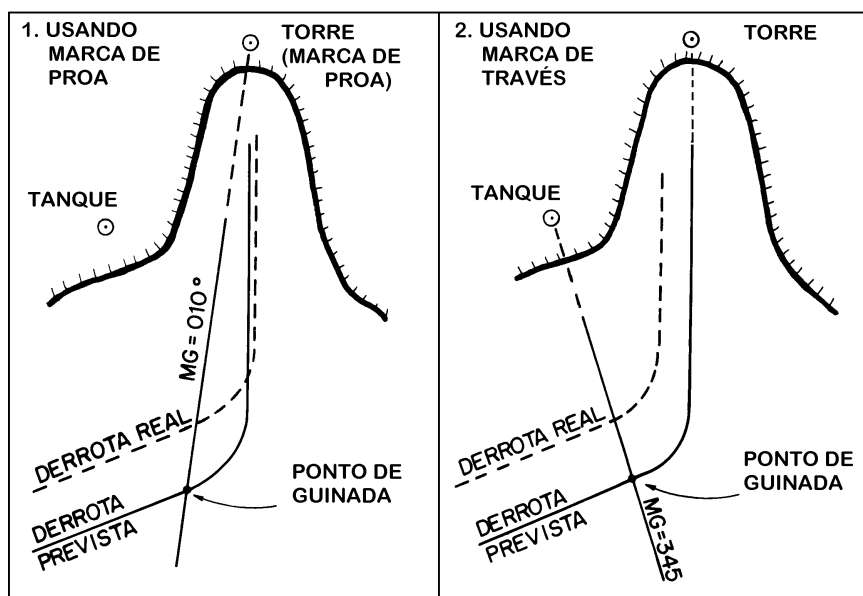


O OBJETO DE REFERÊNCIA PARA UMA MARCAÇÃO DE GUINADA É AQUELE CUJA MARCAÇÃO, DO PONTO DE GUINADA NA DERROTA ORIGINAL, É PARALELA AO RUMO DA NOVA PERNADA. NESTA SITUAÇÃO NÃO IMPORTA ONDE ESTEJA O NAVIO EM RELAÇÃO À DERROTA ORIGINAL, ELE ESTARÁ SOBRE A NOVA PERNADA NO FINAL DA GUINADA, COMO MOSTRA A FIGURA.

A Figura 8.19 recapitula as duas situações descritas e apresenta o procedimento indicado para escolha de um objeto a ser utilizado como referência para a MARCAÇÃO DE GUINADA, abordando, também, o uso de um ponto notável como marca de proa, o que é bastante empregado no **fundeio de precisão**, conforme será visto adiante.

Figura 8.19 –

COMO RARAMENTE SE CONSEGUE UM OBJETO CUJA MARCAÇÃO DO PONTO DE GUINADA SEJA EXATAMENTE PARALELA AO NOVO RUMO, SELECIONA-SE COMO REFERÊNCIA PARA GUINADA UM OBJETO CUJA MARCAÇÃO DO PONTO DE GUINADA SEJA O MAIS PRÓXIMO POSSÍVEL DA PARALELA AO RUMO DA NOVA PERNADA. ESTE OBJETO É, ENTÃO, UTILIZADO COMO MARCA DE PROA PARA O NOVO RUMO.



NOTA:

O USO DE UMA MARCA DE PROA TAMBÉM AUXILIA A CONTROLAR SE O NAVIO ESTÁ GUINANDO SOBRE A NOVA PERNADA DA DERROTA.

SE ESTIVER GUINANDO MUITO RÁPIDO: ALIVIA O LEME.

SE ESTIVER GUINANDO MUITO LENTO: CARREGA MAIS O LEME.

8.8 MANOBRA DE VARIAÇÃO DE VELOCIDADE

Geralmente as variações de rumos são mais complexas na navegação em águas restritas do que as de velocidades, mas há ocasiões em que se necessita levar em consideração a **aceleração ou desaceleração**.

Por exemplo, um navio está se deslocando à velocidade de 15 nós, mas deseja-se passar em frente a um trapiche à velocidade de 10 nós. O Comandante deseja diminuir a velocidade o mais tarde possível. De uma tabela semelhante a da Figura 8.13, sabe-se que o navio levará 1 minuto para perder velocidade e, se o considerarmos com velocidade constante e igual à média, ou seja 12,5 nós, veremos que ele percorrerá a distância de 420 jardas neste minuto; conseqüentemente, a esta distância do través de trapiche deve-se reduzir a velocidade.

8.9 FUNDEIO DE PRECISÃO

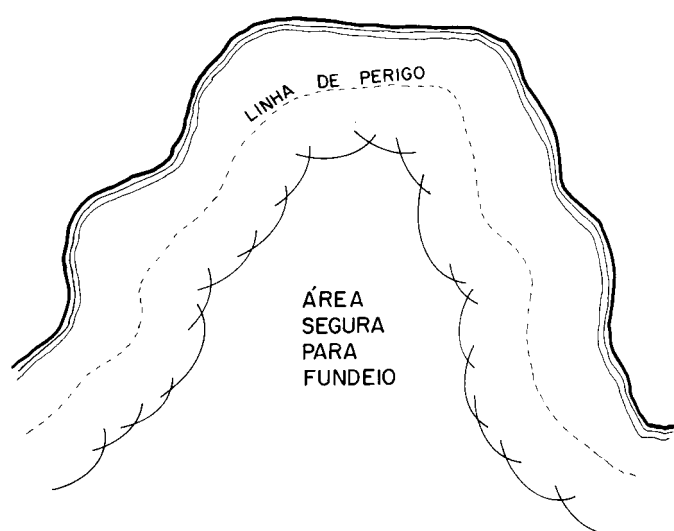
Fundeio de precisão é a série de manobras e procedimentos realizados pelo navio com a finalidade de fundear num ponto pré-selecionado, com um mínimo de erro.

Em condições normais, um navio executará um **fundeio de precisão** para:

- esperar vaga para atracação em portos ou bases, especialmente naqueles de intenso movimento e numerosa presença de navio;
- abrigar-se de mau tempo;
- aguardar outros navios com os quais operará; e
- quando fundeando em companhia dos demais navios com os quais opera, em fundeadouro onde o espaço é restrito, sendo necessário que todos ocupem os pontos de fundeio pré-determinados, para que não haja interferência mútua.

Depois de selecionar a localização, a **área segura** na qual fundear deve ser estabelecida na Carta, por meio do seguinte procedimento (Figura 8.20):

Figura 8.20 –



PROCEDIMENTO RECOMENDADO PARA ESTABELECEER A ÁREA SEGURA PARA FUNDEIO:

1. TRACE A LINHA DE PERIGO.

2. DA LINHA DE PERIGO CONSTRUA UMA SÉRIE DE ARCOS DE RAIOS IGUAIS AO COMPRIMENTO DO NAVIO MAIS O FILAME A SER UTILIZADO.

3. A ÁREA EXTERNA A ESTES ARCOS É A ÁREA SEGURA NA QUAL FUNDEAR.

1. Traçar a **linha de perigo**, que é normalmente a isobatimétrica correspondente a uma profundidade igual ao calado do navio mais **6 pés** (aproximadamente 1,8 m), pois esta é a lazeira mínima de água que se pode admitir, abaixo da quilha, na baixa-mar (BM);
2. A partir da **linha de perigo**, construir uma série de arcos de raio igual ao **comprimento do navio** mais o **filame** a ser utilizado; e
3. A área externa a esses arcos será, então, uma **área segura** na qual fundear.

Após delimitada a **área segura para** o fundeio, passa-se à escolha do **ponto de fundeio** propriamente dito. Os seguintes aspectos devem ser considerados na seleção do **ponto de fundeio**:

1. O ponto de fundeio deve estar localizado numa área abrigada dos efeitos de ventos fortes, correntes e marés.
2. A área disponível para a manobra, tendo em vista a conformação da costa e o relevo submarino, deve ser suficiente.
3. A ténha deve ser, de preferência, areia ou lama, em vez de pedra, coral ou outro fundo duro, para permitir que o ferro unhe convenientemente.
4. A profundidade não deve ser muito pequena, colocando o navio em perigo, nem muito grande, facilitando que o ferro garre.
5. A posição deve ser livre de perigos à navegação ou inconvenientes ao fundeio, tais como pedras submersas, cascos soçobrados, canalizações ou cabos submarinos.
6. Deve existir um número conveniente de pontos notáveis e auxílios à navegação, cegos e luminosos, para controlar a posição do navio durante o dia e à noite.
7. Devem ser previstos pontos alternativos para o fundeio.
8. Se estiver previsto movimento de lanchas do navio para terra, para condução de licenciados, compras, etc., o ponto de fundeio escolhido deve estar o mais próximo possível do local onde atracarão as lanchas; e

9. Se o ponto de fundeio for designado por Autoridade superior (Comandante da FT ou GT, por exemplo) e o Encarregado de Navegação, após analisar os fatores a serem considerados para sua seleção, julgar que a posição não é segura para o fundeio, deve recomendar ao Comandante que solicite um novo ponto.

b. Plotagem do fundeio de precisão

Uma vez escolhido o **ponto de fundeio** e obtida a aprovação do Comandante, passa-se ao traçado da derrota para o fundeio, o que deve ser feito na Carta Náutica de maior escala em que esteja representada a área em que se vai fundear.

Na **plotagem do fundeio de precisão** os seguintes fatores devem ser considerados:

1. A derrota de aproximação, isto é, a derrota correspondente ao rumo final no qual o navio deve governar para alcançar o ponto de fundeio selecionado, deve ter um comprimento mínimo da ordem de 1000 jardas (na realidade, o comprimento da derrota sobre o rumo final variará de acordo com o navio, mas não deve ser menor que 600-1000 jardas, aumentando de extensão conforme aumenta o porte do navio);
2. Sempre que possível, o navegante deve selecionar uma derrota de aproximação tal que se tenha um auxílio à navegação ou ponto notável representado na carta pela proa (ou pela popa) no rumo final, pois isto facilita o controle da posição do navio durante a fase de aproximação ao fundeadouro.
3. A carta deve ser estudada em detalhes, a fim de se verificar a existência de auxílios à navegação ou ponto notável nas proximidades do través quando o navio atingir o ponto de fundeio, para servir de referência à marcação de largada do ferro.
4. Os pontos que serão marcados durante a aproximação e fundeio devem ser definidos com antecedência, através do estudo da Carta Náutica da área, verificando-se as áreas de cruzamentos favoráveis de marcações.
5. O filame a ser utilizado é função da profundidade e do tipo de fundo. Normalmente será usado um comprimento de amarra correspondente a **5 a 7** vezes a profundidade do local. Sabendo-se que um quartel de amarra mede 15 braças (27,4 m), é possível estabelecer quantos quartéis serão largados no ponto de fundeio selecionado. As informações de profundidade, tipo de fundo, filame e hora provável do fundeio devem ser transmitidas ao Encarregado de Convés ou ao Mestre do Navio com antecedência, para preparação da faina.
6. Levando-se em conta a velocidade e o ângulo de leme a serem utilizados, determinar o **avanço** e o **afastamento** para a guinada no ponto de inflexão da última pernada da derrota do navio para a derrota de aproximação ao ponto de fundeio. Utilizar o **avanço** e o **afastamento** para determinar o ponto de guinada e procurar um objeto cartografado que possa servir como referência para a **marcação de guinada**.
7. Traçar os **círculos de distância**, de 100 em 100 jardas (ou de 200 em 200 jardas, conforme a escala da carta), centrados no ponto de fundeio e tendo como **zero** uma distância do ponto de fundeio igual à distância passado – escovém do seu navio. Estes círculos de distância possibilitarão obter, em qualquer ponto da derrota de aproximação a distância a navegar ate o ponto de fundeio.

A plotagem do fundeio de precisão pode ser visualizada nas Figuras 8.21 e 8.22.

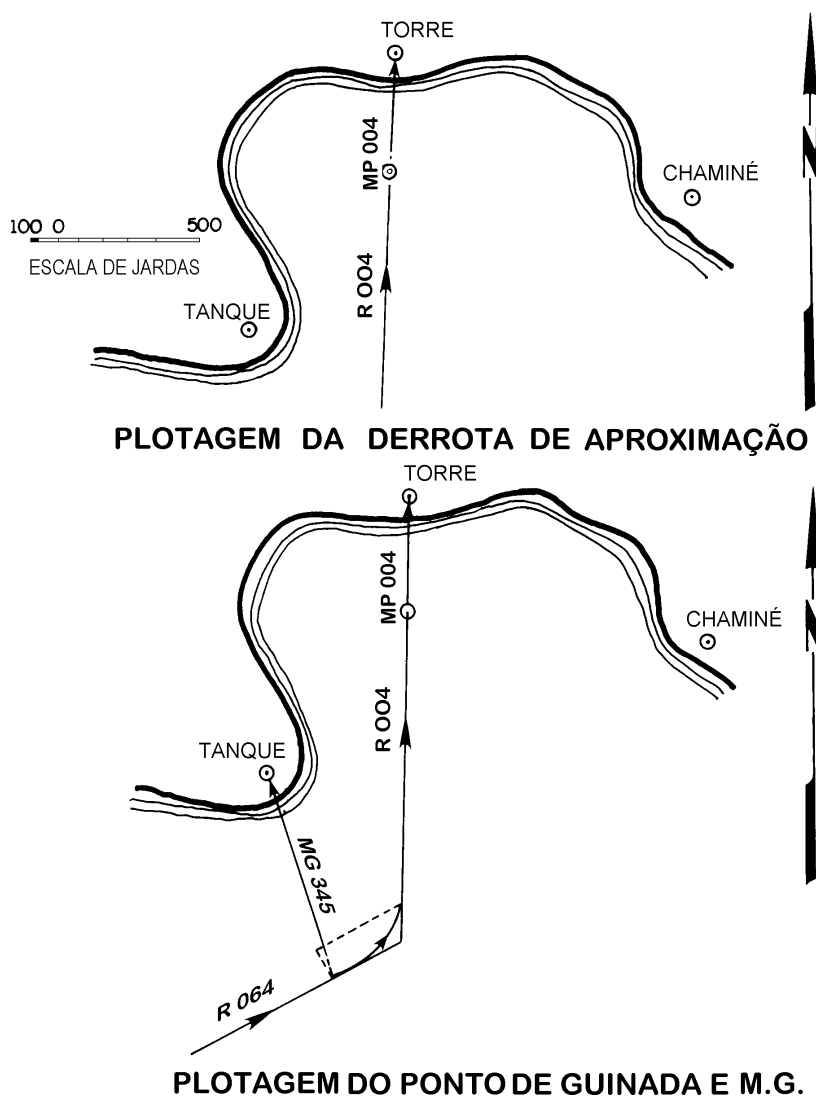


Figura 8.21 –

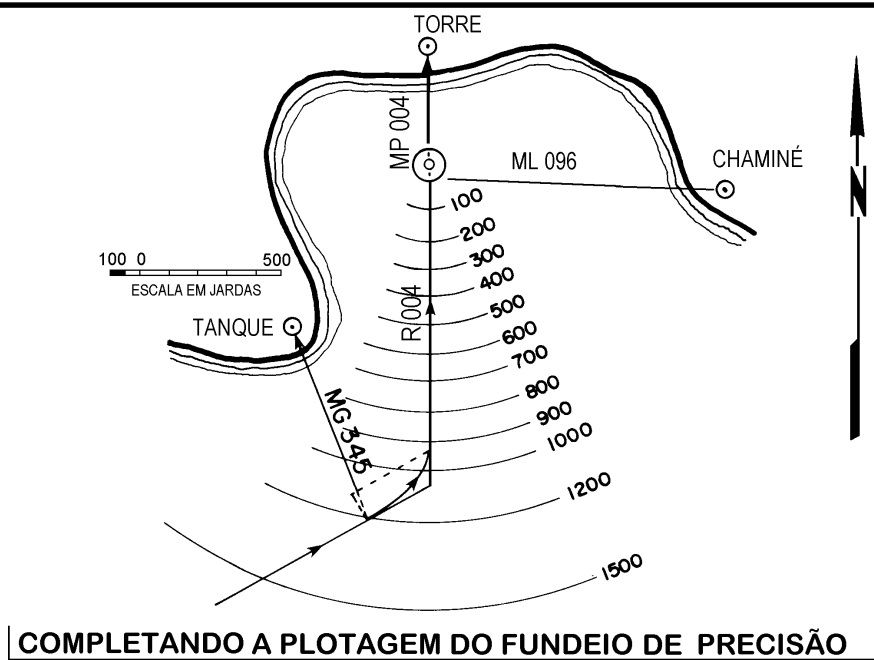


Figura 8.22 –

É interessante notar que a distância escovém – passadiço do navio deve ser levada em conta quando do traçado dos círculos de distância, na fase de plotagem do fundeio de precisão, pois deseja-se largar o ferro quando o escovém estiver sobre o ponto de fundeio, mas a posição determinada do navio corresponde à posição do passadiço, onde estão geralmente localizados os peloros utilizados para obtenção das marcações, como se pode verificar na Figura 8.23. Desta forma, embora o centro dos círculos de distância seja o ponto de fundeio, o **zero** de distância estará sobre o rumo final, a uma distância do ponto de fundeio igual à distância escovém – passadiço. Assim, quando o passadiço estiver neste ponto, o escovém estará exatamente sobre o ponto de fundeio, e o ferro poderá ser largado. A distância escovém – passadiço pode variar de aproximadamente 10 jardas, num pequeno navio, até cerca de 300 jardas, num super-petroleiro ou grande Navio-Aeródromo.

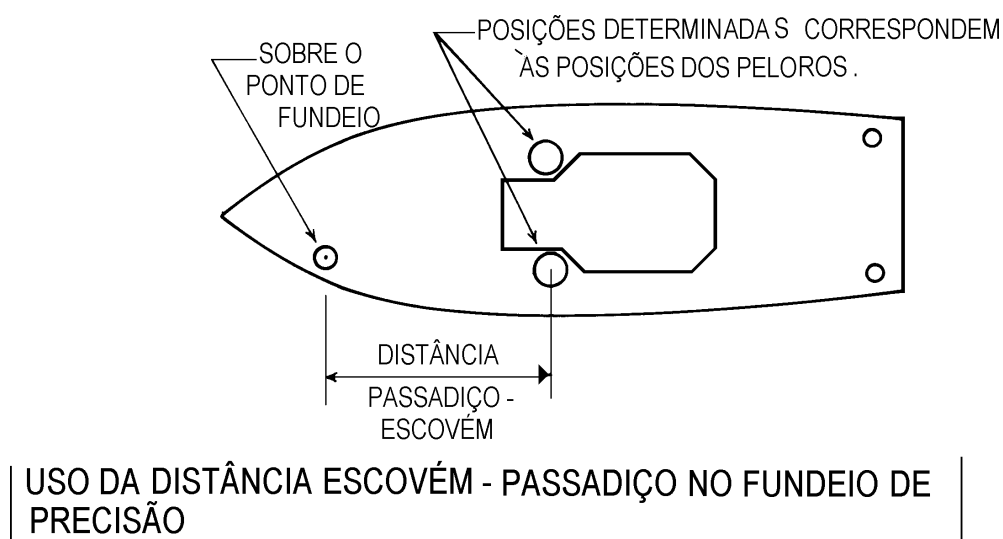


Figura 8.23 –

c. Aproximação e execução do fundeio de precisão

Antes da execução do **fundeio de precisão**, a **equipe de navegação** deve ser informada das características da manobra, tais como objetos a serem marcados na derrota de aproximação, marcação de guinada para a referida derrota, rumo final e marca de proa (ou popa) neste rumo, objeto de referência e valor da marcação de largada do ferro. O Encarregado de Navegação deve, ainda participar ao Comandante do navio e ao Oficial de Manobra detalhes da faina, especialmente o rumo final e o objeto de referência pela proa (ou popa) na derrota de aproximação, a profundidade e o tipo de fundo no ponto de fundeio e as condições prováveis de vento e maré. O Encarregado do Convés (e/ou Mestre do navio) deve ser informado da profundidade e da qualidade do fundo no ponto de fundeio, das condições de vento e maré esperadas para o local no momento da faina, do horário previsto para o fundeio e o filame a ser utilizado.

Durante a execução da aproximação, deve ser buscada a maior precisão possível na navegação, tomando-se os seguintes cuidados:

- as marcações devem ser simultâneas e tomadas a intervalos de tempo bastante curtos (geralmente a cada minuto);

- os desvios das agulhas e repetidoras utilizadas devem estar bem determinados e ser levados em conta antes da plotagem das LDP;
- erro de distância do radar deve ser considerado;
- com a equipe de navegação guarnecida e o anotador comandando os “tops”, as marcações devem ser tomadas do través para a proa (ou popa) e as distâncias-radar medidas da proa/popa para o través (isto é, as LDP que variam mais rapidamente devem ser observadas primeiro, no instante do “top”);

Conforme o navio se aproxima do ponto de fundeio, a velocidade deve ser reduzida. Não há regras fixas para este processo de redução, dependendo do tipo de navio as distâncias correspondentes aos diversos regimes de máquinas. Para navios do porte de Contratorpedeiros as seguintes regras gerais são indicadas:

1. A 1.000 jardas do ponto de fundeio, reduzir para uma velocidade de 5 a 7 nós;
2. Dependendo do vento e corrente, as máquinas devem ser paradas a cerca de 300 jardas do ponto de fundeio;
3. À medida que o navio se aproxima do ponto, as máquinas devem ser revertidas, de modo a quebrar todo o seguimento para vante e dar um pouco de seguimento para ré quando o escovém estiver diretamente sobre o ponto de fundeio. Um pouco de seguimento para ré é desejável quando se larga o ferro, especialmente para navios com proa bulbosa ou com domo de sonar na proa, como mostrado na Figura 8.24.

Figura 8.24 – Fundeio de navio como domo de sonar na proa

FUNDEIO DE NAVIO COM DOMO DE SONAR NA PROA



4. Larga-se o ferro quando for preenchida exatamente a **marcação de largada** e determina-se imediatamente a posição do **ponto de fundeio real**.

Conforme anteriormente citado, é recomendado um filame (comprimento da amarra) de 5 a 7 vezes a profundidade do local.

Se tudo correr bem, o ferro deve ser largado dentro de um círculo de 50 jardas de raio com centro no ponto de fundeio escolhido. A análise da diferença em distância entre o ponto de fundeio selecionado e o ponto de fundeio real permitirá o aprimoramento da rotina do navio no fudeio de precisão.

d. Providências para após o fundeio

Após o fundeio devem ser traçados o Círculo de Giro do Navio (CGN) e o Círculo de Giro do Passadiço (CGP), importantes para a verificação periódica da posição de fundeio.

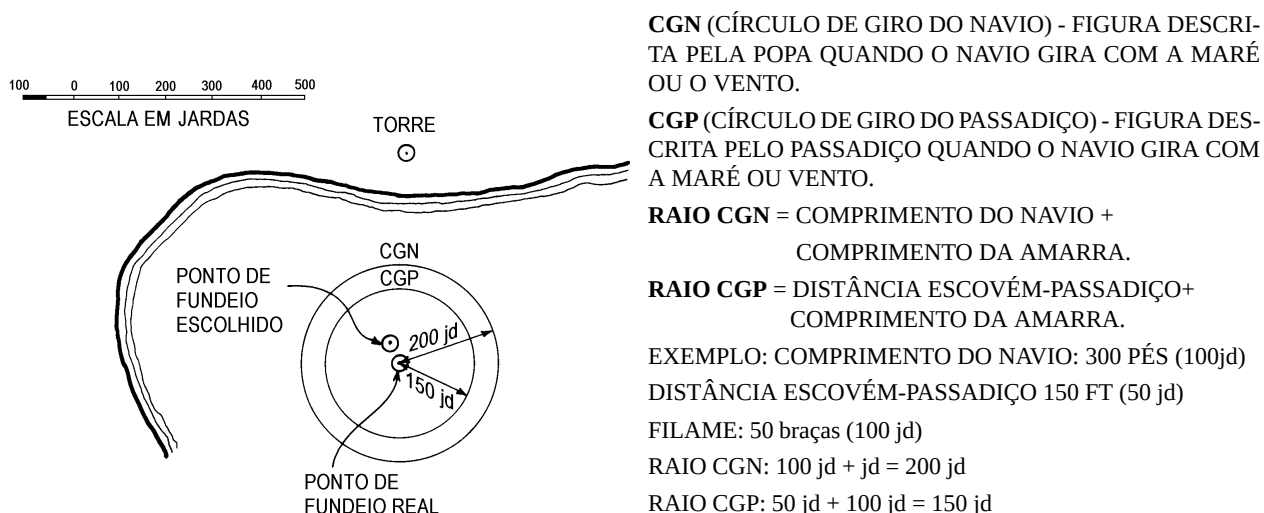
O raio do Círculo de Giro do Navio é igual ao comprimento do navio mais o comprimento da amarra (filame) utilizado e representa a figura descrita pela popa do navio quando este gira com o vento e maré.

O raio do Círculo de Giro do Passadiço (CGP) é igual à distância escovém-passadiço mais o comprimento da amarra e representa a figura descrita pelo passadiço quando o navio gira com o vento e maré.

O centro comum dos dois círculos é o ponto de fundeio real.

Traçados os referidos círculos, mostrados no Figura 8.25, deve-se verificar se o CGN está todo ele compreendido na área segura para o fundeio.

Figura 8.25 – Círculo de giro do navio e do passadiço após o fundeio



É necessário, ainda, estabelecer um serviço de controle da posição de fundeio, que deve verificar a posição do navio a cada 15 ou 30 minutos, marcando pontos determinados pelo Encarregado de Navegação. As posições determinadas devem, após a plotagem, localizar-se dentro do Círculo de Giro do Passadiço. Caso uma das posições se localize fora, outra posição deve ser imediatamente determinada e, se for confirmada sua localização fora dos limites do CGP, é sinal de que o navio está garrando e o Encarregado de Navegação, o Encarregado do Convés e o Comandante do navio devem ser imediatamente alertados.

Para evitar que a carta seja rasurada pelo excesso de posições plotadas no mesmo local, quando se controla a posição de fundeio, usa-se sobrepor um pedaço de papel vegetal ou plástico transparente à área de fundeio e, então, fazer a plotagem das posições de controle sobre este vegetal ou plástico, conservando o bom estado da carta.

Ademais, deve ser estabelecida uma rotina de verificação da amarra (“anchor watch”), normalmente executada pelo polícia de serviço, a fim de observar periodicamente como está dizendo a amarra, se está dando trancos, etc..

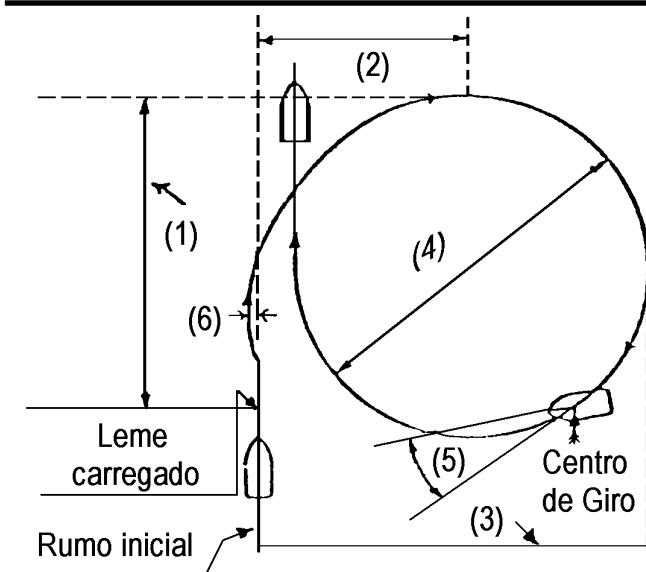
8.10 OBSERVAÇÕES FINAIS

Foram apresentados os empregos dos dados táticos do navio na navegação em águas restritas e o fundeio de precisão sob o ponto de vista do Passadiço, utilizando predominantemente métodos visuais, embora com o auxílio do Radar.

Entretanto, pode ser necessário executar tais fainas (à noite ou sob condições de visibilidade restrita) inteiramente pelo CIC/COC, utilizando procedimentos de navegação radar que serão adiante estudados.

8.11 EXERCÍCIOS

Figura 8.26



1. Dê os nomes dos elementos da curva de giro mostrada na Figura 8.26.

- (1)
- (2)
- (3)
- (4)
- (5)
- (6)

2. Seu navio está ocupando um posto a 5.000 jardas na popa do NAeL MINAS GERAIS, que é o Guia da Formatura, no Rumo 090°, velocidade 15 nós, e recebe ordem para deslocar-se para um novo ponto, a 1.000 jardas na popa do Guia, utilizando a Velocidade de Evolução de 21 nós. Da Tabela de Aceleração e Desaceleração do navio sabe-se que a razão distância/variação de velocidade é de 100 jardas por nó. Qual deve ser a distância entre seu navio e o Guia quando você reduzir a velocidade de 21 para 15 nós ?

RESPOSTA:

3. Com base na Tabela de Aceleração e Desaceleração do seu navio, mostrada na Figura 8.27 responder às seguintes questões:
- a. O seu navio encontra-se navegando na velocidade 15.0 nós e recebe ordem para acelerar para 31.0 nós, a fim de esclarecer um contato sonar obtido por um helicóptero da cobertura. Qual o tempo decorrido, em minutos, entre a ordem de aumentar a velocidade 15.0 para 31.0 nós e o momento em que o navio passa efetivamente a desenvolver esta velocidade?

Figura 8.27 – Tabela de Aceleração e Desaceleração

NÓS		MINUTOS		RAZÃO
MUDANÇA DE VELOC. DE	PARA	TEMPO REQUERIDO PARA MUDANÇA	INTERVALO DE TEMPO TOTAL	NÓS/MINUTO
ACELERAÇÃO				
0	10	3	3	3 1/3
10	15	1	4	5
15	20	2	6	2 1/2
20	24	4	10	1
24	28	6	16	2/3
28	31	9	25	1/3
DESACELERAÇÃO				
31	28	3	3	1
28	24	4	7	1
24	20	2	9	2
20	15	1	10	5
15	10	1	11	5
10	0	2	13	5

TABELA DE ACELERAÇÃO E DESALERAÇÃO

(USADA PARA PREVINIR A DISTÂNCIA PERCORRIDA PELO NAVIO QUANDO ACELERANDO OU DESACELERANDO DE UMA VELOCIDADE PARA OUTRA).

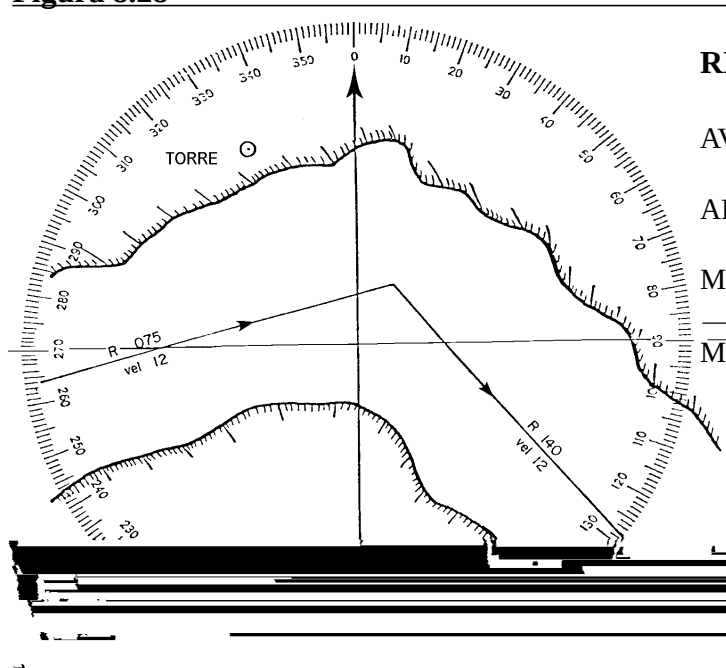
RESPOSTA:

- b. Qual a distância percorrida pelo seu navio entre o instante em que a aceleração de 15.0 para 31.0 nós é ordenada e o instante em que o navio passa efetivamente a desenvolver esta velocidade?

RESPOSTA:

4. O seu navio deve executar a **derrota prevista** mostrada na Figura 8.28. A TABELA DE DADOS TÁTICOS para a **velocidade** e **ângulo de leme** a serem utilizados consta da Figura 8.29. Calcular o **avanço** e o **afastamento** para a guinada representada (na Figura 8.29). Plotar na Figura o ponto de guinada, onde a manobra deve ser iniciada, e **marcação de guinada** (indicando o objeto de referência para esta marcação).

Figura 8.28 –



RESPOSTA:

AVANÇO: _____ jardas

AFASTAMENTO: _____ jardas

MARCAÇÃO DE GUINADA:
_____ PARA _____ (OBJETO
MARCADO)

Figura 8.29 – .Tabela de dados táticos para a velocidade e ângulo de leme a serem utilizados na manobra.

ÂNGULO DE GUINADA	AVANÇO (JARDAS)	AFASTAMENTO (JARDAS)
15°	48	5
30°	75	15
45°	96	36
60°	112	57
75°	127	87
90°	130	112
105°	127	137
120°	112	160
135°	96	179
150°	75	194
165°	48	203
180°	35	206

5. O navio deve executar um **fundeio de precisão** na Baía de Castelhanos (Figura 8.30), no ponto onde está representado o símbolo de fundeadouro. A TABELA DE DADOS TÁTICOS para **velocidade** e **ângulo de leme** a serem usados na manobra está mostrada na Figura 8.31.

Figura 8.30 – Plano da Baía de Castelhanos

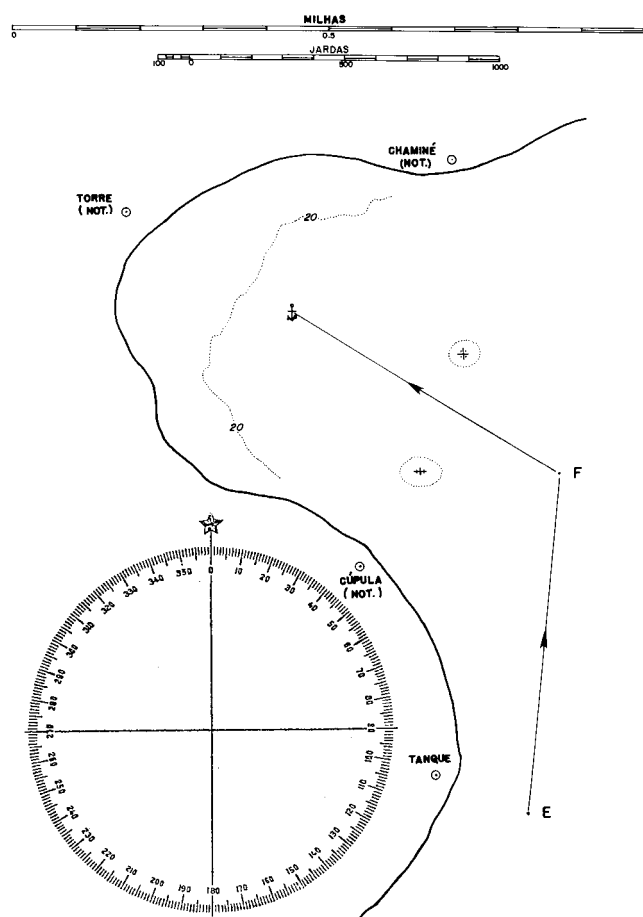


Figura 8.31 – Tabela de dados táticos, mostrando o avanço e afastamento para cada 15° de ângulo de leme e velocidade de 15 nós.

- Determinar o **avanço** e o **afastamento** para guinada no ponto F da derrota prevista;
- Plotar o **ponto de guinada** na Figura 8.30 e traçar a **marcação de guinada** para o ponto de referência escolhido;
- Indicar qual a **marca de proa** a ser utilizada na derrota final de aproximação ao fundeadouro e qual o valor da **marcação de proa**;
- Sabendo-se que a distância passadiço-escovém é de 50 jardas, traçar os **círculos de distância** para o fundeio de precisão (de 100 em 100 jardas, até 1000 jardas, e os círculo de 1200 e 1500 jardas);
- Traçar a **marcação de largada do ferro**, indicando qual o objeto de referência para esta marcação;
- Traçar **marcações de perigo** para defender dos perigos existentes em ambos os bordos da derrota de aproximação ao ponto de fundeio.

6. O navio deve executar um **fundeio de precisão** na Barra de Catuama (Figura 8.32), no ponto **F**. A TABELA DE DADOS TÁTICOS para a **velocidade** e o **ângulo de leme** a serem usados está mostrada na Figura 8.31.

- Determinar o **avanço** e o **afastamento** para a guinada no ponto **E** da **derrota prevista** (Figura 8.32);
- Plotar o **ponto de guinada** na Figura 8.32 e traçar a **marcação de guinada** para o ponto de referência escolhido;
- Indicar a marca de proa e qual a **marcação de proa** para a derrota final de aproximação ao ponto de fundeio;
- Sabendo-se que a distância passadiço-escovém para o navio é de 100 jardas, traçar os **círculos de distância** para o fundeio de precisão;
- Traçar a **marcação de largada do ferro**, indicando qual o objeto de referência para esta marcação;
- Traçar marcação de perigo para os perigos (bancos que descobrem na baixa-mar) existentes em ambos os bordos da derrota de aproximação ao ponto de fundeio.

Figura 8.32 –



9

A EQUIPE DE NAVEGAÇÃO

9.1 IMPORTÂNCIA DA EQUIPE DE NAVEGAÇÃO NA NAVEGAÇÃO EM ÁGUAS RESTRITAS

Conforme visto, NAVEGAÇÃO EM ÁGUAS RESTRITAS é a navegação que se pratica no acesso e no interior de portos, baías, canais, rios, lagos e outras águas navegáveis onde a proximidade dos perigos, a conformação da costa e/ou as profundidades reduzidas trazem restrições à manobra do navio.

A **navegação em águas restritas** envolve a determinação freqüente da posição do navio e exige a máxima precisão de posicionamento. A posição do navio é obtida pela interseção das LINHAS DE POSIÇÃO (LDP) visuais já estudadas (marcação, alinhamento, segmento capaz, distância pelo ângulo vertical), pelo emprego do RADAR ou por sistemas eletrônicos de posicionamento de alta precisão, como o LORAN-C e o GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM), que serão abordados no Volume II deste Manual.

A freqüência de determinação das posições na **navegação em águas restritas** depende das restrições à navegação existentes na área, sendo comum a adoção dos intervalos de 3 minutos ou de 6 minutos (para uso das regras dos 3 minutos e dos 6 minutos, estudadas na navegação estimada). Há, porém, situações, tais como **fundeio de precisão e navegação em canal varrido/dragado**, em que o intervalo de tempo entre as posições pode ser reduzido para 1 minuto.

No que se refere à precisão de posicionamento, esta deve ser a máxima. Critérios internacionais, recomendados pela Organização Marítima Internacional (IMO) e pela Associação Internacional de Sinalização Náutica (IALA), estabelecem para navegação de aproximação de portos e navegação em águas restritas precisões da ordem de 10 metros (2 drms, isto é, 95% de confiabilidade). Nos Estados Unidos, para estes tipos de navegação exige-se precisão de posição de 8 a 20 metros (2 drms). Tais requisitos são necessários para salvaguardar o navio, o canal de navegação ou o porto e para reforçar a proteção ao meio ambiente (evitando desastres ecológicos).

Para obtenção da precisão de posicionamento requerida na navegação em águas restritas, são necessárias, além de equipamentos e instrumentos adequados e bem aferidos, cuidados especiais na determinação e plotagem das LDP que definirão as posições, tais como:

- Simultaneidade de observação das LDP (ou redução ao mínimo do intervalo de tempo entre elas);
- determinação das LDP na seqüência adequada, observando primeiro as LDP que variam mais rapidamente (marcar primeiro os objetos nas proximidades do través e medir primeiramente as distâncias pela proa ou popa);
- conhecer com precisão os desvios da giro e o erro de calibragem do radar e considerar seus efeitos antes da plotagem da posição;
- buscar ângulos de cruzamento favoráveis entre as LDP;
- identificar perfeitamente os pontos visados;
- plotar com precisão as LDP e as posições resultantes.

Ademais, é necessário manter sempre um registro criterioso da **navegação em águas restritas**, para permitir uma avaliação posterior da navegação executada pelo navio, com a finalidade de aprimorar os procedimentos, e para servir como documento legal, em caso de ocorrência de um acidente.

A Equipe de navegação possibilita a obtenção das posições e o controle dos movimentos do navio com a frequência e a precisão requeridas pela navegação em águas restritas, além de permitir a manutenção de um registro criterioso da navegação executada.

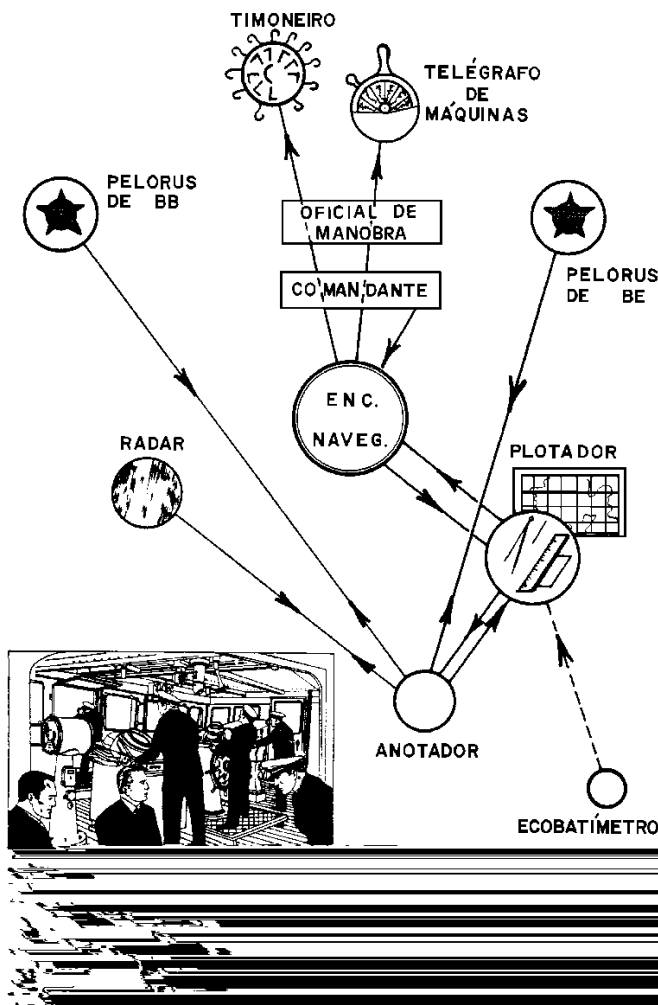
Embora não haja limites rígidos para a área em que se deve por em prática a navegação em águas restritas, de maneira geral os procedimentos a ela inerentes devem ser adotados quando a distância à costa ou ao perigo mais próximo for inferior a **3** milhas ou quando as profundidades forem reduzidas, tornando pequena a lazeira de água abaixo da quilha. Normalmente, durante a navegação em águas restritas a Equipe de Navegação está guarnecida e o restante da tripulação está em DEM (Detalhe Especial para o Mar), para a máxima segurança do navio.

9.2 A EQUIPE DE NAVEGAÇÃO

A Equipe de Navegação é composta pelo Encarregado de Navegação e pelo pessoal que o auxilia durante a navegação em águas restritas. A constituição da equipe é normalmente a seguinte (Figura 9.1):

1. Encarregado de Navegação
2. Plotador
3. Anotador/telefonista
4. Observador dos pelorus de BE e BB
5. Operador do Radar de Navegação
6. Operador do Ecobatímetro

Figura 9.1 – Equipe de Navegação



As comunicações entre os componentes da Equipe de Navegação são feitas através de telefones auto-excitados, utilizando normalmente o circuito 1JW (CIRCUITO DE NAVEGAÇÃO).

A atribuição da Equipe de Navegação como um todo é manter um fluxo contínuo e adequado de informações de navegação, fornecendo sugestões, principalmente de rumos e velocidades, que permitam ao Comandante decidir com segurança sobre os movimentos do navio.

9.3 ATRIBUIÇÕES DOS COMPONENTES DA EQUIPE DE NAVEGAÇÃO

1. ENCARREGADO DE NAVEGAÇÃO (ENC NAV)

a. ao ENC NAV cabe uma atribuição importantíssima, que consiste no **planejamento da derrota para navegação em águas restritas**, que é feito através do estudo das cartas, publicações e demais documentos náuticos. Na fase de planejamento são estabelecidos os rumos e as velocidades para as várias pernadas, os pontos a serem observados nos diversos trechos da derrota (para garantir ângulos de cruzamento favoráveis entre as LDP), os pontos de guinada e suas referências (considerando os **dados tácticos** do navio), as marcas de proa e alinhamentos a serem utilizados e os outros auxílios à navegação em águas restritas. Ademais, antes da execução da navegação, o ENC NAV deve instruir os outros componentes da Equipe sobre a derrota prevista, os pontos que serão observados, o intervalo de tempo entre as posições, os rumos e velocidades a seguir e demais pormenores da faina.

b. na fase de **execução da navegação em águas restritas**, cabe ao ENC NAV a coordenação da Equipe de Navegação; a avaliação das informações obtidas, quanto à confiabilidade e a recomendação ao Comandante dos rumos, velocidades e instantes de guinada, para que seja seguida a **derrota predeterminada**, com a **velocidade de avanço** prevista.

2. PLOTADOR

- plota na Carta as Linhas de Posição obtidas e determina a posição do navio, por interseção das LDP;
- mantém uma **navegação estimada** acurada, a fim de permitir uma correta visualização da situação passada, atual e futura, e possibilitar uma avaliação dos elementos e dos efeitos da **corrente**;
- informa ao ENC NAV a aproximação dos **pontos de guinada** da derrota prevista e os novos rumos a seguir;
- alerta ao ENC NAV sobre situações perigosas;
- recomenda rumos ao ENC NAV, para corrigir os movimentos do navio, de modo que seja seguida a derrota prevista; e
- sugere ao ENC NAV mudança de pontos a marcar, de modo a garantir ângulos de cruzamento favoráveis entre as LDP.

3. ANOTADOR/TELEFONISTA

- controla os instantes de determinação da posição, dando os sinais para observação das Linhas de Posição (marcações, distâncias e profundidades), de modo que as LDP sejam obtidas simultaneamente, no intervalo de tempo previamente estabelecido pelo ENC NAV;
- anota os valores das LDP observadas (marcações, distâncias e profundidades) em modelo próprio. No caso das marcações, os valores anotados são MARCAÇÕES DA GIRO (Mgi), porém na Carta Náutica devem ser plotadas apenas MARCAÇÕES VERDADEIRAS (M ou MV). Assim, antes da plotagem deve ser aplicado o Desvio da Giro (Dgi). Nas distâncias obtidas pelo RADAR, deve ser aplicado o erro de calibragem do equipamento antes da plotagem, se houver;
- informa aos marcadores dos pelorus e ao operador do RADAR as mudanças de pontos determinadas pelo ENC NAV.

É o seguinte o procedimento padrão para observação das LDP:

INSTANTE	ORDEM TRANSMITIDA PELO ANOTADOR
15 SEGUNDOS ANTES DO INSTANTE DA POSIÇÃO	ATENÇÃO PARA O MARQUE DO MINUTO (XX)
NO INSTANTE DETERMINADO	MARQUE; MINUTO (XX); FAROL (ALFA), TORRE (BRAVO), PONTA (CHARLIE)

Neste instante, os observadores dos pelorus determinarão as marcações, o operador do RADAR fará a leitura das distâncias e o operador do ecobatímetro medirá a profundidade, obtendo-se, assim, a simultaneidade requerida para as LDP.

É seguinte a ordem de resposta recomendada

- a. OBSERVADOR DO PELORUS DE BE;
- b. OSERVADOR DO PELORUS DE BB;
- c. OPERADOR DO RADAR DE NAVEGAÇÃO; e
- d. OPERADOR DO ECOBATÍMETRO (poderá estar ou não no CIRCUITO 1JW).

4. OBSERVADORES DOS PELORUS DE BE E BB

- a. identificam visualmente os pontos notáveis e auxílios à navegação a serem marcados;
- b. observam e informam as marcações, nos instantes determinados pelo ANOTADOR;
- c. no caso de marcarem mais de um ponto, sendo o instante de determinação das LDP comandado pelo ANOTADOR, observam primeiro as marcações que variam mais rapidamente (marcações pelo través) e por último as que variam mais lentamente (marcações pela proa e/ou pela popa); e
- d. informam ao ENC NAV o aparecimento de novos pontos notáveis, o cruzamento de alinhamento (com o valor observado para a marcação) e o desaparecimento definitivo ou temporário dos pontos que estão sendo marcados.

5. OPERADOR DO RADAR

- a. acompanha os pontos conspícuos a marcar no PPI do RADAR e fornece as distâncias (ou, eventualmente, também as MARCAÇÕES – RADAR) nos instantes determinados pelo ANOTADOR;
- b. determina primeiro as distâncias a pontos pela proa ou pela popa, pois estas variam mais rapidamente, e depois as distâncias a pontos nas proximidades do través, que variam mais devagar; e
- c. mantém a repetidora do RADAR numa escala compatível, atentando para o fato de que quanto menor o alcance ajustado no RADAR, maior a escala de apresentação da imagem e maior a precisão de leitura das distâncias.

É útil na fase de planejamento da navegação em águas restritas o ENC NAV e o OPERADOR DO RADAR fazerem um estudo da área, sobre a Carta Náutica, determinando vários pontos conspícuos para o RADAR e designando-os com letras do alfabeto fonético. Prepara-se, então, um croquis mostrando estes pontos e, durante a execução da derrota, o ANOTADOR, instruído pelo ENC NAV, determinará ao OPERADOR DO RADAR que forneça distâncias (ou, eventualmente, marcações) para os pontos ALFA, BRAVO, CHARLIE, etc., simplificando o processo.

6. OPERADOR DO ECOBATÍMETRO

- a. no instante determinado pelo ANOTADOR, faz a leitura da profundidade e informa o seu valor; e
- b. alerta o ENC NAV Sobre a diminuição da profundidade e a presença de perigos submersos (altos-fundos, pedras, etc).

O OPERADOR DO ECOBATÍMETRO pode ou não estar ligado ao CIRCUITO 1JW, dependendo da localização do equipamento. Normalmente, o operador informa profundidades abaixo da quilha e o PLOTADOR deverá somar o calado do navio na altura do transdutor do ecobatímetro, para obter a profundidade real e poder comparar com a sondagem da Carta para a posição, a fim de verificar se há discrepâncias notáveis.

7. OUTROS COMPONENTES

Um componente do DEM que pode auxiliar muito a EQUIPE DE NAVEGAÇÃO é o SONDADOR DA PROA, que guarnece o prumo de mão e, a intervalos regulares, em áreas de pouco fundo, mede a profundidade na proa e informa ao Passadiço, pelo circuito de telefone auto-excitado 1JV. Especialmente em navios grandes, a informação de profundidade na proa é importante, em particular em áreas acidentadas. Em outras situações, onde o fundo é mais regular, serve para verificar se o ecobatímetro está funcionando corretamente.

Em condições de baixa visibilidade, tais como nevoeiro espesso, cerração, chuva pesada ou noite muito escura (em áreas sem auxílios visuais à navegação), a Equipe de Navegação do Passadiço pode ser substituída pela Equipe de Navegação Radar do CIC/COC, executando o navio nesta situação uma navegação puramente radar. Mesmo nestas circunstâncias, entretanto, o ENC NAV continua como responsável pela navegação segura do navio perante o Comandante, a quem cabe a responsabilidade última.

O circuito telefônico entre o Passadiço e o CIC/COC para informações de navegação é o 1JA.

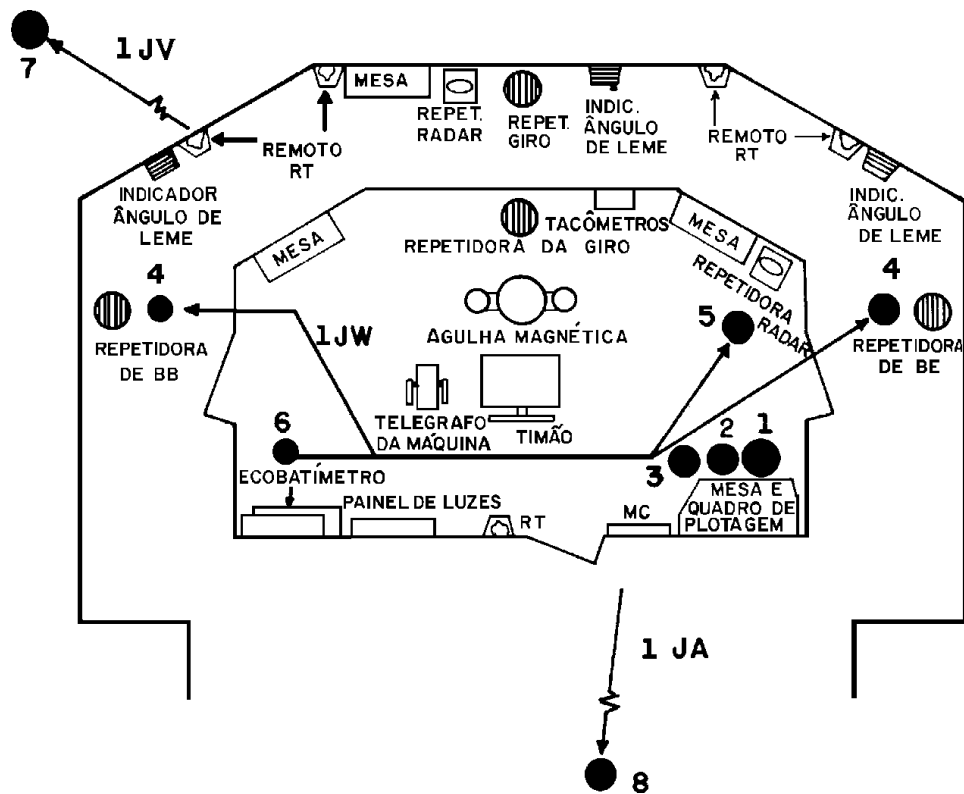
O ENC NAV deve, assim, instruir o pessoal da Equipe de Navegação Radar do CIC COC quanto à derrota a ser seguida e as velocidades de avanço previstas, antes da navegação em águas restritas, para atender à eventualidade de ter que conduzir a navegação utilizando essa equipe.

A Figura 9.2 representa, de forma esquemática, a Equipe de Navegação no Passadiço de um contratorpedeiro e sua interligação com outros componentes, situados em locais diversos do navio.

9.4 OBSERVAÇÕES FINAIS

- a. o planejamento da derrota, o adestramento e a coordenação da Equipe de Navegação e o cuidado na observação das LDP e plotagem das posições são fatores essenciais para obtenção da precisão exigida pela navegação em águas restritas;
- b. de qualquer maneira, sempre que, durante a execução de navegação em águas restritas, surgirem dúvidas quanto à posição do navio ou a distância ao perigo mais próximo, o Encarregado de Navegação deve imediatamente recomendar ao Comandante que pare o navio, podendo mesmo propor que se fundeie, até que as dúvidas sejam desfeitas e a posição do navio possa ser estabelecida com precisão.

Figura 9.2 – Equipe de Navegação no Passadiço de um Contratorpedeiro



1. ENCARREGADO DE NAVEGAÇÃO
2. PLOTADOR
3. ANOTADOR/TELEFONISTA (CIRCUITO 1 JW)
4. OBSERVADORES DOS PELORUS DE BE E BB
5. OPERADOR DO RADAR DE NAVEGAÇÃO
6. OPERADOR DO ECOBATÍMETRO
7. SONDADOR DA PROA (CIRCUITO 1 JV)
8. EQUIPE DE NAVEGAÇÃO RADAR CIC (1JA)

10.1 O FENÔMENO DA MARÉ E SUA IMPORTÂNCIA PARA A NAVEGAÇÃO

A superfície dos mares não permanece estacionária. Devido, principalmente, às atrações da Lua e do Sol, a massa líquida se movimenta no sentido vertical, dando origem às **marés** e, também, horizontalmente, provocando as **correntes de maré**. Ademais, o aquecimento desigual dos diferentes pontos da Terra pelo Sol e os grandes sistemas de vento resultantes dão origem às **correntes oceânicas**, que serão adiante estudadas, neste mesmo Capítulo.

Quando o navio se encontra em locais profundos, o conhecimento preciso da altura da água em relação ao fundo do mar não tem maior significado. Entretanto, em águas rasas, é este conhecimento que permitirá definir em que ocasiões e quais as áreas, portos ou canais onde um navio pode navegar com segurança.

As correntes de maré também deverão ser levadas em conta na navegação em águas restritas, quando não se pode permitir que o navio se afaste da derrota prevista. O conhecimento antecipado da direção e velocidade desta corrente facilitará o planejamento, não só da derrota, como também da atracação/desatracação e dos horários mais convenientes às manobras.

10.2 CONCEITOS BÁSICOS DE MARÉS

Maré é a oscilação vertical da superfície do mar ou outra grande massa d'água sobre a Terra, causada primariamente pelas diferenças na atração gravitacional da Lua e, em menor extensão, do Sol sobre os diversos pontos da Terra.

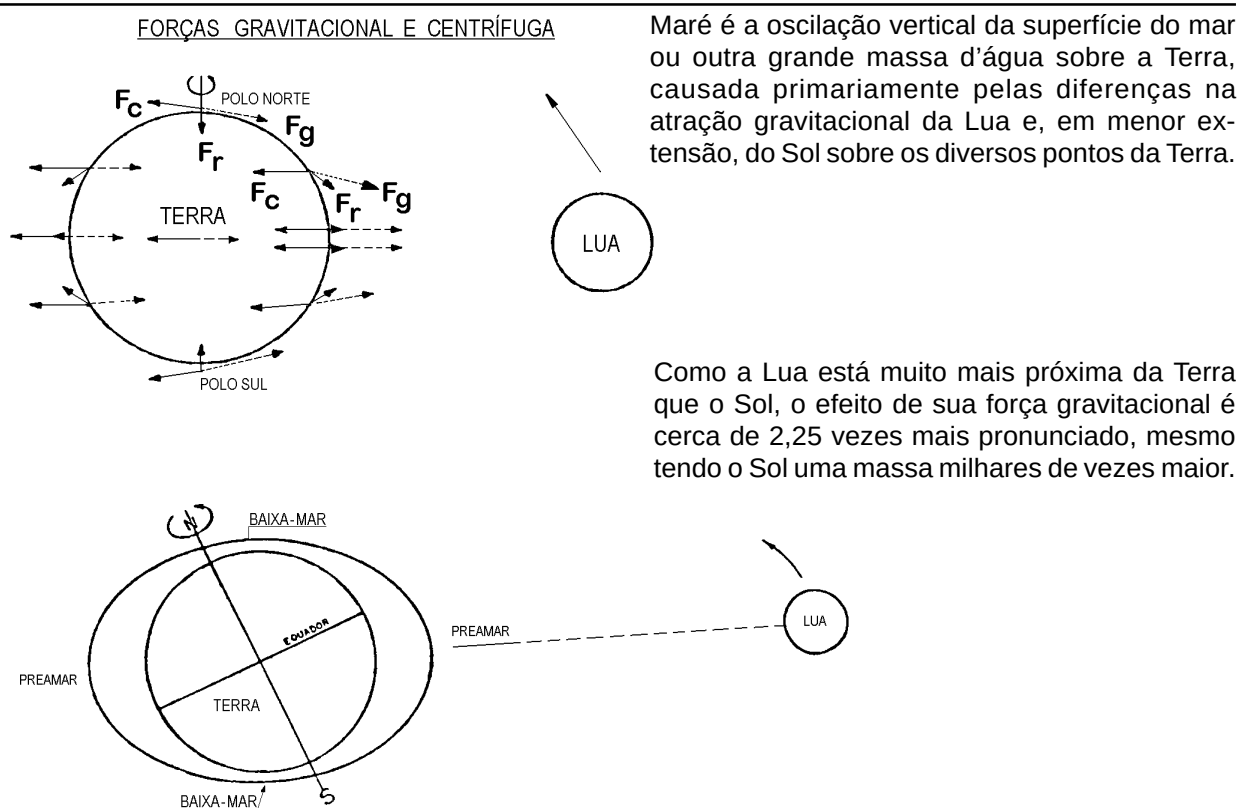
A oscilação da maré é consequência, basicamente, da Lei da Gravitação Universal de Newton, segundo a qual as matérias se atraem na razão direta de suas massas e na razão inversa do quadrado da distância que as separa. A **Lua**

corpo celeste que mais influencia a maré, seguindo-se o **Sol**, por força de sua enorme massa. A influência dos demais planetas e estrelas é bem menos significativa.

Os movimentos relativos Sol–Terra–Lua fazem com que as **marés** sejam **movimentos harmônicos compostos** que podem, conseqüentemente, ser decompostos em vários **movimentos harmônicos simples**, expressos por equações matemáticas.

A Terra e, especialmente, seus oceanos, são afetados pela atração gravitacional do sistema Terra–Lua e pelas forças centrífugas resultantes de sua revolução em torno de um centro comum (**baricentro** ou centro de massa do sistema Terra–Lua), constituído por um ponto localizado no interior da Terra, aproximadamente 810 milhas (cerca de 1.500 km) abaixo de sua superfície. A força gravitacional (F_g) e a força centrífuga (F_c) estão em equilíbrio e, como resultado, a Terra e a Lua nem colidem, nem se afastam uma da outra no espaço (Figura 10.1).

Figura 10.1 - Forças geradoras da maré



Entretanto, embora o sistema Terra–Lua como um todo esteja em equilíbrio, partículas individuais na Terra não estão. A força centrífuga é a mesma em qualquer lugar, pois todos os pontos na superfície da Terra descrevem o mesmo movimento em torno do centro de massa comum. Estas forças são todas paralelas entre si e paralelas a uma linha unindo o centro da Terra ao centro da Lua. Por outro lado, a força gravitacional não é a mesma em todos os lugares; as partículas mais próximas da Lua sofrem uma força gravitacional maior que aquelas localizadas no lado mais afastado da Terra. Ademais, estas forças não são paralelas, tendo cada uma a direção da linha que une a partícula correspondente ao centro da Lua.

Assim, as **resultantes** dessas forças (F_r), mostradas com ênfase exagerada na Figura, levarão a água da superfície a fluir em direção aos pontos da superfície da Terra mais próximo e mais afastado da Lua (ponto sub-lunar e sua antípoda, respectivamente). Este fluxo causa níveis de água mais altos que o normal nesses pontos e níveis mais baixos que

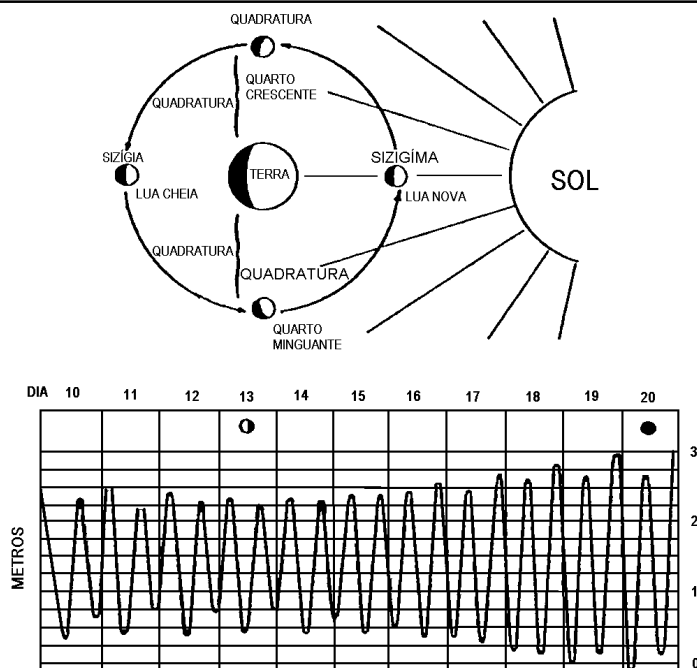
o normal nas áreas de onde o fluxo provém. Embora no ponto mais próximo e mais distante da lua haja indicação de uma força resultante (F_r) para fora, esta é muito fraca, não tendo intensidade suficiente para causar uma maré apreciável. A maré resulta, realmente, das forças quase horizontais que causam o fluxo acima descrito, na direção dos pontos da superfície da Terra mais próximo e mais afastado da Lua. Esta explicação, abreviada e simplificada, ajuda muito a entender o fenômeno das marés.

Como a Terra gira cada dia em torno de seu eixo, de Oeste para Leste, completando uma rotação a cada 24 horas, o ponto da superfície da Terra que fica na direção da Lua muda e, teoricamente, cada ponto na Terra apresentaria duas preamares (PM) e duas baixa-mares (BM) no período de 24 horas. Entretanto, como a Lua gira em torno da Terra no mesmo sentido em que a Terra gira em torno de seu eixo, o tempo que a Terra leva para efetuar um rotação completa com relação à Lua é de aproximadamente 24h 50m, período conhecido como um dia lunar. Ademais, como resultado da inclinação do eixo da Terra, as PREAMARES e as BAIXA-MARES sucessivas não são normalmente de níveis iguais.

10.3 MARÉS DE SIZÍGIA E MARÉS DE QUADRATURA

As marés de sizígia (ou de águas vivas) e as marés de quadratura (ou de águas mortas) podem ser visualizadas na Figura 10.2.

Figura 10.2 - Marés de Sizígia e Marés de Quadratura



As forças de atração da Lua e do Sol se somam duas vezes em cada lunação (intervalo de tempo entre duas conjunções ou oposições da Lua, cujo valor, em dias médios, é 29,530588 dias), por ocasião da Lua Nova e da Lua Cheia, produzindo marés de sizígia, com preamares (PM) muito altas e baixa-mares (BM) muito baixas.

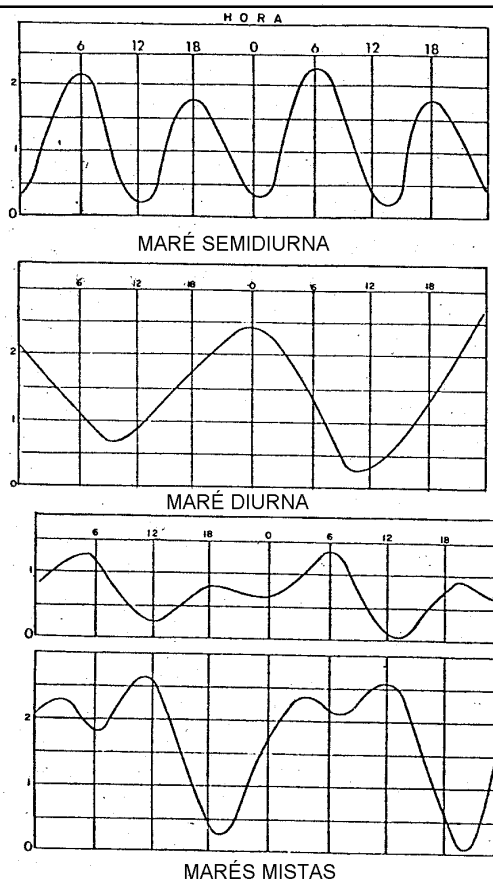
As forças de atração do Sol e da Lua se opõem duas vezes em cada lunação, por ocasião do quarto crescente e quarto minguante da Lua, produzindo marés de quadratura, com preamares mais baixas e baixa-mares mais altas.

10.4 TIPOS DE MARÉS

Devido ao fato de 1 dia lunar ter aproximadamente 24h 50m, em oposição ao dia solar de 24 horas, as marés não ocorrem todos os dias à mesma hora num mesmo local.

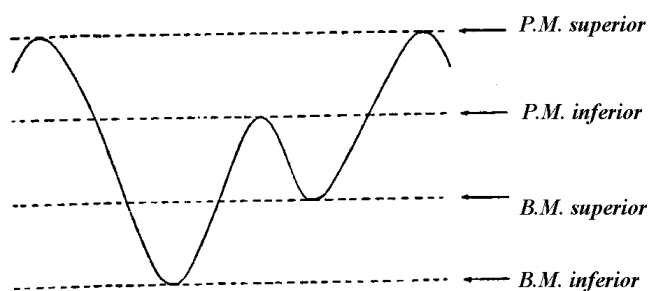
Conforme anteriormente citado, o padrão normal de marés é a ocorrência de 2 PM e 2 BM no período de 1 dia lunar (24h 50m). Este tipo de maré é chamado de **semidiurna**. A maré semidiurna, então, apresenta duas **PM** e duas **BM** no período de 1 dia lunar, sendo o intervalo de tempo entre uma **PM** e a **BM** consecutiva de pouco mais de 6 horas. Normalmente, há apenas variações relativamente pequenas nas alturas de duas **PM** ou de duas **BM** sucessivas. No Brasil, as **marés semidiurnas** são observadas de VITÓRIA, E.S., para o Norte.

Figura 10.3 - Tipos de Marés



PM ou duas **BM** consecutivas. Há, normalmente, 2 PM e 2 BM a cada dia, mas ocasionalmente a maré pode tornar-se diurna.

Figura 10.3 (a) - Maré de Desigualdades Diurnas



O padrão semidiurno, entretanto, vai variar em diversos locais da Terra, em virtude dos efeitos de massas terrestres, latitude do lugar, águas restritas, fricção (atrito), viscosidade do meio líquido e do efeito de Coriolis (uma força aparente que atua sobre qualquer corpo em movimento na superfície terrestre, causada pela rotação da Terra), produzindo **marés diurnas** e **marés mistas**.

As **marés diurnas** constituem um padrão no qual ocorrem apenas uma **PM** e uma **BM** a cada dia lunar. Geralmente os níveis de duas **PM** ou **BM** sucessivas não variam muito. Áreas de ocorrência: costa norte do Golfo do México, Mar de Java, Golfo de Tonkin.

As **marés mistas** constituem um tipo de maré no qual as oscilações diurnas e semidiurnas são ambas fatores importantes, sendo a maré caracterizada por grandes diferenças de altura entre duas

Ademais, em outros locais a maré apresenta sempre duas PM e duas BM diariamente, mas com desigualdades análogas às da Figura 10.3 (a). Este tipo de maré é classificado como **maré semidiurna com desigualdades diurnas**, ou **maré de desigualdades diurnas**, ocorrendo na **Costa Sul** do Brasil.

Os tipos de marés podem ser visualizados nas Figuras 10.3 e 10.3 (a)

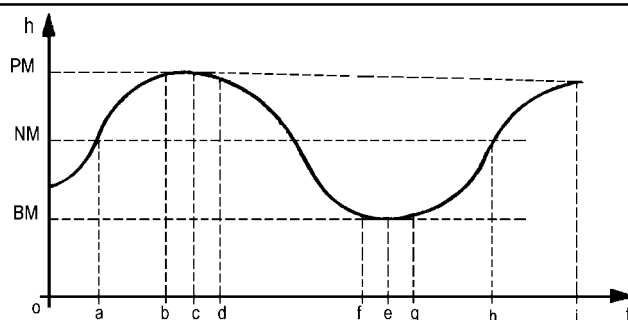
10.5 ELEMENTOS DAS MARÉS

Se, em um dado local, for observada a oscilação rítmica do nível das águas, durante um certo tempo, verifica-se que:

- O nível sobe durante algum tempo, período denominado de “enchente”;
- Atinge um nível máximo denominado “preamar”;
- Fica um certo tempo estacionado, período denominado de “estofo de enchente”;
- Baixa durante um certo tempo, período da “vazante”;
- Alcança o nível mínimo, chamado “baixa-mar”;
- Fica estacionado algum tempo, novamente chamado de estofo, só que agora denominado “estofo de vazante”; e
- Recomeça a subir, iniciando a repetição do movimento de “enchente”.

Este movimento rítmico é uma função periódica do tempo e pode ser representado segundo dois eixos ortogonais, onde o eixo vertical indicará a altura da maré (h) e o eixo horizontal o instante em que ocorre aquela altura (t), como mostrado na Figura 10.4.

Figura 10.4 -Elementos das Marés



Observando a Figura e a descrição do movimento rítmico acima apresentada, pode-se definir:

PREAMAR (PM): Maior altura que alcançam as águas em uma oscilação; igual a h_{PM} e acontece nos instantes t_c e t_i .

BAIXA-MAR (BM): Menor altura que alcançam as águas em uma oscilação; igual a h_{BM} e ocorre no instante t_e .

AMPLITUDE DA MARÉ: Distância vertical entre uma PM e uma BM consecutivas, igual a $h_{PM} - h_{BM}$.

NÍVEL MÉDIO (NM): Valor médio em torno do qual a maré oscila. Para uma determinada oscilação é $h_{NM} = (h_{PM} + h_{BM})/2$; para um período longo, equivale ao nível em que permaneceria o mar se não existissem as marés.

ENCHENTE: Intervalo de tempo durante o qual o nível do mar se eleva; duração da enchente = $t_i - t_e$.

VAZANTE: Intervalo de tempo durante o qual o nível do mar baixa; duração da vazante = $t_e - t_c$.

ESTOFO DA MARÉ: Período durante o qual o nível do mar fica praticamente estacionado; pode ser estofo de enchente ($t_d - t_c$) ou de vazante ($t_g - t_f$).

NÍVEL DE REDUÇÃO (NR): Nível a que são referidas as alturas das águas e as sondagens representadas nas Cartas Náuticas; é o zero do eixo vertical da Figura 10.4. Como o NR (nível de redução) adotado pela DHN é normalmente o nível médio das baixa-mares de sizígia (MLWS), geralmente se encontram maiores profundidades que as sondagens lançadas na carta; entretanto, por ocasião das BM de sizígia, podem ser encontradas profundidades menores que as constantes da carta.

CICLO DA MARÉ: Período de tempo entre uma PM e a BM que se lhe segue.

ALTURA DA MARÉ: Distância vertical entre o **nível do mar** em um determinado instante e o **nível de redução** (plano de referência que constitui a origem de contagem das profundidades e das alturas da maré).

10.6 OUTROS CONCEITOS RELACIONADOS COM MARÉS

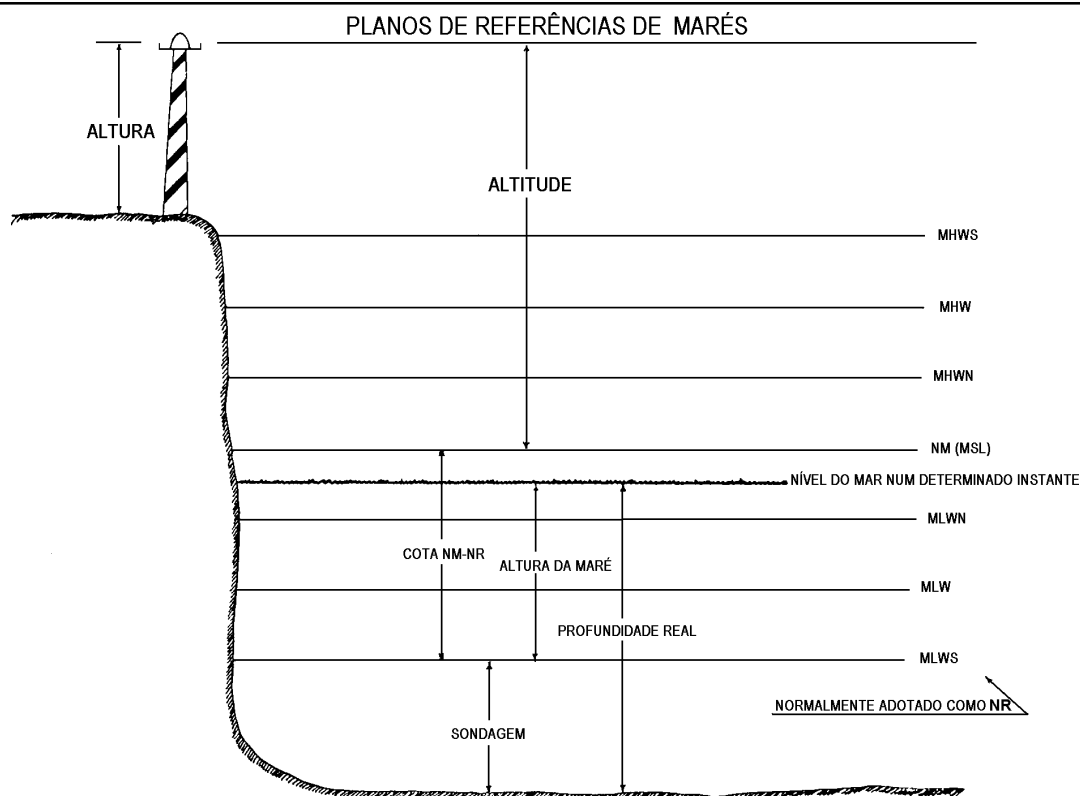
IDADE DA LUA: Intervalo de tempo decorrido entre a última Lua Nova e a lua na data considerada; é, normalmente, expressa em **dias**, indo de **zero a 29** (duração de uma **lunação**) e, quando necessário, aproximada a décimos. Assim, **marés de águas vivas** (sizígias) ocorrem quando a **Idade da Lua** for **zero (Lua Nova)**, **14 (Lua Cheia)** e **28 ou 29 (Lua Nova)**. Da mesma forma, **marés de águas mortas** (quadraturas) ocorrem quando a **Idade da Lua** for **7 e 21**, com a Lua em **quarto crescente** (idade: 7) ou em **quarto minguante** (idade: 21).

Estabelecimento Vulgar do Porto ou Estabelecimento do Porto (HWF&C: "HIGH WATER FULL AND CHANGE") – média dos intervalos de tempo decorridos entre a passagem da Lua Cheia (ou Nova) pelo meridiano superior do lugar e a ocorrência da preamar em dias de sizígio. De fato, a rotação diária da Terra em torno de seu eixo tem um efeito de fricção (atrito) sobre as marés. Este efeito, aliado à inércia da massa líquida, faz com que as preamares normalmente ocorram um determinado período de tempo após a passagem da Lua pelo meridiano superior do local. O **Estabelecimento Vulgar do Porto** (H.W.F & C) é uma característica do local a que se refere, sendo função de uma série de fatores, tais como topografia, latitude e presença de correntes fluviais ou marítimas interferindo com a maré.

10.7 PLANOS DE REFERÊNCIAS DE MARÉS

Nível de Redução (NR): nível a que são referidas as alturas das marés e as sondagens (profundidades representadas nas cartas náuticas). O Nível de Redução normalmente corresponde ao nível médio das baixa-mares de sizígia (MLWS) nas cartas náuticas brasileiras. É um nível abaixo do qual o mar não desce senão raramente.

Nível Médio do Mar (NM): altura média da superfície do mar em todos os estágios de oscilação da maré, observados em um longo período de tempo (maior que 18.6 anos) e considerado como equivalente ao nível que existiria na ausência das forças geradoras das marés. O Nível Médio é normalmente adotado como plano de referência para a medida das altitudes.

Figura 10.5 - Planos de Referências de Marés

Nível Médio das Marés (MTL ou “MEAN TIDE LEVEL”): valor médio de um certo número de PM e BM. Normalmente, não tem qualquer significado para a navegação.

MHWS (“MEAN HIGH WATER SPRINGS”): média das PM de sizígia ou altura da PM média de sizígia. Altura média, deduzida de uma longa série de observações, das alturas das PM de sizígia.

MHWN (“MEAN HIGH WATER NEAPS”) – média das PM de quadratura ou altura da PM média de quadratura. Altura média, deduzida de uma longa série de observações, das alturas das PM de quadratura.

MHW (“MEAN HIGH WATER”) – Média das PM ou altura da PM média, isto é, altura média, deduzida de uma longa série de observações, das alturas de todas as PM.

Altura da maré – Cota vertical NR – nível do mar, em um determinado instante.

MLWN (“MEAN LOW WATER NEAPS”) – média das BM de quadratura ou altura da BM média de quadratura, isto é, altura média, deduzida de uma longa série de observações, das alturas das BM de quadratura.

MLW (“MEAN LOW WATER”) – média das baixa-mares ou altura da BM média, isto é, altura média, deduzida de uma longa série de observações, das alturas de todas as BM.

MLWS (“MEAN LOW WATER SPRINGS”) – média das BM de sizígia ou altura da BM média de sizígia, isto é, altura média, deduzida de uma longa série de observações, das alturas das BM de sizígia. É o nível adotado pela DHN como Nível de Redução (NR) nas Cartas Náuticas brasileiras.

Sondagem ou profundidade cartografada – distância vertical do NR ao fundo do mar, em um determinado local.

Profundidade real em um determinado instante (ou profundidade do local no instante considerado): soma da sondagem com a altura da maré no instante considerado.

Altitude – Distância vertical entre o ponto considerado e o Nível Médio do mar.

Altura de um objeto: distância vertical entre o seu tope e a sua base (ou o terreno que a circunda).

Normalmente, a altura de qualquer PM estará entre a **MHWS** e a **MHWN**, sendo aproximadamente igual à **MHWS** quando a Idade da Lua for **zero** ou **14** e igual à **MHWN** quando a Idade da Lua for **7** ou **21**.

Como o **NR** adotado pela DHN para as Cartas Náuticas brasileiras é normalmente o **MLWS**, em geral se encontram maiores profundidades que as representadas na carta. Entretanto, eventualmente, por ocasião das BM de sizígia, poder-se-ão encontrar profundidades menores que as constantes da carta.

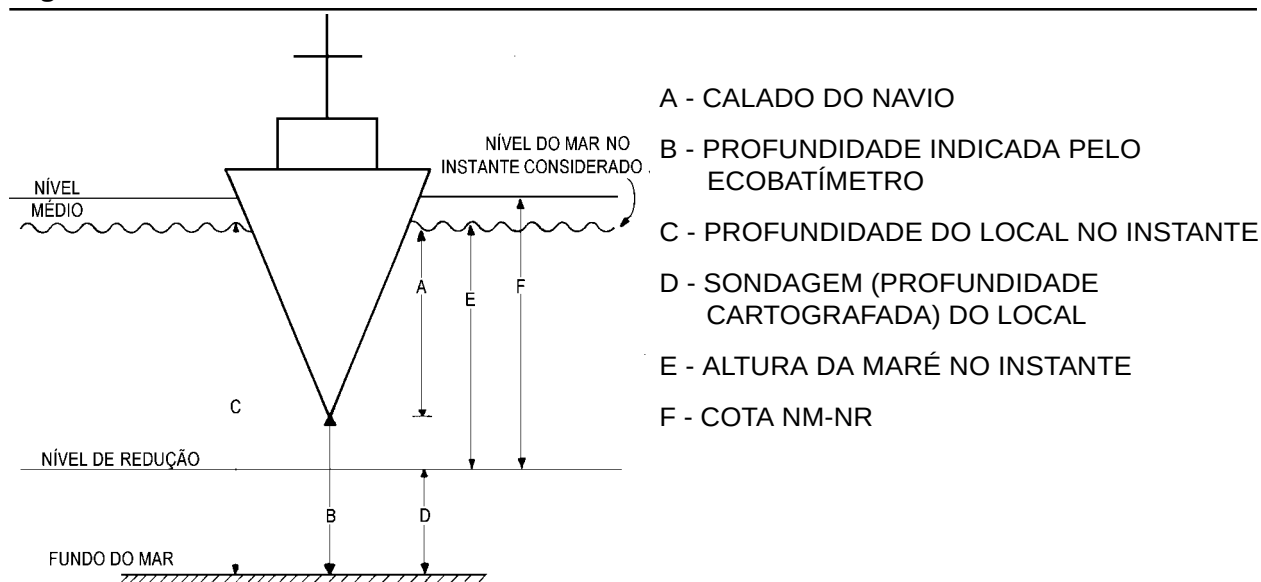
10.8 PREVISÃO DAS MARÉS

Conforme já comentado, para o navegante o conhecimento da maré e das correntes de maré é importante porque lhe permitirá decidir sobre:

- possibilidade de passar em locais de pouco fundo;
- datas, horários e velocidades convenientes para navegar nestes locais;
- rumos na superfície para obter os rumos no fundo desejados;
- escolha do bordo de atracação, tipo de amarração e folgas adequadas das espias; e
- necessidade de parar motores e máquinas refrigeradas à água salgada, em determinados períodos, para evitar que as tomadas d'água, por ficarem no fundo do casco, aspirem lama ou areia.

Para decidir quanto aos aspectos da possibilidade de passar em certo local, datas e horários mais convenientes, é preciso que se observe que (Figura 10.6):

Figura 10.6 -



Em qualquer instante, a profundidade (C) é igual a sondagem (D) mais a altura da maré (E):

$$C = D + E$$

Nos ecobatímetros, é normalmente medida a distância vertical (B) entre a quilha do navio e o fundo do mar que, somada ao calado (A) dará a profundidade (C):

$$C = B + A$$

Para decidir quanto à velocidade, é preciso ter em mente que, na maioria dos navios e dentro dos seus atuais limites de velocidade, quando a velocidade aumenta a sua popa afunda e, conseqüentemente, para não tocar no fundo haverá necessidade de maior profundidade (maior lazeira de água abaixo da quilha).

Não se pode, também, esquecer que o navio caturra e que a sua arfagem pode exigir aumentos na profundidade mínima que o navio necessitaria para passar, sem bater no fundo, em determinado local. Especial atenção deve ser dada a este fator de segurança quando se tratar de navios de boca estreita e compridos, que “enterram” bastante suas proas se sujeitos a ondas, principalmente com mar de través para vante.

A escolha de rumos na superfície, bem como o bordo de atracação e tipo de amarração, está ligada às correntes de maré.

A folga das espias é função principalmente da amplitude da maré, mas alguns outros aspectos estão também envolvidos, como: intensidade da corrente; direção e força dos ventos; situação de carga (navio leve ou carregado), onde se incluem os recebimentos ou transferências de água e óleo; existência e utilização de amarreta e tipo do cais (se flutuante ou fixo).

Os elementos necessários à tomada destas decisões são conseguidos em várias fontes. As principais são:

- a. Tábuas das Marés;
- b. Quadros de Informações sobre a Maré representados nas Cartas Náuticas;
- c. Cartas de correntes de maré;
- d. Informações sobre correntes de maré constantes de determinadas Cartas Náuticas;
- e. Roteiro; e
- f. Almanaque Náutico.

A seguir serão mostradas as maneiras de obter, a partir de tais fontes, os elementos de marés e correntes de maré necessários ao navegante.

10.9 UTILIZAÇÃO DAS TÁBUAS DAS MARÉS

10.9.1 CONTEÚDO DAS TÁBUAS

As “**Tábuas das Marés**” constituem uma publicação editada anualmente pela DHN, contendo (Edição de 1993) a previsão para os **47** principais **portos, terminais, barras, ilhas oceânicas e fundeadouros brasileiros**, relacionados do **Norte** para o **Sul**, e **oito portos estrangeiros da América Latina**.

Há ainda, nas “**Tábuas das Marés**”, uma **Tabela de Correções** que permite conhecer a maré em 2 portos secundários, duas outras Tabelas para obtenção da maré em um instante qualquer, explicações para utilização dos métodos expeditos de previsão e uma Tabela de Fases da Lua.

A Figura 10.7 reproduz uma página da tábuas, onde se observa:

Figura 10.7 -Tábua das Marés

FUNDEADOURO DE SALINÓPOLIS (ESTADO DO PARÁ) – 1993															
Latitude 00° 37'.0 S				Longitude 047° 21'.0 W				Fuso +3.0 horas				Carta 0311			
IAGS				60 Componentes				Nível Médio 2.75 m							
Janeiro				Fevereiro				Março				Abril			
HORA	ALT		HORA	ALT		HORA	ALT	HORA	ALT		HORA	ALT		HORA	ALT
m	m		m	m		m	m	m	m		m	m		m	m
01 0015 3.8 16 0102 4.0			01 0143 3.8 16 0336 3.8			01 0619 1.5 16 0119 3.7			01 0200 4.0 16 0341 3.9						
SEX 0638 1.4 SAB 0734 1.4			SEG 0756 1.6 TER 0956 1.7			SEG 1209 4.1 TER 0738 1.9			QUI 0817 1.6 SEX 1002 1.7						
1241 3.8 1338 4.2			1400 4.1 1556 4.1			1858 1.5 1353 3.9			1419 4.4 1554 4.1						
1913 1.5 2017 1.3			2045 1.4 2245 1.4			2039 1.7			2109 1.3 2228 1.5						
02 0123 3.7 17 0223 3.9			02 0256 3.9 17 0456 4.0			02 0102 3.8 17 0309 3.7			02 0319 4.3 17 0439 4.1						
SAB 0739 1.5 DOM 0851 1.5			TER 0906 1.5 QUA 1108 1.5			TER 0719 1.6 QUA 0934 1.9			SEX 0943 1.3 SAB 1058 1.4						
1347 3.9 1456 4.1			1506 4.3 1704 4.4			1323 4.2 1532 4.0			1536 4.6 1653 4.3						
2024 1.5 2143 1.3			2158 1.2 2347 1.1			2006 1.5 2215 1.6			2228 1.0 2315 1.2						
03 0236 3.8 18 0354 3.9			03 0404 4.2 18 0551 4.3			03 0223 3.9 18 0430 4.0			03 0428 4.7 18 0523 4.4						
DOM 0847 1.4 SEG 1013 1.5			QUA 1017 1.3 QUI 1200 1.2			QUA 0838 1.6 QUI 1047 1.6			SAB 1054 0.9 DOM 1143 1.1						
1451 4.1 1617 4.3			1611 4.6 1758 4.6			1439 4.3 1641 4.3			1645 4.9 1739 4.5						
2134 1.3 2300 1.1			2308 0.9			2132 1.3 2313 1.3			2332 0.7 2358 1.0						
04 0339 4.0 19 0508 4.1			04 0506 4.5 19 0032 0.9			04 0341 4.2 19 0521 4.3			04 0528 5.1 19 0558 4.6						
SEG 0951 1.3 TER 1124 1.3			QUI 1126 1.0 SEX 0634 4.6			QUI 0958 1.4 SEX 1138 1.3			DOM 1154 0.5 SEG 1221 0.8						
1549 4.3 1723 4.5			1711 4.9 1247 1.0			1553 4.6 1732 4.5			1749 5.2 1817 4.7						
2234 1.0			1839 4.8			2251 1.0									
05 0436 4.2 20 0000 0.8			05 0011 0.6 20 0108 0.7			05 0449 4.6 20 0000 1.1			05 0026 0.4 20 0038 0.9						
TER 1049 1.1 QUA 0606 4.4			SEX 0602 4.8 SAB 0706 4.8			SEX 1111 1.0 SAB 0602 4.6			SEG 0621 5.4 TER 0632 4.8						
1639 4.6 1219 1.0			1230 0.7 1321 0.8			1700 5.0 1215 1.0			1251 0.2 1300 0.6						
2334 0.8 1815 4.7			1811 5.2 1913 4.9			2354 0.7 1811 4.7			1845 5.4 1854 4.8						
06 0528 4.5 21 0053 0.6			06 0108 0.3 21 0145 0.6			06 0549 5.0 21 0039 0.9			06 0115 0.2 21 0111 0.8						
QUA 1147 0.9 QUI 0654 4.6			SAB 0656 5.1 DOM 0739 4.8			SAB 1213 0.6 DOM 0639 4.8			TER 0708 5.6 QUA 0702 4.9						
1730 4.9 1304 0.8			1324 0.4 1356 0.7			1802 5.3 1256 0.8			1341 0.0 1339 0.5						
1858 4.8			1906 5.4 1943 4.9			1849 4.9			1936 5.5 1930 4.8						
07 0032 0.5 22 0136 0.5			07 0200 0.1 22 0211 0.6			07 0053 0.3 22 0109 0.7			07 0202 0.1 22 0153 0.7						
QUI 0621 4.7 SEX 0732 4.7			DOM 0747 5.3 SEG 0800 4.9			DOM 0643 5.3 SEG 0706 4.9			QUA 0754 5.7 QUI 0734 4.9						
1245 0.7 1347 0.7			1413 0.2 1428 0.7			1306 0.3 1332 0.7			1424 -0.1 1413 0.5						
1823 5.1 1936 4.9			1956 5.5 2009 4.9			1856 5.5 1921 4.9			2017 5.5 2002 4.7						
08 0126 0.3 23 0206 0.5			08 0249 -0.1 23 0245 0.5			08 0143 0.1 23 0147 0.6			08 0251 0.1 23 0228 0.7						
SEX 0709 4.9 SAB 0800 4.7			SEG 0834 5.4 TER 0826 4.9			SEG 0732 5.6 TER 0736 5.0			QUI 0838 5.6 SEX 0800 4.8						
1341 0.5 1417 0.7			1500 0.0 1458 0.7			1358 0.0 1402 0.6			1506 -0.1 1454 0.5						
1915 5.2 2002 4.8			2047 5.5 2038 4.8			1949 5.6 1953 4.9			2100 5.4 2038 4.6						
09 0213 0.1 24 0241 0.5			09 0328 0.0 24 0309 0.6			09 0224 0.0 24 0217 0.6			09 0326 0.3 24 0302 0.8						
SAB 0758 5.0 DOM 0828 4.7			TER 0911 5.4 QUA 0847 4.8			TER 0811 5.7 QUA 0800 4.9			SEX 0913 5.4 SAB 0834 4.8						
1430 0.4 1451 0.7			1547 0.1 1532 0.7			1447 -0.1 1441 0.6			1551 0.1 1534 0.6						
2004 5.2 2028 4.8			2130 5.3 2108 4.7			2036 5.6 2023 4.8			2143 5.1 2109 4.5						
10 0300 0.0 25 0304 0.5			10 0404 0.1 25 0347 0.7			10 0304 0.0 25 0253 0.7			10 0402 0.5 25 0345 0.9						
DOM 0847 5.0 SEG 0847 4.6			QUA 0953 5.3 QUI 0915 4.7			QUA 0854 5.6 QUI 0828 4.9			SAB 0953 5.1 DOM 0904 4.7						

Na **primeira linha**: O nome do porto, terminal, barra, ilha oceânica ou fundeadouro, o respectivo **Estado da Federação** e o **ano** a que se referem as previsões.

Na **segunda linha**: As **coordenadas geográficas** do local da **estação maregráfica** e o **fuso horário adotado**.

Na **terceira linha**: A sigla da instituição responsável pelas observações, o número de componentes utilizados na previsão, a cota do Nível Médio sobre o Nível de Redução e o número da Carta Náutica do porto, terminal, barra ou fundeadouro.

A seguir encontram-se 4 colunas, cada uma referente a um mês, e, no seu interior, os elementos da maré dia-a-dia.

Para **cada dia** são informadas as **horas** e as **alturas** das **preamares (PM)** e **baixamares (BM)** previstas.

As horas, do **fuso horário** P(+3 horas), são representadas com **4** algarismos, sendo que os dois primeiros indicam as **horas** e os dois seguintes os **minutos**.

As **alturas** das **PM** e **BM** são dadas em **2** algarismos, representando **metros e decímetros**. As alturas indicadas são cotas verticais acima do **Nível de Redução**. Eventualmente, quando o número for **negativo**, a maré estará abaixo do **Nível de Redução**.

10.9.2 EXEMPLO DE PREVISÃO DE MARÉS

a. Obter a previsão de maré para **Salinópolis**, no dia 08/março/1993.

Resposta (ver Figura 10.7):

08/mar/93	BM	0143	0.1m
2ª feira	PM	0732	5.6m
(Lua Cheia)	BM	1358	0.0m
	PM	1949	5.6m

b. Obter a previsão de maré para **Salinópolis** no dia 15/março/93.

Resposta:

15/mar/93	PM	0004	4.0m
2ª feira	BM	0623	1.6m
(quarto minguante)	PM	1230	4.1m
	BM	1902	1.5m

A análise dos dois exemplos acima permite:

- identificar a maré de Salinópolis como **semidiurna**, caracterizada por uma curva aproximadamente senoidal, com duas **PREAMARES (PM)** e duas **BAIXA-MARES (BM)** por dia (cada evento de maré separado por cerca de 6 horas um do outro) e apresentando variações pequenas nas alturas das duas PM e das duas BM sucessivas.
- verificar a diferença entre **MARÉ DE SIZÍGIA** e **MARÉ DE QUADRATURA**. De fato, no dia 08/mar/93 (LUA CHEIA) observa-se uma **MARÉ DE SIZÍGIA**, com **PREAMARES (PM)** bastante altas e **BAIXA-MARES (BM)** muito baixas. A **AMPLITUDE DA MARÉ** no primeiro ciclo é de 5,5 metros e, no segundo, 5,6 metros. Por outro lado, no dia 15/mar/93 (QUARTO MINGUANTE) tem-se **MARÉ DE QUADRATURA**, com PM mais baixas e BM mais altas. Nessa data, a **AMPLITUDE DA MARÉ** é bem menor, sendo, no primeiro ciclo, de 2,4 metros e, no segundo, de 2,6 metros.

10.9.3 DETERMINAÇÃO DA ALTURA DA MARÉ EM UM INSTANTE QUALQUER

O cálculo da altura da maré, para qualquer dos portos listados, em horário diferente do previsto para a preamar ou baixa-mar, irá exigir a utilização das **Tabelas I e II** “altura da maré em um instante qualquer”, reproduzidas na Figura 10.8.

A **Tabela I** tem como elementos de entrada a duração da maré (enchente ou vazante) e o intervalo de tempo entre o instante considerado e a preamar ou baixa-mar mais próxima. A sua saída, denominada **centésimo**, é um dos elementos de entrada para a **Tabela II**, onde o segundo elemento de entrada será a **amplitude** da maré em questão. A saída da **Tabela II** é a **correção** a ser aplicada à altura da baixa-mar ou preamar considerada, que permitirá conhecer a altura da maré no instante desejado.

Embora as **Tábuas das Marés** sejam anuais, as **Tabelas I e II** são permanentes e podem ser utilizadas em qualquer dia de qualquer ano.

As **Tabelas I e II**

Figura 10-8 - Altura da maré em um instante qualquer (Tabelas de Correção)

Tabela I - Fração da amplitude expressa em centésimo considerado e a preamar c												
Intervalo de tempo	Duração da											
	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.
000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
40	7	6	6	5	4	4	4	4	4	4	4	4
50	10	9	8	8	7	7	6	6	6	6	6	5
1 00	15	12	11	11	9	9	8	8	7	7	7	7
10	20	17	15	15	13	13	11	11	10	10	10	10
20	25	22	19	19	17	17	15	15	13	13	13	13
30	30	27	23	23	21	21	18	18	16	16	16	16
40	37	32	29	29	25	25	22	22	20	20	20	20
50	44	38	34	34	30	30	27	27	24	24	24	24
2 00	50	44	39	39	35	35	31	31	28	28	28	28
10	50	50	44	44	40	40	35	35	32	32	32	32
20			50	50	45	45	40	40	36	36	36	36
30					50	50	45	45	41	41	41	41
40							50	50	46	46	46	46
50									50	50	50	50
3 00												
10												
20												
30												
40												
50												
4 00												

Para entrar na **Tabela I**:

Duração da vazante: 06^h 26^m @ 06^h 20^m

Intervalo de tempo (entre a PM de 0732 e 1000): 02^h 28^m @ 02^h 30^m

Dado de saída da Tabela I: 34 (fração da amplitude)

Para entrar na

A tabela fornece as correções aditivas ou subtrativas que devem ser aplicadas às horas e às alturas da preamar e da baixa-mar no porto de referência (Recife), para obtenção dos elementos análogos dos portos secundários de Camocim e Barra do Rio São Francisco..

EXEMPLOS:

a. Obter a **previsão das marés** para o porto de Camocim (CE), no dia 06/04/93, sabendo-se que, para esta data, é a seguinte a **maré prevista** para Recife (**porto de referência**):

06/04/93	0315	2.4m	PM
3ª feira	0924	-0.1m	BM
Lua Cheia	1541	2.5m	PM
	2153	-0.1m	BM

SOLUÇÃO:

A Tabela da Figura 10.10 fornece as seguintes correções para o porto de Camocim:

Correção	PM (instante):	+ 02 ^h 12 ^m
Correção	PM (altura):	+ 0,8m
Correção	BM (instante):	+ 02 ^h 17 ^m
Correção	BM (altura):	+ 0,2m

Combinando estas correções com a **maré prevista** para o **porto de referência** (Recife) obtém-se a **previsão de maré** para o **porto secundário** (Camocim):

Recife – 1ª PM:	0315	2,4m	
Correções PM:	<u>+ 0212</u>	<u>+ 0,8m</u>	
Camocim – 1ª PM:	0527	3,2m	
Recife – 1ª BM:	0924	- 0,1m	
Correções BM:	<u>+ 0217</u>	<u>+ 0,2m</u>	
Camocim – 1ª BM:	1141	0,1m	
Recife – 2ª PM:	1541	2,5m	
Correções PM:	<u>+ 0212</u>	<u>+ 0,8m</u>	
Camocim – 2ª PM:	1753	3,3m	
Recife – 2ª BM:	2153	- 0,1m	
Correções BM:	+ 0217	+ 0,2m	
Camocim – 1ª BM:	0010	0,1m	(07/04/93)

Desta forma, a **previsão de marés** para Camocim no dia 06/04/93 é:

0527	3,2m	PM	
1141	0,1m	BM	
1753	3,3m	PM	
0010	0,1m	BM	(07/04/93)

- b. Obter a **previsão de maré** para a Barra do Rio São Francisco, no dia 13/12/93, sabendo-se que, para esta data, é a seguinte a **maré prevista** para Recife (**porto de referência**):

13/12/93	0332	2,1m	PM
2ª feira	0938	0,1m	BM
Lua Nova	1545	2,2m	PM
	2204	0,0m	BM

SOLUÇÃO:

A Tabela da Figura 10.10 fornece as seguintes correções para a Barra do Rio São Francisco:

Correção	PM (instante):	– 00 ^h 43 ^m
Correção	PM (altura):	– 0,3m
Correção	BM (instante):	– 00 ^h 50 ^m
Correção	BM (altura):	0,0m

Combinando estas correções com a **maré prevista** para Recife (**porto de referência**) obtém-se a **previsão de maré** para a Barra do Rio São Francisco (porto secundário):

Recife – 1ª PM:	0332	2,1m
Correções PM:	<u>– 0043</u>	<u>– 0,3m</u>
Barra S. Fco. 1ª PM:	0249	1,8m

Recife – 1ª BM:	0938	0,1m
Correções BM:	<u>– 0050</u>	<u>0,0m</u>
Barra S. Fco. 1ª BM:	0848	0,1m

Recife – 2ª PM:	1545	2,2m
Correções PM:	<u>– 0043</u>	<u>– 0,3m</u>
Barra S. Fco. 2ª PM:	1502	1,9m

Recife – 2ª BM:	2204	0,0m
Correções BM:	<u>– 0050</u>	<u>0,0m</u>
Barra S. Fco. 1ª BM:	2114	0,0m

Desta forma, a **previsão da maré** para a Barra do Rio São Francisco, no dia 13/12/93 é:

0249	1,8m	PM
0848	0,1m	BM

Figura 10.11 -

ALTURA DA MARÉ NUM INSTANTE DADO		
Local _____	Hora _____	Data _____
Duração da enchente ou vazante: _____		
Intervalo de tempo desde a maré mais próxima: _____		
Tabela I (centésimos de amplitude) _____		
Amplitude da maré: _____		
Tabela II (correção da altura) _____		
Altura da maré mais próxima: _____		
Altura da maré às _____ : _____		
PREVISÃO DE MARÉS EM PORTOS SECUNDÁRIOS		
Porto secundário: _____ Data _____		
Porto de referência: _____		
Correção PM (Instante): _____		
Correção PM (Altura): _____		
Correção BM (Instante): _____		
Correção BM (Altura): _____		
PORTO DE REFERÊNCIA	PORTO SECUNDÁRIO	
HORA	ALTURA	
PM		
BM		
PM		
BM		
PM		
BM		
PM		
BM		

10.9.5 MÉTODO EXPEDITO DE PREVISÃO OU MÉTODO DO ESTABELECIMENTO DO PORTO

A publicação DG6 “Tábuas das Marés” também aborda o MÉTODO EXPEDITO DE PREVISÃO (ou MÉTODO DO ESTABELECIMENTO DO PORTO), a ser usado para os locais onde não se tenham informações tabuladas de horários e alturas de PM e BM. O MÉTODO EXPEDITO DE PREVISÃO deve ser utilizado em conjunto com o quadro de INFORMAÇÕES SOBRE A MARÉ representado na Carta Náutica do local de interesse.

Figura 10.12 - Informações sobre a Maré

LUGAR	LATITUDE	LONGITUDE	HWF&C	ALTURA SOBRE O NR (cm)				
				MHWS	MHWN	MLWN	MLWS	MSL
Porto de SUAPE	08° 21',5S	034° 57',1W	4h 08min	226	170	79	23	124

Este quadro (Figura 10.12) fornece os seguintes elementos, para os locais correspondentes:

H.W.F. & C. – Estabelecimento do Porto ou Estabelecimento Vulgar do Porto (“HIGH WATER FULL AND CHANGE”): média dos intervalos de tempo decorridos entre a passagem da Lua pelo meridiano local e a ocorrência da preamar (PM), em dias de sizígia.

M.H.W.S. – Preamar média de sizígia (“MEAN HIGH WATER SPRINGS”): representa a altura, acima do Nível de Redução da Carta Náutica em questão, da média das preamares de sizígia, ou seja, a média das mais altas preamares.

M.H.W.N. – Preamar média quadratura (“MEAN HIGH WATER NEAPS”): representa a altura, acima do Nível de Redução da Carta Náutica em questão, da média das preamares de quadratura, ou seja, a média das mais baixas preamares.

M.L.W.N. – Baixa-mar média de quadratura (“MEAN LOW WATER NEAPS”): representa a altura, acima do Nível de Redução da Carta Náutica em questão, da média das baixa-mares de quadratura, ou seja, a média das mais altas baixa-mares.

M.L.W.S. – Baixa-mar média de sizígia (“MEAN LOW WATER SPRINGS”): representa a altura, acima do Nível de Redução da Carta Náutica em questão, da média das baixa-mares de sizígia, ou seja, a média das mais baixas baixa-mares.

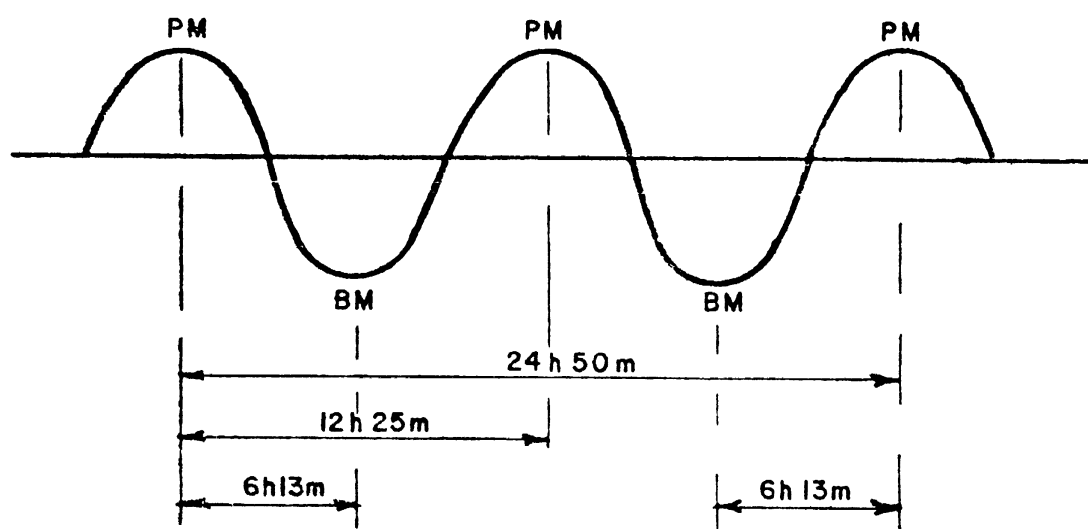
NM ou MSL – Altura do nível médio (“MEAN SEA LEVEL”) acima do Nível de Redução da carta em questão.

Na previsão da maré pelo MÉTODO DO ESTABELECIMENTO DO PORTO é necessário determinar a hora da passagem meridiana da Lua, com dados obtidos no Almanaque Náutico (DN-5), publicação que será estudada no Volume II deste Manual (na parte referente à Navegação Astronômica).

O MÉTODO EXPEDITO DE PREVISÃO adota os seguintes conceitos e suposições básicas:

- a hora da preamar de sizígia é o resultado da **soma entre a hora da passagem da Lua pelo meridiano superior do local e o Estabelecimento do Porto** naquele local.
- o dia lunar dura 24 horas e 50 minutos**; sendo assim, o intervalo entre duas preamares será 12 horas e 25 minutos e entre uma PM e a BM consecutiva o intervalo será de 6 horas e 13 minutos (assim também como entre uma BM e a PM seguinte), conforme mostrado na Figura 10.13.

Figura 10.13 -



- considerando-se a duração de uma **lunação** (intervalo de tempo entre duas conjunções ou oposições da Lua), pode-se admitir que o intervalo de tempo entre duas **marés de sizígia** sucessivas é de 14 dias e o intervalo entre uma **maré de sizígia** e a **maré de quadratura** seguinte é de 7 dias.

d. as **preamares** (PM) e **baixa-mares** (BM) são simétricas em relação ao Nível médio, conforme mostrado na Figura 10.14.

Figura 10.14 -

De fato, no MÉTODO EXPEDITO DE PREVISÃO supõe-se que (ver Figura 10.14):

- Em SIZÍGIAS:

$MHWS - NM = a$ (cota da PM de sizígia acima do NM)

$NM - a = h_1$ (altura da BM de sizígia)

- Em QUADRATURAS:

$MHWN - NM = b$ (cota da PM de quadratura acima do NM)

$NM - b = h_2$ (altura da BM de quadratura)

O exemplo abaixo ilustra o emprego do MÉTODO EXPEDITO DE PREVISÃO:

Obter, pelo MÉTODO EXPEDITO DE PREVISÃO (ou MÉTODO DE ESTABELECIMENTO DO PORTO), a **maré prevista** no porto de Suape (PE), no dia 30 de julho de 1993.

Solução:

1. Cálculo da hora da passagem da Lua pelo meridiano do local e dos horários das PM:

- O Almanaque Náutico para 1993 fornece, na página 155, as informações sobre a passagem meridiana da Lua em Greenwich nos dias 30 e 31 de julho.

HORA MÉDIA LOCAL DA PASSAGEM MERIDIANA DA LUA EM GREENWICH

DIA	SUPERIOR	INFERIOR
30/07/93	21h 57min	09h 30min
31/07/93	22h 49min	10h 23min
DIFERENÇA	52min	53min

- Das páginas amarelas do referido Almanaque obtém-se:

Da Tábua II – “Interpolação das Horas da Passagem Meridiana da Lua para a Longitude” (página xxxii) – a correção a ser aplicada. Entra-se com a Longitude de Suape arredondada ao grau ($\lambda = 035^\circ W$) e com o valor médio das diferenças entre as passagens meridianas superior e inferior consecutivas ($D = 52 \text{ min}$). O valor encontrado para a correção é de 5 minutos.

Da página i – “Conversão de Arco em Tempo” – retira-se o valor da Longitude em tempo para o porto de Suape:

Longitude = $034^{\circ} 57'$, 1W = 02h 19min 48s, valor que é arredondado para 02 h 20 min.

- Fuso horário (F) de Suape = + 3h
- No quadro de informações sobre a maré de Suape (Figura 10.12) encontra-se o valor do ESTABELECIMENTO DO PORTO (HWF & C) = 04h 08min
- Com estes valores podem ser calculados os instantes das preamares para o dia considerado:

	Passagem superior	Passagem inferior
HML (Lua) em Greenwich	21h 57min	09h 30min
Correção	+ 5min	+ 5min
HML Pmd (Lua) no Local	22h 02min	09h 35min
Longitude do Local	+ 02h 20min	+ 02h 20min
HMG Pmd (Lua) no Local	00h 22min	11h 55min
- F	- 3	- 3
Hleg Pmd (Lua) no Local	21h 22min	08h 55min
HWF & C	+ 04h 08min	+ 04h 08min
Horário da Preamar	01h 30min	13h 03min
Data	31/07/93	30/07/93

2. Cálculo das alturas das PM

- A Tabela de Fases da Lua existente no final da publicação DG6 “Tábuas das Marés” fornece os seguintes dados (ver Figura 10.15):

Figura 10.15 - Fases da Lua

LUA EM QUARTO CRESCENTE: 26/JUL/93

LUA CHEIA: 02/AGO/93

Assim, a data de interesse (30/jul/93) está entre uma QUADRATURA (26/jul) e uma SIZÍGIA (02/ago).

- O quadro de INFORMAÇÕES SOBRE A MARÉ para Suape apresenta os seguintes dados:

Em sizígia:

MHWS = 2,26m (arredonda-se para 2,3m)

Em quadratura:

MHWN = 1,70m

Faz-se, então:

$MHWS - MHWN = 2,3 - 1,7 = 0,6m$

- Pode-se, então, por simples **interpolação linear**, obter a altura aproximada das PM no dia 30/jul:

7 dias (QUADRATURA – SIZÍGIA) + 0,6m

4 dias x

$x = 0,6 \times 4 / 7 = 0,34m$ (arredondado para 0,3m)

- Então, pode-se calcular:

$$NM = 1,2m$$

$$\text{cota} \quad PM - NM = \underline{0,8m}$$

$$h_{BM} = 0,4m \quad (\text{ALTURAS DAS BAIXA-MARES})$$

4. Desta forma, a **maré prevista** para Suape, obtida pelo MÉTODO EXPEDITO DE PREVISÃO (ou MÉTODO DO ESTABELECIMENTO DO PORTO), para o dia 30/07/93, será:

PM	0037	2,0m	
BM	0650	0,4m	
PM	1303	2,0m	
BM	1915	0,4m	
PM	0130	2,0m	(31/07/93)

Como forma de avaliar a precisão, a confiança e as limitações do MÉTODO EXPEDITO DE PREVISÃO, apresenta-se a **previsão de marés** para Suape, para 30/07/93, obtida da análise harmônica da maré:

PM	0132	2,0m	
BM	0800	0,5m	
PM	1413	1,9m	
BM	2015	0,5m	
PM	0223	2,1m	(31/7/93)

Pode-se constatar que os resultados encontrados pelo MÉTODO EXPEDITO (ou MÉTODO DO ESTABELECIMENTO DO PORTO) são razoavelmente precisos, para fins de navegação, quando não se dispõem dos dados de previsão fornecidos nas “Tábuas das Marés”.

São pertinentes as seguintes observações finais sobre este assunto:

- em virtude dos conceitos e suposições básicas adotadas, o MÉTODO DO ESTABELECIMENTO DO PORTO só deve ser empregado nos locais onde a maré for **semidiurna**, não se aplicando às marés de desigualdades diurnas, mistas e diurnas. Na costa do Brasil bons resultados são encontrados nos portos de Vitória (ES) para o Norte.
- além de servirem para emprego com o MÉTODO EXPEDITO DE PREVISÃO, os dados dos quadros de INFORMAÇÕES SOBRE A MARÉ representados nas Cartas Náuticas proporcionam uma boa idéia das características da maré nos locais a que se referem, dando noção da amplitude da maré em sizígia e em quadratura e fornecendo a cota do Nível Médio acima do Nível de Redução.

10.9.6 NOTAS FINAIS SOBRE PREVISÃO DE MARÉS E UTILIZAÇÃO DAS TÁBUAS DAS MARÉS

- Fatores meteorológicos, principalmente o vento, podem causar a elevação ou o abaixamento do nível do mar e o atraso ou o adiantamento dos instantes de ocorrência das preamares ou baixa-mares. Nestas condições, as preamares e as baixa-mares poderão ser mais altas ou mais baixas do que as alturas previstas nas tábuas. Tais fenômenos

são freqüentes nos portos ao sul de Cabo Frio (RJ), sendo aconselhável a consulta, por parte dos navegantes, às informações contidas no Roteiro Costa Leste e Costa Sul.

- b. Em caso de ocorrência de discrepâncias significativas entre a previsão e a observação, o navegante deve comunicar à Diretoria de Hidrografia e Navegação, informando, se possível, os valores das diferenças, em hora e altura da maré (ou amplitude), acompanhados de um relato sobre as condições meteorológicas reinantes, em especial o **vento (direção e velocidade)**. Tais informações são importantes para correção e aprimoramento das Tábuas das Marés.
- c. É importante ressaltar que as horas das preamares (PM) e baixa-mares (BM) informadas nas Tábuas das Marés são **horas legais** do **fuso horário padrão** dos portos ou locais a que se referem as previsões. Se estiver em vigor **horário de verão**, deve ser somada uma hora aos valores de tempo constantes das Tábuas, para transformá-las de **hora legal padrão** em **hora de verão**.

10.10 CORRENTES DE MARÉ

10.10.1 GÊNESE DAS CORRENTES DE MARÉ

Ao estudar-se a ação dos componentes das forças geradoras da maré, verifica-se que aquelas forças acarretam preliminarmente o **movimento horizontal** da massa líquida (**corrente de maré**), do qual resulta o **movimento vertical** do nível do mar, ou seja, a **maré**. Assim, é necessário compreender a coexistência das **marés** e das **correntes de maré**, como efeitos de uma mesma causa.

É importante para o navegante ser capaz de prever a **direção** e a **velocidade** da **corrente de maré** em qualquer instante e levar em conta o seu efeito sobre o movimento do navio.

Normalmente, nas entradas dos portos nos quais a ação direta das forças astronômicas é desprezível, a **corrente de maré** é o resultado da diferença de nível entre o oceano e o interior do porto. Assim, o fluxo e o refluxo são caracterizados por uma **corrente axial alternativa**, segundo o eixo do canal. Se o porto fica situado no interior de um longo canal, como no caso de Santana (AP), no braço Norte do Rio Amazonas, a **corrente de maré** será também **axial alternativa**, com **velocidade máxima para dentro** na PREAMAR, **máxima para fora** na BAIXA-MAR e **nula** quando a maré atinge o nível médio. No exemplo, haverá uma forte corrente permanente para fora, devido à formidável descarga do Rio Amazonas.

No oceano aberto, as **correntes de maré** têm um caráter rotatório, em virtude da interação entre as forças astronômicas e a influência da rotação terrestre. De fato, o **efeito de Coriolis**, devido à rotação da Terra, tende a desviar as **correntes de maré** para a **direita** no **Hemisfério Norte** e para a **esquerda** no **Hemisfério Sul**, concorrendo, juntamente com as próprias forças astronômicas, para a gênese de **correntes rotatórias**. O **efeito de Coriolis** (ou **efeito giroscópico**) poderá reforçar ou reduzir o efeito das **forças astronômicas**.

Dada a afinidade entre a **maré** e a **corrente de maré**, para um determinado porto é possível relacionar a **velocidade** e a **direção** da **corrente de maré** às horas da PREAMAR e BAIXA-MAR no porto.

Conforme já mencionado, o conhecimento antecipado das **correntes de maré** é de grande valia, não só para o planejamento da derrota em águas restritas, mas também para seleção dos horários mais favoráveis às manobras, escolha do bordo de atracação e velocidades com que o navio deve evoluir.

Informações sobre as **correntes de maré** podem ser obtidas em Cartas de Correntes de Maré, preparadas para cada um dos principais portos, e também em tabelas ou notas inseridas em algumas Cartas Náuticas.

10.10.2 CARTAS DE CORRENTES DE MARÉ

Apesar da denominação, as Cartas de Correntes de Maré são, na realidade, publicações, preparadas especificamente para determinados portos. Suas características são semelhantes. Normalmente, são iniciadas por uma página com as instruções para uso, seguida de um exemplo e de uma coletânea de pequenas cartas do porto, onde aparecem setas indicadoras das direções e números que representam as velocidades das **correntes de maré**, referidas à hora da preamar (PM).

Atualmente, existem **Cartas de Correntes de Maré** publicadas para os seguintes locais:

Rio Amazonas – da Barra Norte ao Porto de Santana;

Rio Pará – de Salinópolis a Belém;

Proximidades da Baía de São Marcos e Portos de São Luís e Itaqui;

Porto de Luís Correia;

Porto de Natal;

Porto de Salvador;

Itapessoca;

Porto de Madre de Deus

Porto de Vitória;

Baía de Guanabara e Porto do Rio de Janeiro;

Porto de Santos; e

Porto de Paranaguá.

10.10.3 UTILIZAÇÃO DAS CARTAS DE CORRENTES DE MARÉ

A utilização das Cartas de Correntes de Maré será explicada através do exemplo abaixo:

Determinar o RUMO e a VELOCIDADE da Corrente de Maré na barra da Baía de Guanabara (na altura da Ilha de Cotunduba), no dia 03/jul/93, às 1200P, sabendo-se que a **maré prevista** para a data em questão é a seguinte:

Porto do Rio de Janeiro

03/jul/93	0208	1,2m	PM
sábado	0849	0,1m	BM
(Lua Cheia)	1458	1,2m	PM
	2111	0,3	BM

Solução:

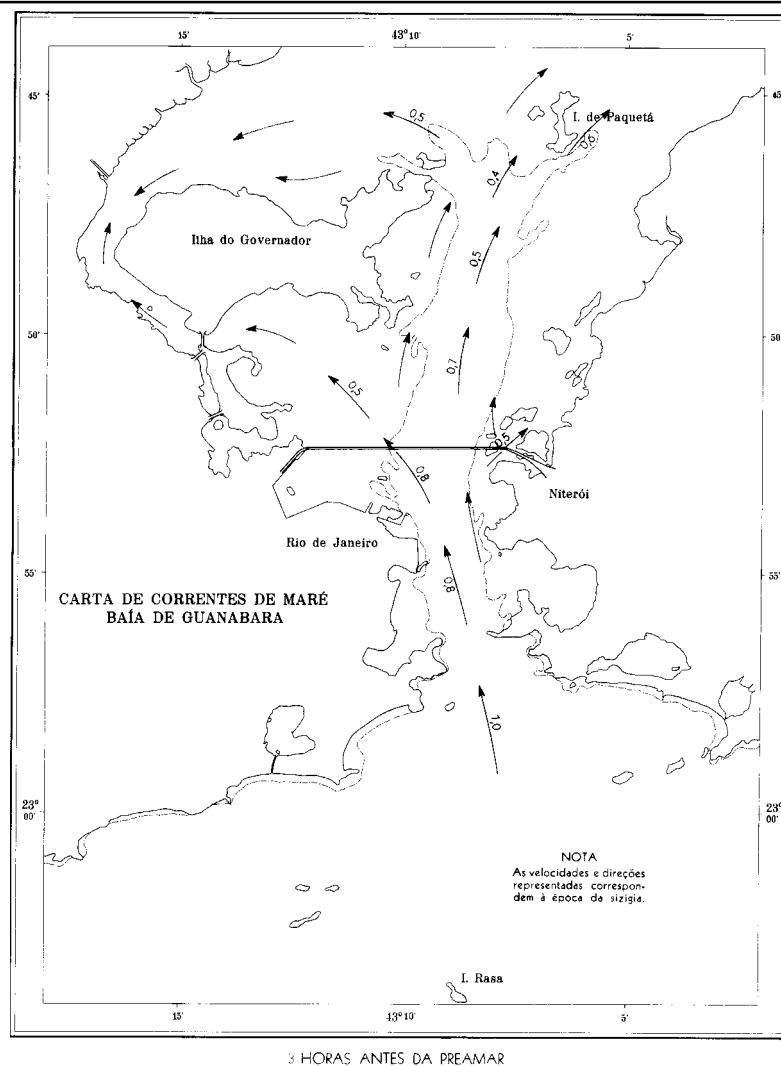
- Conforme mencionado, a seleção da carta a ser utilizada é feita tendo-se em conta a diferença em horas entre o instante considerado e o da preamar prevista mais próxima. Neste caso:

INSTANTE CONSIDERADO: 1200

PREAMAR PREVISTA: 1458

DIFERENÇA: 0258 (valor que é arredondado para 3 horas)

- Portanto, será selecionada a carta correspondente a 3 HORAS ANTES DA PREAMAR, que está reproduzida na Figura 10.16.

Figura 10.16 -

- Nessa carta obtém-se, para a barra da Baía de Guanabara:

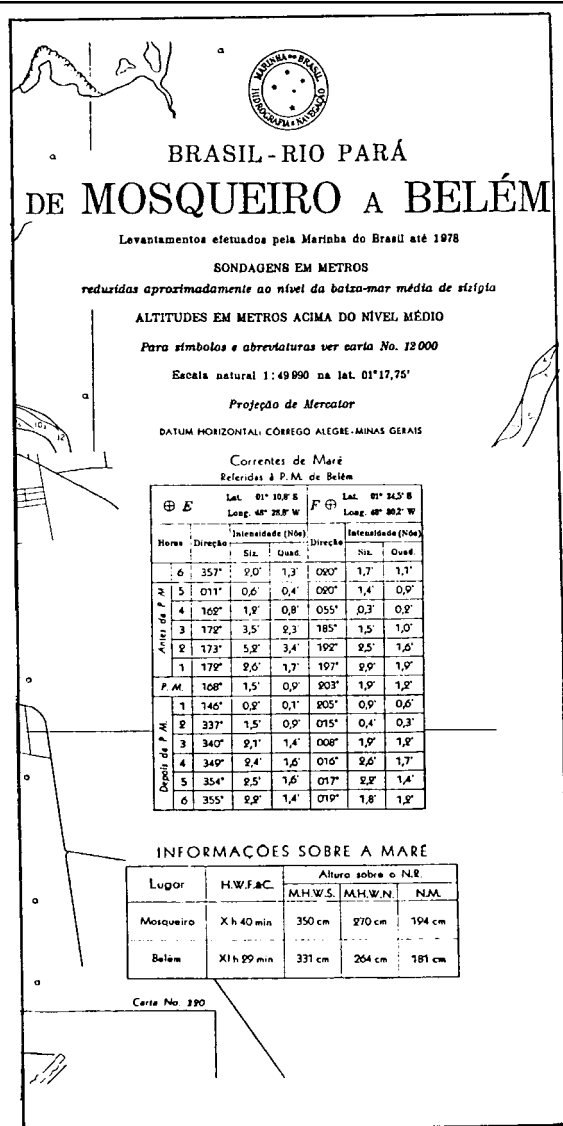
RUMO DA CORRENTE DE MARÉ: 345° (NNW) – enchendo

VELOCIDADE DA CORRENTE DE MARÉ: 1,0 nó

- Conforme explicado em nota na **Carta de Correntes de Maré** (ver Figura 10.16), as velocidades representadas correspondem à época de sizígia, como é o caso do presente exemplo (03/jul/93 – LUA CHEIA). Em outras situações (porquanto as cartas espelham apenas as condições médias de sizígia), se for desejável maior precisão as velocidades representadas nas cartas devem ser multiplicadas por um fator de correção retirado de um ábaco existente no início das Cartas de Correntes de Maré, tendo-se como elementos de entrada o **intervalo de tempo entre a preamar e a baixa-mar** (ou vice-versa) e a **amplitude da maré prevista**. Não há qualquer correção a ser aplicada às **direções** representadas nas **Cartas de Correntes de Maré**.

10.10.4 INFORMAÇÕES SOBRE CORRENTES DE MARÉ APRESENTADAS NAS CARTAS NÁUTICAS

Figura 10.17 -



Além das Cartas de Correntes de Maré, algumas Cartas Náuticas apresentam, também, informações sobre **correntes de maré** (Figura 10.17).

Estas informações, usadas para o planejamento, devem ser sempre verificadas e, se necessário, corrigidas durante a navegação, pela comparação das posições observadas e estimadas, pelo deslocamento de objetos que bóiam, pela posição de embarcações fundeadas, pela observação de bóias, etc.

10.10.5 NOTAS FINAIS SOBRE CORRENTES DE MARÉ

- Tal como no caso da **previsão de marés**, é conveniente frisar que **condições meteorológicas anormais**, especialmente **ventos fortes e persistentes**, podem modificar substancialmente as informações indicadas nas **Cartas de Correntes de Maré**;
- Ademais, conforme chama a atenção nota inserida na publicação DG6 – Tábuas das Marés, as horas das preamares (PM) e baixa- mares (BM) tabuladas nem sempre coincidem com os instantes em que a **corrente de maré** inverte sua direção.
- Alguns países, como os Estados Unidos, publicam **Tábuas de Correntes de Maré**, de aparência semelhante às Tábuas das Marés. As Tábuas de Correntes de Maré contêm previsões diárias das horas de corrente nula (“slack water”) e das horas e valores de velocidades correspondentes às correntes máximas de enchente e de vazante, para várias **estações de referência**. Além disso, possuem tabelas de correções que permitem obter a previsão da **corrente de maré** em muitos outros **portos ou locais secundários**. As **Tábuas de Correntes de Maré** apresentam, ainda, uma tabela que permite calcular a velocidade da **corrente de maré** em um instante qualquer, tanto nas **estações de referência**, como nos **portos secundários**.

10.11 EXERCÍCIOS SOBRE MARÉS E CORRENTES DE MARÉ

- A **previsão de marés** para o porto de Recife, no dia 08/03/93 é:

08/03/93	0343	2,4m	PM
2ª feira	0949	– 0,1m	BM
(Lua Cheia)	1602	2,6m	PM
	2217	– 0,2m	BM

Determinar a **altura da maré** prevista, para o local e data acima, às 1800P.

Solução:

Local: Recife (PE) – Hora: 1800P – Data: 08/3/93
 Duração da vazante: 06h 15 min
 Intervalo de tempo desde a maré mais próxima: 01h 58 min
 Tabela I (centésimos de amplitude): 23
 Amplitude da maré: 2,8m
 Tabela II (correção da altura): 0,7m
 Altura da maré mais próxima: 2,6m (PM)
 Altura da maré às 1800P : 1,9m

Resposta:

Altura prevista para a maré em Recife, no dia 08/03/93, às 1800P: 1,9 metros.

- Conhecendo-se a FASE DA LUA na data considerada no exercício anterior (08/3/93 – LUA CHEIA), informar qual a maré produzida quando a Lua está nesta fase e quais são suas principais características.

Resposta:

Maré de sizígia ou de águas vivas, caracterizada por preamares (PM) muito altas e baixas (BM) muito baixas (no caso em questão, com **alturas negativas** da maré nas BM previstas, isto é, com o nível do mar abaixo do Nível de Redução).

3. Qual o **tipo de maré** que ocorre em Recife e quais são suas principais características?

Resposta:

Maré semidiurna, caracterizada por apresentar uma curva aproximadamente sinusoidal, com duas PM e duas BM por dia, separadas por um período de pouco mais de **6** horas e com uma variação pequena de altura entre duas PM (ou BM) sucessivas.

4. Supondo que, para alcançar a barra do porto de Recife, o seu navio, cujo calado é de 6 metros, deve passar sobre um baixo cuja menor **profundidade cartografada** (sondagem) é de 6,4 metros, calcular entre que horários o navio pode passar sobre o baixo, no dia 08/03/93, após a BM de 0949, com uma lazeira mínima de 2m de água abaixo da quilha.

Solução:

- O **calado** do seu navio é de 6 metros e a **lazeira mínima** admitida de água abaixo da quilha é de 2 metros. Portanto, a **menor profundidade** onde o navio poderá passar será de:

$$\text{CALADO} = 6,0\text{m}$$

$$\text{LAZEIRA} = \underline{2,0\text{m}}$$

$$\text{PROFUNDIDADE MÍNIMA} = 8,0\text{m}$$

- A **menor profundidade cartografada** (sondagem) no banco sobre o qual o navio deverá passar é de 6,4 metros. Portanto, a **altura da maré** na hora da passagem sobre o baixo deverá ser de :

$$\text{PROFUNDIDADE MÍNIMA DE NAVEGAÇÃO} = 8,0\text{m}$$

$$\text{SONDAGEM} = \underline{6,4\text{m}}$$

$$\text{ALTURA DA MARÉ NA HORA DA PASSAGEM} = 1,6\text{m}$$

- A **maré prevista** para Recife no dia 08/03/93, apresentada no EXERCÍCIO (1), mostra, após a BM de 0949P, uma PM às 1602P, com 2,6 metros de altura de maré. Portanto, deve-se determinar as horas antes e depois da PM de 1602P em que a **altura da maré** prevista será de 1,6 metros. O **intervalo de tempo** entre elas será o período favorável à passagem do navio sobre o baixo.
- Para determinação das **horas** em que a **altura da maré**, antes e depois da PM de 1602P, será 1,6 metros, faz-se:

ANTES DA PM:

a. $\text{ALTURA DA MARÉ} = 1,6\text{m}$

$$\text{ALTURA DA MARÉ MAIS PRÓXIMA} = \underline{2,6\text{m}}$$

$$\text{CORREÇÃO DA ALTURA} = 1,0\text{m}$$

$$\text{AMPLITUDE DA MARÉ} = 2,7\text{m}$$

- b. Entrando na Tabela II com o valor da correção da altura (1,0m) e o valor da amplitude da maré (2,7m), obtém-se o valor de c (centésimo de amplitude) = 34

Resposta:

MARÉ PREVISTA PARA CAMOCIM EM 08/03/93:

0555	3,2m	PM	
1206	0,1m	BM	
1814	3,4m	PM	
0034	0,0m	BM	(09/03/93)

6. Determinar a **direção** e a **velocidade** da **corrente de maré** na barra do Rio Potengi (Natal), no dia 15/10/93, às 0700P, sabendo-se que a **maré prevista** para esta data no porto de Natal é:

15/10/93	0456	2,1m	PM
6ª feira	1051	- 0,2m	BM
(Lua Nova)	1715	2,1m	PM
	2309	- 0,2m	BM

Solução:

- A **Carta de Corrente de Maré** a ser selecionada é a correspondente a 2 horas depois da PM em Natal, pois a PM está prevista para 0456P e a hora de interesse é 0700P.
- Entrando na referida carta (reproduzida na Figura 10.18), obtém-se, para a barra do Rio Potengi:

CORRENTE DE MARÉ

 $R_{cor} = 045^\circ$ (NE) – vazante $vel_{cor} = 1,9$ nós

- Como a data considerada é uma **sizígia** (Lua Nova), não há qualquer correção a aplicar à **velocidade da corrente de maré**.

10.12 CORRENTES OCEÂNICAS

10.12.1 A CIRCULAÇÃO GERAL DOS OCEANOS

Conforme estudado em Capítulos anteriores, o conhecimento dos **elementos da corrente** (R_{cor} e vel_{cor}) é importante para o navegante, tanto na fase de **planejamento**, como na fase de **execução da derrota**.

As **correntes oceânicas** são causadas pelo aquecimento desigual de diferentes pontos da Terra pela **radiação solar** e pelos **grandes sistemas de vento** daí resultantes. Dito de outra maneira, a circulação geral das águas dos oceanos responde aos efeitos dos processos que alteram a **distribuição de massa** no mar e à **ação dos ventos** sobre a superfície das águas.

Os processos que alteram a distribuição de massa no mar e que, em conjunto, se denominam **processos termoalinos**, pois afetam a **densidade** atuando sobre a **temperatura** e a **salinidade**, são o aquecimento, o resfriamento, a concentração e a diluição das águas.

Assim sendo, para efeitos de estudo, a **circulação geral dos oceanos** pode ser dividida em **circulação termoalina** e **circulação gerada pelo vento**.

10.12.2 CIRCULAÇÃO TERMOALINA

Circulação termoalina é o deslocamento das massas oceânicas causado pelas variações da densidade da água do mar.

Esta circulação, como seu próprio nome indica, é gerada pelas variações de **temperatura** e **salinidade**, de um ponto para outro dos oceanos. Sendo a **densidade** função da **temperatura** e da **salinidade** da água do mar, é ela, na verdade, que determina o surgimento e permanência deste tipo de circulação.

Para melhor compreender a **circulação termoalina**, pode-se fazer uma analogia com um tanque que estivesse cheio de água relativamente fria. Ao se aquecer a superfície de um dos extremos desse tanque, a água se expandiria e seu nível na extremidade aquecida ficaria ligeiramente mais elevado que o extremo oposto. A água superficial aquecida escorreria para a outra extremidade do tanque, por cima da água que não havia sido aquecida e que, portanto, estaria mais fria e com nível mais baixo.

No entanto, a experiência acima indicada ainda não constitui, exatamente, o exemplo de uma **circulação termoalina**. Era esta, na verdade, a concepção adotada pelos primeiros teóricos que desejaram explicar a **circulação termoalina**: os oceanos seriam aquecidos nas proximidades do Equador e a água escorreria para o Norte e para o Sul na direção do Pólos. Hoje, sabe-se que, embora a diferença de aquecimento entre o Equador e os Pólos possa ter um efeito semelhante, ele não tem grande significação, sendo de menor importância na circulação oceânica.

A circulação acima descrita seria puramente uma **circulação térmica** e operaria na Terra da seguinte maneira: se a superfície do mar fosse aquecida em uma parte e resfriada em outra, seria estabelecida uma circulação de origem térmica desde a região que havia sido aquecida para a de águas de menor temperatura, em um movimento **horizontal**. Ademais, a água que sairia da zona de maior temperatura seria substituída por água que ascenderia desde uma certa profundidade, com o que seria estabelecida uma circulação **vertical**, que se fecharia, no fundo, com um fluxo da água que havia sido resfriada, na direção da que foi aquecida.

Assim sendo, na Terra, o superaquecimento na região equatorial é apenas um dos aspectos do balanço térmico, sendo também característica do balanço térmico a perda de energia dos oceanos, nas altas latitudes, onde, com as perdas de calor que ali se processam, há um resfriamento da camada superficial e, conseqüentemente, a diminuição de sua temperatura. A diminuição de temperatura, por sua vez, provoca um efetivo aumento da densidade da água, o que resulta em um afundamento da massa de densidade elevada, para maiores profundidades.

A **circulação termoalina** tem como origem, portanto, o aumento da densidade da água superficial, aumento esse que pode verificar-se de duas maneiras: **termicamente**, por resfriamento da camada superficial, ou **indiretamente**, quando se dá a **congelação**: a **salinidade** da água residual cresce, aumentando também sua **densidade**.

O primeiro processo (**resfriamento no inverno**) é o principal responsável pela imersão da **água superficial** no Atlântico Norte. Já no Oceano Austral, o segundo processo (**congelação**) é o mais importante (observa-se que o gelo do mar não é totalmente puro, pois consegue reter alguns sais; no entanto, é bem menos salgado que a água residual).

Poder-se-ia esperar que o efeito da **evaporação**, ao provocar um aumento de **salinidade**, provocasse também, nas **regiões tropicais**, um aumento de **densidade**. Tal não acontece, pois a mesma **radiação solar** que originou a **evaporação**, origina também forte

aquecimento superficial, fazendo a **densidade** diminuir, sobrepujando o efeito de crescimento pelo aumento da **salinidade**.

Uma das características mais importantes da circulação **termoalina** é a que se refere ao padrão típico de seus deslocamentos. A circulação termoalina surge como um **fluxo vertical**, quando a **água mais densa** afunda até profundidades médias, ou mesmo até o fundo. Em seguida, ela prossegue como um **fluxo horizontal**, percorrendo grandes distâncias. Este aspecto a diferencia da **circulação pelo efeito do vento**, que, como veremos no item seguinte, é uma circulação eminentemente horizontal.

10.12.3 CIRCULAÇÃO PELO EFEITO DO VENTO

Em última instância, a **circulação termoalina** é provocada pela **radiação solar**, que, gerando um aquecimento desigual dos oceanos, segundo a região geográfica, estabelece variações na **densidade**, ocasionando o mergulho das águas mais densas.

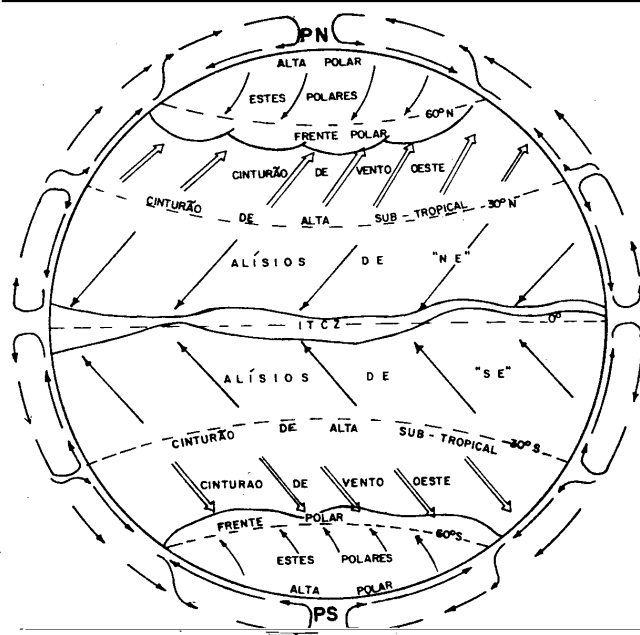
Da mesma forma, a **circulação pelo efeito do vento** é, em última análise, originada pela **radiação solar**. Neste tipo de circulação, entretanto, a **radiação solar** atua indiretamente, ao provocar o **aquecimento desigual da atmosfera**.

O aquecimento desigual da atmosfera origina os **grandes sistemas de ventos**, que fluem de áreas mais densas para outras menos densas.

Os **ventos** efetuam o “acoplamento” da **atmosfera** com os **oceanos**. Soprando sobre os mares, vão provocar, por meio do **atrito**, o **arrastamento das águas superficiais**, dando origem ao surgimento de uma circulação típica.

Ao contrário da **circulação termoalina**, a circulação **produzida pelos ventos** é eminentemente **horizontal** e está limitada apenas às primeiras centenas de metros de profundidade. Os **movimentos termoalinos** são dominantes nas **águas profundas** e os **movimentos gerados pelos ventos** dominam a **circulação na camada superficial**, que é a de maior interesse para a navegação.

Figura 10.19 - Circulação básica da atmosfera e os grandes sistemas de vento



A energia do Sol, absorvida pela Terra, aquece o ar contíguo, estabelecendo a grande **circulação atmosférica**, ascendente pela parte aquecida e descendente pelos lados mais frios. Os **grandes sistemas de ventos** daí resultantes são mostrados na Figura 10.19.

O ar fortemente aquecido nas **regiões equatoriais** torna-se mais leve e ascende, criando na zona tórrida um cinturão de baixas pressões atmosféricas, denominado Zona de Convergência Inter-tropical, ou ITCZ (“INTER TROPICAL CONVERGENCE ZONE”), para onde flui na superfície o ar, tanto do Hemisfério Norte, como do Hemisfério Sul.

Estes fluxos, afetados pelo Efeito de Coriolis, que causa um **desvio para a direita**, no Hemisfério Norte, e para a **esquerda** no Hemisfério Sul, constituem os grandes **ventos alísios** (ALÍSIOS DE NE, no Hemisfério Norte e ALÍSIOS DE SUDESTE, no Hemisfério Sul), mostrados na Figura 10.19.

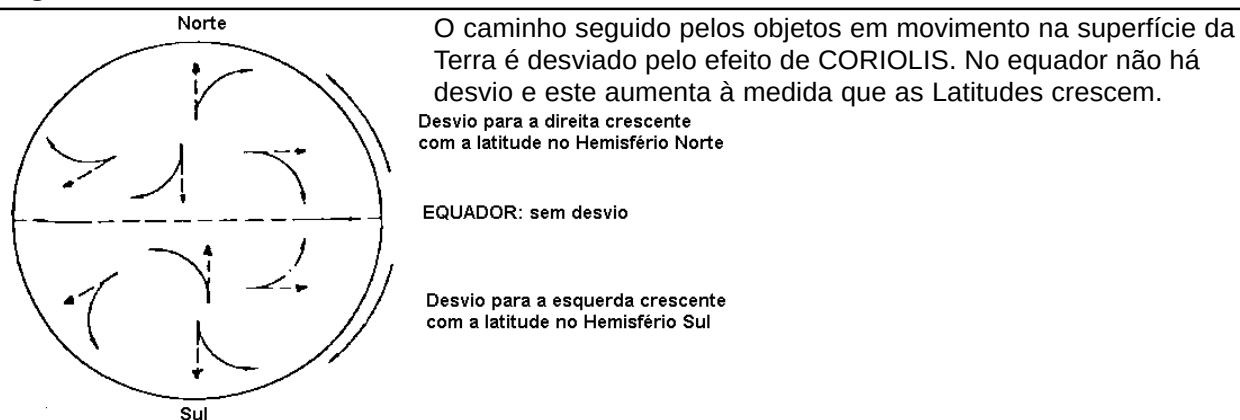
O ar aquecido na zona tórrida desloca-se em altitude para regiões mais afastadas do Equador e passa a resfriar-se, com aumento da densidade. Na altura das latitudes de 30° N e 30° S, o aumento da densidade é tal que o ar mergulha, originando, nessas regiões, zonas permanentes de altas pressões atmosféricas, denominadas CINTURÕES DE ALTA SUBTROPICAL.

Dessas zonas de alta pressão, o ar flui tanto para a zona equatorial (VENTOS ALÍSIOS), como para zonas de baixa pressão situadas em latitudes mais altas. Novamente em virtude do Efeito de Coriolis, que causa um desvio para a direita no Hemisfério Norte e para a esquerda no Hemisfério Sul, os ventos resultantes em ambos os hemisférios sopram da direção geral Oeste (W), sendo as áreas em que atuam, então, denominadas de Cinturão de Vento Oeste, ou Oestes Prevalentes (ver Figura 10.19).

Os Pólos constituem **regiões de altas pressões atmosféricas** (ALTAS POLARES), de onde flui o ar para regiões menos frias. Ainda por causa do Efeito de Coriolis (desvio para a direita no Hemisfério Norte e para a Esquerda no Hemisfério Sul), os ventos que sopram dos Pólos para uma região de baixas pressões na altura da latitude de 60° N e 60° S fluem da direção geral Leste, sendo, então, denominados Estes Polares (ver Figura 10.19). A zona de baixa pressão acima citada é conhecida como Frente Polar.

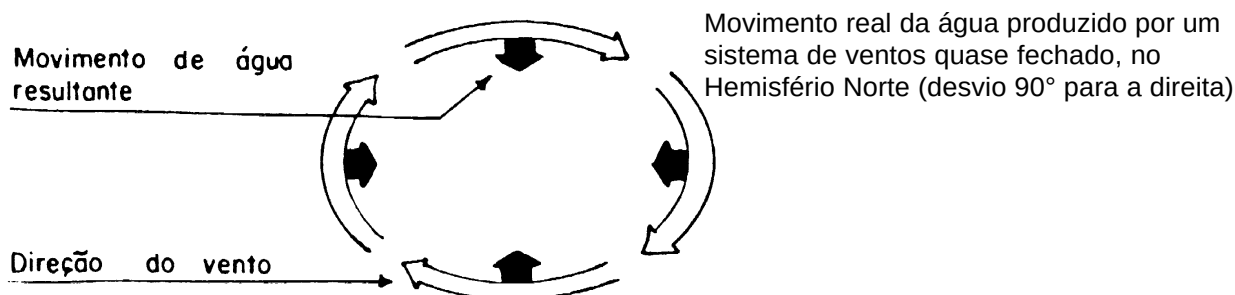
A ação desses **grandes sistemas de vento** sobre os **oceanos** causa uma circulação predominantemente superficial e eminentemente horizontal. O vento, soprando sobre a superfície do mar, põe a água em movimento, em consequência do efeito de fricção no meio fluido (arrastamento sobre as camadas superficiais do mar). A direção do movimento da água no oceano não é aquela do vento. A **rotação** da Terra origina a **força de Coriolis**, em consequência da qual as correntes geradas pelo vento na camada superficial, por ele afetada, movem-se para a **esquerda do vento**, no Hemisfério Sul, e para a **direita**, no Hemisfério Norte (Figura 10.20). Este desvio de águas superficiais e de blocos de gelo, que percorrem vastas distâncias, representam um papel importante na formação das correntes oceânicas. **A intensidade do desvio depende da velocidade da partícula e de sua latitude, sendo nula no Equador e máxima nos Pólos.** Uma partícula em repouso não é afetada e tampouco uma partícula que se move exatamente na direção Leste- Oeste no Equador.

Figura 10.20 - Efeito de Coriolis



A ação do vento significa, também, um transporte da **água da superfície**, 90° para a **direita**, no Hemisfério Norte, e 90° para a **esquerda**, no Hemisfério Sul, em relação à direção para a qual sopra o vento (Figura 10.21).

Figura 10.21 -



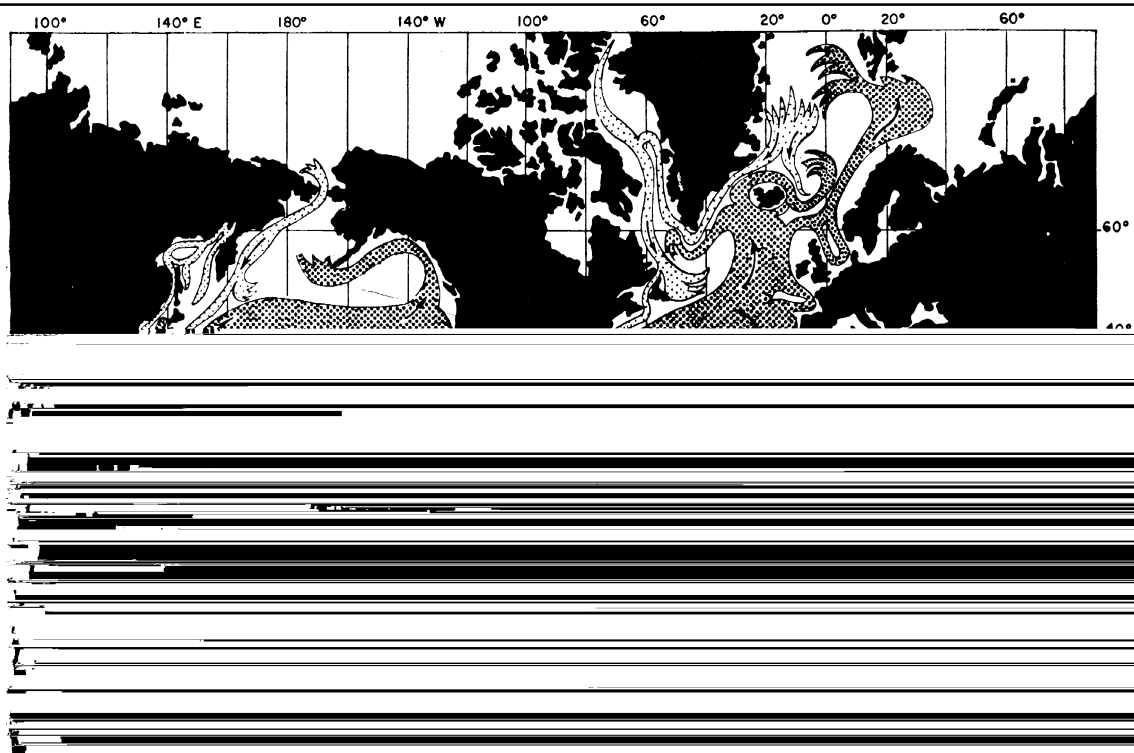
10.12.4 EFEITO COMBINADO DA CIRCULAÇÃO TERMOALINA E DA CIRCULAÇÃO GERADA PELO VENTO: CORRENTES OCEÂNICAS

As **correntes oceânicas** constituem, portanto, o resultado do efeito combinado dos **ventos** e das **variações de densidade**. Nos dois casos, os deslocamentos prosseguem muito além da região de origem. Isto obriga, mesmo quando se deseja estudar apenas uma área limitada, a estender o estudo por regiões mais distantes e ampliar o campo das observações.

Os fluxos gerados por estes fenômenos (**ventos** e **variações de densidade** da água do mar) são, ainda, modificados pela **rotação da Terra** (que os desvia), pela **fricção interna do líquido** (que os amortece) e pelos **acidentes geográficos e topografia do fundo** (que restringem seu desenvolvimento).

As circulações das grandes áreas oceânicas mostram semelhanças notáveis. Na camada superior, existe circulação no sentido dos ponteiros do relógio, tanto no Atlântico Norte, como no Pacífico Norte; e no sentido oposto (sinistrógiro) no Atlântico Sul, Pacífico Sul e Índico Sul (Figura 10.22).

Figura 10.22 - Principais Correntes Oceânicas



O padrão básico das **correntes oceânicas** é um sistema quase fechado chamado “Giro”. Cada oceano apresenta um grande “**Giro de Correntes**” centrado aproximadamente nas regiões subtropicais (cerca de 30° N e 30° S) de ambos os Hemisférios. No Atlântico Norte e no Pacífico Norte há, também, um “**Giro de Corrente**” de sentido oposto no oceano Subpolar Ártico (centrado aproximadamente nos 50° N / 60° N) conforme mostrado na Figura 10.22(a). No Hemisfério Sul, a grande **Corrente de Deriva Ocidental** (ou **Deriva do Vento Oeste**), que circunda a Antártida, põe em comunicação os sistemas de correntes de cada um dos três oceanos. Não há dúvidas que a continuidade e a simplicidade aparentes da Deriva do Vento Oeste se devem à quase ausência de barreiras terrestres nessas Latitudes.

Figura 10.22 (a) - Circulação das correntes oceânicas

No Atlântico Norte e Pacífico Norte, um traço muito notável é a presença de correntes mais estreitas e rápidas no lado Oeste do que no lado Leste, o que é denominado “**intensificação das correntes a oeste**”. É o caso das Correntes de Kuroshio e do Golfo (*Gulf Stream*), onde as águas avançam de 25 a 60 milhas por dia.

O mesmo fenômeno ocorre no Atlântico Sul, no Pacífico Sul e no Índico Sul. Entretanto, a Corrente do Brasil e a Corrente do Leste da Austrália não são tão notáveis como as do Hemisfério Norte. Ademais, no Pacífico Sul, a Oeste a circulação se apresenta complexa e a intensidade pouco definida.

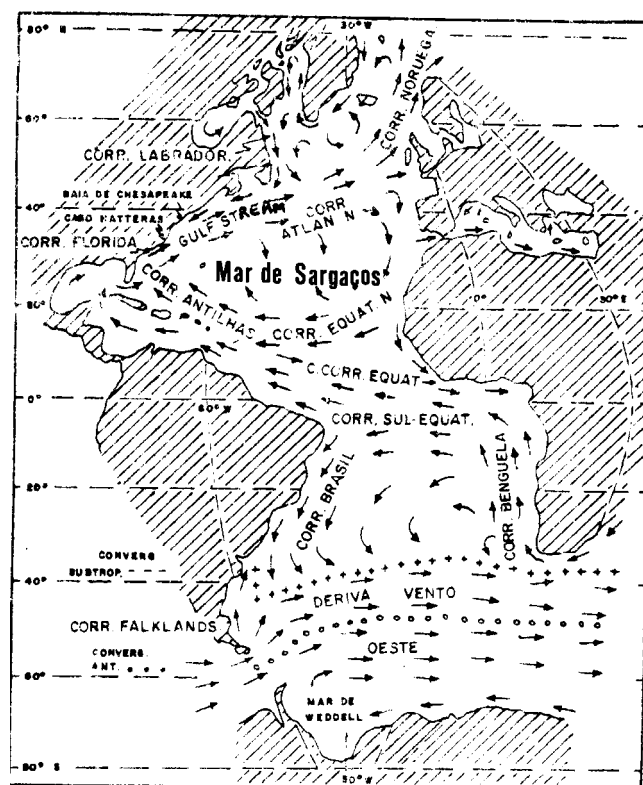
As correntes limítrofes orientais, como a da Califórnia no Pacífico Norte e a das

10.12.5 PRINCIPAIS CORRENTES OCEÂNICAS

a. CIRCULAÇÃO SUPERFICIAL NO OCEANO ATLÂNTICO

Na representação esquemática das correntes superficiais no Oceano Atlântico (Figura 10.23) pode-se observar a existência de duas grandes circulações: uma no Atlântico Norte e outra no Atlântico Sul.

Figura 10.23 - Principais Correntes do Atlântico



A circulação no Hemisfério Norte apresenta sentido dos ponteiros de um relógio e no Hemisfério Sul acontece exatamente o oposto.

A circulação no Atlântico Norte está dominada pela Corrente Norte Equatorial e o sistema da Corrente do Golfo.

A Corrente Norte Equatorial flui para Oeste, na região dos Ventos Alísios de NE, alimentada pela corrente que, ao largo da costa África, flui com direção SSW (Corrente das Canárias). Unindo-se do lado ocidental a um ramo da Corrente Sul Equatorial que cruza o Equador e dirige-se ao Caribe, com o nome de Corrente das Guianas, torna-se a Corrente das Antilhas.

O sistema da Corrente do Golfo começa com a junção da corrente que atravessa o Estreito de Yucatan e da Corrente

das Antilhas e compreende o transporte de água para o Norte e Leste, desde o Estreito da Flórida, com os diversos ramos e giros do Atlântico Norte-Oriental, estando formado pela Corrente da Flórida, a Corrente do Golfo ("Gulf Stream") e a Corrente do Atlântico Norte.

A Corrente da Flórida se estende para o Norte desde o Estreito da Flórida até o Cabo Hatteras, reforçada pela Corrente das Antilhas, sendo sua velocidade no Estreito da Flórida maior que 1,6 m/s (3 nós) na superfície, como resultado da diferença de nível que existe entre as águas do Golfo do México e as da costa atlântica dos Estados Unidos, devido provavelmente aos efeitos dos ventos alísios.

A Corrente do Golfo propriamente dita ("Gulf Stream") constitui a parte central do Sistema e vai desde o Cabo Hatteras, de onde se afasta da costa no rumo aproximado NE, até cerca de Latitude 45° N, Longitude 045° W, onde começa a ramificar-se. A "Gulf Stream" é muito bem definida e relativamente estreita (por isso, já foi chamada de "um rio dentro do mar"), apresentando uma velocidade na superfície de 1,2 a 1,4 m/s (2,3 a 2,7 nós).

A Corrente do Atlântico Norte inflete para Leste como continuação da Corrente do Golfo, na altura da Latitude 45° N, fechando o "giro da corrente" do Atlântico Norte. Um ramo da Corrente do Atlântico Norte flui na direção geral Nordeste, dividindo-se posteriormente em Corrente da Noruega (ou Deriva do Atlântico Norte) e Corrente de Irminger.

A Corrente da Noruega dirige-se para o Mar da Noruega e depois para o Ártico, bifurcando-se, por sua vez, em dois ramos, um que banha as costas N e W do Spitzbergen e outro que entra no Mar de Barents. A Corrente da Noruega tem uma importância fundamental, tornando o clima no Norte da Europa e na Escandinávia muito menos frio que o clima das regiões de mesma Latitude do outro lado do Oceano (Groenlândia e Norte do Canadá), banhadas por correntes frias.

A Corrente de Irminger flui para Oeste, pelo Sul da Islândia.

Proveniente do Ártico, flui na direção Sul, do largo da costa **E** groenlandesa, a Corrente Oriental da Groenlândia, de águas frias. A **W** da Groenlândia, a Corrente Ocidental da Groenlândia, de águas relativamente mais quentes, corre para o **N**, entrando na Baía de Baffin, quando suas águas se resfriam e retornam para o **S**, em conjunto com outras águas árticas, como a Corrente do Labrador, de águas frias, que circula para o Sul, ao largo da costa americana.

Os “giros de corrente” do Atlântico Norte e do Atlântico Sul são separados por uma Contracorrente Equatorial, que corre para Leste e se une a uma corrente que banha a costa da África, desde o Cabo Verde para o Sul e Leste, penetrando no Golfo da Guiné (sendo, por isso, denominada Corrente da Guiné).

Esta Contracorrente Equatorial é mantida em circulação na região das calmas equatoriais devido ao maior nível da superfície do Atlântico Equatorial na parte ocidental do Oceano, em virtude do empilhamento de água originado pelos ventos alísios.

A circulação superficial no Atlântico Sul está compreendida entre a Zona Equatorial e a Convergência Subtropical. Recebe variadas denominações, segundo a região geográfica por ela percorrida (Figuras 10.24 e 10.25).

Figura 10.24 - As correntes superficiais do Atlântico Sul

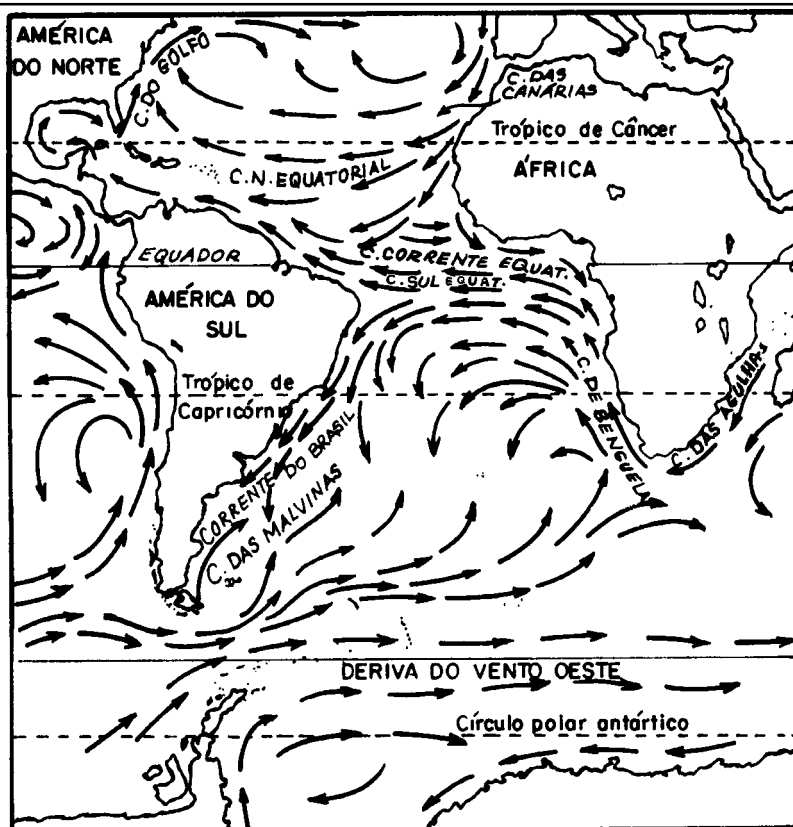
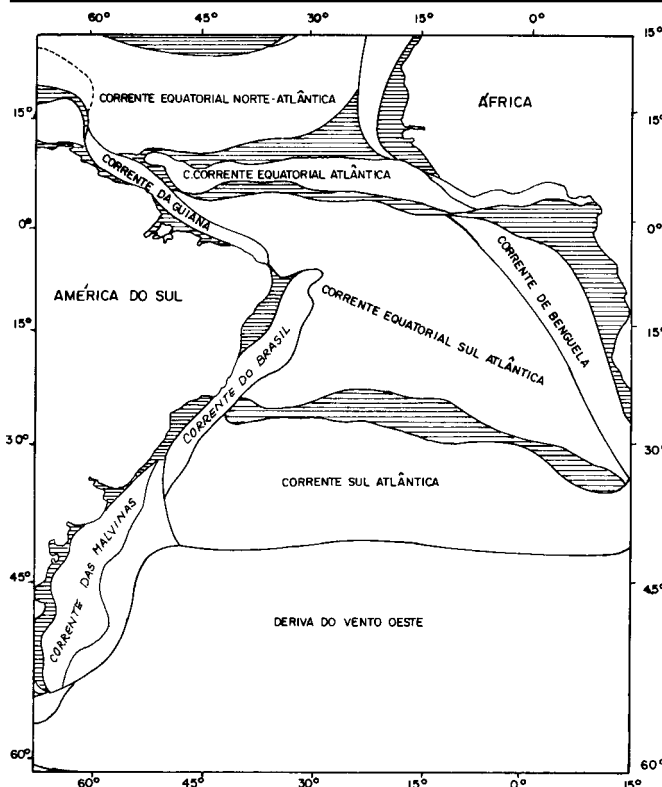


Figura 10.25 - Esquema das principais correntes do Atlântico Sul

A ação dos ventos Alísios de Sueste é a principal responsável pelo giro Sul-Atlântico. Por atrito, os ventos impulsionam as águas para Oeste, formando a Corrente Sul-Equatorial. Embora uma pequena parcela desta corrente passe para o Hemisfério Norte, com o nome de Corrente das Guianas, o grosso inflêta para o sul e segue em uma direção aproximadamente longitudinal (N-S), até uma latitude de cerca de 40° S. Quando ela começa a seguir em seu rumo longitudinal, toma o nome de Corrente do Brasil.

Ao Sul do continente sul-americano, a Corrente do Brasil inflêta para Leste, como parte da Corrente Sul-Atlântica e da Deriva do Vento Oeste, e suas águas atravessam o Atlântico até à África. Junto à costa africana, volta-se para o Norte, indo constituir a Corrente de Benguela.

Uma das características da Corrente do Brasil é ser uma corrente quente e salina, pois provém das regiões equatorial e tropical. Já a Corrente de Benguela é fria e menos salina, devido à contribuição das águas da região subantártica.

A Corrente das Malvinas (Falkland) também tem grande importância no Sudoeste do Atlântico Sul. A Corrente das Malvinas segue próximo ao continente, procedente da região subantártica, afastando para o largo a Corrente do Brasil, até uma latitude de 30° S ou 25° S.

Por vezes, embora não constituam propriamente correntes, podemos encontrar alguns setores mais frios e menos salinos, em latitudes relativamente mais baixas, nas proximidades do litoral brasileiro. Tais setores correspondem a afloramentos de água subsuperficial proveniente da Antártica, e são bem caracterizados no verão, na região próxima ao Cabo Frio.

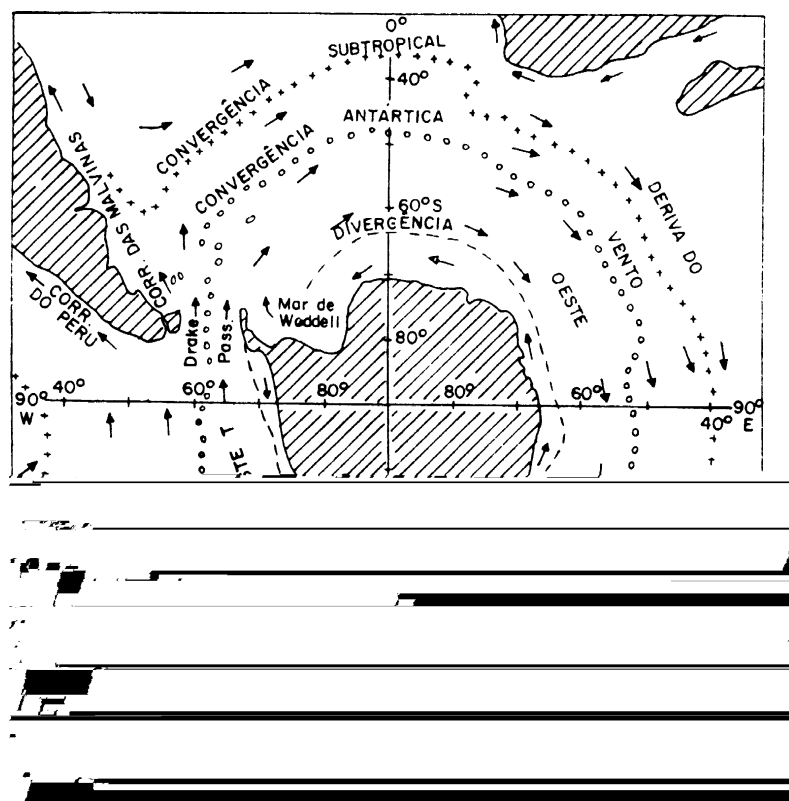
Na Figura 10.25 estão representados os domínios das principais correntes no Atlântico Sul, do Equador a 60° de latitude Sul. As áreas tracejadas são aquelas onde os fluxos são menos definidos, mais variáveis ou caracterizados pela insuficiência de dados.

b. CIRCULAÇÃO GERAL NA ANTÁRTICA

Ao redor de todo o continente antártico circula a **Deriva do Vento Oeste** (ou **Corrente Circumpolar Antártica**), na direção geral Leste (Figura 10.26), apresentando desvios associados às características geográficas e à topografia do fundo.

Junto à costa da Antártica a corrente flui na direção oposta, isto é, para Oeste, conforme mostrado na Figura 10.26, em consonância com os ventos predominantes de Leste (Estes Polares). Nos mares de Weddell e de Ross, duas grandes reentrâncias do continente antártico, a circulação das águas é no sentido ponteiros do relógio.

Figura 10.26 - Oceano Austral: circulação geral e posição média da Convergência Antártica e da Convergência Subtropical



Um dos fenômenos mais característicos existentes nos mares austrais é o das **convergências** – zonas para onde correm as águas que circundam a massa continental da Antártica, mergulhando a grandes profundidades, ao nível das quais prosseguirão em seu lento caminhar para o Norte. É de grande importância conhecer as características básicas da circulação antártica, pois as mesmas massas de água existentes nessa região prolongam-se, em profundidade, penetrando no Oceano Atlântico, conduzindo os mesmos valores (ou quase os mesmos, conforme a distância) de propriedades adquiridas à superfície, na região antártica.

A temperatura das águas situadas em torno do continente antártico é muito baixa: cerca de 0° C, e mesmo inferior a este valor (em certas regiões a temperatura atinge o valor de congelação da água à salinidade de 34,5: – 1,9° C). À medida que nos afastamos da Antártica, a temperatura dessas águas, constantemente sujeitas aos ventos que ocasionam a Deriva do Vento Oeste, vai aumentando paulatinamente, até atingir um valor próximo de 2° C. De repente, a temperatura aumenta bruscamente para 3° C.

Na região, ou faixa, ao redor de todo o continente antártico, em que a água sofre esse brusco aumento de temperatura, está localizada a **Convergência Antártica**. Aí, as águas, que ao Sul da Convergência moviam-se para o Norte, mergulham e prosseguem em seu caminho na mesma direção. A **Convergência Antártica** localiza-se, principalmente, entre 60° e 50° de Latitude Sul, no Oceano Atlântico.

A partir dessa região, para o Norte, a temperatura da água volta a subir lentamente. Da mesma forma, as águas da **Deriva do Vento Oeste** continuam a circular e, a cerca de 40° de Latitude Sul, observa-se um novo aumento brusco de temperatura, mais nítido que o correspondente à **Convergência Antártica**, com variação da ordem de 4° C. Esta é a região correspondente à **Convergência Subtropical**. Como na **Convergência Antártica**, as águas convergem, afundam e continuam em direção ao Norte. É nos mares austrais que

se forma grande parte das massas de água que vão compor a estratificação do Oceano Atlântico (no Ártico também são “produzidas” massas de água que contribuem para essa estratificação). É através dos “mecanismos” colocados em funcionamento pelas **Convergências Antártica e Subtropical** que aquela contribuição se verifica. As duas Convergências separam as águas superficiais em duas zonas que guardam valores distintos de propriedades da água do mar. A zona que vai do continente antártico à **Convergência Antártica** é denominada **Zona Antártica**. A **Zona Subantártica** estende-se entre as duas **Convergências**.

Na Zona Antártica a temperatura do mar à superfície varia entre $-1,9^{\circ}\text{C}$ e 1°C no inverno, e de -1°C a 4°C no verão. Na Zona Subantártica varia entre 4°C e 10°C no inverno, podendo alcançar 14°C no verão.

c. CORRENTES DO MEDITERRÂNEO E DO MAR NEGRO

Pelo Estreito de Gibraltar penetra no Mediterrâneo uma corrente de superfície, que costeia o norte da África e que, ao chegar na altura da Sicília, bifurca-se. Um ramo desloca-se para a esquerda, banha a costa norte dessa ilha, a costa oeste da Itália e as costas da França e Espanha, terminando em um grande giro a Oeste da Sardenha e de Córsega, rodeando as Ilhas Baleares.

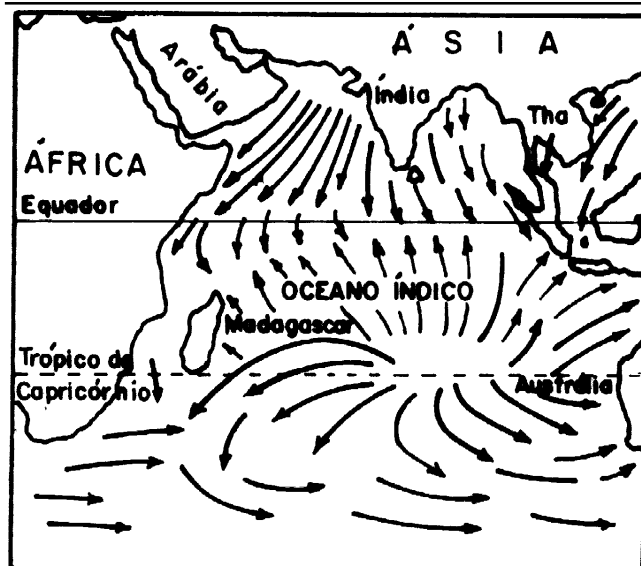
O outro ramo desta corrente segue pelas costas do Egito e da Ásia Menor, pela costa oriental da Grécia, passa junto ao Peloponeso e novamente se bifurca, com um ramo na direção do Adriático e outro que gira para o Sul e Sudeste, para unir-se à corrente geral acima descrita.

Do Mar Negro sai uma corrente de superfície para o Mediterrâneo, pelos estreitos de Bósforo e Dardanelos.

d. CORRENTES DO OCEANO ÍNDICO

A circulação no Oceano Índico tem como característica a **variação sazonal** causada pelas **monções**.

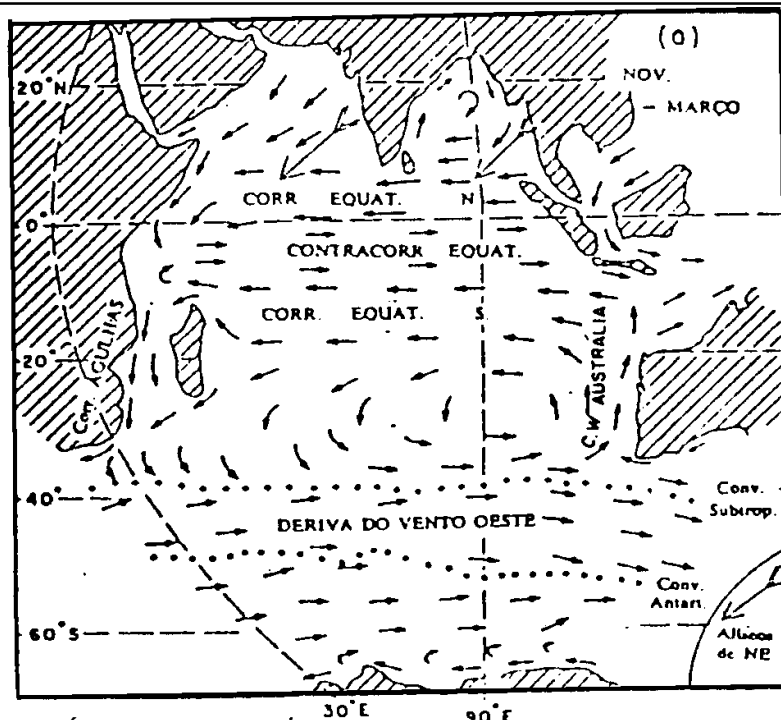
Figura 10.27 - Carta das monções de inverno (novembro a março)



De novembro a março, inverno no Hemisfério Norte, as monções sopram de terra (Figura 10.27), provenientes da massa continental asiática, com ventos NE frios e secos, em virtude dos rigorosos invernos da Ásia Central. Nesse período, a circulação no Oceano Índico é a mostrada na Figura 10.28, com a presença das três correntes equatoriais clássicas (**Corrente Norte Equatorial**, **Corrente Sul Equatorial** e **Contracorrente Equatorial** entre as duas, fluindo para Leste, aproximadamente na Latitude de 7°S). O giro de corrente no sentido anti-horário fica bem definido no Índico Sul. Ao Norte da Latitude de 20°S , a **Corrente Sul Equatorial** flui para Oeste, infletindo depois

para o Sul, alimentando a **Corrente das Agulhas**, que corre entre o continente africano e a grande Ilha de Madagascar. Esta corrente curva-se para Leste depois de percorrer a costa oriental da África, fluindo entre a África do Sul e a Austrália, conforme mostrado na Figura 10.28.

Figura 10.28 - Circulação no Oceano Índico (novembro a março)



Após cruzar o Índico Sul, a corrente inflete novamente para esquerda, fluindo para o Norte como **Corrente Oeste da Austrália** (mais fraca que a **Corrente das Agulhas**, do outro lado do Oceano).

Na costa africana, entre Aden e a Latitude de 5° S, as águas fluem para o Sul.

Quando sopram as **monções de verão**, de maio a setembro, com ventos de Sudoeste, quentes e úmidos (ver Figura 10.29), a **Corrente Norte Equatorial** desaparece, sendo substituída pela **Corrente Monçônica**, de direção Leste, tampouco estando presente a **Contracorrente Equatorial**. A circulação no Oceano Índico no período das **monções de verão** (maio a setembro) está mostrada na Figura 10.30.

Figura 10.29 - Carta das monções de verão (maio a setembro)

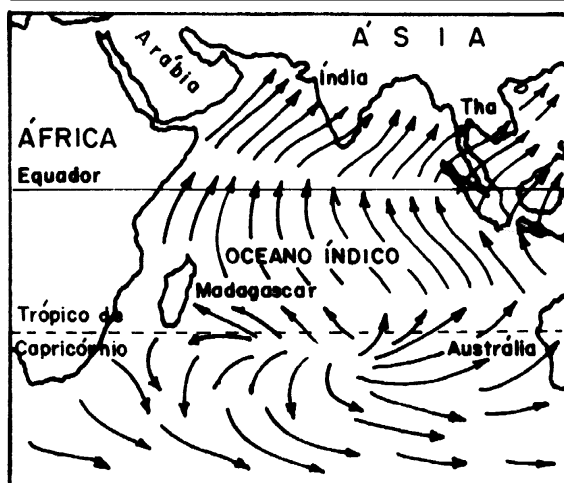
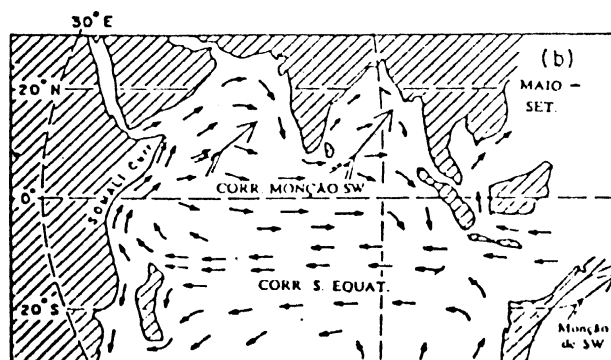


Figura 10.30 - Circulação no Oceano Índico (maio a setembro)

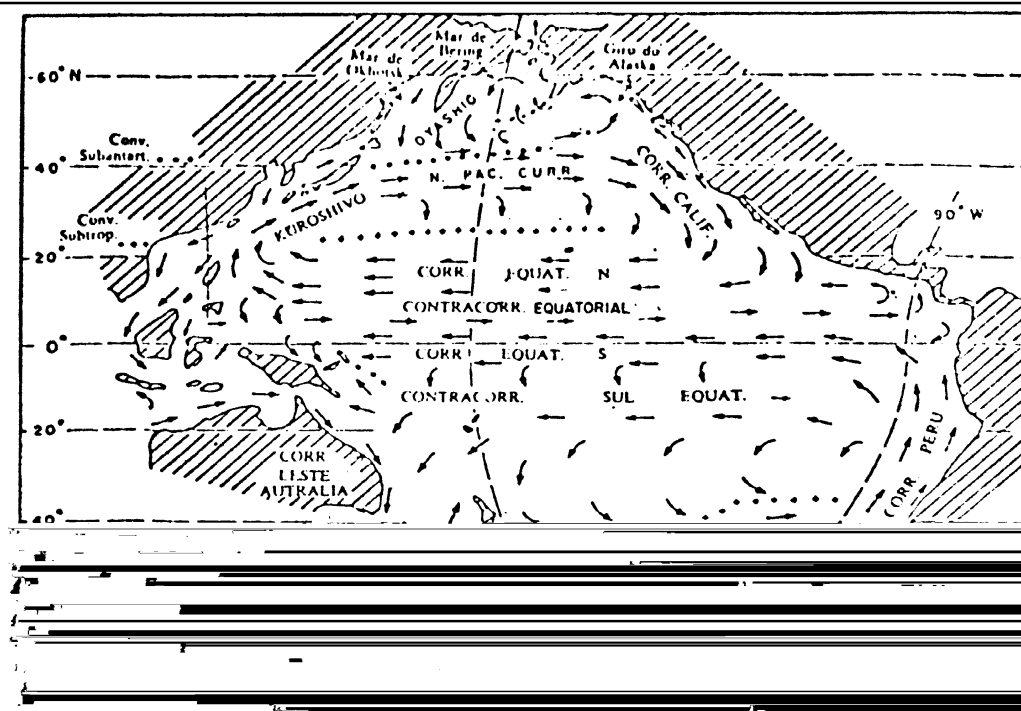


e. CORRENTES DO OCEANO PACÍFICO

No Pacífico Norte, a **Corrente Norte Equatorial** flui para Oeste e, na região ocidental do oceano, se bifurca, com um ramo dirigindo-se para o Oceano Índico, pelos estreitos da Malásia e Indonésia, e outro infletindo para o Norte, para formar parte do **Sistema Kuroshivo**, a **Corrente do Pacífico Norte** e a **Corrente de Tsushima**.

A **Corrente de Kuroshivo** corre na direção geral Norte, próxima ao Japão (Figura 10.31), desde a ilha de Formosa até os 35° de Latitude Norte e mostra certa analogia com a Corrente da Flórida, existente na parte ocidental do Atlântico Norte. Apresenta uma velocidade de cerca de 0,85m/s (1,6 nós). Na Latitude de 35° N, a corrente afasta-se da costa do Japão, inflete para Leste (recebendo a denominação de **extensão da Corrente de Kuroshivo**) e circula nessa direção até aproximadamente a Longitude de 160° E, onde se alarga para logo ramificar-se em duas, mesclando-se o ramo do Norte com a **Corrente de Oyashio**, enquanto que o ramo Sul alimenta a **Contracorrente de Kuroshivo**.

Figura 10.31 - Oceano Pacífico: circulação superficial



A **Corrente do Pacífico Norte** circula desde os 160° de Longitude Leste até os 150° de Longitude Oeste, transportando águas da Corrente de Kuroshivo na direção ESE.

O último componente do **Sistema Kuroshivo**, a **Corrente de Tsushima**, tem direção Norte e circula no Mar do Japão.

Na parte oriental do Pacífico Norte, a **Corrente do Alasca** flui para o Norte, ao largo da costa do Alasca, percorre as Ilhas Aleutas e entra no Mar de Bering, onde suas águas se resfriam e infletem para Sudoeste, para formar a **Corrente de Kamchatka**, que, a partir dos 50° de Latitude Norte, aproximadamente, toma o nome de **Corrente de Oyashio**, para chegar até as ilhas setentrionais do Japão.

A **Corrente da Califórnia**, alimentada pelas águas da **Corrente do Pacífico Norte**, banha as costas ocidentais da América do Norte desde os 48° de Latitude Norte e une-se à **Corrente Norte Equatorial** na Latitude de 23° N. A **Corrente da Califórnia** está associada ao fenômeno de **ressurgência** que se manifesta de maneira notável nos 41° e 35° de Latitude Norte.

A **Corrente Norte Equatorial** e a **Corrente Sul Equatorial** do Oceano Pacífico circulam para Oeste, tendo entre elas a **Contracorrente Equatorial**, que flui para Leste, na região das calmas equatoriais.

A **Contracorrente Equatorial** do Oceano Pacífico está bem desenvolvida e se acha presente durante todo o ano, correndo sempre ao Norte do Equador, porém em Latitude maior durante o verão no Hemisfério Norte. Tem uma velocidade média de 0,5m/s (0,97 nó), mas que pode chegar a 1,0m/s (1,94 nó) e é produzida pela diferença de nível da superfície do oceano, entre a parte ocidental e a oriental, causada pelos **ventos alísios** (que resultam no empilhamento da água a Oeste).

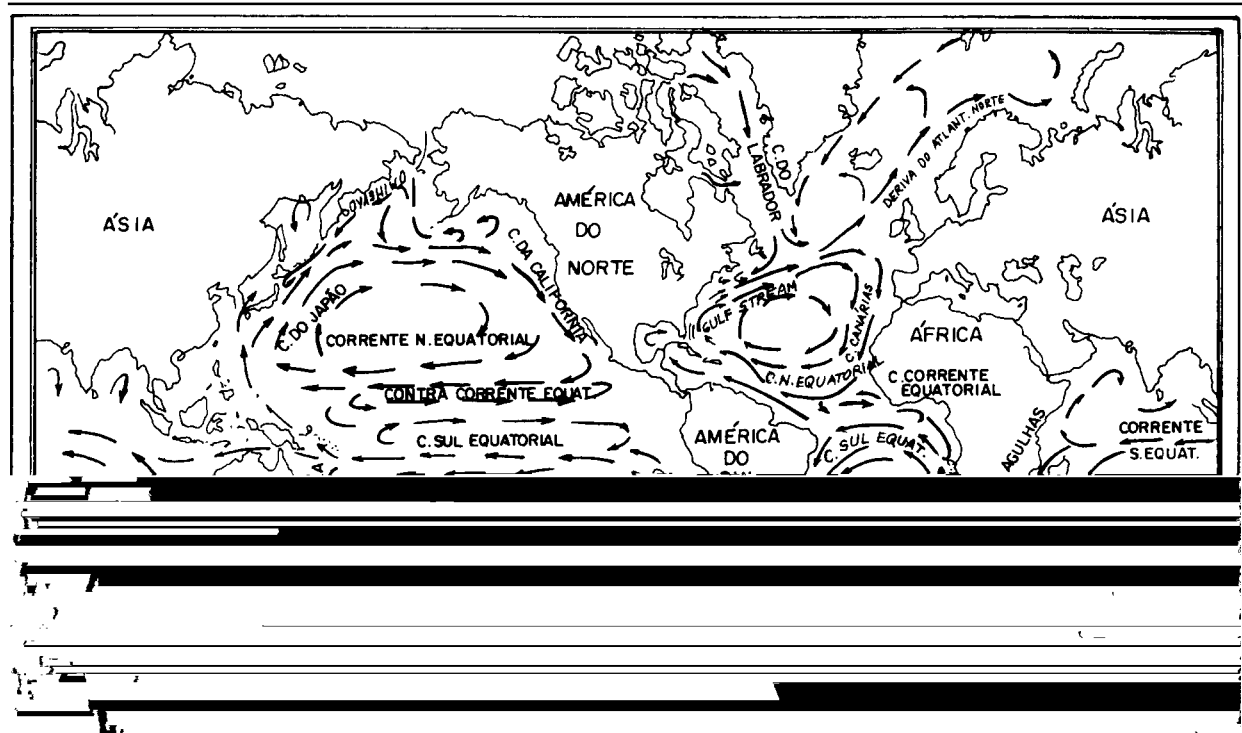
No Pacífico Sul, a **Corrente do Peru** (ou **Corrente de Humboldt**), de águas frias, banha a costa ocidental da América do Sul, tem pouca velocidade e, aos 35° de Latitude Sul, apresenta uma largura de 900 Km (485 milhas). Esta corrente está associada a uma **ressurgência** notável em frente às costas do Peru e norte do Chile.

As águas da **Corrente do Peru** convergem com as da **Contracorrente Equatorial** que, no inverno no Hemisfério Norte, dirigem-se mais para o Sul, ao largo das costas do Equador, com o nome de **El Niño**. Algumas vezes, **El Niño** avança em direção ao Sul mais do que é comum, fazendo com que suas águas quentes cheguem até 12° de Latitude Sul, influenciando prejudicialmente na meteorologia dessa região, ao produzir precipitações que são até 100 vezes maiores que o normal e ao causar um grande mortandade entre os peixes que povoam a costa ocidental da América do Sul.

Na parte ocidental do Pacífico Sul flui a **Corrente Leste da Austrália**, menos notável, e na parte meridional, correspondente à região dos ventos de Oeste, corre para leste a **Corrente do Pacífico Sul**, mesclando suas águas com a já mencionada **Deriva do Vento Oeste**.

A Figura 10.32 mostra, de forma simplificada, a **circulação superficial conjunta** de todos os oceanos.

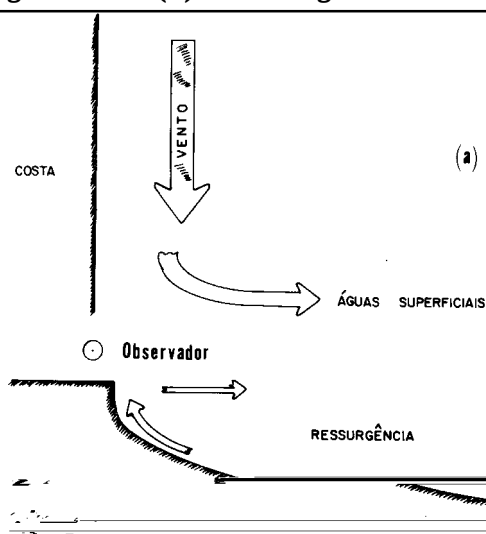
Figura 10.32 - As correntes oceânicas principais



10.12.6 OUTROS FENÔMENOS ASSOCIADOS ÀS CORRENTES OCEÂNICAS

O transporte de água induzido pelo vento desempenha um importante papel na circulação oceânica superficial. Além das correntes, amplos movimentos horizontais das águas, os ventos causam, em determinadas regiões, movimentos verticais de água, que podem ser ascendentes ou descendentes. A emersão ou submersão de águas costeiras é freqüente nas zonas onde os ventos dominantes sopram paralelamente à costa. O vento põe em movimento as águas superficiais. A direção do movimento depende do Hemisfério e da direção do vento (Figuras 10.33 e 10.34).

Figura 10.33 (a) - Ressurgência no Hemisfério Sul

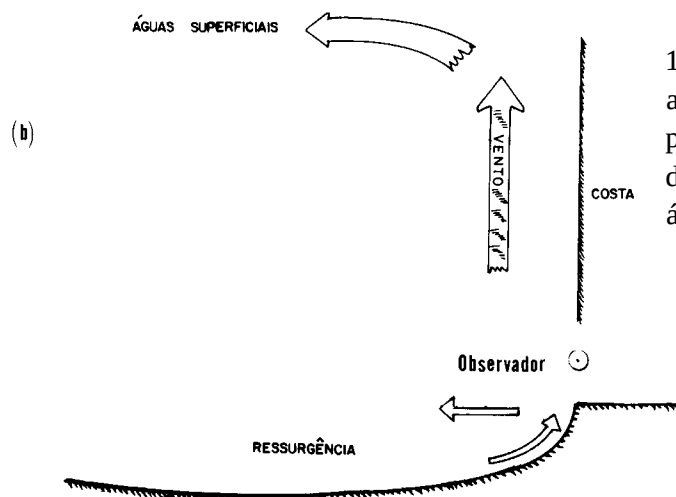


Na Figura 10.33 (a), o vento sopra do paralelo à costa, na direção do observador, causará, no **Hemisfério Sul**, um transporte das **águas superficiais** 90° para a **esquerda** da direção para onde sopra o vento. Assim, o movimento superficial resultante induzido pelo vento dirige-se para o mar, fazendo com que ascenda água sub-superficial perto da costa.

Esta lenta corrente ascendente, originária de 100 a 200m de profundidade, chama-se “RESSURGÊNCIA”. As correntes ascendentes costeiras são comuns nas costas ocidentais de todos os continentes. Os movimentos verticais da água levam à superfície do mar substâncias que favorecem o desenvolvimento abundante de fitoplâncton, por isso as zonas de ascensão de águas podem alimentar grandes populações de peixes.

O vento NE, que sopra ao longo do litoral brasileiro, faz com que, na região de **Cabo Frio**, por sua conformação, as águas superficiais sejam impulsionadas para alto-mar. Como resultado, as águas mais frias do fundo, ricas em sais nutrientes, ascendem à superfície, fertilizando a região, num fenômeno típico de **ressurgência**.

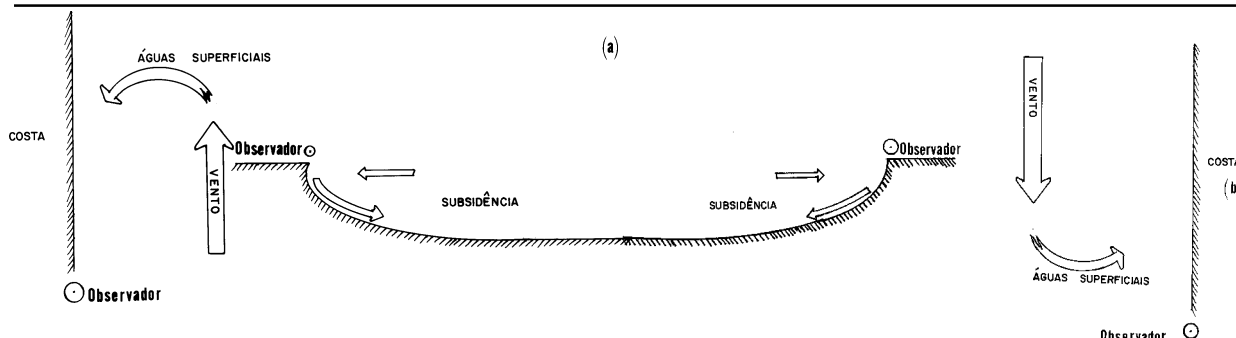
Figura 10.33 (b) - Ressurgência no Hemisfério Sul



Na situação mostrada na Figura 10.33 (b), o vento sopra do paralelo à costa, afastando-se do observador, também produziria, no Hemisfério Sul, afastamento das águas superficiais e **ressurgência** das águas sub-superficiais ricas.

Quando os movimentos da água induzidos pelo vento são em direção à costa, produzem-se movimentos de submersão das águas superficiais e o fenômeno denomina-se subsidência, conforme mostrado nas Figuras 10.34 (a) e (b), para o Hemisfério Sul.

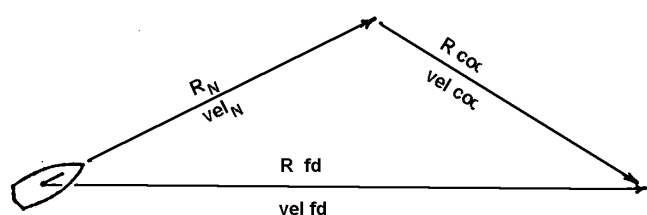
Figura 10.34 - Subsidência no Hemisfério Sul



10.12.7 INFORMAÇÕES SOBRE CORRENTES OCEÂNICAS

Um navio que mantém um rumo, seguindo a agulha de governo, e uma velocidade fixa, estabelecida por um regime constante de rotações do hélice, não se deslocará necessariamente sobre o rumo e a velocidade ordenados. Um dos motivos que afetam o movimento do navio é a existência de **Correntes Oceânicas Superficiais**, que se adicionarão naturalmente ao deslocamento esperado pelo navio, resultando uma discrepância entre o **rumo e velocidade em relação à superfície** e o **rumo e velocidade em relação ao fundo** (Figura 10.35). Haverá, assim, um “abatimento” e um “caimento” e o navio poderá estar em “avanço” ou “atraso”, conforme estudado no Capítulo que abordou a Navegação Estimada.

Figura 10.35 -



Desta forma, torna-se importante para o navegante o conhecimento antecipado dos **elementos da corrente** (R_{cor} e vel_{cor}), a fim de levá-los em consideração no **planejamento** e na **execução da derrota**.

Para a camada superficial, de umas poucas dezenas de metros, existe um bom acervo de informações sobre correntes em grande parte dos oceanos. As informações provêm não só do tráfego marítimo regular, como também de pesquisas oceanográficas. Nas campanhas oceanográficas utilizam-se correntômetros e correntógrafos de vários tipos, para determinação precisa dos elementos das correntes. Além disso, modernamente, determinam-se os elementos das correntes oceânicas por sensoriamento remoto, através do acompanhamento, por satélites, de bóias de deriva e outros tipos de derivadores.

Os Serviços Oceanográficos de vários países passaram a coletar sistematicamente todas essas informações e publicar documentos de fácil consulta pelo navegante: As **Cartas-Piloto** referentes aos vários oceanos. Hoje dispõe-se de um conhecimento razoável da circulação superficial de grande parte dos oceanos. Este conhecimento é substancial e minucioso nas regiões muito freqüentadas por navios, como as principais rotas comerciais do Atlântico e do Pacífico Norte, mas escassa em outras regiões, como o Pacífico Sul Oriental e o Índico Sul.

Ademais, as **correntes variáveis**, como as correntes das monções, do Oceano Índico, não estão bem definidas, mesmo com todas as observações já realizadas. Há necessidade que se estude melhor as condições do Oceano Índico, em determinadas regiões, para se verificar a extensão das mudanças produzidas pelas variações locais do vento, do regime das **monções**.

A Diretoria de Hidrografia e Navegação da MB edita o **Atlas de Cartas-Piloto** referente ao **Atlântico Sul Ocidental**. O *Oceanographic Office* dos Estados Unidos da América publica as *Pilot Charts* relativas aos diversos oceanos.

As **Cartas-Piloto**, preparadas uma para cada mês, apresentam, além de diversas outras informações meteorológicas, oceanográficas e geofísicas de interesse para a navegação, os elementos das **correntes oceânicas superficiais** para diversos locais das áreas nelas representadas. A **direção** (ou **rumo**) **da corrente** é indicada por uma seta e a **velocidade média**, em nós, é impressa ao lado da seta que representa a direção.

Além das **Cartas-Piloto**, algumas **Cartas Náuticas** também indicam, ou informam (em Notas de Precaução), os elementos das **correntes oceânicas de superfície**. Ademais, os **Roteiros** também constituem fontes de informações valiosas sobre as **correntes oceânicas**, devendo ser sempre consultados pelos navegantes.

Os **Roteiros** publicados pela DHN incluem, para cada trecho de costa descrito, uma seção intitulada MARÉS E CORRENTES, onde são apresentadas as principais informações sobre os referidos assuntos.

Reproduz-se abaixo, como exemplo, as informações sobre correntes fornecidas pelo ROTEIRO-COSTA LESTE para o trecho “DO PORTO DE VITÓRIA AO CABO FRIO:

CORRENTES

A corrente ao largo tem a direção geral SW, como velocidade máxima de 1 nó.

Nas proximidades do Cabo de São Tomé:

- a velocidade da corrente aumenta com a aproximação da costa;
- com vento de NE a corrente tem a direção S, junto à costa, e SW ou WSW, mais ao largo, com 0,8 nó ou mais, dependendo da força do vento;
- ventos frescos de SE e S podem anular a corrente; e
- tem-se observado, em algumas ocasiões, uma contracorrente para SW que vai ao encontro do cabo de São Tomé com vento fresco de NE.

Ao largo do Cabo Frio, ventos de NE geram corrente para SW e ventos de SW geram corrente para NE, em ambos os casos com velocidade de 0,5 nó a 1,5 nó, sendo comum estas correntes precederem os ventos.

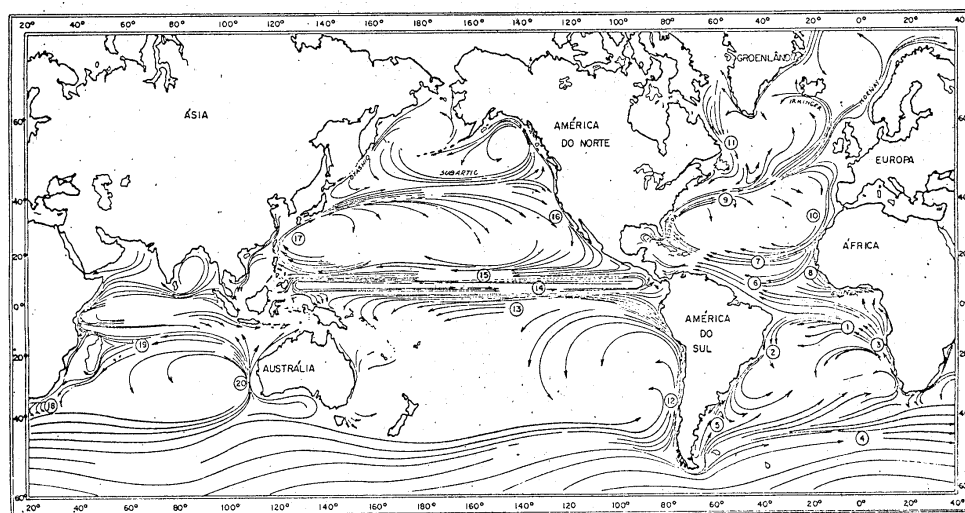
Próximo ao Cabo Frio, ventos do S geram corrente para o N e ventos de NE geram corrente para W. Uma contracorrente em direção à ilha do Cabo Frio é sentida até 10 milhas a W da ilha, sendo de maior intensidade de setembro a dezembro.

10.12.8 EXERCÍCIOS SOBRE CORRENTES OCEÂNICAS

Dar o **nome** das **correntes oceânicas** indicadas por **números** na Figura 10.36.

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____
- 6 _____
- 7 _____
- 8 _____
- 9 _____
- 10 _____
- 11 _____
- 12 _____
- 13 _____
- 14 _____
- 15 _____
- 16 _____
- 17 _____
- 18 _____
- 19 _____
- 20 _____

Figura 10.36 -



11

INSTRUMENTOS NÁUTICOS

11.1 AS “FERRAMENTAS” DO NAVEGANTE

Quase todas as atividades profissionais necessitam de um conjunto de “ferramentas” específicas. A prática da navegação não é diferente nesse aspecto. Este Capítulo descreve, sem entrar demasiadamente em detalhes técnicos, a maioria dos instrumentos utilizados nos navios de guerra, na marinha mercante e na navegação de pesca, esporte e recreio, para a prática da navegação costeira, estimada e em águas restritas.

A escolha dos instrumentos depende de vários fatores, dentre os quais se destacam o porte do navio, seu uso e os recursos disponíveis. Assim, pode-se afirmar que, de um modo geral, os navios de guerra mais modernos, os navios mercantes de grande porte (utilizados na navegação de longo curso), os navios de pesquisa e, até mesmo, algumas embarcações de esporte e recreio são dotados de instrumentos e equipamentos de navegação variados e sofisticados. Por outro lado, navios de guerra menores (tais como navios-patrolha), navios-auxiliares, navios mercantes de cabotagem, embarcações de pesca e a maioria dos barcos de esporte e recreio possuem, normalmente, apenas **instrumentos náuticos** básicos.

Embora os **instrumentos náuticos** possam ser classificados de diversas maneiras, eles serão aqui estudados em grupos, de acordo com as seguintes finalidades:

- instrumentos para medida de direções;
- instrumentos de medida de velocidade e distância percorrida;
- instrumentos para medição de distâncias no mar;
- instrumentos para medição de profundidades;
- instrumentos de desenho e plotagem;
- instrumentos para ampliação do poder de visão; e
- outros instrumentos.

11.2 INSTRUMENTOS PARA MEDIDA DE DIREÇÕES NO MAR

11.2.1 OBTENÇÃO DE RUMOS E MARCAÇÕES NO MAR

As direções no mar (rumos e marcações) são obtidas pelo uso das **Agulhas Náuticas** e seus acessórios, já estudados detalhadamente no Capítulo 3.

Entretanto, vale acrescentar, ainda, alguns comentários sobre os referidos instrumentos.

11.2.2 AGULHAS NÁUTICAS

São as **Agulhas Náuticas**, quer **magnéticas**, quer **giroscópicas**, que indicam os **rumos** a bordo. Ademais, com elas são tomadas as **marcações** e **azimutes**, através do uso de acessórios especiais.

a. Agulhas Magnéticas

Conforme visto, normalmente os navios possuem duas Agulhas Magnéticas: a **agulha padrão**, instalada no tijupá, em um local o mais livre possível das influências dos ferros de bordo e de visada desobstruída, e a **agulha de governo**, colocada no passadiço, por ante-avante da roda do leme.

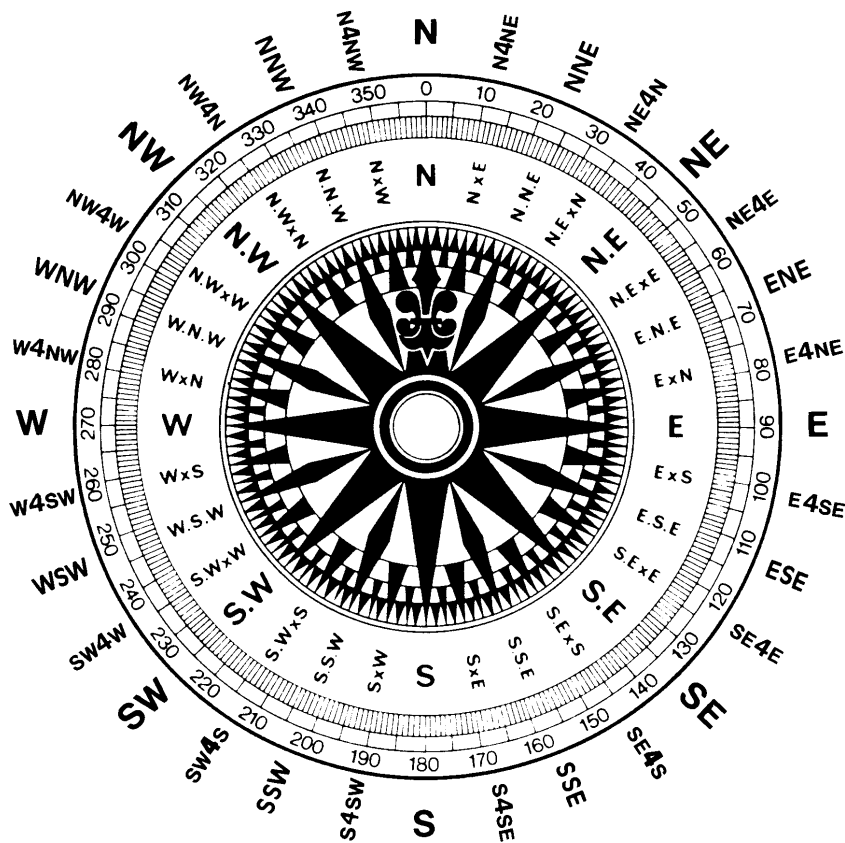
Pela **agulha padrão** é que se determinam os **rumos** e **marcações**. A **agulha de governo** serve, basicamente, para o governo do navio. O rumo da **agulha de governo** é obtido por comparação com a **agulha padrão**. O procedimento consiste em colocar o navio no rumo da agulha pela **agulha padrão** e, nessa situação, ler-se o rumo indicado na agulha de governo, pela qual passa-se a governar o navio.

Em alguns navios, suprimiu-se a **agulha de governo**, sendo instalado na **agulha padrão**, no tijupá, um periscópio para leituras de rumo pelo timoneiro, no passadiço.

No que se refere à graduação da **rosa de rumos** da **Agulha Magnética**, inicialmente a bússola era usada apenas para indicar o **Norte**. Logo, entretanto, foi introduzido o conceito de marcar outras direções ao redor da borda da agulha. As direções marcadas recebem os nomes dos vários ventos, conhecidos como Norte, Leste, Sul e Oeste. Por isso, à rosa da agulha foi dado o nome de **rosa dos ventos**. Depois das **direções cardeais** (N, E, S e W), vieram as **direções intercardeais** (ou colaterais), NE, SE, SW e NW e, em seguida, subdivisões menores, tais como NNE, ENE, ESE, SSE, SSW, WSW, WNW e NNW. Este sistema resulta na divisão de um círculo completo (360°) em 32 “pontos” (1 ponto = 11° 15'). Cada ponto, por sua vez, é dividido em meio ponto e 1/4 de ponto. Uma rosa completa deste tipo, com os 32 “pontos”, suas subdivisões e as designações das **quartas** está mostrada na Figura 11.1. A graduação da rosa em “pontos” e quartas está, hoje, obsoleta, mas pode ser, ainda, encontrada em algumas embarcações, especialmente veleiros. A tabela da Figura 11.2 permite converter a **rosa em pontos** e a **rosa em quartas** em **rosa circular** (000° a 360°).

Um desenvolvimento recente da **Agulha Magnética** é a **agulha eletrônica**, que baseia seu funcionamento na medida do campo magnético terrestre. Ela não usa, como a bússola tradicional, a lei de atração e repulsão dos pólos magnéticos.

Figura 11.1 - Rosa graduada em graus e pontos e quartas



Esta rosa apresenta as duas graduações convencionais: divisão em graus (de 000° a 360°), que é o sistema de uso universal, e divisão quadrantal, que usa os pontos cardeais, colaterais e sub-colaterais.

Figura 11.2 - Conversão da Rosa em Pontos e da Rosa em Quartas em Rosa Circular

Quartas	Pontos	Circular	Quartas	Pontos	Circular	Quartas	Pontos	Circular	Quartas	Pontos	Circular
N	0	0° 0' 0"	E	8	90°	S	0	180°	W	8	270°
N ¼ NE	0 ¼ NE	2° 48' 45"	E ¼ SE	7 ¼ SE	92° 48' 45"	S ¼ SW	0 ¼ SW	182° 48' 45"	W ¼ NW	7 ¼ NW	272° 48' 45"
N ½ NE	0 ½	5 37 30	E ½ SE	7 ½	95 37 30	S ½ SW	0 ½	185 37 30	W ½ NW	7 ½	275 37 30
N ¾ NE	0 ¾	8 26 15	E ¾ SE	7 ¾	98 26 15	S ¾ SW	0 ¾	188 26 15	W ¾ NW	7 ¾	278 26 15
N 4 NE	1	11 15	E 4 SE	7	101 15	S 4 SW	1	191 15	W 4 NW	7	281 15
N 4 ¼ NE	1 ¼	14 3 45	E 4 ¼ SE	6 ¾	104 3 45	S 4 ¼ SW	1 ¼	194 3 45	W 4 ¼ NW	6 ¾	284 3 40
N 4 ½ NE	1 ½	16 52 30	E 4 ½ SE	6 ½	106 52 30	S 4 ½ SW	1 ½	196 52 30	W 4 ½ NW	6 ½	286 52 30
N 4 ¾ NE	1 ¾	19 41 15	E 4 ¾ SE	6 ¾	109 41 15	S 4 ¾ SW	1 ¾	199 41 15	W 4 ¾ NW	6 ¾	289 41 15
NNE	2	22 30	ESE	6	112 30	SSW	2	202 30	WNW	6	292 30
NE 4 ¼ N	2 ¼	25 18 40	SE 4 ¼ E	5 ¾	115 18 45	SW 4 ¼ S	2 ¼	205 18 45	NW 4 ¼ W	5 ¾	295 18 45
NE 4 ½ N	2 ½	28 7 30	SE 4 ½ E	5 ½	118 7 30	SW 4 ½ S	2 ½	208 7 30	NW 4 ½ W	5 ½	298 7 30
NE 4 ¾ N	2 ¾	30 56 15	SE 4 ¾ E	5 ¾	120 56 15	SW 4 ¾ S	2 ¾	210 56 15	NW 4 ¾ W	5 ¾	300 56 15
NE 4 N	3	33 45	SE 4 E	5	123 45	SW 4 S	3	213 45	NW 4 W	0	303 45
NE ¾ N	3 ¾	36 33 45	SE ¾ E	4 ¾	126 33 45	SW ¾ S	3 ¾	216 33 45	NW ¾ W	4 ¾	306 33 45
NE ½ N	3 ½	39 22 30	SE ½ E	4 ½	129 22 30	SW ½ S	3 ½	219 22 30	NW ½ W	4 ½	309 22 30
NE ¼ N	3 ¼	42 11 15	SE ¼ E	4 ¼	132 11 15	SW ¼ S	3 ¼	222 11 15	NW ¼ W	4 ¼	312 11 15
NE	4	45	SE	4	135	SW	4	225	NW	4	315
NE ¼ E	4 ¼	47 48 45	SE ¼ S	3 ¾	137 48 45	SW ¼ W	4 ¼	227 48 45	NW ¼ N	3 ¾	317 48 45
NE ½ E	4 ½	50 37 30	SE ½ S	3 ½	140 37 30	SW ½ W	4 ½	230 37 30	NW ½ N	3 ½	320 37 30
NE ¾ E	4 ¾	53 26 15	SE ¾ S	3 ¾	142 26 15	SW ¾ W	4 ¾	233 26 15	NW ¾ N	3 ¾	323 26 15
NE 4 E	5	56 15	SE 4 S	3	146 15	SW 4 W	5	236 15	NW 4 N	3	326 15
NE 4 ¼ E	5 ¼	59 3 45	SE 4 ¼ S	2 ¾	149 3 45	SW 4 ¼ W	5 ¼	239 3 45	NW 4 ¼ N	2 ¾	329 3 45
NE 4 ½ E	5 ½	61 52 30	SE 4 ½ S	2 ½	151 52 30	SW 4 ½ W	5 ½	241 52 30	NW 4 ½ N	2 ½	331 52 30
NE 4 ¾ E	5 ¾	64 41 15	SE 4 ¾ S	2 ¾	154 41 15	SW 4 ¾ W	5 ¾	244 41 15	NW 4 ¾ N	2 ¾	334 41 15
ENE	6	67 30	SSE	2	157 30	WSW	6	247 30	NNW	2	337 30
E 4 ¼ NE	6 ¼	70 18 45	S 4 ¼ SE	1 ¾	160 18 45	W 4 ¼ SW	6 ¼	250 18 45	N 4 ¼ NW	1 ¾	340 18 45
E 4 ½ NE	6 ½	73 7 30	S 4 ½ SE	1 ½	163 7 30	W 4 ½ SW	6 ½	253 7 30	N 4 ½ NW	1 ½	343 7 30
E 4 ¾ NE	6 ¾	75 56 15	S 4 ¾ SE	1 ¾	165 56 15	W 4 ¾ SW	6 ¾	255 56 15	N 4 ¾ NW	1 ¾	345 56 15
E 4 NE	7	78 45	S 4 SE	1	168 45	W 4 SW	7	258 45	N 4 NW	1	348 45
E ¾ NE	7 ¾	81 33 45	S ¾ SE	0 ¾	171 33 45	W ¾ SW	7 ¾	261 33 45	N ¾ NW	0 ¾	351 33 45
E ½ NE	7 ½	84 22 30	S ½ SE	0 ½	174 22 30	W ½ SW	7 ½	264 22 30	N ½ NW	0 ½	354 22 30
E ¼ NE	7 ¼	87 11 15	S ¼ SE	0 ¼	177 11 15	W ¼ SW	7 ¼	267 11 15	N ¼ NW	0 ¼	357 11 15
E	8	90	S	0	180	W	8	270	N	0	360 ou 0

A instalação da **agulha eletrônica** (“FLUX GATE COMPASS”) a bordo é simples, a apresentação do rumo é geralmente digital e não existem partes móveis na agulha. Além disso, uma **agulha eletrônica** pode ser usada em latitudes mais elevadas que uma bússola convencional.

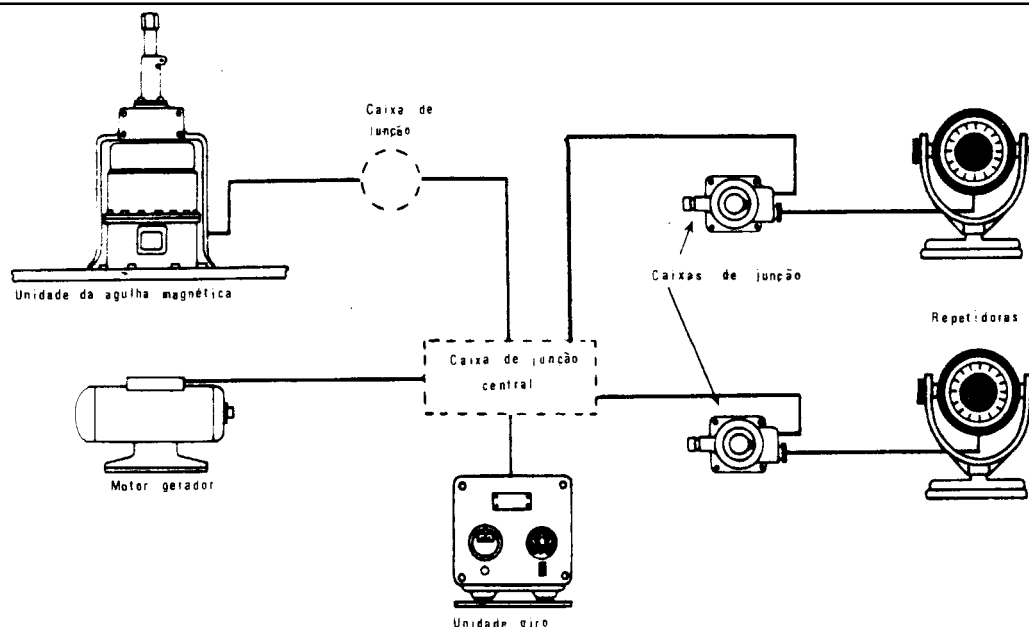
b. Agulhas Giro-Magnéticas

Embora pouco utilizada, é necessário mencionar a **agulha giro-magnética**, que combina os efeitos do magnetismo e do giroscópio. Seu princípio é simples: a **agulha magnética** possui um dispositivo que fixa no meridiano magnético um pequeno giroscópio, que, por sua vez, controla um transmissor que opera as repetidoras. Esse sistema foi desenvolvido pela **Sperry Gyroscope Company, Inc.**

Uma **agulha magnética** é alojada numa câmara estanque, que é posicionada longe de todos os ferros de bordo (devido ao seu pequeno tamanho e por ser muito leve, pode ser posicionada no mastro). As indicações dessa agulha não são afetadas pelos balanços e arfagens. Suas indicações são enviadas a uma **unidade giroscópica** que possui uma rosa dos ventos, que indica o **rumo magnético**. Esse rumo é passado à repetidora por meio de um transmissor ligado ao giroscópio. O sistema possui capacidade para operar duas repetidoras. Um motor gerador serve para transformar a corrente elétrica do navio na corrente com as características necessárias para funcionamento do sistema.

Esse sistema pode ser usado com sucesso em pequenas embarcações, como iates, pequenos navios de pesca, rebocadores, etc, pois suas indicações são estáveis e ocupa pouco espaço. Um diagrama esquemático do sistema é apresentado na Figura 11.3.

Figura 11.3 - Esquema da instalação da Agulha Giro-Magnética



c. Agulhas Giroscópicas e seus acessórios

No que se refere às **Agulhas Giroscópicas**, é importante registrar que, cada vez mais compactas, precisas e sofisticadas (utilizando giroscópios eletrônicos, mancais magnéticos, etc.), hoje em dia são instaladas no passadiço e não mais em compartimento próprio (PCI). Além disso, dentro da tendência de dispor de redundância nos sistemas vitais de bordo, os navios modernos, embora sem dispensar as **Agulhas Magnéticas**, têm, normalmente, duas **Agulhas Giroscópicas**, uma como “back-up” da outra.

Com relação aos acessórios das Agulhas Giroscópicas, há que recordar o **piloto automático** e o **registrador de rumos**. O **piloto automático** é um aparelho para controle automático do rumo, permitindo manter o navio em um determinado rumo, sem interferência do timoneiro.

Esse equipamento não é de uso exclusivo com a **Agulha Giroscópica**, podendo ser instalado, também, em qualquer navio que possua um sistema de repetidora da agulha, seja ela **giroscópica**, **magnética** ou mesmo **giro-magnética**. Nas embarcações menores, o **piloto automático** possui sua própria **bússola (Agulha Magnética)**, na qual se ajusta o rumo a ser seguido. Entretanto, o **piloto automático** é mais utilizado associado a uma **Agulha Giroscópica**. O **piloto automático** que usa um sistema repetidor da **Agulha Giroscópica** é, então, denominado **giro-piloto**.

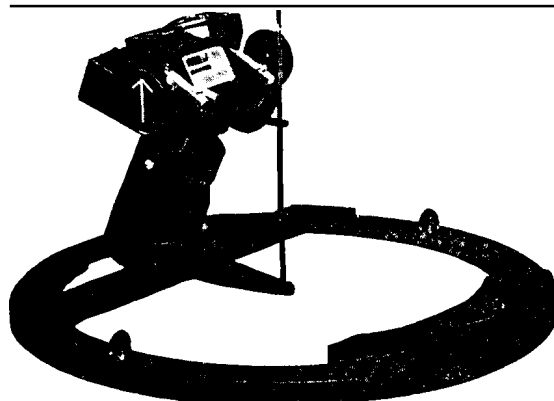
O governo do navio por meio do **piloto automático** é muito mais eficiente do que com o timoneiro. Como exemplo, basta citar que o equipamento SPERRY AUTOPILOT indica uma variação de rumo de 1/6 de grau e que o **giro-piloto** atua quando o navio sai do rumo ajustado apenas 1/3 de grau. Assim, o **piloto automático**, além de governar melhor o navio, apresenta as vantagens de possibilitar maior distância realmente navegada, para um mesmo consumo de combustível, e proporcionar menor desgaste da máquina do leme, em comparação com o governo manual. Entretanto, é preciso alertar que o **piloto automático** é “cego” e, como qualquer outro equipamento, sujeito a avarias, falhas e irregularidades de funcionamento. Portanto, deve ser mantida permanentemente uma vigilância cuidadosa sobre os movimentos do navio e a operação do aparelho.

O **registrador de rumos**, conforme visto, é um instrumento que registra em um papel (que se desenrola comandado por um equipamento de relojoaria) os rumos navegados, em função do tempo, operando acionado por uma **repetidora** da **Agulha Giroscópica**. O **registrador de rumos** é muito útil na recomposição de derrotas, para verificar o adestramento dos timoneiros e serve de prova de manobras efetuadas em casos de acidentes, tais como colisão.

11.2.3 DISPOSITIVOS PARA MEDIDA DE MARCAÇÕES E AZIMUTES

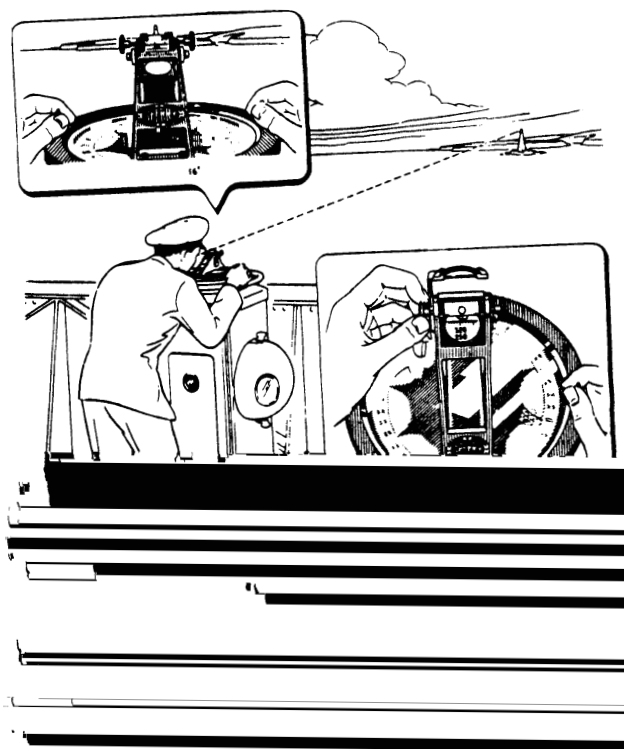
Os acessórios e dispositivos especiais para a tomada de **marcações** e **azimutes** foram abordados no Capítulo 3, tendo sido estudados com detalhes o **taxímetro**, a **agulha magnética de mão** (“hand bearing compass”), a **alidade de pínulas**, o **círculo azimutal** e a **alidade telescópica**. Restam ser mencionados os seguintes instrumentos:

Figura 11.4 - Espelho Azimutal



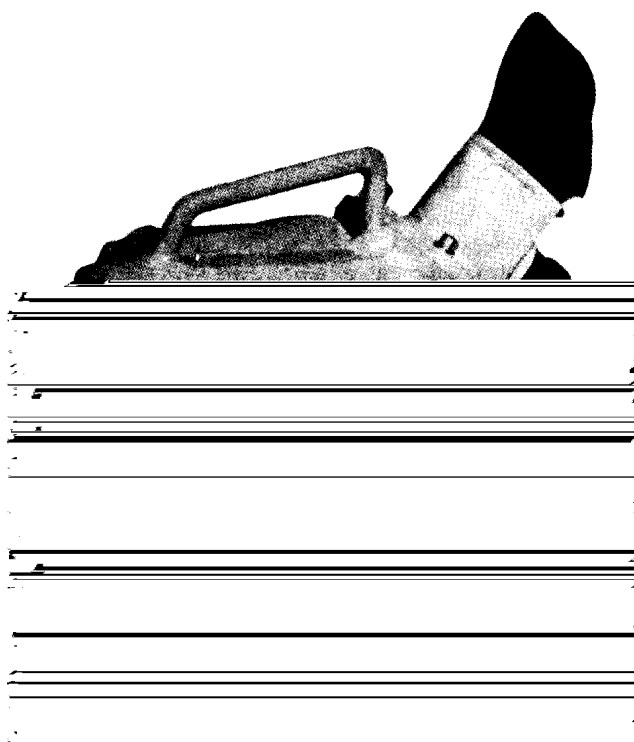
- a. **Espelho azimutal** (Figura 11.4): é constituído por uma alidade com espelho e prisma de reflexão, utilizado para obtenção de **azimutes** e **marcações**, de maneira semelhante ao **círculo azimutal**.

Figura 11.5 - Uso do espelho azimuthal



A Figura 11.5 mostra o emprego de um **espelho azimuthal** para obtenção da **marcação** de um ponto de terra e do **azimute** de um astro. Para observação da **marcação**, visa-se diretamente o ponto escolhido, lendo-se o valor da marcação com o auxílio do prisma. Para obtenção do **azimute** de astros, utiliza-se o espelho montado na alidade (livre de girar em torno de um eixo horizontal).

Figura 11.6 - Alidade Telescópica



- b. **Alidade auto-síncrona:** conforme visto no Capítulo 3, a **alidade telescópica** (Figura 11.6) é semelhante a um **círculo azimuthal**, porém, em vez das fendas de visada, possui uma luneta telescópica montada sobre o círculo de metal. O poder de ampliação da lente do telescópio torna mais fácil observar objetos distantes. No interior da luneta, um retículo, em conjunto com um prisma, permite que se vise o ponto escolhido e, ao mesmo tempo, leia-se o valor da marcação. Entretanto, quando o navio está jogando muito, é comum perder-se a visada de um objeto, pois o campo de visão da **alidade telescópica** é limitado. Para contornar esta desvantagem, existe a **alidade auto-síncrona** (“self-synchronous alidade”), mostrada na Figura 11.7, que possui um motor síncrono adicional, co-

mandado pela **Agulha Giroscópica mestra**. Com este desenvolvimento, é possível ajustar a alidade em uma determinada direção e observar um objeto, sem que o instrumento se desvie da marcação desejada, em virtude do movimento do navio. A **alidade auto-síncrona**, assim como a **alidade telescópica**, é usada em lugar do **círculo azimuthal**, ou do **espelho azimuthal**, para determinar a marcação de objetos distantes.

Figura 11.7 - Alidade Auto-Síncrona

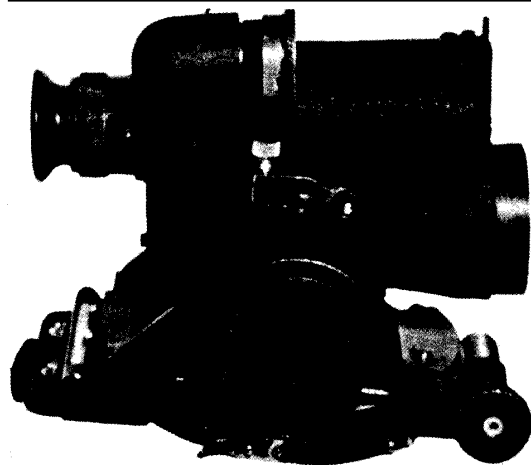


Figura 11.8 - Agulha Magnética Digital de mão



- c. **Agulha Magnética digital, de mão:** um instrumento de desenvolvimento recente para leitura de **marcações** é a **agulha magnética digital de mão** (“hand held digital fluxgate compass”), que possibilita a leitura de **marcações magnéticas** com precisão. O “DATA-SCOPE”, mostrado na Figura 11.8, possui uma luneta de 5x30, de foco permanente, e uma memória capaz de armazenar 9 valores de marcações. Além disso, pode-se entrar no aparelho com o valor da **declinação magnética** e obter-se diretamente marcações verdadeiras, facilitando a plotagem das LDP observadas. O equipamento funciona, ainda, como determinador de distâncias a objetos de altitude conhecida.

Figura 11.9 - Bússola Digital com dispositivo de visão noturna



O “STARSCOPE”, mostrado na Figura 11.9, é semelhante ao “DATASCOPE”, permitindo leituras digitais precisas de marcações. Ademais, incorpora uma capacidade de visão noturna, amplificando mais de 1.000 vezes a luminosidade existente.

11.3 INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE VELOCIDADE E DISTÂNCIA PERCORRIDA

11.3.1 IMPORTÂNCIA DA MEDIDA DA VELOCIDADE E DA DISTÂNCIA PERCORRIDA

Conforme visto no Capítulo 5, a **navegação estimada** baseia-se nas características do movimento do navio (**rumo** e **velocidade / distância percorrida**). Assim, para efetuar a **navegação estimada**, além do **rumo** (obtido da **agulha náutica**), é fundamental conhecer a **velocidade** com que se desloca o navio e, a partir deste valor, a **distância percorrida** em um determinado período de tempo. Ademais, o conhecimento da **velocidade** é essencial para o estabelecimento de ETA (“estimated time of arrival”) em portos ou pontos da derrota e de “rendez-vous” com outros navios ou forças no mar.

11.3.2 ODÔMETROS E VELOCÍMETROS

Para determinação da **distância percorrida** e da **velocidade** do navio recorrem-se, a bordo, aos **odômetros** ou aos **velocímetros** (“speedmeters”).

Os **odômetros*** podem ser classificados em:

- odômetro de superfície;
- odômetro de fundo; e
- odômetro Doppler.

Os dois primeiros tipos medem a **velocidade** do navio na superfície, isto é, em relação à massa d’água circundante (depois a **velocidade** é integrada em relação ao tempo e transformada em **distância percorrida**). O **odômetro Doppler** é capaz de medir a **velocidade** em relação ao fundo.

a. Odômetro de superfície

O **odômetro de superfície** (Figura 11.10) é formado por um **hélice**, um **volante**, uma **linha de reboque** e um **registrador**, montados como ilustrado na Figura 11.11.

Figura 11.10 - Odômetro de Superfície

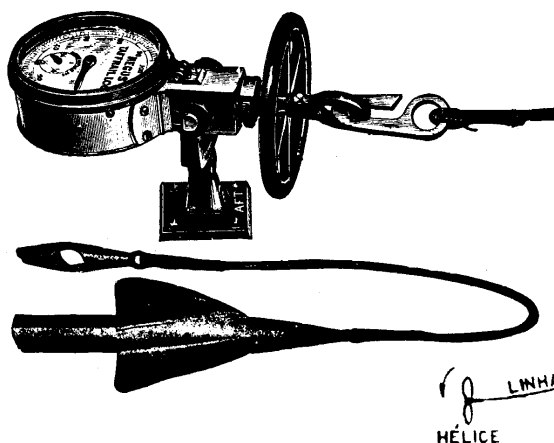


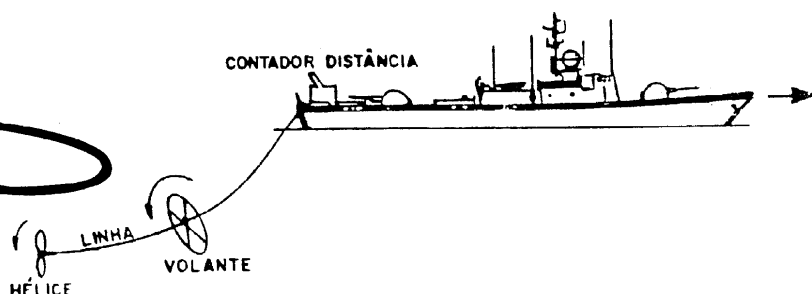
Figura 11.11 - Odômetro de Superfície - mecânico

REGISTRADOR (CONTADOR)

LINHA

VOLANTE

HÉLICE



É um instrumento antigo, pouco usado hoje em dia, porém é fácil de montar e fornece resultados bastante precisos. Atualmente, os navios mantêm o **odômetro de superfície** como equipamento de emergência.

Durante o funcionamento do **odômetro de superfície**, quando o navio se desloca o **hélice** adquire um movimento de rotação que, através da **linha** e do **volante**, é transmitido ao **contador**, em cujo mostrador se pode ler, a cada instante, o total da **distância navegada**, desde que o instrumento foi lançado ao mar.

O **comprimento da linha** que se lança ao mar depende essencialmente da **velocidade do navio** e só experimentalmente pode-se concluir o valor correto do comprimento do reboque. Em princípio, a tabela a seguir, recomendada pela Marinha Britânica, pode servir de base:

* Os dicionários listam HODÔMETRO como grafia principal da palavra. Contudo, aceitam, também, a forma ODÔMETRO, que será utilizada neste trabalho, por ser de uso mais comum na navegação

VEL. MAX. EM NÓS	BRAÇAS	METROS
10	40	73
15	50-55	91-101
18 e acima	65-70	119-128

O **registrador** (Figura 11.12) compõe-se de uma caixa de engrenagens que movimenta os ponteiros dos mostradores, que indicam a distância navegada até 1.000 milhas, em **décimos de milha** (ponteiro pequeno, à direita), em **milhas** (ponteiro grande, central) e em **centenas de milhas** (ponteiro pequeno, à esquerda), como mostra a Figura 11.13.

Figura 11.12 - Registrador do Odômetro de Superfície

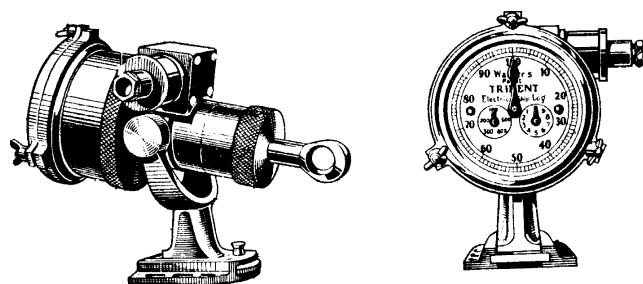
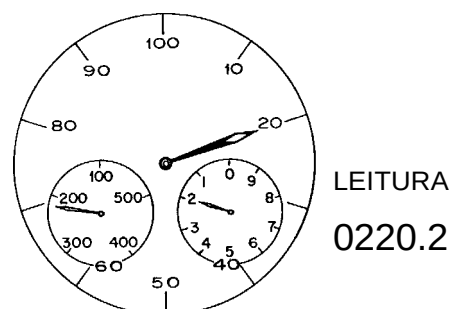


Figura 11.13 - Leitura do registrador



A leitura do mostrador deve obedecer à ordem citada anteriormente e a distância deve ser indicada por cinco algarismos, os décimos inclusive, como determinam as instruções sobre o uso de instrumentos de navegação.

VANTAGENS DO ODÔMETRO DE SUPERFÍCIE

- Simplicidade de instalação;
- Possibilidade de substituição rápida de componentes avariados.

INCONVENIENTES DO ODÔMETRO DE SUPERFÍCIE

- Precisa ser retirado quando o navio opera máquinas atrás (pois, com seguimento a ré, pode enroscar-se no hélice);
- Sofre a influência do mar grosso;
- Enrosca-se em algas e sargaços e reboca lixo;
- Não está sempre pronto para funcionar; precisa ser preparado e lançado;
- Indica a distância navegada na superfície e não fornece diretamente a velocidade;
- Precisa ser retirado e não pode ser lançado em portos muito movimentados, porque sua linha pode ser cortada por outros navios.

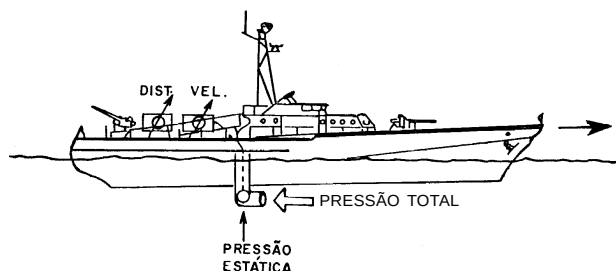
Além dos inconvenientes acima, os **odômetros de superfície** podem apresentar indicações erradas devido às seguintes causas:

- mar muito agitado;
- má conservação;
- hélice rebocando lixo ou algas;
- comprimentos de linhas inadequados.

Um acessório dos **odômetros de superfície** muito usado a bordo é o **repetidor**, instalado no Camarim de Navegação, cujo propósito é permitir que a leitura do **indicador** seja feita no referido compartimento, dispensando a ida até a popa para cada leitura. Para isso, o **indicador** é ligado a um circuito elétrico, que transmite suas informações ao **repetidor**.

b. Odômetro de fundo, tipo de pressão (tubo de Pitot)

Figura 11.14 - Odômetro de fundo (tipo de pressão)



Neste tipo de odômetro, a informação obtida depende da diferença entre a **pressão normal (pressão estática)** da água, resultante da profundidade à qual está mergulhado o elemento sensível do equipamento abaixo da quilha, e a **pressão**

resultante do movimento do navio através da água (pressão dinâmica), como mostrado na Figura 11.14. Assim, quanto maior for a velocidade do navio sobre a água, maior será a diferença entre estas duas pressões.

Figura 11.15 - Odômetro de fundo (tipo de pressão)

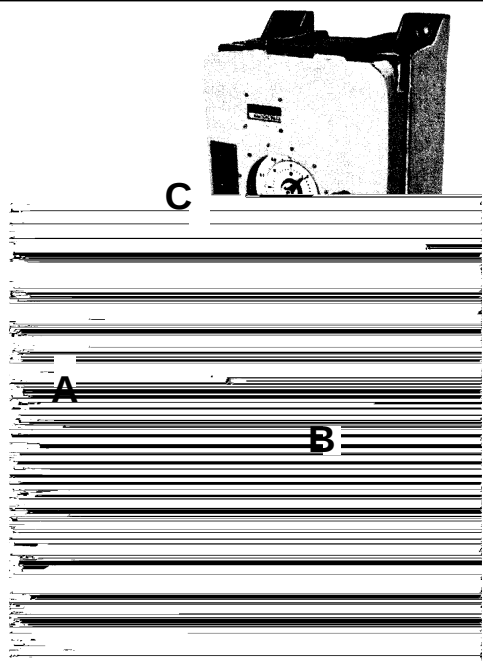
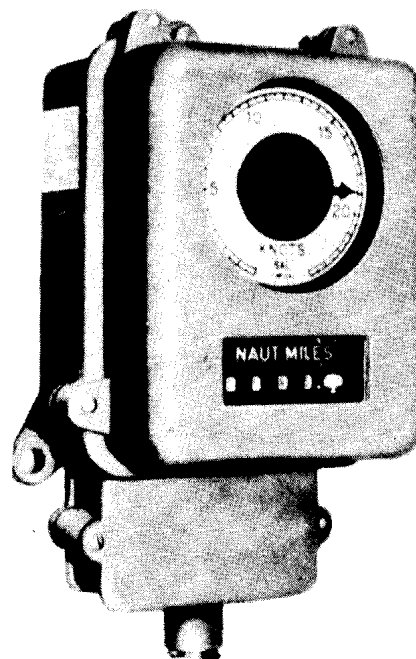
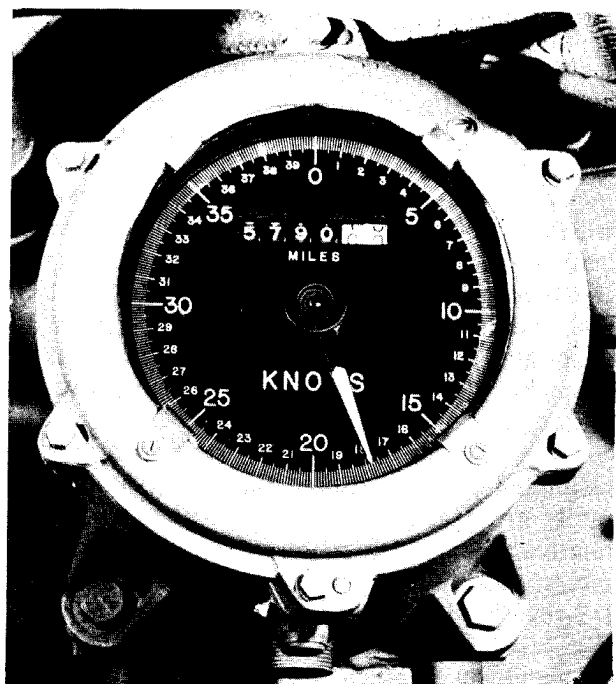


Figura 11.15 (b) - Odômetro de fundo



O equipamento (Figura 11.15) consiste de uma **haste (A)**, que é projetada através do casco por uma **válvula de mar (B)**. Dentro da **haste sensora** existe um **tubo de Pitot**, que, na realidade, é constituído por dois tubos: um tubo que abre para vante e outro que abre para ré. Quando o navio se movimenta, a parte de vante da haste (tubo de vante) é exposta à **pressão total**. O tubo que abre para ré fica exposto apenas à **pressão estática**. Conhecidas as duas pressões, determina-se a **pressão dinâmica** e, então, a **velocidade do navio** (proporcional à **pressão dinâmica**). A haste sensora induz um sinal que é transmitido ao **indicador (C)**, convertido em **velocidade**. A **velocidade**, integrada em função do tempo por meios elétricos e mecânicos, é, por sua vez, convertida em distância navegada.

Figura 11.16 - Repetidora do Odômetro de Fundo



Tanto a **velocidade**, como a **distância percorrida**, podem ser transmitidas para diversas **repetidoras**, em vários compartimentos do navio (Figura 11.16).

A **haste** com o **tubo de Pitot** é projetada através do casco cerca de 0,60 m a 0,75 m e, assim, os orifícios de medição ficam fora da água perturbada pelo deslocamento do navio.

Uma observação importante é que a **haste** do **odômetro** deve ser içada nas entradas e saídas de portos e quando se navegar em águas rasas.

As características gerais deste tipo de odômetro são as seguintes:

VANTAGENS

- Não existem elementos exteriores móveis. É, contudo, susceptível a entupimentos do tubo mergulhado.
- Obtêm-se indicações diretas de velocidade. O registrador de distância depende do funcionamento satisfatório do mecanismo integrador.

INCONVENIENTES

- O odômetro de fundo dá indicações pouco corretas à baixa velocidade, exceto em modelos especiais.
- Uma vez calibrado, só é possível alterar a correção de qualquer erro aplicando novas “comes” nos mecanismos registradores.

RIGOR

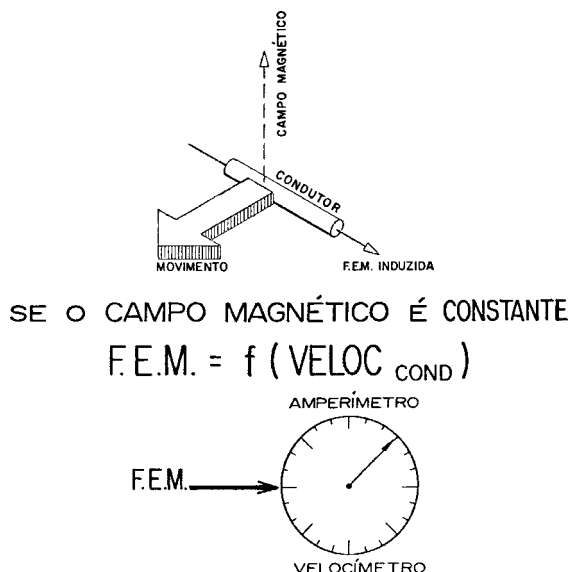
Oferece um rigor da ordem de meio nó, aproximadamente.

c. Odômetro de fundo, tipo eletromagnético

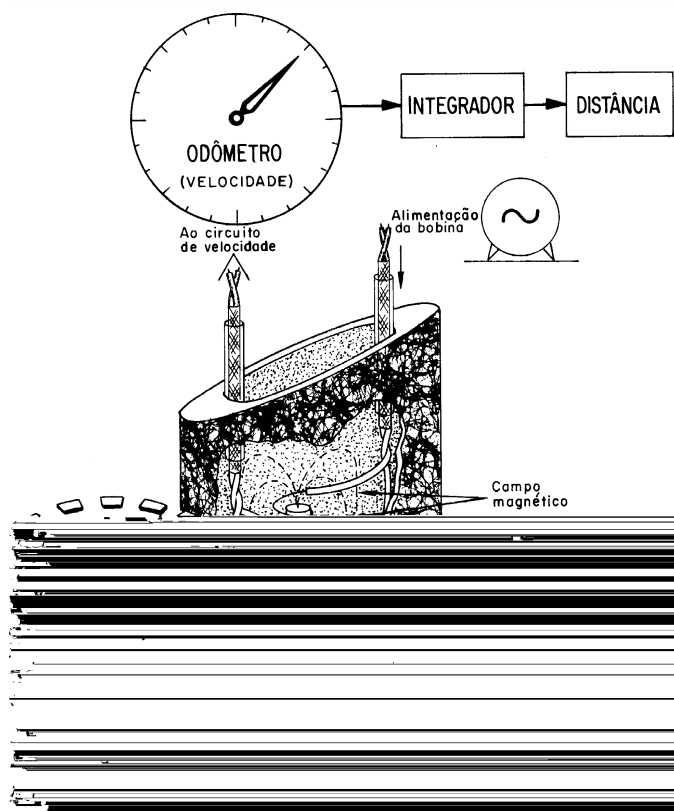
Os **odômetros eletromagnéticos** baseiam-se no princípio de que qualquer condutor produz uma força eletromotriz (FEM) quando se move através de um campo magnético ou, inversamente, quando um campo magnético se move relativamente a esse condutor (Figura 11.17).

É de notar que a direção do campo magnético, a direção do movimento e a direção da FEM induzida, estão todas a 90° umas com as outras

Se o campo magnético for constante, o valor da FEM induzida será proporcional à velocidade com que o condutor se move na direção indicada.

Figura 11.17 - Princípio de funcionamento do Odômetro de Fundo tipo Eletromagnético

O **odômetro eletromagnético** utiliza este princípio. A Figura 11.18 mostra o elemento sensível do odômetro, instalado em um domo mergulhado abaixo da quilha, no qual o campo magnético é produzido por uma bobina. A superfície exterior do elemento sensível é isolante, exceto em dois pontos (botões) situados um de cada lado do domo. O plano que contém os botões é sensivelmente horizontal e o eixo da bobina é perpendicular a este plano, bem como às linhas do campo magnético por ela produzido.

Figura 11.18 -

Se o navio se mover na direção indicada na Figura, as linhas de fluxo cortam a água neste plano e, tal como antes se indicou, gera-se uma FEM nessa água, que aparece aplicada aos botões do domo.

A FEM induzida pelo movimento do navio é proporcional à velocidade do elemento sensível em relação à água. A informação de velocidade é passada, através de circuitos apropriados, ao **registrador de velocidade**. A informação da distância percorrida sobre a água obtém-se no **registrador de distância**, através de um circuito integrador, a partir das informações enviadas pelo circuito de velocidade. As informações de velocidade e distância percorrida podem, como nos outros tipos de odômetros, ser levadas a **repetidoras** em qualquer lugar do navio.

As características gerais do **odômetro eletromagnético** são semelhantes às dos odômetros de pressão. Neste tipo, contudo, conseguem-se indicações mais rigorosas (erro = 0.1 nó) e limites de utilização mais amplos (0 a 40 nós).

d. Velocímetros

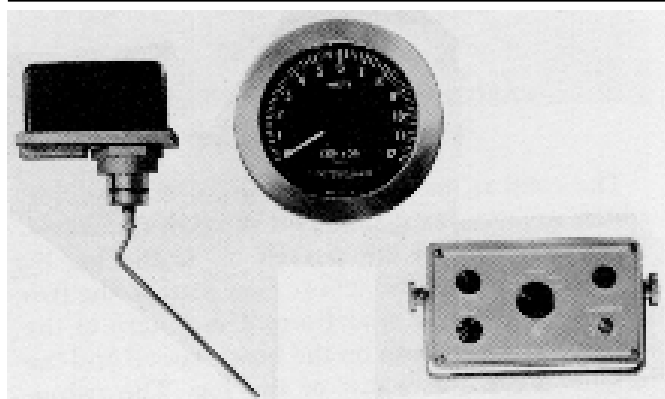
São normalmente atuados por uma haste que se projeta do casco da embarcação. Esta haste pode ser puxada para trás pela água, em função da velocidade da embarcação, ou ser acoplada a um pequeno hélice, cujas rotações são contadas elétrica ou eletronicamente. No tipo hidráulico, à medida que a haste se inclina, este movimento é transmitido ao êmbolo de um cilindro, que comprime um líquido, o qual, por sua vez, age sobre o indicador do **velocímetro**.

No **velocímetro de hélice**, na haste sensora fica um hélice, com seu eixo no plano longitudinal. Com o movimento do navio, o hélice gira e esse movimento de rotação alimenta um gerador de corrente alternada colocado no próprio bosso do hélice. A frequência da corrente gerada é proporcional à **velocidade** do navio.

Os sinais gerados são amplificados e as alternâncias são transformadas em milhas na unidade mestra, por meio de engrenagens. A frequência da corrente, como dissemos, sendo proporcional à velocidade, é transformada em nós num indicador visual.

Essas informações, **milhas navegadas** e **velocidade**, são transmitidas a diversas **repetidoras**, por meio de motores síncronos.

Figura 11.19 - Velocímetro



Os **velocímetros** (Figura 11.19), normalmente, não requerem maiores cuidados, bem como permitem ajustes em suas leituras, devendo ser verificados de tempos em tempos, através da **corrida da milha**, que deve ser feita em condições de pouco vento e corrente. O cálculo da **velocidade** em função da **corrida da milha** permite que se façam os ajustes necessários para maior precisão do **velocímetro**. É oportuno alertar que a **corrida**

da milha deve ser feita navegando-se **em um sentido** e no **oposto**, tomando-se a média dos resultados de **vento** e **corrente** existentes. Conforme acima citado, alguns velocímetros são equipados, ainda, com dispositivos que indicam a **distância percorrida**. Atualmente, a maioria dos velocímetros, em caso de avaria da haste, permite que se faça a sua substituição sem que haja necessidade de se colocar a embarcação em seco. Os **velocímetros** são muito usados em embarcações menores, principalmente nas de esporte e recreio.

e. Odômetro Doppler

O efeito Doppler é a mudança da frequência de uma onda quando a fonte de vibração e o observador estão em movimento, um relativamente ao outro.

O fenômeno leva o nome do físico austríaco Christian Johann DOPPLER (1803 – 1853) que, em 1842, publicou um trabalho intitulado “Sobre a Luz Colorida das Estrelas Duplas”, em que descrevia o efeito em questão.

Suponhamos um navio recebendo as ondulações do mar diretamente pela proa: a linha das cristas forma um ângulo reto com o plano longitudinal. Inicialmente, o navio está parado: passam por um mesmo ponto do navio, na unidade de tempo, um número de ondas que chamaremos de **n**. Se o navio se deslocar para vante, no sentido contrário ao movimento

das ondulações, passarão por esse mesmo ponto um número maior de ondas da unidade de tempo. Se, porém, o navio inverter o rumo e movimentar-se no mesmo sentido das ondulações, passarão pelo ponto referido do navio um menor número de ondas da unidade de tempo.

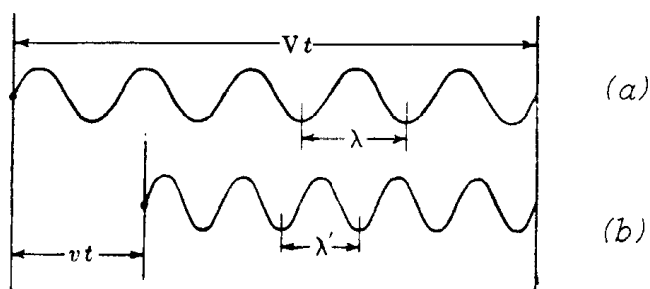
Resumindo: com o navio parado passam n ondas na unidade de tempo; com o navio se deslocando na direção de onde vêm as ondas, passam mais ondas que n na unidade de tempo; com o navio se afastando de onde vêm as ondas, passam menos ondas que n na unidade de tempo.

O efeito Doppler pode ser explicado em termos da teoria das ondas e pela teoria quântica (para efeito na luz). Vejamos a primeira explicação:

Suponhamos, agora, um observador e um corpo sonoro parados: o número de compressões e rarefações do ar que chegam ao ouvido do observador num segundo é o mesmo que o número de vibrações por segundo do corpo sonoro. Assim, a frequência no tímpano é a mesma que a frequência do corpo sonoro.

Mas, se o corpo sonoro está se aproximando do observador com uma velocidade v , as ondas no ar (ou em outro meio) entre o corpo sonoro e o ouvido são comprimidas como mostrado na Figura 11.20.

Figura 11.20 - Ondas sonoras



Num tempo t o som terá viajado uma distância Vt , onde V é a velocidade do som no meio considerado. Se o corpo sonoro está em repouso, como mostrado na Figura 11.20 (a), o número de ondas (uma compressão mais uma rarefação constituem um onda) na distância Vt é:

onde λ é o comprimento da onda.

Se, entretanto, o corpo sonoro está se movendo, como mostrado na Figura 11.20 (b), o mesmo número de ondas é comprimido numa extensão:

$$Vt - vt = (V - v)t$$

e o novo comprimento da onda λ' será dado por:

Desde que a relação entre a frequência f' do corpo sonoro em movimento como ouvida pelo observador que está em repouso e o comprimento da onda λ' é dada por:

$$V = \lambda' f'$$

$$\text{tem-se: } f' = \frac{V}{\lambda'} = \frac{V}{\frac{\lambda(V-v)}{V}} = \frac{V^2}{\lambda(V-v)} \quad \text{ou: } f' = \frac{\lambda^2 \times f^2}{\lambda(V-v)} = \frac{\lambda \times f^2}{V-v} = \frac{f \times V}{V-v}$$

isto é: $f' = \frac{f \times V}{V - v}$

onde: f' = frequência do som como ouvida pelo observador

f = frequência do som na fonte sonora

V = velocidade do som no meio

v = velocidade da fonte sonora.

É devido ao efeito Doppler que o som emitido por uma fonte que se aproxima é mais agudo; já quando a fonte sonora se afasta, o som é mais grave. É por isso que o som da buzina de um automóvel parece mais agudo quando ele se aproxima, e mais grave quando ele se afasta. Com a luz, os raios do espectro se deslocam para o violeta quando a fonte se aproxima, e para o vermelho quando a fonte se afasta. Isso foi verificado com a luminosidade das estrelas e notou-se que as emissões luminosas de todas elas se deslocavam para o vermelho (o chamado “red shift”), demonstrando que todas as estrelas estão se afastando do centro da galáxia, de onde Hubble se baseou para criar a teoria do universo em expansão.

O efeito Doppler é utilizado nos radares doppler, sonar doppler e odômetros.

O **odômetro doppler** possui, no casco do navio, um transdutor de emissão e um de recepção. Um sinal de frequência ultra-sonora é emitido (como se fosse um ecobatímetro) e o receptor capta o sinal refletido pelo fundo do mar ou por pequenas partículas na água. Se o navio estiver em movimento, a frequência recebida será levemente diferente da frequência emitida e o aparelho mede essa diferença eletronicamente. A diferença de frequências é diretamente proporcional à velocidade do navio (ver fórmula acima). A velocidade é integrada, também eletronicamente, e assim é obtida a **distância navegada**.

O **odômetro doppler** é o único que mede a velocidade no fundo. As indicações dos outros tipos estão influenciadas pelos movimentos devidos às correntes oceânicas, correntes de marés, ventos, etc. Também o **odômetro doppler** tem a vantagem de poder indicar velocidades muito pequenas.

Os **odômetros doppler** usam dois tipos de transmissão: em pulsos ou em sinal contínuo. O que emite pulsos de ultra-sons permite uma transmissão mais potente sem avariar o receptor e por isso penetra em grandes profundidades. O que emite sinal contínuo normalmente só dá leituras, usando o fundo como referência, até 50 metros de profundidade. Qualquer que seja a emissão, geralmente são usados como referência: o fundo até cerca de 90 metros de profundidade, e a massa d'água a partir de 90 metros. A precisão nas indicações é de cerca de 0,5% da **distância navegada**, o que, numa singradura de 360 milhas, dá uma aproximação de 1,8 milhas.

O sinal emitido pelo **odômetro doppler** também se move em relação ao fundo do mar. O efeito do balanço pode ser eliminado, dando ao feixe emitido um formato de feixe de sonar. Mas o movimento de caturro pode introduzir erros com o movimento do feixe para vante ou para ré, através do fundo do mar. Transdutores especialmente projetados reduzem e até eliminam esses erros nos grandes navios, mas, nas embarcações menores (iates, pesqueiros, etc), eles só poderão ser minimizados. Nas indicações de distâncias os erros devido ao caturro geralmente se anulam, mas na indicação da velocidade sempre haverá dúvida.

Os grandes navios, V.L.C.C. (“Very Large Crude Carrier”) e U.L.C.C. (“Ultra Large Crude Carrier”), hoje construídos, geralmente possuem um aparelho **sonar sensor de velocidade doppler**, que opera em dois eixos, um longitudinal e outro transversal. Ele pode indicar as velocidades de deslocamento do navio no sentido proa-popa (para vante e para ré), como para bombordo e para boreste. É muito útil nas manobras de atracação, quando se necessita conhecer a velocidade de aproximação do cais com o máximo de precisão.

f. Tabela RPM x VELOCIDADE

Muitas vezes não se dispõe de odômetro, nem de velocímetro, porém possuímos indicadores de RPM do motor. Podemos conhecer a velocidade desenvolvida, desde que, previamente, tenhamos construído uma tabela de correspondência entre as RPM do motor e as velocidades resultantes, o que pode ser feito facilmente, através da **corrida da milha**, adiante estudada.

Esta tabela, indispensável a bordo, deve, contudo, ser utilizada com cuidado, uma vez que, para o mesmo número de rotações por minuto (RPM), a velocidade correspondente depende, ainda, de outros fatores, tais como:

- grau de limpeza do casco;
- estado do mar;
- calado;
- vento.

Ademais, convém ter presente que a velocidade não é uma função linear das RPM, sendo a sua curva representativa bastante afastada da linha reta.

EXEMPLO DE TABELA DE ROTAÇÕES

11.3.3 EFEITO DA CORRENTE SOBRE AS INDICAÇÕES DO ODÔMETRO: CORRIDA DA MILHA

a. Efeito da corrente sobre as indicações do odômetro

As **distâncias** e **velocidades** indicadas pelos odômetros, com exceção do **odômetro doppler**, são em relação à massa líquida na qual está mergulhado e, para que reflitam exatamente a **distância** ou **velocidade em relação ao fundo**, seria indispensável que a massa líquida estivesse absolutamente parada ou, em outras palavras, que não existisse nenhuma corrente.

Como esta hipótese é raríssima em águas oceânicas ou fluviais, o navegante deve ser capaz de associar as indicações do odômetro com distâncias (ou velocidades) percorridas sobre o fundo, obtidas por posições bem determinadas, para concluir qual a corrente que flui na área. Poderá, também, conhecendo a corrente, combinar seu valor com a indicação do odômetro, para obter a distância (ou velocidade) percorrida em relação ao fundo, como vimos quando estudamos **navegação estimada**.

A seqüência adiante exposta ilustrará o que foi dito acima, quanto às velocidades:

- um navio está fundeado em local onde existe uma corrente de 2 nós. Arriado o seu odômetro, ele indicará 2 nós de velocidade, embora o navio permaneça parado em relação ao fundo, pois o navio afilará à corrente.
- suspendendo o ferro, e ainda sem acionar suas máquinas, o navio fica a deriva. O odômetro indicará zero, embora o navio esteja sendo levado pela corrente a uma velocidade de 2 nós em relação ao fundo.
- acionando suas máquinas em regime que lhe assegure uma velocidade de 10 nós na água, o navio toma um rumo igual ao da corrente. O odômetro indicará 10 nós, enquanto que a velocidade em relação ao fundo será de 12 nós.
- invertendo o rumo, o navio aproa contra a corrente e durante todo o tempo o seu odômetro indicará 10 nós, mas agora sua velocidade em relação ao fundo já será 8 nós.

Raciocínio semelhante será adotado quando as informações do odômetro forem distâncias:

- para que o navio navegue entre dois pontos cuja **distância verdadeira** é 100 milhas, em rumo contrário ao da corrente, cuja velocidade é de 2 nós, seu odômetro indicará valor maior que 100', de um tanto igual a 2 milhas multiplicadas pelo número de horas da travessia. Por exemplo, se um navio realizar a singradura de 100 milhas com uma **velocidade na superfície** de 10 nós, em rumo contrário a uma corrente de 2 nós, sua **velocidade de fundo** será, na realidade, 8 nós. Assim, a duração do trajeto totalizará 12,5 horas. O **odômetro** indicará para esta travessia uma **distância percorrida** (em relação à superfície), de 125 milhas.
- caso a corrente seja favorável, no mesmo rumo do navio, quando percorrer as 100' no fundo o odômetro do navio indicará menos, também um tanto igual a 2 vezes o número de horas da travessia. No exemplo anterior, caso o navio vá realizar uma singradura entre dois pontos cuja **distância verdadeira** é de 100 milhas, mantendo uma **velocidade na superfície** de 10 nós e tendo a seu favor uma corrente de 2 nós, desenvolverá, de fato, uma **velocidade no fundo** de 12 nós. Assim, a duração do trajeto será de 8,33 horas e o **odômetro** indicará, para esta travessia, uma **distância percorrida** de 83,3 milhas.

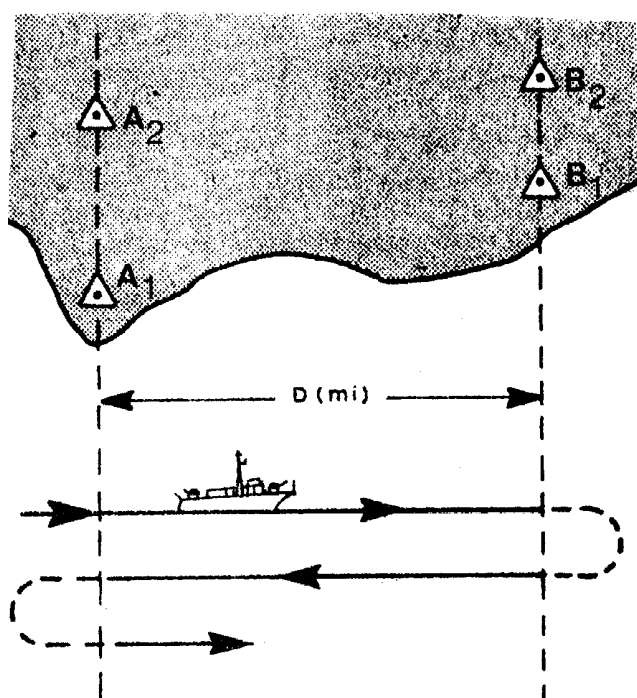
b. Corrida da milha

Os **odômetros** e **velocímetros** necessitam de aferição ou calibragem periódica, a fim de verificar-se a exatidão de suas indicações. Para isto, pode-se recorrer a vários processos, os quais, na sua essência, consistem todos em aferir rigorosamente a **distância percorrida** durante um certo **intervalo de tempo**.

Dentre esses processos, abordaremos somente aquele que recebe o nome de **corrida da milha**, por ser o mais comumente utilizado.

Na “**corrida da milha**”, o navio efetua uma série de percursos (corridas) cuja distância, rigorosamente conhecida, é definida a partir de marcas conspícuas em terra, como a Figura 11.21 ilustra.

Figura 11.21 - Corrida da Milha



A distância **D** entre marcas pode ser de uma milha (e daí o nome tradicional de “corrida da milha”), mas, de preferência, deveria ser superior a esse valor (3 ou mais milhas).

O **tempo** que o navio leva para percorrer cada um dos percursos, sob diferentes regimes de máquinas (RPM), é medido rigorosamente, obtendo-se assim as correspondentes **velocidades**.

Como as águas não são paradas e, portanto, sempre existe uma corrente, usa-se um artifício para obter os resultados desejados, sem sofrer os efeitos da corrente.

Adota-se a média dos valores de duas corridas consecutivas em rumos opostos, anulando, assim, a influência da corrente, visto que os seus efeitos foram opostos nas duas corridas mencionadas.

Para melhores resultados, a **corrida da milha** deve ser realizada com bom tempo, na ausência de vento e em um local onde a profundidade seja, pelo menos, 5 vezes o calado do navio (para que não haja efeito de pouco fundo sobre as velocidades desenvolvidas). Além disso, ao iniciar cada corrida, o navio já deve estar no rumo adequado cerca de 1 milha antes de cruzar o primeiro alinhamento da **milha medida**, a fim de garantir que já navega, realmente, na velocidade correspondente ao regime de máquinas adotado, quando começar efetivamente a corrida.

c. Calibragem dos odômetros

Enquanto o navio faz a “**corrida da milha**” aproveita-se a oportunidade para, além de determinar a **tabela de rotações**, efetuar a **calibragem dos odômetros**.

Os odômetros, tal como acontece com todos os instrumentos, têm os seus erros. É necessário, portanto, verificar regularmente as suas indicações, comparando-as com medi-

ções efetuadas diretamente. Chama-se **CALIBRAGEM DO ODÔMETRO** à determinação do seu erro instrumental, a fim de poder efetuar a sua correção.

O erro determinado durante a calibragem pode ser corrigido diretamente, no caso de alguns tipos de equipamentos. Na maioria dos instrumentos, porém, esse erro não pode ser completamente anulado, restando um erro residual que importa conhecer.

Uma calibragem consiste, essencialmente, em duas operações levadas a cabo simultaneamente:

- Determinação da velocidade do navio, conforme indicada pelo odômetro.
- Cálculo da velocidade do navio, por medição direta.

A comparação destas duas velocidades nos fornecerá a correção, normalmente expressa em porcentagem.

Uma vez que esta correção não varia proporcionalmente com a velocidade, deve-se efetuar uma série de corridas, numa gama variada de velocidades, obtendo-se, assim, uma série de correções que permitem, na prática, interpolar linearmente, sem erro apreciável, entre os valores obtidos na corrida.

Conforme visto, o processo mais rigoroso para proceder à **calibragem dos odômetros** é a **corrida da milha**.

Exemplo:

Um navio, ao correr a milha medida nas proximidades de Cabo Frio (Carta Nº 1508) anotou os elementos abaixo. Determinar o erro percentual do odômetro.

CORRIDA	RUMO	1º ALINHAMENTO		2º ALINHAMENTO		RESULTADOS	
		CRONÓGR.	ODÔMETRO	CRONÓGR.	ODÔMETRO	TEMPO	DISTÂNCIA ODÔMETRO
1ª	090º	00m 00s	0075.5'	06m 30s	0076.7'	390s	1.2'
2ª	270º	00m 00s	0078.5'	05m 40s	0079.4'	340s	0,9'

Cálculos correspondentes:

CORRIDA	VELOCIDADE NO FUNDO	VELOCIDADE ODÔMETRO	CÁLCULO DO ERRO
1ª	vel fd (1) = 9.23 nós	vel od(1) = 11.08 nós	FÓRMULA: $ei (\%) = \frac{\text{vel od} - \text{vel fd}}{\text{vel od}} \times 100$ SINAL: vel od > vel fd = ei (+) vel od < vel fd : ei (-)
2ª	vel fd (2) = 10.59 nós	vel od (2) = 9.53 nós	
MÉDIAS	vel fd = 9.91 nós	vel od = 10.30 nós	ei = + 3.8 %

Determinado o **erro instrumental** do odômetro (ei), deve-se procurar eliminá-lo. Caso não seja possível, deve-se levá-lo em conta, corrigindo todas as leituras subseqüentes, sendo a correção de valor igual ao do erro instrumental, mas de **sinal contrário**. No caso acima, todas as leituras do odômetro deveriam sofrer uma **correção** de – 3.8%.

É importante notar que, mesmo após a aplicação da **correção**, os valores no odômetro para **velocidade** e **distância percorrida** ainda são em relação à massa líquida, e não ao fundo. A **correção** anula apenas os erros das leituras provocados por imprecisões no instrumento.

11.3.4 PROCESSO PRÁTICO DE DETERMINAÇÃO DE VELOCIDADE

Na ausência de odômetros e velocímetros, um processo prático, muito adotado, e que dá razoável precisão, principalmente no caso de pequenas velocidades, consiste em lançarmos pela proa da embarcação e para vante, um objeto flutuante e visível, tomando-se o tempo que ele leva desde que passa pela proa até chegar à popa. Devemos usar um cronômetro para determinação do tempo e observar exatamente o passar do objeto pela proa e pela popa, uma vez que um dos elementos para o cálculo da velocidade é o comprimento da embarcação.

A fórmula a empregar é:

$$\text{velocidade (em nós)} = \frac{\text{comprimento da embarcação (em metros)}}{0,514 \times t \text{ (s)}}$$

ou, aproximadamente:

$$\text{velocidade (em nós)} = \frac{2 \times \text{comprimento da embarcação (em metros)}}{t \text{ (s)}}$$

11.4 INSTRUMENTOS PARA MEDIÇÃO DE DISTÂNCIAS NO MAR

11.4.1 IMPORTÂNCIA DA MEDIÇÃO DE DISTÂNCIAS A BORDO

Conforme visto em Capítulos anteriores, a **distância** (ou **arco de distância**) é uma **linha de posição** (LDP) utilizada com frequência na **navegação costeira** e na **navegação em águas restritas**.

Quando a **distância** de um observador a um determinado ponto é conhecida, pode-se afirmar que sua posição estará sobre a circunferência que tem o referido ponto como centro e um raio igual à **distância medida**. Tal como mencionado no Capítulo 4, normalmente não é necessário traçar toda a circunferência de distância, pois, na prática, o navegante geralmente conhece a sua posição estimada e, assim, é suficiente traçar apenas um **arco de distância**, nas imediações da referida posição. A LDP correspondente à distância medida deve ser rotulada com a hora da observação, expressa com 4 dígitos.

Ademais, navios de guerra manobrando em formatura necessitam freqüentemente determinar a **distância** aos navios mais próximos e ao guia, algumas vezes sob condições de silêncio radar. A determinação de distâncias é, ainda, importante nas manobras para evitar colisões e situações perigosas no mar.

As distâncias a bordo são medidas por **sistemas eletrônicos** (especialmente pelo **RADAR**, que será estudado no Capítulo 14) ou por **métodos visuais**.

Os **métodos visuais** utilizam **estadímetros**, **sextantes**, **telômetros** e **guarda-posto**.

11.4.2 ESTADÍMETROS

Os **estadímetros** baseiam-se no princípio de determinação da **distância** pela medição do **ângulo vertical** que subtende um objeto de **altitude conhecida**, utilizando a fórmula:

$$d = h \cdot \cotg a$$

onde: **d**: distância ao objeto visado (fornecida pelo estadímetro);
h: altitude conhecida do objeto visado (introduzida no instrumento); e
a: ângulo vertical que subtende o objeto (medido com o estadímetro)

A **altitude** do objeto visado, para o qual se determina a distância, deve estar entre 50 pés e 200 pés (15m e 60m).

Embora também usado em **navegação costeira** e em **águas restritas**, para determinar a distância a auxílios à navegação ou pontos conspícuos de **altitude conhecida**, o **estadímetro** é mais empregado para medir distâncias para outros navios em uma formação. Quando medindo distâncias para outros navios, introduz-se no **estadímetro** a altura (em pés) entre a linha d'água e o tope do mastro (ou a antena de radar mais alta) do navio para o qual se deseja determinar a distância. Na medição de distâncias para auxílios à navegação ou pontos conspícuos, introduz-se no estadímetro a **altitude** (em pés) do objeto para o qual se deseja determinar a distância.

Os **estadímetros** normalmente permitem a determinação de **distâncias** entre 250 jardas e 10.000 jardas (0.1 a 5 milhas). Entretanto, as **distâncias** são medidas com precisão razoável apenas até 2.000 jardas. Além desta distância, a precisão dos **estadímetros** diminui progressivamente.

Os tipos mais comuns de **estadímetro** são o tipo FISK, ou STANDARD (Figura 11.22), e o BRANDON, ou tipo sextante (Figura 11.23).

Figura 11.22 - Estadímetro tipo Fisk (ou standard)

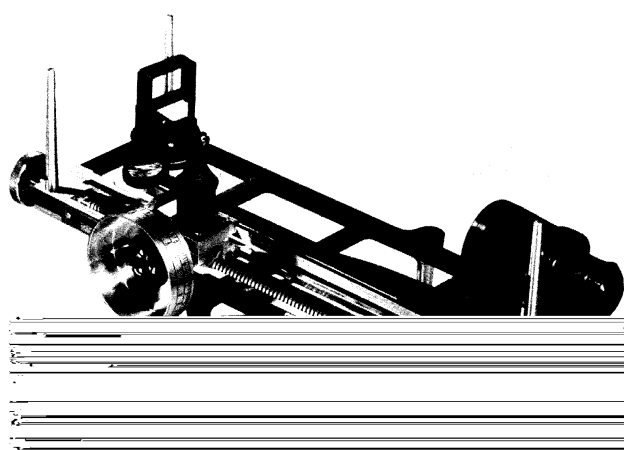
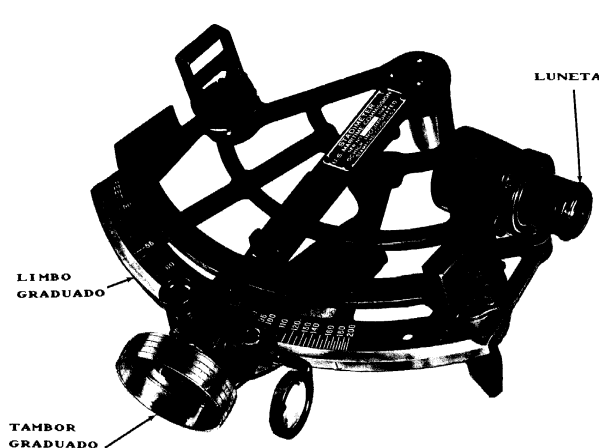


Figura 11.23 - Estadímetro tipo Sextante ("Brandon")



A operação do **estadímetro** FISK, aqui descrita (ver Figura 11.24), é típica de ambos os modelos, sendo o uso do tipo BRANDON diferente apenas em poucos detalhes. Suponhamos que se deseja medir a **distância** para um navio cuja altura entre a linha d'água e o tope do mastro é de 18,3 metros:

Figura 11.24 - Operação do Estadímetro tipo Fisk

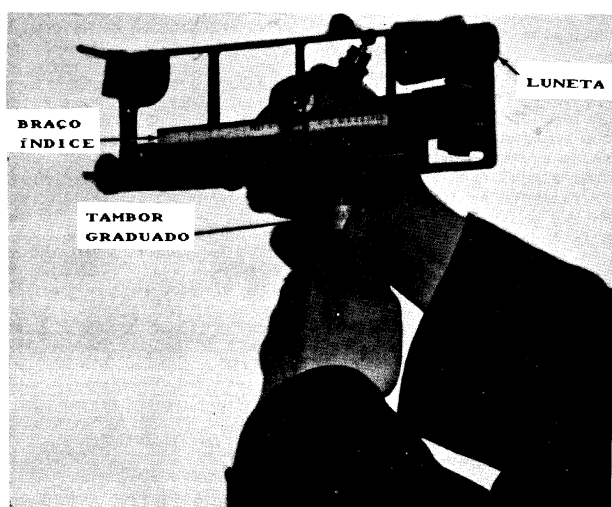
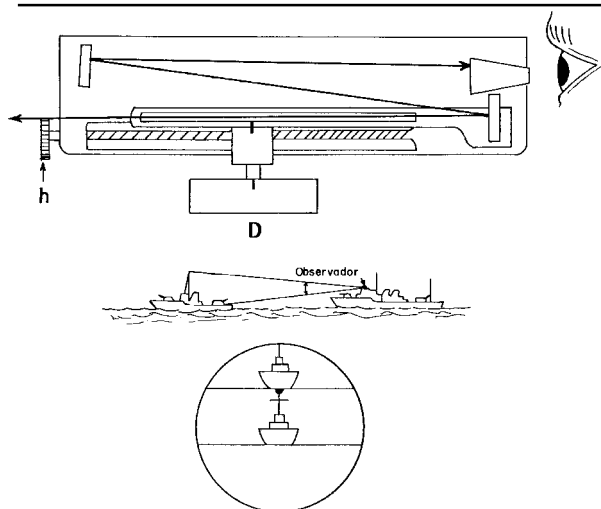


Figura 11.25 - Uso do Estadímetro



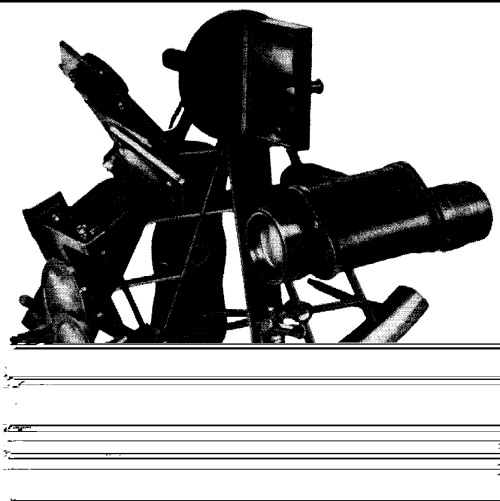
- inicialmente, obtenha a altura (ou altitude) em pés. Neste caso, 18,3 metros correspondem a 60 pés;
- introduza o valor da altura (ou altitude) conhecida (60 pés) no **braço índice**;
- vise o navio para o qual se deseja determinar a distância, através da **luneta**. Assim como no sextante, será vista uma **imagem direta** e uma **imagem refletida**. Gire o **tambor graduado** de modo que o tope da **imagem refletida** tangencie a parte de baixo (linha d'água) da **imagem direta** (Figura 11.25); e
- leia a **distância** diretamente, em **jardas**, no **tambor graduado**.

Tal como os demais instrumentos óticos, os **estadímetros** são delicados e devem ser manuseadas e guardados cuidadosamente. Antes de ser utilizado, o **estadímetro** deve ser aferido, para que sejam eliminados, através de retificação, erros instrumentais apreciáveis.

Quando a altura do mastro do navio para o qual se deseja obter a distância é menor que 50 pés (15 metros) pode-se usar o artifício de introduzir no **estadímetro** o dobro da altura e, para obter a **distância**, dividir por 2 a leitura do **tambor graduado**.

11.4.3 DETERMINAÇÃO DE DISTÂNCIAS COM O SEXTANTE

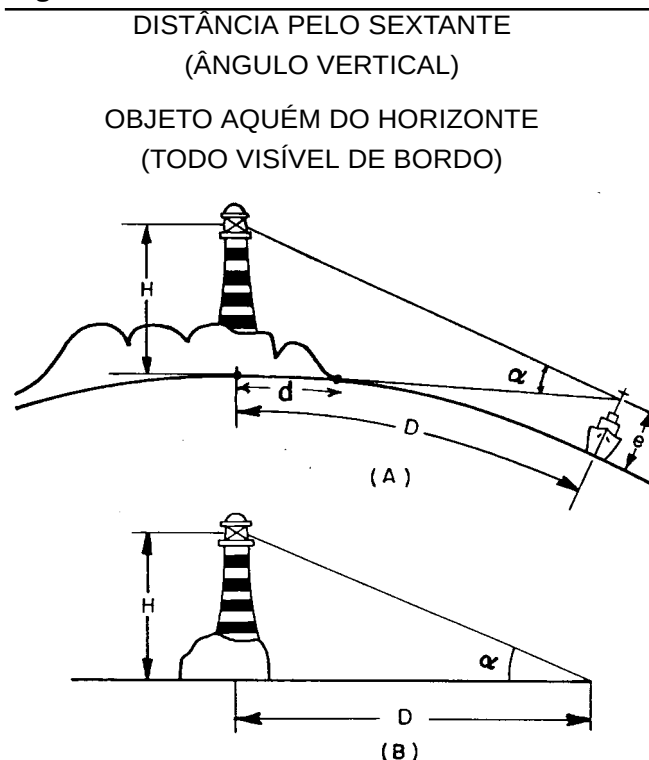
Figura 11.26 - Sextante



O uso do **sextante** (Figura 11.26) na **navegação costeira** e **em águas restritas** já foi mencionado em Capítulos anteriores. O instrumento será detalhadamente estudado no **Volume II** deste **Manual**, na parte referente à **Navegação Astronômica**.

Fundamentalmente concebido para determinar a altura angular dos astros, o **sextante** permite, também, calcular a **distância** a um objeto de **altitude** conhecida, situado aquém do

Figura 11.27 -



horizonte, se for observado o **ângulo vertical** que o subtende. Com efeito, suponhamos que um navegador, com uma **elevação** “e” (Figura 11.27), mede o **ângulo vertical** a segundo o qual observa um objeto, cuja **altitude** “H” se conhece e que se encontra situado aquém do alcance visual ao horizonte (isto é, o objeto é todo visível de bordo).

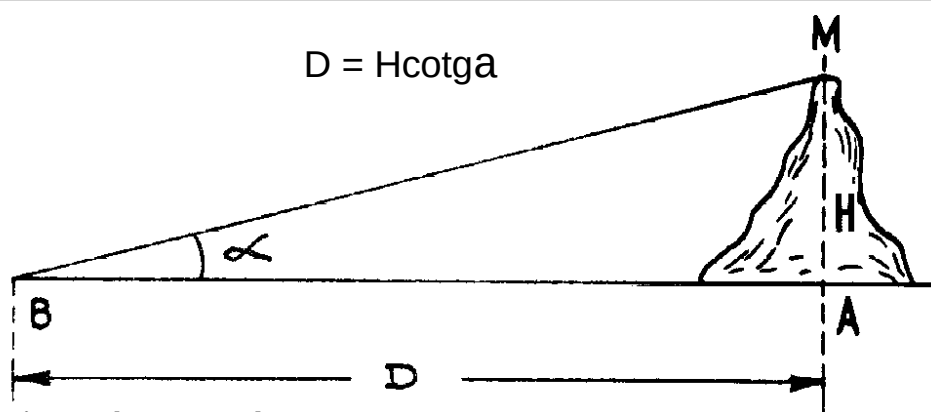
Na Figura (A) vemos que, teoricamente, a distância **D**, na superfície da Terra, não é subtendida diretamente pelo ângulo, mas, na prática, simplifica-se a situação, adotando a resolução de um só triângulo retângulo (ver Figura B), uma vez que são aceitáveis as seguintes aproximações:

- A curvatura da Terra é desprezível para as distâncias normalmente medidas, bem como o efeito da refração terrestre.
- A elevação do observador (e) é pequena, quando comparada com **D** e com **H**; e
- A distância entre a linha de costa e a vertical do objeto observado é, normalmente, muito pequena, quando comparada com a distância **D**.

Feitas estas simplificações, a **distância** poderá ser obtida pela fórmula:

$D = H \cotg a$ (Figura 11.28), onde:

Figura 11.28 -



D – distância ao objeto visado;

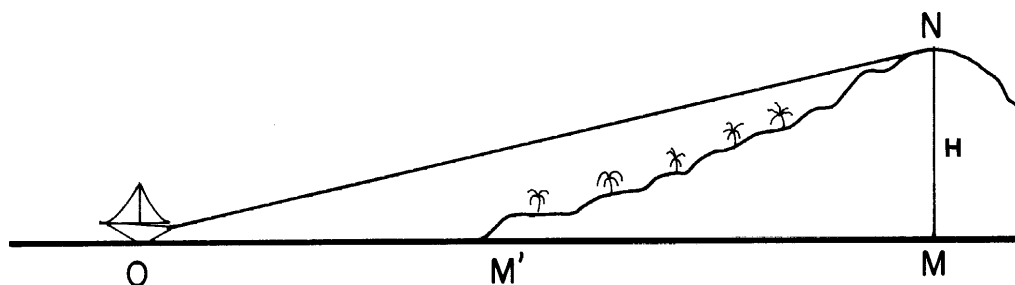
H – altitude conhecida do objeto;

a – ângulo vertical que subtende o objeto, medido com o **sextante**.

Note-se, contudo, que o erro causado por estas simplificações só é de desprezar quando a distância entre o navio e a linha de costa é significativamente maior que a distância desta à vertical do objeto.

É preciso sempre considerar que, com o emprego deste método, a **distância obtida (D)** é a distância ao objeto e não à linha de costa (Figura 11.29).

Figura 11.29 - Cuidado – Distância calculada: OM; distância à costa: OM'



Visando facilitar a obtenção das distâncias pelos navegantes, foram construídas Tabelas, nas quais, entrando-se com os argumentos de **altitude** do objeto, em metros, e **ângulo vertical** observado, obtém-se a **distância**, em milhas, objeto – observador. As Tabelas em questão são apresentadas na Figura 11.30 (A e B).

Figura 11.30 (a) - Distância em milhas pelo ângulo vertical

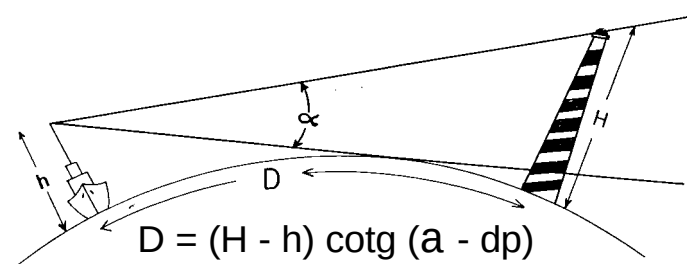
Altitude do ponto observado (metros)	ÂNGULO VERTICAL										
	0-30'	0-10'	0-50'	1-00'	1-10'	1-20'	1-30'	1-40'	1-50'	2-00'	2-10'
16	1.0	0.7	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2
18	1.1	0.8	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
20	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
22	1.4	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
24	1.5	1.1	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3
26	1.6	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
28	1.7	1.3	1.0	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
30	1.9	1.4	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4
32	2.0	1.5	1.2	1.0	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5
34	2.1	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5
36	2.2	1.7	1.3	1.1	1.0	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5
38	2.1	1.8	1.1	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5
40	2.5	1.9	1.5	1.2	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6
42	2.6	1.9	1.6	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6
44	2.7	2.0	1.6	1.1	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6
46	2.8	2.1	1.7	1.3	1.2	1.1	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7
48	3.0	2.2	1.8	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7
50	3.1	2.3	1.9	1.5	1.3	1.2	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7
52	3.2	2.4	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7
54	3.3	2.5	2.0	1.7	1.4	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8	0.8
56	3.5	2.6	2.1	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0	0.9	0.9	0.8
58	3.6	2.7	2.2	1.8	1.5	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8
60	3.7	2.8	2.2	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	0.9	0.9
62	3.8	2.9	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0	0.9
64	4.0	3.0	2.4	1.0	1.7	1.5	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9
66	4.1	3.1	2.5	2.0	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	0.9
68	4.2	3.2	2.5	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	1.1	1.0
70	4.3	3.2	2.6	2.2	1.9	1.6	1.5	1.3	1.2	1.1	1.0
72	4.5	3.3	2.7	2.2	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2	1.1	1.0
74	4.6	3.4	2.7	2.3	2.0	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.1
76	4.7	3.5	2.8	2.4	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1
78	4.8	3.6	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1
80	5.0	3.7	3.0	2.5	2.1	1.9	1.6	1.5	1.3	1.2	1.1
82		3.8	3.0	2.5	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2
84		3.9	3.1	2.6	2.2	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2
86		4.0	3.2	2.7	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3	1.2
88		4.1	3.3	2.7	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3
90		4.2	3.3	2.8	2.4	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3
92		4.3	3.4	2.9	2.4	2.1	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3
94		4.4	3.5	2.9	2.5	2.2	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3
96		4.5	3.6	3.0	2.5	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4
98		4.5	3.6	3.0	2.6	2.3	2.0	1.8	1.7	1.5	1.4
100		4.6	3.7	3.1	2.7	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4
103		4.8	3.8	3.2	2.7	2.4	2.1	1.9	1.7	1.6	1.5
106		4.9	3.9	3.3	2.8	2.5	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5
109			4.0	3.4	2.9	2.5	2.2	2.0	1.8	1.7	1.6
112			4.2	3.5	3.0	2.6	2.3	2.1	1.9	1.7	1.6
115			4.3	3.6	3.0	2.7	2.4	2.1	1.9	1.8	1.6
118			4.4	3.7	3.1	2.7	2.4	2.2	2.0	1.8	1.7
121			4.5	3.7	3.2	2.8	2.5	2.2	2.0	1.9	1.7
124			4.6	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3	2.1	1.9	1.8
127			4.7	3.9	3.4	2.9	2.6	2.4	2.1	2.0	1.8
130			4.8	4.0	3.4	3.0	2.7	2.4	2.2	2.0	1.9
133			4.9	4.1	3.5	3.1	2.7	2.5	2.2	2.1	1.9
136			5.0	4.2	3.6	3.2	2.8	2.5	2.3	2.1	1.9
139				4.3	3.7	3.2	2.9	2.6	2.3	2.1	2.0
142				4.4	3.8	3.3	2.9	2.6	2.4	2.2	2.0
145				4.5	3.8	3.4	3.0	2.7	2.4	2.2	2.1
148				4.6	3.9	3.4	3.1	2.7	2.5	2.3	2.1
151				4.7	4.0	3.5	3.1	2.8	2.5	2.3	2.2
154				4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.6	2.4	2.2
160				4.9	4.2	3.7	3.3	3.0	2.7	2.5	2.3

Figura 11.30 (b) - Distância em milhas pelo ângulo vertical (continuação)

Altitude do ponto observado (metres)	ÂNGULO VERTICAL										
	2-20'	2-30'	2-40'	2-50'	3-00'	3-20'	3-40'	4-00'	4-20'	4-40'	5-00'
16	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
18	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
20	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
22	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
24	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
26	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
28	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
30	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
32	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
34	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
36	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
38	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
40	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
42	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
44	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
46	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
48	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
50	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
52	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
54	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3
56	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3
58	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
60	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
62	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
64	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
66	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4
68	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4
70	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
72	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4
74	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
76	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
78	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5
80	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5
82	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5
84	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5
86	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5
88	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5
90	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6
92	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6
94	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6
96	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6
98	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6
100	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6
103	1,4	1,3	1,2	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6
106	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7
109	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7
112	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7
115	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7
118	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7
121	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7
124	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8
127	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8
130	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8
133	1,8	1,6	1,5	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8
136	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8
139	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9
142	1,9	1,8	1,6	1,5	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9
145	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9
148	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9
151	2,0	1,9	1,8	1,6	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9
154	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0
160	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0

As Tabelas para Determinação de Distâncias pelo Ângulo Vertical consideram as simplificações anteriores descritas, além de arredondarem as distâncias para o décimo de milha mais próximo.

Figura 11.31 - Distância a objeto além do horizonte



Quando o objeto de altura conhecida está além do horizonte (ou seja, quando sua parte inferior não é visível), o método não é indicado, pelos resultados pouco rigorosos a que conduz. Neste caso, é melhor buscar-se a determinação da posição por outros métodos (ver Figura 11.31).

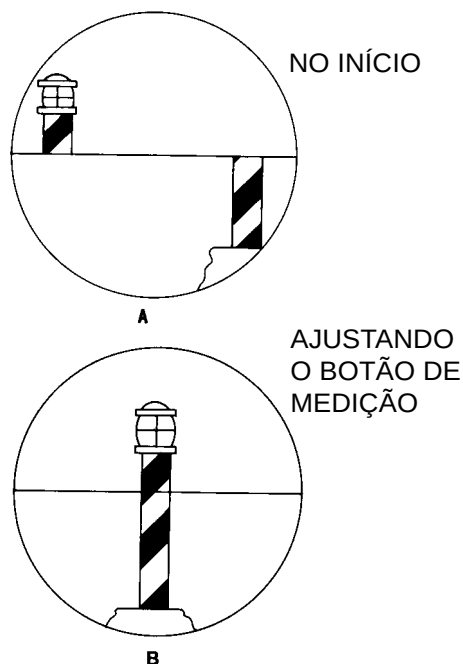
POUCO PRECISA
DESACONSELHÁVEL
AINDA TERIA QUE CORRIGIR DA REFRAÇÃO

11.4.4 TELÊMETRO

É um aparelho ótico para determinar distâncias, usualmente de sua posição a um ponto-alvo. Ele mede o ângulo formado pelos raios luminosos que vêm do alvo e penetram no instrumento por duas janelas (objetivas) que ficam nas extremidades. Com esse ângulo e o lado oposto (distância entre as duas objetivas, denominada **linha-base**), o **telêmetro** resolve diretamente o triângulo, fornecendo a distância. Existem dois tipos de telêmetros: de **coincidência** e **estereoscópico**.

Figura 11.32 - Telêmetro de Coincidência

TELÊMETRO DE COINCIDÊNCIA



O **método de coincidência** é o mais empregado. Neste, o alvo aparece na objetiva dividido horizontalmente em duas partes iguais, separadas por uma linha. As duas metades da imagem são produzidas por cada extremo do instrumento e podem ser levadas à coincidência por intermédio de um botão de comando (Figura 11.32 **A** e **B**).

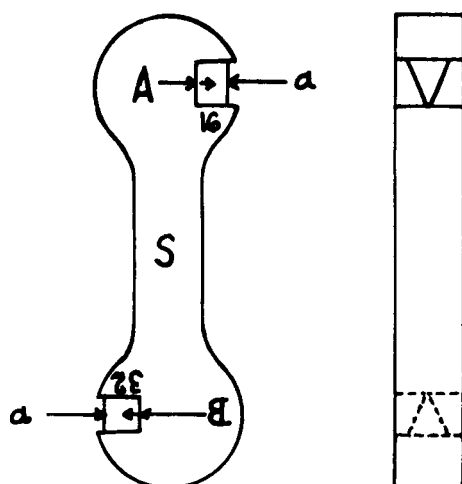
Quando as duas metades da imagem do objeto visado são levadas à coincidência, lê-se a distância ao objeto em uma escala de distâncias, vista normalmente através da objetiva.

Os **telêmetros** geralmente necessitam ser aferidos ou calibrados, comparando-se a distância indicada pelo instrumento com uma distância de valor conhecido.

11.4.5 GUARDA-POSTO

O **guarda-posto** é um pequeno instrumento de refração luminosa, destinado a oferecer ao navegante, com o auxílio de **diagramas especiais**, a **distância** entre dois navios. Seu emprego principal é na navegação em formatura, para a manutenção do posto.

Figura 11.33 - Guarda-Posto



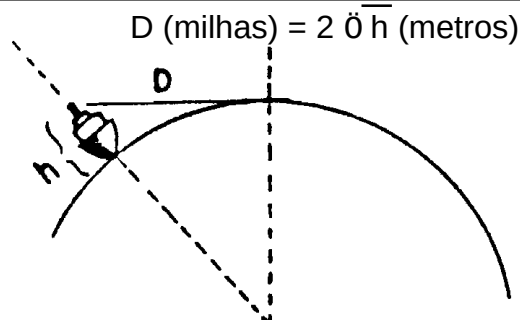
Tem a forma da Figura 11.33 onde **S** é um suporte de madeira, metal ou plástico, onde dois prismas **A** e **B** são alojados, com os vértices voltados para o centro. Sob um prisma lê-se o número 16; sob o outro, o número 32.

Esses números são os parâmetros de cada prisma e indicam que, na distância de uma amarra (0,1 milha), a imagem de um objeto vista através do prisma será desviada verticalmente de 16 ou 32 pés, conforme o prisma usado. Para determinar a **distância** a um navio, segura-se o guarda-posto pelo suporte, levando-se o prisma esco-

11.4.6 DETERMINAÇÃO DA DISTÂNCIA A OBJETO NO HORIZONTE

A **distância ao horizonte** (também chamada, em navegação, de **alcance geográfico**) pode ser determinada, em função da elevação do olho do observador, pela fórmula: $D \text{ (em milhas)} = 2 \sqrt{h \text{ (em metros)}}$

Figura 11.36 - Distância ao horizonte



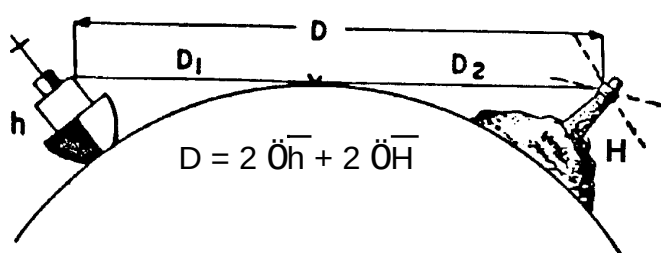
Sendo D a **distância ao horizonte** e h a **altitude** (ou **elevação**) do olho do observador (Figura 11.36).

Assim, se estamos a 4 metros acima do nível do mar, nossa **distância ao horizonte** será de:

$$D = 2\sqrt{4} = 4 \text{ milhas}$$

Desta forma, se houver um pequeno objeto no horizonte, pode-se estimar que nossa distância até ele será de, aproximadamente, 4 milhas.

Figura 11.37 - Distância ao objeto de altitude conhecida no horizonte ("boiando")



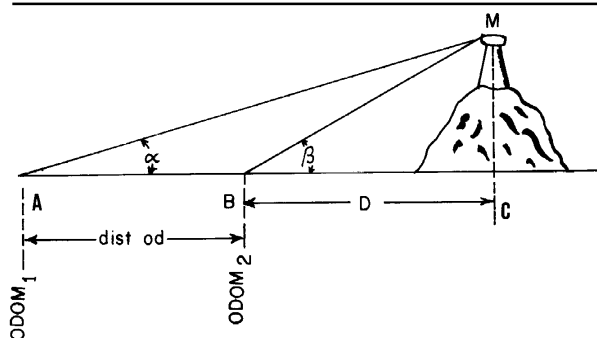
Se sabemos que nossa altura acima do nível do mar é de 9 metros e que o objeto a ser visado tem uma altitude de 100 metros, podemos dizer que, em boas condições de visibilidade, quando do seu avistamento, a nossa distância aproximada para ele será de (Figura 11.37):

$$D = 2\sqrt{9} + 2\sqrt{100} = 2\sqrt{9} + 2\sqrt{100} = 26 \text{ milhas.}$$

11.4.7 CÁLCULO DA DISTÂNCIA POR DOIS ÂNGULOS E DISTÂNCIA NAVEGADA

A distância a um objeto pode ser calculada aproximadamente, desde que se conheça duas alturas angulares sucessivas do objeto e a distância navegada entre elas, com o navio aproado ao objeto, ou dando a popa a ele. Na Figura 11.38, quando o navio estava na posição **A**, um observador mediu a altura angular α , em minutos, do farol **M**, com um sextante, e anotou a leitura do odômetro neste momento.

Figura 11.38 - Distância por dois ângulos verticais e distância navegada



A partir do ponto **A**, tendo navegado em direção ao farol **M**, depois de um certo tempo, ao atingir a posição **B**, o observador tornou a medir a altura angular do farol, de valor β agora, em minutos, e registrou a nova leitura do odômetro. A distância D , em milhas, do observador quando atingiu o ponto **B** ao farol, é dada pela fórmula:

EXEMPLO:

Um observador, em um navio com o rumo na direção do Pão de Açúcar, num determinado momento, mediu a altura angular $a = 2^\circ 15'$, o odômetro acusando 786,5'; algum tempo depois, a altura angular β foi de $3^\circ 28'$ e a leitura do odômetro foi de 790,0. Qual a distância da segunda posição ao Pão de Açúcar?

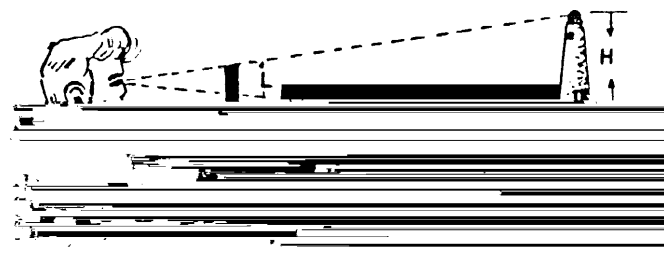
$$a = 2^\circ 15' = 135'; \beta = 3^\circ 28' = 208'; \text{dist od} = 790,0 - 786,5 = 3,5'$$

$$D = \text{dist od} \times \frac{a}{b - a} = 3,5 \times \frac{135}{208 - 135} = 6,5'$$

11.4.8 PROCESSOS PRÁTICOS DE MEDIDA DE DISTÂNCIAS

Uma boa maneira de se **estimar** a distância a um objeto de altitude conhecida é utilizando uma régua graduada. Basta estender o braço na horizontal, segurar a régua verticalmente na direção do objeto visado e verificar qual o comprimento na régua que cobre o objeto visado (ou seja, devemos medir, sobre a escala da régua, a dimensão do objeto), tal como ilustrado na Figura 11.39.

Figura 11.39 - Processo prático para estima de distância



A distância do olho do observador à régua pode ser facilmente determinada (e tende a ser uma constante para cada observador). Com a altitude conhecida do objeto visado, calcula-se a distância ao objeto, conforme abaixo mostrado.

EXEMPLO:

Um farol com 70 metros de altitude cobre 4 centímetros de uma régua afastada 60 centímetros do olho do observador. Então, a distância ao farol será de:

$$D = d \frac{H}{L} = 0,6 \times \frac{70}{0,04} = 1.050 \text{ m} = 0,57 \text{ milhas}$$

Este método também pode ser usado horizontalmente, quando se tem um objeto de comprimento conhecido (como a ilha da Figura 11.40). Neste caso, a régua deve ser segurada horizontalmente, com o braço esticado, devendo ser medida, sobre a escala da régua, a dimensão do objeto visado.

Assim, na Figura citada, um observador segura a régua a uma distância $d = 60$ centímetros da vista; a ilha, cujo comprimento é $C = 1,2'$, subtende a parte $h = 10$ cm da régua.

Na Figura 11.40 tem-se que: $\frac{d}{D} = \frac{h}{C}$; ou: $D = \frac{C \times d}{h} = \frac{1,2 \times 60}{10} = 7,2'$

A **distância** será expressa na unidade em que se medir a altitude ou o comprimento do objeto. Sendo estas expressas em metros ou pés, para termos a distância em milhas, basta dividir o resultado por 1852 ou 6076,12, respectivamente.

A distância a um objeto de comprimento conhecido também pode ser **estimada** pelo “**método do dedo**”. Para tanto, basta fechar um olho, estender um braço na horizontal, distender o polegar na vertical e, nessa posição, fazer o polegar tangenciar uma das extremidades do objeto. Abrindo o olho e fechando o outro, o polegar “parece” deslocar-se sobre o objeto conhecido. Então, com o comprimento do objeto e estimando a porcentagem desse comprimento que o polegar “percorreu” ao se deslocar aparentemente, tem-se a distância ao objeto, na mesma unidade adotada para medir o seu comprimento, desde que se multiplique a porcentagem anterior por 10.

Figura 11.40 - Método da Régua

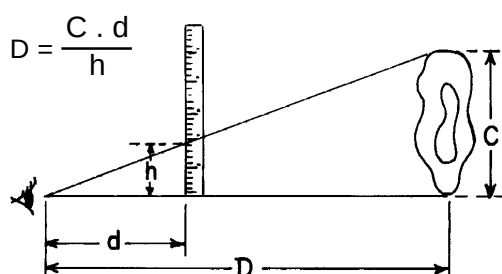
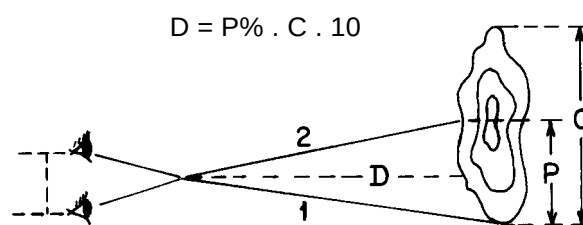


Figura 11.41 - Método do Dedo



Assim, na Figura 11.41, sobre a ilha de comprimento $C = 2'$ o observador estimou que o polegar, ao se deslocar, aparentemente, da posição 1 para a posição 2, percorreu a porcentagem $P = 30\%$ de C .

A distância à ilha seria:

$$D = P\% \times C \times 10 = 0,3 \times 2 \times 10 = 6'.$$

Embora elementar, esse método oferece resultados cada vez melhores com o aumento da prática, na estimativa percentual do deslocamento aparente do polegar.

11.5 INSTRUMENTOS PARA MEDIÇÃO DE PROFUNDIDADES

11.5.1 IMPORTÂNCIA DO CONHECIMENTO DA PROFUNDIDADE

A **profundidade** é um dado de fundamental importância para a segurança do navio, ou embarcação, na **navegação costeira** e, especialmente, quando se trafega em **águas restritas**.

A Carta Náutica registra as profundidades na área representada e apresenta diversas linhas **isobáticas** (**isóbatas** ou **isobatimétricas**), que interligam pontos de mesma

profundidade e permitem visualizar a topografia submarina. Tanto as **profundidades**, como as **curvas isobatimétricas**, constituem informações muito valiosas para o navegante.

Basicamente, o navegante determina a **profundidade** da posição em que se encontra com um ou mais dos seguintes propósitos:

- avaliar se a **profundidade** medida oferece perigo, tendo em vista o calado do seu navio, ou embarcação;
- comparar a **profundidade** medida com a registrada na Carta Náutica para a posição por ele determinada, como um meio de verificar essa posição; e
- obter uma **linha de posição**, pois, conforme visto em Capítulos anteriores, a **profundidade** é uma LDP de que se lança mão na **navegação costeira**, em condições especiais.

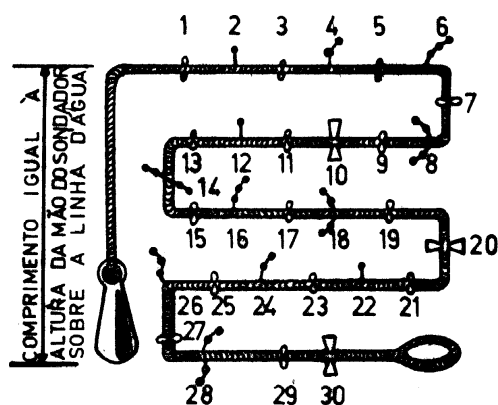
Para determinar profundidades, o navegante, normalmente, dispõe dos seguintes meios:

- prumo de mão;
- máquina de sondar; e
- ecobatímetro.

11.5.2 PRUMO DE MÃO

O **prumo de mão** (Figura 11.42) consiste em um peso de chumbo de forma troncônica, denominado CHUMBADA, tendo na parte superior uma ALÇA, ou um orifício, e na base um CAVADO, onde se coloca sabão ou sebo, com a finalidade de trazer uma amostra da qualidade do fundo, indicando a **tensa**.

Figura 11.42 - Prumo de mão



Na alça ou no orifício da chumbada dá volta uma LINHA DE BARCA, onde se faz uma graduação em metros. Geralmente, gradua-se a linha com o zero distante da alça da chumbada de um comprimento igual à altura da mão do operador acima do plano de flutuação. Assim, o operador lê a graduação de sondagem na sua mão. A leitura se torna muito mais fácil e precisa do que se fosse feita ao lume d'água, caso não se adotasse

esse “desconto”, mormente à noite ou em sondagens feitas de plataformas elevadas.

A partir do zero, nas distâncias de dois, quatro, seis e oito metros, marca-se a linha com um, dois, três e quatro nós em merlim, respectivamente. As sondagens ímpares, um, três, cinco, sete e nove são marcadas, indistintamente, com uma tira de couro enfiada na linha. Todas as demais subdivisões terminadas nos mesmos algarismos das unidades recebem as mesmas marcas. Assim, por exemplo, em dezesseis metros encontram-se apenas três nós em merlim e em vinte e três metros somente uma tira de couro. Aos dez metros, faz-se uma pinha e prende-se um pedaço de filele branco; aos vinte metros, duas pinhas e filele azul; aos trinta metros, três pinhas e filele encarnado.

O comprimento da linha varia de 25 a 45 metros e o peso da chumbada de 2,5 a 7 quilos. Normalmente, usam-se dois tipos de prumo, um para profundidades até 25 metros, com chumbada de cerca de 3 quilos, e outro para maiores profundidades, com chumbada mais pesada e linha maior.

Deve-se fazer a graduação com a linha molhada, sendo preferível escolher uma linha já usada e esticada previamente, o que pode ser feito rebocando-a com um peso amarrado ao seu chicote.

Antes de se usar o prumo, é necessário verificar para que altura foi feito o desconto do zero da graduação.

Para determinação da profundidade com o **prumo de mão**, a velocidade do navio precisa ser reduzida até 3 nós, no máximo, e o operador deve lançar a chumbada com um forte impulso para vante e fazer a leitura quando o prumo estiver a pique.

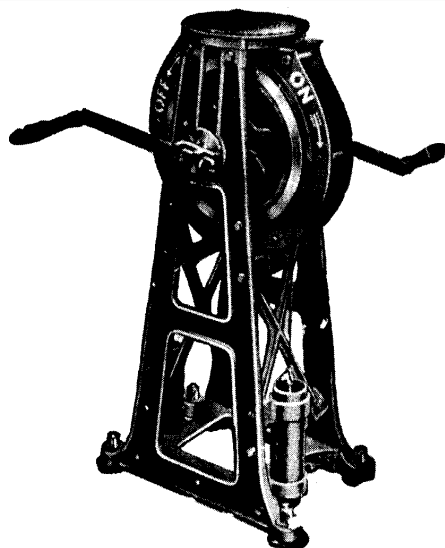
O fundo é, geralmente, menor que o indicado, por causa da catenária formada pela linha e por não ser feita a leitura exatamente com o prumo a pique. A precisão da medida depende bastante da técnica e da prática do sondador. Conforme mencionado, é comum as chumbadas possuírem na sua base uma parte côncava cheia com sabão, ou sebo, com a finalidade de, ao tocarem o fundo, trazerem uma informação sobre a sua qualidade, o que, em determinadas circunstâncias, é de grande utilidade, especialmente para o fundeio.

Com o navio fundeado, o prumo também serve para indicar se ele garra; para isso, larga-se a chumbada no fundo, com um pouco de seio na linha, e amarra-se esta à borda. A inclinação da linha denuncia se o navio está garrando.

11.5.3 MÁQUINA DE SONDAR

A **máquina de sondar** (Figura 11.43) é, em síntese, um prumo mecânico, para grandes profundidades, onde o lançamento e o recolhimento são feitos por intermédio de tambores ou guinchos, acoplados ou não a um motor elétrico. A linha de barca foi substituída por um cabo de aço e a chumbada por outra de peso maior. Dentro da chumbada podem ser colocados tubos químicos que indicarão a máxima profundidade a que foram arriados; podem ser, também, acoplados acessórios denominados “busca-fundo”, que colhem amostras do fundo, para determinação da ténso.

Figura 11.43 - Máquina de sondar manual

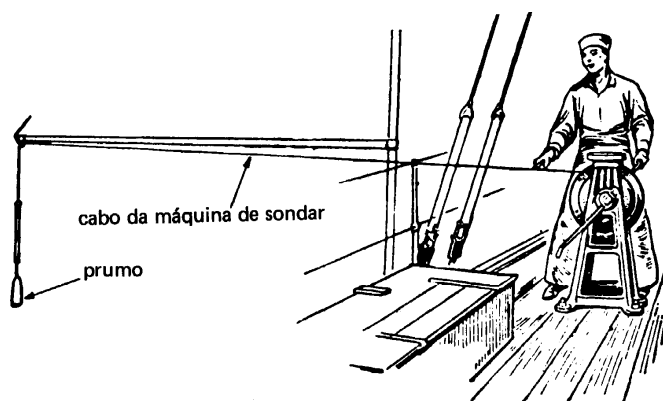


O indicador de profundidade pode ser mecânico ou químico, havendo máquinas de sondar que possuem os dois dispositivos. O indicador mecânico consiste em um contador do comprimento do cabo da sonda que saiu do sarilho do aparelho, que é indicado em um mostrador com ponteiros. O indicador químico consiste num tubo de vidro, aberto numa das extremidades, e pintado pelo lado de dentro de cromato de prata (vermelho), que descora em contato com a água. O tubo é colocado num estojo e preso à chumbada. O ar dentro do tubo é comprimido pela água, quando

está sendo feita a sondagem. Atendendo à lei de Boyle-Mariotte, a água penetra até uma altura, comprimindo o ar, e então descorando o tubo. O comprimento da parte descorada é medido numa régua especialmente calibrada e nos dá a profundidade. O método químico só apresenta resultados satisfatórios até profundidades de 100 braças (cerca de 183 metros).

A operação de **máquina de sondar** é ilustrada na Figura 11.44.

Figura 11.44 - Operação da máquina de sondar



As máquinas de sondar não constam mais da dotação normal dos navios em geral, sendo seu uso atual restrito aos navios de pesquisa hidrográfica ou oceanográfica.

11.5.4 ECOBATÍMETROS

a. Princípio fundamental

Um feixe de ondas sonoras ou ultra-sonoras é transmitido verticalmente por um emissor instalado no casco do navio; tal feixe atravessa o meio líquido até o fundo e aí se reflete, voltando à superfície, onde é detectado por um receptor.

O tempo decorrido entre a emissão do sinal e a recepção do eco refletido do fundo é convertido em profundidade, pois a velocidade do som na água é conhecida (@ 1500 metros por segundo).

Os ecobatímetros, ou sondas sonoras, apresentam vantagens sobre os prumos de mão ou mecânicos, pois permitem sondagens contínuas com qualquer velocidade do navio, em profundidades não alcançadas por eles, e quase independentemente das condições de tempo.

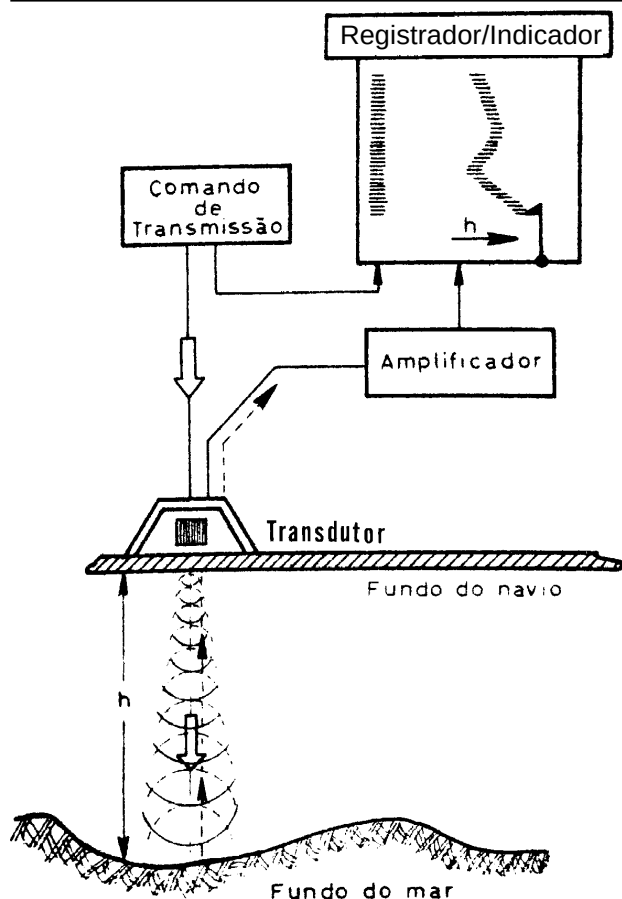
b. Descrição do equipamento

Os **Ecobatímetros** podem ser **sonoros** (frequência menor que 18 KHz) ou **ultra-sonoros** (frequência maior que 18 KHz).

O equipamento é constituído, basicamente, pelos seguintes componentes (Figura 11.45):

- TRANSMISSOR / EXCITADOR
- RECEPTOR
- AMPLIFICADOR
- REGISTRADOR E/OU INDICADOR
- TRANSDUTOR
- COMANDO DE TRANSMISSÃO

Figura 11.45 - Ecobatímetro



O **comando de transmissão** envia, a intervalos de tempo constantes, um pulso ao **excitador / transmissor**, que, recebendo esse sinal, envia um pulso de energia elétrica de potência muito maior que a recebida, ao **transdutor**. O **transdutor de emissão** é um dispositivo que transforma energia elétrica em sonora. O eco refletido pelo fundo do mar impressiona o **transdutor de recepção**, que transforma a energia sonora em energia elétrica, que é, por sua vez, enviada ao medidor de intervalo de tempo. No medidor, é medido o intervalo entre a emissão do pulso e a recepção do eco, que é transformado diretamente em profundidade e apresentado, visual ou graficamente, no **registrador / indicador**.

Quando o pulso sonoro é transmitido, inicia-se a contagem do tempo, a partir do instante da transmissão. Ao ser recebido o eco refletido no fundo, é feita a medida do intervalo de tempo decorrido

entre o instante da transmissão e o instante da recepção do eco.

Assim, a profundidade do local será igual à velocidade do som multiplicada pela metade do intervalo de tempo acima descrito.

A indicação de profundidade pode ser:

- DIGITAL
- ANALÓGICA
- através de registro em uma ESCALA GRÁFICA.

As Figuras 11.46, 11.47 e 11.48 ilustram ecobatímetros com as indicações de profundidade acima citadas. O registro gráfico das profundidades tem a vantagem de proporcionar uma boa visualização do relevo submarino da área onde se navega. Modernamente, em vez do tradicional registro em papel, muitos ecobatímetros apresentam o relevo submarino em telas de LCD de alta resolução.

Os **transdutores** são instalados no fundo do casco do navio, próximo da quilha e emitem um feixe sonoro (ou ultra-sonoro) em forma de cone, com um ângulo de abertura que varia de equipamento para equipamento.

Para transformar energia elétrica em pulso sonoro e vice-versa, os **transdutores** utilizam o princípio da magnetostricção ou da piezo-eletricidade.

Os fundos duros são melhores refletores que os fundos macios, produzindo, assim, um eco mais forte. Quando no limite da escala de um ecobatímetro, pode-se ter dificuldades de leitura se o fundo for de lama macia, devido à pouca intensidade do eco produzido.

Figura 11.46 - Ecobatímetro com apresentação gráfica

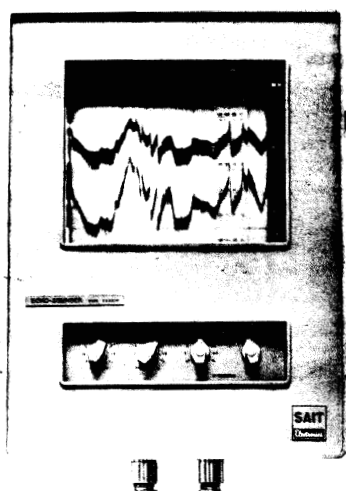


Figura 11.47 - Indicador analógico de profundidade (luz neon)

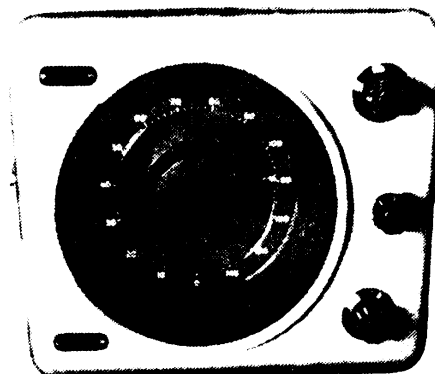
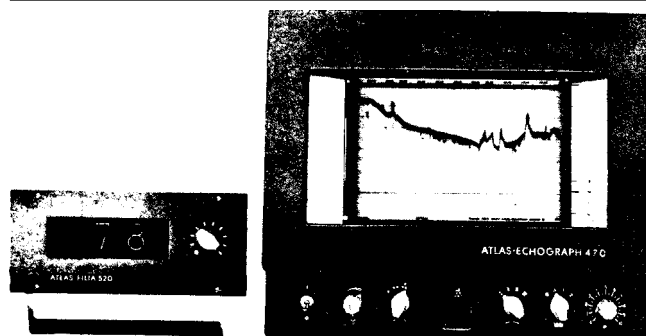


Figura 11.48 - Indicador digital e registro gráfico de profundidades



Atualmente, os **ecobatímetros** possuem diversos recursos, entre os quais sobressaem o alarme de baixa profundidade e o alarme de alta profundidade. O alarme de baixa profundidade pode ser ajustado para alertar o navegante quando o navio atinge uma profundidade considerada como limite de segurança para a navegação.

Ambos os alarmes, desde que convenientemente ajustados, podem dar ao navegante uma boa indicação de que o navio está garrando, quando fundeado ou amarrado à bóia.

c. Medição de profundidades com o ecobatímetro

A profundidade medida com o **ecobatímetro**, conforme visto, tem como referência o fundo do navio onde estão localizados os **transdutores**. Portanto, para obter a profundidade do local no instante da sondagem é necessário somar à leitura do **ecobatímetro** o valor do **calado** do navio, ou embarcação, pois:

$$\text{PROFUNDIDADE REAL} = \text{PROFUNDIDADE ABAIXO DA QUILHA} + \text{CALADO}$$

A quase totalidade dos aparelhos permite a introdução do valor do **calado**, de modo que as indicações do **ecobatímetro** tenham como referência o nível do mar no instante da medição.

Entretanto, o nível do mar, conforme sabemos, não é imóvel, variando principalmente em função das marés. As **profundidades** representadas nas Cartas Náuticas têm como origem o Nível de Redução, que, para as nossas cartas, é definido como a **média das baixas-mares de sizígia**. Desta forma, para comparar com precisão a **profundidade medida** com a **sondagem** representada na carta, é preciso considerar a **altura da maré** no instante da medição, subtraindo-a (no caso de altura da maré positiva) ou, eventualmente, somando-a (no caso relativamente raro de altura negativa da maré, ou seja, de nível atual do mar abaixo do Nível de Redução).

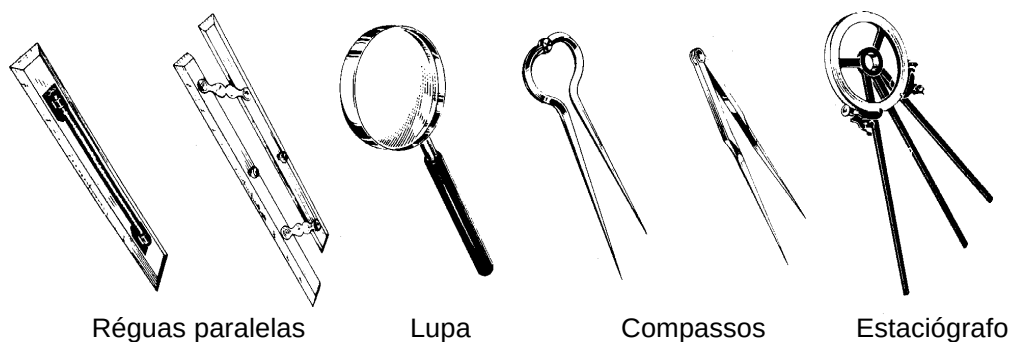
Os **ecobatímetros** destinados a empregos mais precisos, como levantamentos hidrográficos ou pesquisas geofísicas, devem ser aferidos/calibrados, por comparação com a leitura de um prumo de mão ou barra de calibragem, em condições especiais (navio parado, mar calmo, etc.). A velocidade de propagação do som na água do mar não é constante e isto constitui uma das fontes de erro nas medidas dos **ecobatímetros**. Alguns modelos, para uso científico, permitem regular a velocidade do equipamento de modo que corresponda exatamente ao valor da velocidade de propagação do som na água em que se opera.

11.6 INSTRUMENTOS DE DESENHO E PLOTAGEM

11.6.1 RÉGUAS PARALELAS E PLOTADORES

A **régua paralela** (Figura 11.49) constitui a ferramenta tradicional do navegante para determinar a direção de qualquer linha traçada na Carta Náutica e para traçar uma linha em uma direção especificada.

Figura 11.49 - Instrumentos para desenho e plotagem



Para determinar a **direção** de uma linha traçada na carta, a **régua paralela** deve ser deslocada para uma das **rosas de rumos** representadas na Carta Náutica, com o cuidado de mantê-la sempre paralela à linha de referência, durante todo o movimento da régua. Alcançada a **rosa de rumos**, faz-se a leitura da **direção verdadeira** desejada, tendo-se o cuidado para não tomar a recíproca.

Para traçar uma linha de rumo ou marcação em uma determinada **direção**, parte-se da **rosa de rumos** e desloca-se a **régua paralela** para a posição desejada, com o cuidado de mantê-la sempre paralela à direção de referência.

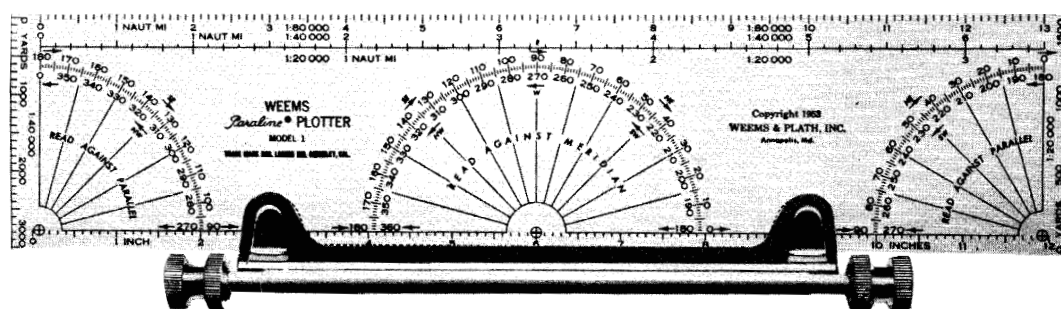
Existem **régua paralelas** (tipo “Captain Fields”) que possuem uma graduação que facilita o seu uso, pois dispensam o deslocamento da régua até a **rosa de rumos**, utilizando como referência para leitura das direções qualquer **meridiano** (ou **paralelo**) representado na carta, em conjunto com a graduação da régua.

De qualquer forma, se, durante o seu movimento, a **régua paralela** escorregar, ou deslizar, deve-se começar de novo todo o procedimento.

Para evitar estes inconvenientes, existem os **plotadores- paralelos** (“**parallel plotters**”), que possuem roletes que se deslocam paralelamente sobre a carta, mantendo seu alinhamento original (Figura 11.50). Os **plotadores-paralelos** são de fácil manejo e mais

práticos para uso em embarcações menores, onde o emprego da **régua paralela** torna-se difícil, pela falta de espaço e balanço/caturro da embarcação.

Figura 11.50 - Plotador paralelo ("Parallel Plotter")



O “**parallel plotter**” possui uma graduação que, em conjunto com qualquer **meridiano** ou **paralelo** traçado na Carta, permite obter **direções verdadeiras** com facilidade, o que evita ter que deslocar muito o plotador sobre a carta, diminuindo as chances de erros no transporte de rumos e marcações.

Outro **plotador** utilizado em navegação está mostrado na Figura 11.51. Embora originalmente destinado à navegação aérea, sua simplicidade e conveniência tornaram-no muito usado no mar. O “**Navy Plotter**” não possui partes móveis e as direções são lidas nos **meridianos** representados na Carta Náutica, conforme ilustrado na Figura 11.52.

Figura 11.51 - Plotador tipo Navy

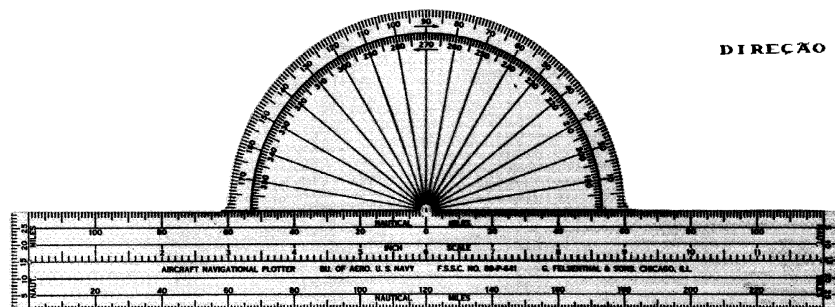
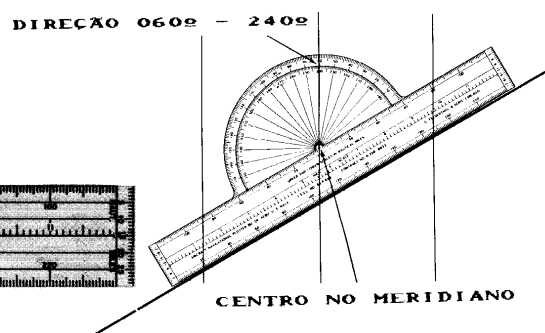


Figura 11.52 - Uso do "Navy Plotter"



11.6.2 COMPASSO DE NAVEGAÇÃO

Os **compassos** são instrumentos essenciais na navegação, para medida de distâncias sobre a Carta Náutica, para cartear posições, para plotagem da posição estimada, para o traçado da LDP distância e do alcance de faróis e outros auxílios à navegação.

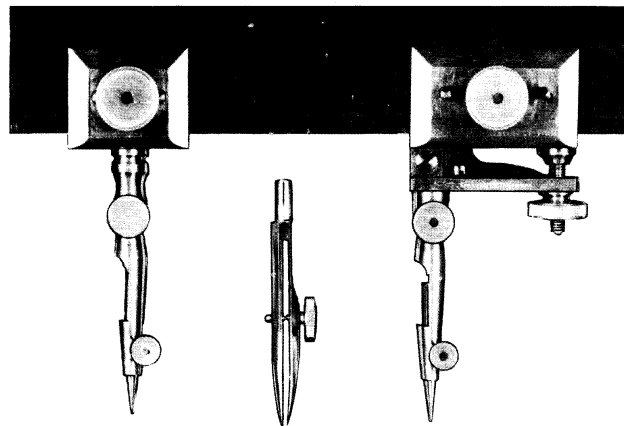
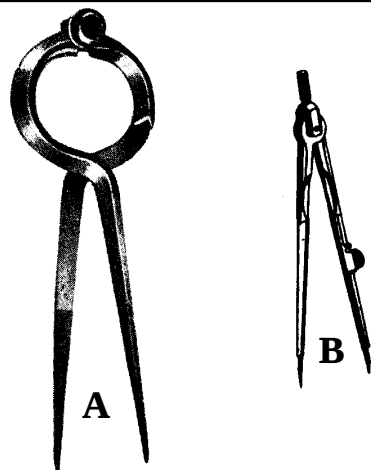
Podem ser do tipo mostrado nas Figuras 11.49 e 11.53(a), de ponta seca e feitos para serem utilizados com uma só mão, ou do tipo usado em desenho técnico, com ponta de grafite, ilustrado na Figura 11.53(b).

De qualquer modo, é importante que os **compassos** empregados em navegação sejam capazes de manter exatamente uma abertura neles introduzida, a fim de preservar a precisão das distâncias com eles traçadas ou por eles medidas. Se houver dúvidas se a abertura introduzida no compasso modificou-se durante o manuseio, o navegante deve verificá-la e, se necessário, repetir a operação.

Especialmente quando se pratica **navegação radar** e se determina a posição por **cruzamento de distâncias**, é muito útil dispor a bordo de um **cintel** (Figura 11.54), que

permite o traçado de arcos de distância maiores que a abertura máxima de um compasso comum. Se o navegante não dispuser do **cintel**, poderá ver-se na situação de ter apenas **distâncias radar** para determinar sua posição, mas não poder plotar as LDP na Carta, por causa da limitada abertura de seus compassos.

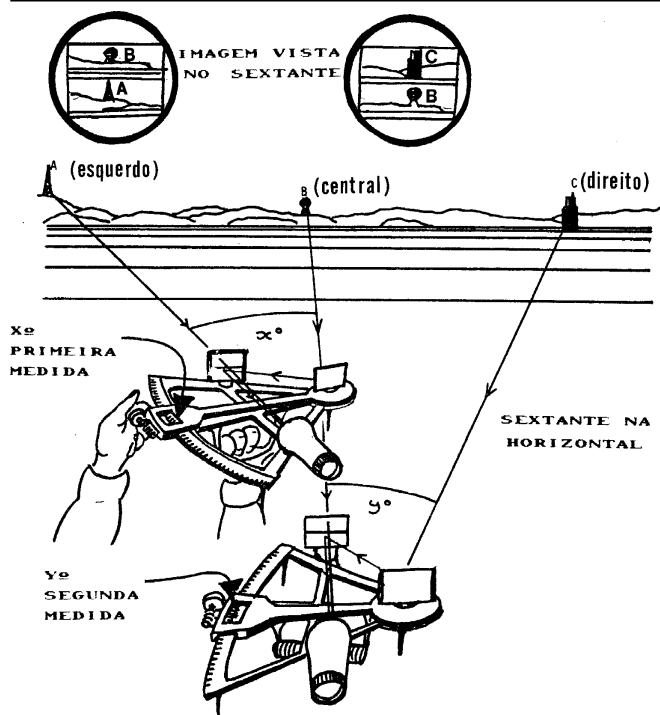
Figura 11-53 - Compassos usados em navegação **Figura 11-54 - Cintel**



11.6.3 ESTACIÓGRAFO

O **estaciógrafo** (Figura 11.49) é um instrumento muito útil a bordo, especialmente para a plotagem da **posição por segmentos capazes** (Figura 11.55), já abordada no Capítulo 4.

Figura 11.55 - Posição por segmentos capazes



O braço central do instrumento é fixo e constitui a referência correspondente à graduação **zero**. O ângulo da esquerda (medido com o sextante entre o objeto da esquerda e o ponto central) é introduzido no estaciógrafo, movendo-se o braço da esquerda até a graduação correspondente ao ângulo medido. O ângulo da direita (entre o ponto central e o objeto da direita) é ajustado no instrumento deslocando-se o braço da direita até a graduação correspondente ao valor medido.

O **estaciógrafo** é, então, colocado sobre a Carta e orientado de modo que as bordas-índices dos três braços tangenciem as representações cartográficas dos três objetos observados. A posição do navio, ou embarcação, estará no centro do instrumento, podendo ser marcada a lápis, através de um pequeno orifício existente (Figura 11.56).

Um instrumento interessante, similar ao **estaciógrafo**, é o **Posicionador Weems**, mostrado na Figura 11.57. O instrumento serve tanto para medir ângulos horizontais entre três objetos cartografados, como para plotar a posição resultante (como se fosse um estaciógrafo).

Figura 11.56 - Uso do Estaciógrafo

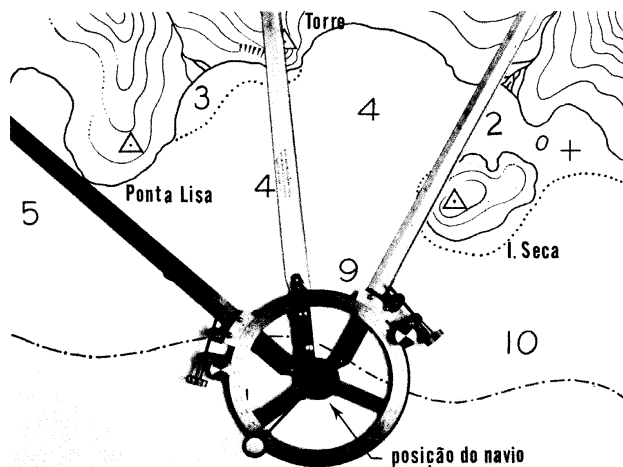
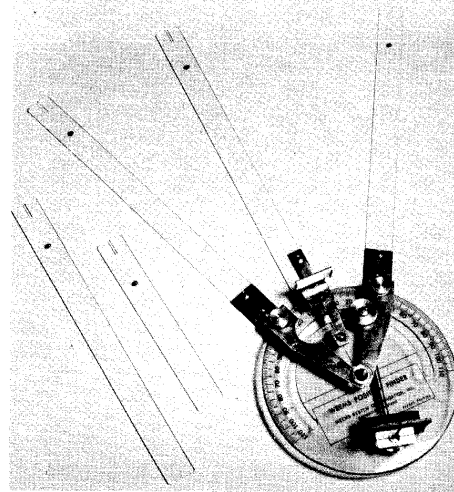


Figura 11.57 - Posicionador Weems



Os ângulos podem ser medidos com precisão e a vantagem do instrumento é que não requer a leitura dos ângulos com **sextante**, sua anotação e a posterior introdução no **estaciógrafo** para plotagem da posição.

O sistema ótico do posicionador é semelhante ao do **sextante**, baseando-se na **dupla reflexão do raio luminoso**. O braço central (ou de referência) dispõe de um espelho fixo; um segundo espelho pode ser girado no plano horizontal, movendo-se o braço direito ou o braço esquerdo do instrumento. Este segundo espelho tem um rasgo vertical transparente no seu centro.

Para obter o ângulo entre o ponto central e o ponto da direita, o instrumento é mantido na horizontal, com o braço de referência direcionado para o ponto central, que é visto através do rasgo no espelho giratório, diretamente por cima do centro do espelho fixo. O braço da direita e o espelho giratório são, então, deslocados até que o objeto da direita seja visto refletido no espelho fixo, diretamente sob o ponto central. Nesta posição, fixa-se o braço direito.

Para medir o ângulo da esquerda, procede-se de maneira semelhante, fixando-se, depois, o braço esquerdo em posição. Coloca-se, então, o instrumento sobre a Carta Náutica, usando-o como se fosse um **estaciógrafo**, para determinar a posição. O posicionador é especialmente indicado para obter uma posição precisa quando fundeado, independentemente de qualquer informação da agulha.

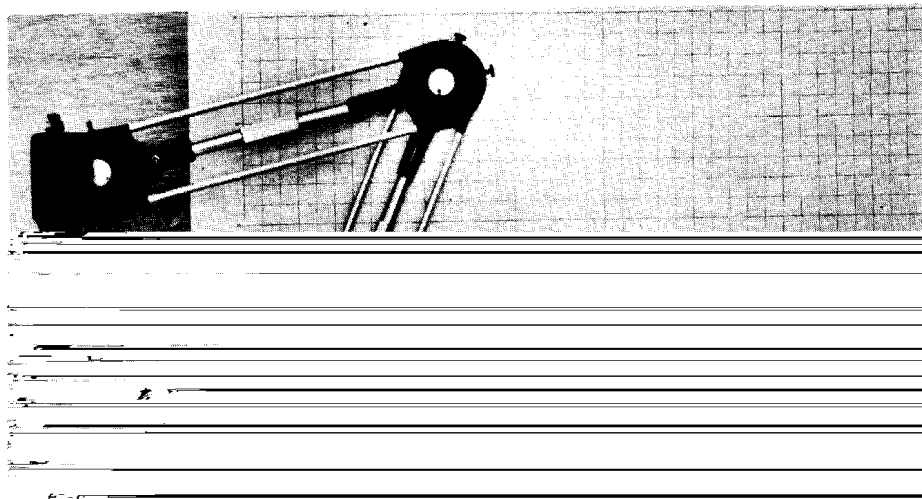
11.6.4 TRANSFERIDOR UNIVERSAL (TU)

O **Transferidor Universal (TU)**, mostrado na Figura 11.58, já foi devidamente explicado no Capítulo 5, quando se estudou a **navegação estimada**. Seu uso é bastante conveniente, tanto no CIC, como no passadiço ou camarim de navegação dos navios maiores.

O TU é fixado no canto superior esquerdo da mesa de navegação. Para utilizá-lo, a Carta Náutica também deve ser fixada à mesa de navegação, normalmente com fita gomada.

A régua do TU é orientada segundo os meridianos da carta, sendo, então, fixada em posição, lendo 000° / 180°. A partir daí, a régua pode ser movida para qualquer posição da carta e a direção na qual está alinhada lida na rosa graduada existente no centro do instrumento.

Figura 11.58 - Transferidor Universal



11.6.5 OUTROS INSTRUMENTOS DE DESENHO E PLOTAGEM

a. Lápis e borrachas

O **lápis** utilizado em navegação deve ser suficientemente macio para que, em caso de necessidade de uso de **borracha**, não provoque rasuras nas Cartas Náuticas. Entretanto, não pode ser muito macio, para não borrar e sujar a carta. Um lápis médio, como o HB ou o N°2, produz boas plotagens. O uso de lapiseira 0.5 mm com grafite HB também é recomendado.

As linhas devem ser traçadas de leve na Cartas Náuticas. Ademais, evite traçá-las mais longas que o necessário. Na plotagem de marcações, conforme anteriormente mencionado, evite prolongar a linha até o ponto marcado, traçando-a apenas nas imediações da posição estimada, a fim de preservar a carta e não rasurar a representação dos pontos notáveis utilizados como referência para as marcações.

As borrachas devem ser macias e apagar sem rasurar ou sujar o papel.

b. Lupa

Uma **lupa** (Figura 11.49) também é um acessório útil, para facilitar a leitura de símbolos cartográficos, notas de precaução e outras informações apresentadas na Carta Náutica com tipos muito pequenos.

c. Esquadros e transferidores

Esquadros, transferidores, réguas milimétricas e outros instrumentos de desenho também podem ser utilizados na navegação. Um **par de esquadros** pode ser empregado para medir a direção de uma linha na **rosa de rumos** ou transportar uma determinada direção da **rosa de rumos** para um outro ponto da Carta Náutica. Entretanto, os esquadros podem escorregar ou deslizar sobre a carta, afastando-se da direção original,

o que recomenda dar preferência ao uso de **réguas paralelas** ou dos plotadores acima citados.

11.7 OUTROS INSTRUMENTOS DE NAVEGAÇÃO

11.7.1 BINÓCULOS E LUNETAS

Os instrumentos utilizados em navegação para aumentar o poder da visão são os **binóculos** (Figura 11.59) e as **lunetas** ou **óculos de alcance** (Figura 11.60).

Figura 11.59 - Binóculo 7 x 50

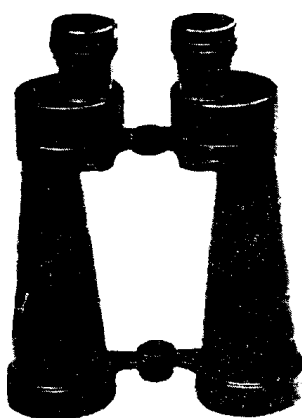
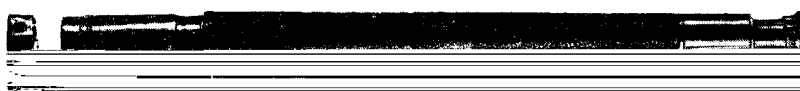


Figura 11.60 - Óculo de alcance



Os **binóculos** são designados por dois números (exemplo: **7x50**) que indicam a **potência** e o **tamanho da objetiva**, respectivamente.

A **potência** (ou **poder de ampliação**) de um **binóculo** é o número de vezes que o objeto visado é aumentado. Por exemplo, os binóculos de bordo são quase sempre **7x50**, o que significa que aumentam **sete vezes** os objetos visados. Um binóculo **10x** aumentará **dez vezes** o objeto visado.

O primeiro número também significa o quanto que o **binóculo** aproxima o objeto colimado. Se visarmos um farol com um **binóculo** cuja **potência** é **7x**, na distância real de **3,5** milhas, com o **binóculo** veremos como se o farol estivesse a **0,5** milhas, isto é, **sete vezes** mais perto.

A **potência** de um **binóculo** é determinada pelo tamanho, curvatura e colocação das lentes.

O segundo número da designação de um **binóculo** é o **diâmetro da objetiva**, em **milímetros**. Um **binóculo 7x50** tem objetiva de **50 mm** de **diâmetro**. Objetivas maiores proporcionam mais luz, porém são normalmente mais pesadas.

Chama-se de **campo de visão** de um **binóculo** o campo visto através das lentes. Geralmente, é expresso em medida angular, mas também pode ser dado em metros, para uma distância de 1.000 metros (ou pés, para uma distância de 1.000 pés). Se dissermos que um **binóculo** tem um **campo** de **150 metros**, significa que mostrará uma abertura de 150 metros numa distância de 1.000 metros.

Quanto maior o **aumento** menor é o

visão será reduzido. A solução é aumentar o diâmetro da lente, mas o binóculo se torna muito grande e pesado. Por isso, os binóculos normalmente usados em navegação não têm muito poder de ampliação (magnificação) e os que têm são montados em tripé nas asas do passadiço ou no tijupá, por serem grandes e pesados. Também ocorre que, em condições normais, há uma perda de cerca de 5% da luz quando um raio luminoso passa através de uma superfície ar-vidro. Os binóculos possuem inúmeras lentes e, assim, há uma grande perda de luz. Para evitar isso, as lentes sofrem um revestimento (COATING), que elimina essa perda e restaura a luz do feixe luminoso. Esse revestimento aparece como uma película azul escura quando a lente é vista sob luz refletida.

A distância interpupilar dos olhos varia de 55 a 70 milímetros. A ajustagem para a distância correta é feita dobrando o **binóculo** em torno da articulação central e, assim, aproximando ou afastando as lentes. Quando na posição correta, deve ser lida e anotada a marca na escala da articulação, para uso futuro pelo mesmo observador. O binóculo estará corretamente ajustado quando os dois campos de visão circulares se juntarem em um único.

Existem dois tipos de binóculos quanto ao sistema de focagem. Um tem sistema de focagem central, através um rodete montado entre os dois tubos oculares, para finalidade de foco. Uma das oculares, a da direita, é ajustável para compensar as variações na potência da visão. O outro sistema é de mecanismo de focagem individual, que não possui rodete central. Cada ocular é focada separada e independentemente. Para esse fim, ambas as oculares possuem escala para o conveniente posicionamento dióptrico.

Atualmente, são usados na navegação tipos sofisticados de **binóculos**. Muitos incorporam **agulhas magnéticas (bússolas)**, para obtenção de marcações magnéticas, e são à prova d'água, como os modelos mostrados na Figura 11.61 (a) e (b). Outros, além de **bússola**, possuem dispositivo para visão noturna ou sob condições de pouca luz.

Figura 11.61 (a) - Binóculo 7 x 50 com bússola e telêmetro-brilho relativo: 95%; campo de visão: 366'

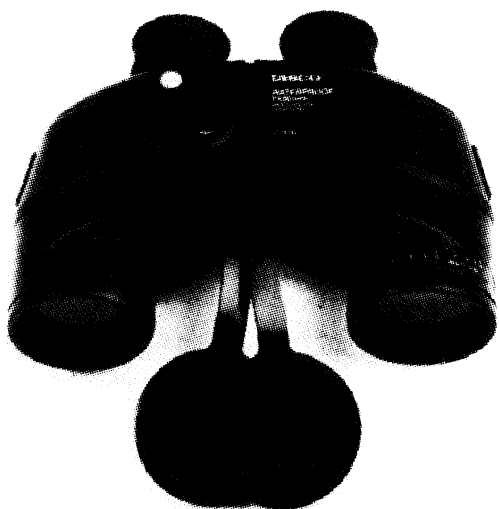


Figura 11.61 (b) - Binóculo 7 x 50 com bússola e telêmetro-brilho relativo: 78%; campo de visão: 366'



Sempre que usar **binóculos**, o navegante deve ter o cuidado de passar as alças em torno do pescoço e proteger o instrumento, para que não sofra choques, que, mesmo pequenos, podem causar o desalinhamento das lentes. Uma boa maneira de guardar os binóculos a bordo, com segurança e de modo a tê-los sempre à mão para uso, é confeccionar caixas especiais para os instrumentos, fixadas às anteparas internas do passadiço.

11.7.2 INSTRUMENTOS DIVERSOS

a. Cronógrafo

É um instrumento muito útil para navegação, principalmente à noite, para determinação de características de faróis, faróletes e outros auxílios luminosos à navegação, a fim de permitir sua correta identificação. Na falta de um **cronógrafo**, o navegante deve dispor, no mínimo, de um bom relógio com contagem de segundos. Os **cronômetros**, essenciais na **Navegação Astronômica**, serão estudados no Volume II deste Manual.

b. Calculadora Eletrônica

É, também, muito útil ao navegante, desde as mais simples, para os cálculos rotineiros (especialmente os associados à **navegação estimada**) até as **calculadoras programáveis**, com **programas de navegação** para operações complexas, tais como o cálculo de **derrotas ortodrômicas** e de **retas de posição** na **Navegação Astronômica**. Não se deve esquecer de providenciar baterias de reserva.

c. Lanterna

Embora simples, este instrumento não pode deixar de ser mencionado, pela sua utilidade na navegação noturna, para leitura do sextante ou do peloro, anotação dos valores obtidos, etc. Lanternas (e pilhas sobressalentes) devem estar sempre disponíveis à noite. O ideal é que seja equipada com vidro vermelho, ou, pelo menos, estar adaptada com um pedaço de papel celofane encarnado, para não prejudicar a “visão noturna” do navegante.

12

PUBLICAÇÕES DE AUXÍLIO À NAVEGAÇÃO

12.1 IMPORTÂNCIA DAS PUBLICAÇÕES NÁUTICAS

Além das **Cartas Náuticas**, já estudadas neste Manual e que constituem, sem dúvida, o mais importante documento de auxílio à navegação, os navegantes utilizam, também, diversas outras **Publicações Náuticas** ou **Publicações de Auxílio à Navegação**, cujas informações complementam ou ampliam os elementos fornecidos pelas **Cartas Náuticas**.

A consulta às **Publicações de Auxílio à Navegação** é indispensável, tanto na fase de **planejamento da derrota (estudo da viagem)**, como na fase de **execução da derrota**.

Algumas **Publicações de Auxílio à Navegação** já foram mencionadas em nosso curso; outras, como a **Carta 12.000 – Símbolos e Abreviaturas (INT 1)**, as **Tábuas das Marés** e as **Cartas de Correntes de Maré** foram estudadas em detalhe. Nesta parte, serão relacionadas todas as principais Publicações Náuticas, informando o conteúdo e finalidade das que ainda não foram abordadas.

Tal como ressaltado no caso das Cartas Náuticas, as Publicações de Auxílio à Navegação também devem ser sempre mantidas atualizadas.

São as seguintes as principais Publicações de Auxílio à Navegação:

- a. Catálogo de Cartas e Publicações;
- b. Carta 12.000 – Símbolos e Abreviaturas (INT 1);
- c. Avisos aos Navegantes (folheto);
- d. Roteiro;
- e. Lista de Faróis;
- f. Lista de Auxílios–Rádio;
- g. Tábuas das Marés;

- h. Cartas de Correntes de Maré;
- I. Cartas Piloto;
- j. Almanaque Náutico;
- l. RIPEAM;
- m. Tábuas, tabelas e gráficos de navegação.

12.2 CATÁLOGO DE CARTAS E PUBLICAÇÕES

O Catálogo de Cartas e Publicações (publicação DH7) relaciona todas as cartas e publicações náuticas editadas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), do Ministério da Marinha.

A publicação é dividida em duas partes. A primeira apresenta todas as Cartas Náuticas (marítimas e fluviais), Cartas de Praticagem, Croquis de Navegação, Cartas Internacionais e Cartas Especiais publicadas pela DHN.

Para cada **carta** é informado:

- NÚMERO
- TÍTULO
- ESCALA
- UNIDADE (U): Comprimento, na escala natural da carta, do arco de 1' de paralelo, na **latitude média** do trecho representado.
- ANO DE PUBLICAÇÃO DA 1ª EDIÇÃO DA CARTA
- ANO DA ÚLTIMA EDIÇÃO DA CARTA

Ademais, a publicação apresenta diversos esquemas de interligação e seqüência de cartas (ver Figura 12.1).

A segunda parte do Catálogo lista todas as **Publicações Náuticas** (ou **Publicações de Auxílio à Navegação**) editadas pela DHN, além de impressos para usos diversos.

O **Catálogo de Cartas e Publicações** é essencial para a seleção de todas as **Cartas Náuticas** e **Publicações de Auxílio à Navegação** que se deve ter a bordo para executar uma determinada travessia. É oportuno relembrar que, além das Cartas dos Portos de partida, escala e destino, e das demais Cartas a serem utilizadas na singradura, deve-se dispor a bordo das Cartas Náuticas de aproximação e do interior de todos os portos que possam servir como locais de arribada durante a execução da nossa derrota, para atender a situações inopinadas ou de emergência.

12.3 Carta 12.000 – Símbolos e Abreviaturas (INT 1)

Conforme visto, a **Carta Nº 12.000 – Símbolos, Abreviaturas e Termos Usados nas Cartas Náuticas Brasileiras** – é, na realidade, uma publicação, cuja utilização é essencial para interpretar corretamente todas as informações contidas nas **Cartas Náuticas** editadas pela DHN.

Figura 12.1 - Catálogo de Cartas e Publicações

Os **Símbolos, Abreviaturas e Termos usados nas Cartas Náuticas** são apresentados na **Carta Nº 12.000**, em português e inglês, em seções específicas, nomeadas de IA até IX, a seguir mencionadas:

GENERALIDADES

- IA Número da Carta, Título e Informações Marginais
 IB Posições, Distâncias, Marcações e Rosa do Ventos

TOPOGRAFIA

- IC Acidentes Naturais
 ID Edificações
 IE Pontos de Referência
 IF Portos
 IG Termos Topográficos

HIDROGRAFIA

- IH Marés e Correntes
 II Profundidades
 IJ Natureza do Fundo
 IK Rochas, Cascos Soçobrados e Obstruções
 IL Instalações “Offshore”
 IM Rotas e Derrotas
 IN Áreas e Limites
 IO Termos Hidrográficos

AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO E SERVIÇOS

- IP Luzes
 IQ Bóias e Balizas
 IR Sinais de Cerração
 IS Sistemas de Posicionamento Eletrônico
 IT Serviços de Apoio
 IU Recursos portuários para pequenas embarcações

ÍNDICES ALFABÉTICOS

- IV Índice de Abreviaturas
 IW Abreviaturas internacionais
 IX Índice

GENERAL

- IA Chart Number, Title, Marginal Notes
 IB Positions, Distances, Directions, Compass

TOPOGRAPHY

- IC Natural Features
 ID Cultural Features
 IE Landmarks
 IF Ports
 IG Topographic Terms

HYDROGRAPHY

- IH Tides, Currents
 II Depths
 IJ Nature of the Seabed
 IK Rocks, Wrecks, Obstructions
 IL Offshore Installations
 IM Tracks, Routes
 IN Areas, Limits
 IO Hydrographic Terms

NAVIGATIONAL AIDS AND SERVICES

- IP Lights
 IQ Buoys, Beacons
 IR Fog Signals
 IS Radar, Radio, Electronic Position-Fixing Systems
 IT Services
 IU Small Craft Facilities

ALPHABETICAL INDEXES

- IV Index of Abbreviations
 IW International Abbreviations
 IX General Index

Existe, ainda, na Carta 12.000 uma Introdução, que contém várias informações úteis ao navegante, relacionadas com as Cartas Náuticas.

A Carta 12.000 não necessita ser decorada. Ela é um documento de consulta. Sempre que necessário, deve-se recorrer a ela para conhecer o significado de um símbolo ou abreviatura representado em uma carta náutica brasileira. Habitue-se a consultá-la.

12.4 AVISOS AOS NAVEGANTES

12.4.1 INTRODUÇÃO

Conforme já mencionado, as **Cartas Náuticas** e as **Publicações de Auxílio à Navegação**, que têm como propósito contribuir para a segurança da navegação, só podem, de fato, inspirar confiança e prestar um real auxílio ao navegante quando são mantidas permanentemente **atualizadas**. Os **Avisos aos Navegantes** são os meios utilizados para atualização das **Cartas e Publicações Náuticas**.

Avisos aos Navegantes são informações sobre alterações verificadas que interessam à navegação na costa, rios, lagos e lagoas navegáveis, divulgadas para alertar os navegantes e permitir atualização das Cartas e Publicações Náuticas.

Conforme o modo de difusão e as características das alterações que irão introduzir, são classificados em **Avisos Rádio**, **Avisos Preliminares** e **Avisos Permanentes**.

As informações sobre alterações que afetam a segurança da navegação chegam aos navegantes pela transmissão via rádio de **Avisos–Rádio** (conforme especificado na **Lista de Auxílios–Rádio**), pela edição do **Resumo Semanal de Avisos aos Navegantes** e pela publicação no **Folheto Quinzenal de Avisos aos Navegantes**, que é uma das **Publicações de Auxílio à Navegação** editadas pela DHN.

Os Avisos de natureza **urgente**, tais como o apagamento temporário e o restabelecimento de faróis ou faroletes, características irregulares de luzes, bóias retiradas, recolocadas ou fora de posição, derrelitos encontrados e áreas interditadas à navegação, são preparados na DHN, imediatamente após o recebimento da comunicação, e irradiados pela Estação Rádio da Marinha no Rio de Janeiro e pelas demais Estações Radiotelegráficas Costeiras.

Desta forma, **Avisos–Rádio** são aqueles que contêm informações que, devido à urgência com que se deseja que cheguem ao conhecimento dos navegantes, são transmitidos via rádio. Em função da região em que a alteração ocorre e do tipo da navegação a que irá primordialmente interessar, os **Avisos–Rádio** são classificados em **Avisos de Área**, **Avisos Costeiros** e **Avisos Locais**.

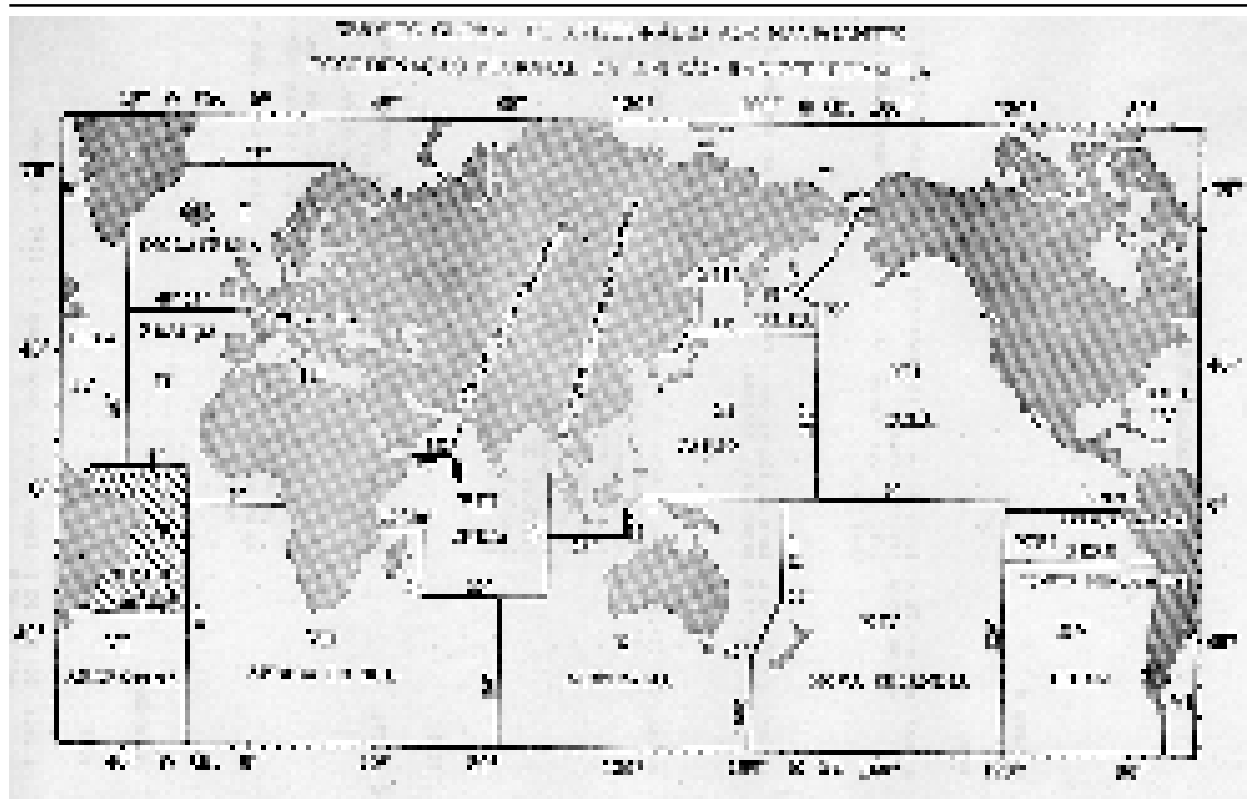
Avisos de Área – referem-se à área oceânica sob a responsabilidade do Brasil no Serviço Global de Avisos–Rádio aos Navegantes e contêm informações cuja divulgação é fundamental para a **navegação de longo curso**. Neste tipo estão incluídos todos os avisos cujas alterações se verificam na **ÁREA V** do mapa da Figura 12.2, acrescida de uma faixa de superposição de 700 milhas para as áreas vizinhas (II, IV, VI e VII) até o local de recebimento do práctico para entrada nos portos. Estes Avisos, ao serem irradiados, serão precedidos da expressão **NAVAREA** seguida do algarismo identificador do país de origem e, em seguida, do número de ordem do Aviso–Rádio brasileiro.

O Serviço Global de Avisos–Rádio aos Navegantes (SGARN) é um serviço mundial coordenado para a difusão por rádio de informações referentes a perigos à navegação suscetíveis de representarem um risco para a navegação internacional.

O principal propósito do serviço é a difusão, por rádio, das informações de interesse aos navegantes em rotas oceânicas, tais como: avarias ou alterações nos auxílios à navegação, navios afundados ou perigos naturais recentemente descobertos nas principais rotas de navegação ou nas suas proximidades, ou nas rotas de aterragem e aproximação aos principais

portos, áreas onde estão em curso ações de busca e salvamento, de combate anti-poluição, lançamento de cabos submarinos ou outras atividades sub-aquáticas tais como: exploração e exploração de petróleo no mar, objetos à deriva e interdição de áreas.

Figura 12.2 - Serviço Global de Avisos-Rádio aos Navegantes



Para operacionalizar o sistema, o mundo foi dividido em 16 áreas chamadas NAVAREA (ver Figura 12.2). No interior de cada uma destas NAVAREAS, uma autoridade nacional, designada como coordenador de área, está encarregada da coordenação e difusão dos avisos. Os coordenadores nacionais dos estados costeiros de uma NAVAREA estão encarregados de recolher e transmitir a informação ao coordenador de área.

Os coordenadores têm, também, a seu cargo a troca de informações com outros coordenadores, incluindo as que serão posteriormente promulgadas pelas autoridades cartográficas nos Avisos aos Navegantes.

A língua utilizada nos avisos é o **inglês**, podendo também ser transmitidos em uma ou mais línguas oficiais da ONU.

Os horários das radiodifusões são dados em anexo à publicação “Nomenclatura das Estações de Radiodeterminação e das Estações Efetuando Serviços Especiais” – Volume II – publicada pela União Internacional de Telecomunicações, e nas publicações **Listas de Auxílios-Rádio** editadas pelos diversos serviços hidrográficos nacionais. Em regra, as emissões ocorrem freqüentemente durante um dia, para que, pelo menos uma vez, coincidam com um período de escuta-rádio normal; as informações são repetidas em diferentes freqüências até que o perigo tenha sido eliminado ou seja publicado nos “Avisos aos Navegantes”, sob a forma de Aviso Temporário, Preliminar ou Permanente.

O Brasil, conforme citado, é o coordenador da **ÁREA V** do Serviço Global de Avisos-Rádio aos Navegantes.

Avisos Costeiros – cobrem as informações que interessam à navegação de cabotagem.

Avisos Locais – são referentes às alterações havidas no interior de portos, seus canais de acesso e em vias navegáveis onde, normalmente, os navios somente navegam com auxílio de práticos locais.

Aviso Temporário – é aquele que se refere a alterações, nas Cartas Náuticas, de natureza transitória.

Aviso Preliminar – é aquele que se destina a anunciar antecipadamente alterações de qualquer natureza nas Cartas Náuticas, que serão objeto de Avisos Permanentes.

Aviso Permanente – é aquele que introduz alterações definitivas nas Cartas Náuticas e Publicações de Auxílio à Navegação.

Aviso Permanente Especial – é aquele que, embora não altere as Cartas Náuticas, se destina a divulgar informações gerais importantes para os navegantes. São divulgados em sua totalidade somente no Folheto Nº1 de Avisos aos Navegantes, sendo válidos para o ano inteiro.

Um **Aviso Permanente Especial (APE)** pode ser divulgado normalmente em qualquer folheto, na parte VIII, sempre que surgir a necessidade, vindo o mesmo a ser incluído na relação total do próximo Folheto Nº1 a ser editado.

O **Folheto Quinzenal de Avisos aos Navegantes** é editado pela DHN em português, com um anexo em inglês, e contém os **Avisos– Rádio em vigor**, os **Avisos Temporários, Preliminares e Permanentes da quinzena** e os **Avisos Temporários e Preliminares anteriormente publicados e que continuam em vigor**.

O anexo em inglês publica apenas os **Avisos–Rádio de Área em vigor** e os **Avisos Temporários, Preliminares e Permanentes da quinzena**.

12.4.2 ORGANIZAÇÃO DO FOLHETO QUINZENAL DE AVISOS AOS NAVEGANTES

O folheto é dividido em 9 partes. A **PARTE I** fornece **informações gerais** de interesse do navegante, abordando os seguintes assuntos:

NUMERAÇÃO DOS AVISOS AOS NAVEGANTES

Os Avisos–Rádio são numerados em ordem seqüencial anual, por classificação, como se segue:

Avisos de Área (NAVAREA)	de 0001 a 3999;
Avisos Costeiros	de 4001 a 6999 e
Avisos Locais	de 7001 em diante

São, ainda, precedidos de letra significativa da região ou área de interesse abrangida pela informação, como se segue: **N** – Costa Norte (da Baía do Oiapoque ao Cabo Calcanhar), **E** – Costa Leste (do Cabo Calcanhar ao Cabo Frio), **S** – Costa Sul (do Cabo Frio ao Arroio Chuí), **P** – Lagoa dos Patos, **A** – Bacia Amazônica, **I** – Rio Paraguai, **T** – área estrangeira e **G** – informações de regiões que abranjam mais de uma área ou que sejam de interesse geral, não específico de uma determinada região.

Os **Avisos Temporários (T)**, **Preliminares (P)** e **Permanentes** são numerados em ordem seqüencial única e anual, sendo também precedidos de letra significativa da região ou área de interesse abrangida pela informação, como descritas no parágrafo anterior.

Os **Avisos Permanentes Especiais (APE)**, embora também sejam numerados em ordem seqüencial única e anual, recebem essa numeração à parte da citada no parágrafo anterior, ou seja, possuem uma numeração própria, precedida da abreviatura “**APE**”.

DIVULGAÇÃO DE AVISOS-RÁDIO

Os **Avisos de Interdição de Área** são sempre classificados como **NAVAREA** e divulgados com cinco dias de antecedência em relação à data de início da interdição, sendo repetidos diariamente até o término da interdição. Os demais **Avisos de Área, Costeiros e Locais** são transmitidos durante um dia (três transmissões consecutivas), com exceção daqueles mais importantes, que afetam diretamente a segurança da navegação, que são irradiados diariamente até os seus cancelamentos.

Os **Avisos de Área**, após serem transmitidos durante um dia, passam a ser divulgados de quatro em quatro dias, por um período de seis semanas, enquanto permanecerem em vigor. Caso ainda continuem em vigor, após decorridas as seis semanas, permanecem apenas constando do Folheto de Avisos aos Navegantes, **Seção II, Avisos-Rádio**, deixando, definitivamente, de ser divulgados via rádio.

Além das transmissões previstas na publicação “**Lista de Auxílios-Rádio**”, deve estar disponível para os navegantes nas Capitânicas dos Portos a “Relação Diária Principal de Avisos-Rádio”, contendo todos os Avisos transmitidos no período de 24 horas que antecede a sua elaboração.

Ademais, os navios que necessitam receber quaisquer **Avisos-Rádio** fora do horário normal de transmissão podem solicitar suas irradiações às Estações Costeiras da EMBRA-TEL constantes do Apêndice V-2 da publicação “Lista de Auxílios-Rádio”, que os retransmitem gratuitamente.

RECOMENDAÇÕES SOBRE SEGURANÇA DA NAVEGAÇÃO

O Folheto de Avisos aos Navegantes apresenta as seguintes recomendações sobre segurança da navegação:

- a. Recomenda-se aos navegantes que façam uso sistemático das Publicações de Auxílio à Navegação, em suas últimas edições corrigidas e atualizadas.
- b. Tudo o que se refere a faróis, balizamentos luminosos e sinais de cerração deve ser consultado na Lista de Faróis.
- c. Tudo o que se refere a auxílios-rádio à navegação marítima deve ser consultado na “Lista de Auxílios-Rádio”.
- d. Tudo o que se refere a informações gerais, tais como descrição da costa, informações sobre demanda dos portos e fundeadouros, perigos, profundidades em barras e canais, informações meteorológicas, recursos de portos, etc., deve ser consultado no Roteiro.
- e. Tudo o que se refere a regras de navegação a serem seguidas, luzes e marcas diurnas exibidas por navios e embarcações e sinais sonoros sob visibilidade restrita adotados pelos navegantes, deve ser consultado na publicação Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar (RIPEAM), editado pela Diretoria de Portos e Costas (DPC), do Ministério da Marinha.
- f. Os Avisos aos Navegantes posteriores a cada último folheto devem, também, ser consultados.

- g. É insistentemente recomendado aos navegantes lerem com atenção as advertências sobre o uso das Cartas Náuticas e Publicações de Auxílio à Navegação, contidas na Introdução e no Capítulo I do Roteiro.

CORREÇÕES EM CARTAS NÁUTICAS

Os navegantes, ao atualizarem suas Cartas Náuticas, deverão sempre verificar todos os Avisos Temporários, Preliminares e Permanentes, independentemente da divisão por regiões. Consta do início da **PARTE III** de todos os Folhetos de Avisos aos Navegantes uma “Relação Numérica das Cartas Afetadas pelos Avisos novos”.

A partir do início de 1989, a Diretoria de Hidrografia e Navegação encerrou as atividades de correção de documentos náuticos, passando a fornecê-los acompanhados dos respectivos textos de Avisos aos Navegantes Permanentes, que os alteram, ficando a cargo dos usuários a introdução das correções correspondentes.

A Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar, 1974 (SOLAS – 1974) determina que “todos os navios deverão dispor de cartas, roteiros, lista de faróis, avisos aos navegantes, tábuas das marés e todas as outras publicações náuticas necessárias, adequadas e **atualizadas**, para a viagem pretendida”.

REFERÊNCIAS DAS INFORMAÇÕES DADAS NOS AVISOS AOS NAVEGANTES

As marcações são verdadeiras, de 000° a 360°, tomadas do largo, no sentido do movimento dos ponteiros do relógio, quando referentes a setores de visibilidade de faróis, direções de luzes de alinhamento, de objetos conspícuos e de direções indicadoras de perigos. Quando, nas descrições de perigos, suas posições forem informadas por uma distância e uma marcação, estas serão dadas a partir do ponto estabelecido como referência.

COLABORAÇÃO DOS NAVEGANTES

A Diretoria de Hidrografia e Navegação solicita aos navegantes:

- que informem a descoberta ou suspeita de novos perigos ou qualquer irregularidade observada na sinalização náutica, por meio da estação radio–telegráfica costeira mais próxima, com o endereço **NAVEMAR, TLX** nº 02134043;
- que façam observações meteorológicas no mar a qualquer distância da costa, efetuando o registro no modelo **DHN–5934** – Registro Meteorológico **FM 12–VII SYNOP–FM 13–VII SHIP** e o envio de mensagem meteorológica **SHIP** modelo **DHN–5938** – Mensagem **FM 13–VII SHIP** para a estação costeira mais próxima, com o endereço **OBS METEO–RIO**; e
- que forneçam informações para o cálculo do coeficiente de transparência atmosférica, preenchendo o modelo **DHN–5822** e enviando-o de acordo com a instrução contida no mesmo.
- as mensagens com os endereços **NAVEMAR E OBS METEO–RIO** são gratuitas.
- os modelos **DHN–5934, DHN–5938 e DHN–5822** são obtidos gratuitamente nas Unidades de Assessoramento Meteorológico (**UAM**), situadas nos cais dos portos dos Rio de Janeiro e de Santos, e nos Postos de Vendas de Cartas e Publicações Náuticas da Capitania dos Portos do Estado de São Paulo, em Santos, e no Serviço de Sinalização Náutica do Nordeste, em Recife, PE.

DISTRIBUIÇÃO DO FOLHETO

O **Folheto de Avisos aos Navegantes** é distribuído gratuitamente, podendo ser encontrado nas Capitanias e Delegacias dos Portos do Brasil, nos Serviços de Sinalização Náutica sediados em Santana, Belém, São Luiz, Recife, Salvador, Ladário e Rio Grande; no Departamento de Serviços aos Usuários da DHN, rua Barão de Jaceguay s/n, Ponta da Armação, Niterói; nas Unidades de Assessoramento Meteorológico, situadas no cais do porto do Rio de Janeiro e de Santos e nos Agentes e Postos de Venda de Cartas e Publicações Náuticas de algumas cidades brasileiras, cujos endereços encontram-se listados no final de cada folheto.

CANCELAMENTO AUTOMÁTICO DE AVISO TEMPORÁRIO

Alguns Avisos Temporários são automaticamente cancelados a partir da data–hora especificada nos textos dos próprios Avisos.

CARTAS NÁUTICAS COM “DATUM” DIFERENTES

O navegante deve ter atenção para a existência de cartas contíguas e/ou do mesmo trecho com escalas diferentes e referidas a “datum” diferentes. Nesses casos, recomenda-se, para plotagem da posição, quando da mudança de carta, a utilização de pontos de terra como referência.

A informação sobre o “datum” utilizado consta do título das Cartas Náuticas.

A **PARTE II** do folheto apresenta os **Avisos–Rádio** em vigor, divididos em **Avisos de Área** (NAVAREA V), **Avisos Costeiros** e **Avisos Locais**, para a **Costa Norte, Costa Leste e Costa Sul** do Brasil. Inclui, também, os **Avisos Locais** da **Lagoa dos Patos e Bacia Amazônica** e informações para conhecimento geral, como, por exemplo, novos horários e frequências para transmissão de **Avisos aos Navegantes** ou **Informações Meteorológicas** pelas Estações Costeiras e posições atualizadas das plataformas de perfuração submarina.

A **PARTE III** do folheto inicia-se com uma relação numérica das cartas afetadas pelos Avisos aos Navegantes. Em seguida, apresenta os **Avisos Temporários (T)** e **Avisos Preliminares (P)** em vigor e os **Avisos Permanentes** da quinzena, na sequência: Costa Norte, Costa Leste, Costa Sul, Lagoa dos Patos, Bacia Amazônica e Rio Paraguai.

Fazem parte, ainda, do Folheto as alterações referentes à **Lista de Faróis, Lista de Auxílios–Rádio, Roteiros** e outras publicações, assim como a maneira de efetuar essas correções (**PARTES IV, V, VI e VII**, respectivamente). As alterações às publicações podem ser correções para serem feitas manuscritas ou folhas de alterações, para substituição na publicação.

A **PARTE VIII** do Folheto apresenta os **Avisos Permanentes Especiais (APE)**.

Conforme visto, no **Folheto Nº1 de Avisos aos Navegantes** de cada ano são publicados os textos completos dos Avisos Permanentes Especiais (APE), válidos para o ano inteiro.

Os APE cobrem diversos assuntos, tais como:

- Definição do Mar Territorial Brasileiro;
- Zonas de Segurança em torno das instalações “offshore”;

- Sinalização de plataformas de exploração e exploração de petróleo no mar;
- Áreas marítimas de exercício da MB e FAB;
- Situação de Sistemas de Radionavegação (OMEGA, LORAN) e de Navegação por Satélites (TRANSIT, GPS);
- Transmissão de Avisos aos Navegantes pelo Sistema “NAVTEX”;
- Penalidades para o lançamento de óleo e detritos nas águas jurisdicionais brasileiras;
- Informações sobre o Serviço Global de Avisos–Rádio aos Navegantes (Avisos–Rádio de Área – NAVAREA); e
- Zonas de Praticagem obrigatória e facultativa.

As informações sobre novas Cartas ou Publicações Náuticas, novas edições de cartas e publicações já existentes e reimpressões são divulgadas na **PARTE IX – NOTÍCIAS DIVERSAS** do Folheto de Avisos aos Navegantes.

12.5 ROTEIRO

O **Roteiro** (publicação DH1) é uma publicação que contém as informações úteis ao navegante com relação à descrição da costa, demanda de portos e fundeadouros, perigos, profundidades em barras e canais, recursos em portos, balizamento, condições meteorológicas predominantes, correntes e marés observadas, etc. A publicação é dividida em três volumes cada um focalizando determinado trecho da costa, como mostrado a seguir:

Costa Norte – Da Baía do Oiapoque ao Cabo Calcanhar, inclusive o Rio Amazonas e seus afluentes navegáveis e o Rio Pará.

Costa Leste – Do Cabo Calcanhar ao Cabo Frio, incluindo o Atol das Rocas, o Arquipélago de Fernando de Noronha, os Penedos de São Pedro e São Paulo e as ilhas da Trindade e Martin Vaz.

Costa Sul – Do Cabo Frio ao Arroio Chuí, inclusive as lagoas dos Patos e Mirim.

Além de adotada no **Roteiro**, esta **divisão da costa brasileira** também é utilizada nas Cartas Náuticas e nas outras **Publicações de Auxílio à Navegação**.

Na **Introdução** e no Capítulo I – **Informações Gerais**, o Roteiro fornece aos navegantes informações muito importantes para a segurança da navegação e recomendações práticas de grande interesse, sobre Cartas Náuticas e sua utilização, sinalização náutica, navegação costeira e de aterragem, Avisos aos Navegantes, auxílios–rádio à navegação, praticagem, busca e salvamento, serviços de alfândega e saúde e regulamentos (Mar Territorial, pesca, pesquisa, poluição, etc.).

O Capítulo II contém informações gerais sobre o Brasil, incluindo resumo histórico, organização administrativa, pesos e medidas, hora legal, hora de verão e fusos horários, aspectos físicos, meteorologia (clima, ventos, massas de ar e frentes), oceanografia e principais portos, terminais e serviços portuários.

Os Capítulos I e II são comuns a todos os volumes do Roteiro.

Os Capítulos seguintes abrangem trechos significativos da costa, sendo subdivididos em seções, que contêm:

- conformação e descrição da costa;
- pontos característicos do trecho (cabos, pontas, portos e terminais, canais, baías e enseadas, pontos notáveis à navegação, etc.);
- perigos as largo;
- fundeadouros;
- ventos e correntes oceânicas predominantes;
- descrição do acesso aos portos (reconhecimento e demanda, derrota aconselhada, pontos notáveis e auxílios à navegação no acesso e no interior do porto, perigos à navegação, fundeadouros e áreas de manobra, marés e correntes de maré, praticagem, normas de tráfego e permanência específicas para o porto); e
- recursos portuários.

O **Roteiro** apresenta, no final de cada volume, um Índice Alfabético de nomes geográficos citados no texto, que pode ser considerado como primeira aproximação para a organização de um índice geográfico completo da costa do Brasil.

Além disso, o **Roteiro** inclui como Apêndices **vistas da costa, fotografias panorâmicas e plantas** dos portos e terminais descritos (ver Figuras 12.3 e 12.4) e **tabelas de distâncias** do trecho abrangido.

Figura 12.3 - Roteiro - Costa Sul: Vista do porto de São Francisco do Sul

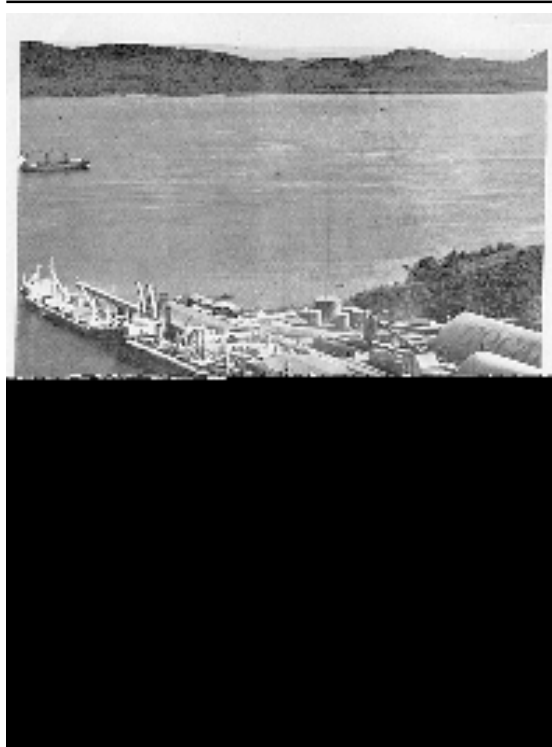
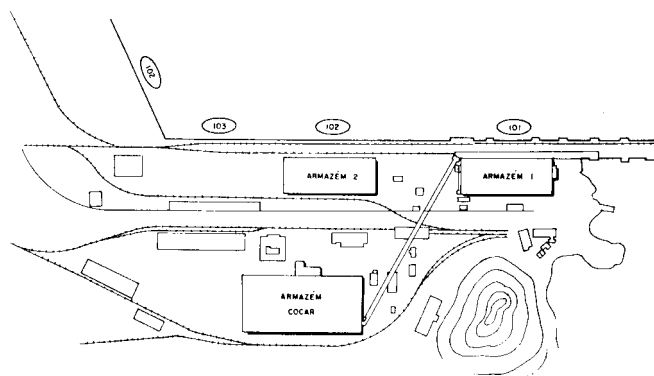


Figura 12.4 - Roteiro - Costa Sul: Planta do porto de São Francisco do Sul



Na prática, o **Roteiro** deve ser consultado sempre que se tem necessidade de conhecer, com detalhes, as informações contidas nas cartas. Ademais, antes das aterragens e demandas de portos, é boa norma fazer a leitura do **Roteiro**, acompanhando-a na carta, com o objetivo de determinar a melhor derrota a seguir, como reconhecer o porto e evitar perigos, escolher os melhores pontos para marcações, conhecer as marés, correntes e ventos predominantes, além do clima e condições de tempo normalmente reinantes.

Periodicamente, o **Roteiro** é revisto, do que resulta uma nova edição. Nos intervalos entre as edições, o **Roteiro** é mantido atualizado por **Avisos aos Navegantes** (publicados no Folheto Quinzenal de Avisos aos Navegantes – PARTE VI) e **Suplementos**. Esses últimos, quando publicados, contêm todas as correções de caráter permanente que afetam o **Roteiro**, divulgadas nos **Avisos**, posteriormente à data da última edição ou último **Suplemento**, além daquelas que, por sua pouca importância ou urgência, não foram publicadas nesses **Avisos**.

A DHN também publica um **Roteiro do Rio Paraguai** (publicação DH1–IV), descrevendo a navegação na referida hidrovia, desde a confluência com o Rio Paraná até o porto de Cáceres.

12.6 LISTA DE FARÓIS

O nome desta publicação, consagrado pela tradição, pode induzir ao erro, pois, embora originariamente fosse realmente apenas uma “**Lista de Faróis**” da costa, hoje apresenta todos os sinais luminosos das áreas cobertas pelas cartas da DHN, no território nacional e estrangeiro.

Relaciona, então, os **faróis, aerofaróis, faroletes, barcas-faróis, bóias luminosas e luzes particulares**, com todas as características que possam, direta ou indiretamente, ser úteis ao navegante. Não inclui bóias cegas e balizas, que são registradas na publicação **DH18 – Lista de Sinais Cegos**.

A **Lista de Faróis** (publicação **DH2**) divide a costa, como o Roteiro, em Costa Norte, Costa Leste e Costa Sul. Os detalhes sobre os sinais luminosos são dados em oito colunas, sendo cada uma encimada por um título, que discrimina a informação nela contida. A publicação possui, ainda, uma Introdução, onde encontram-se as explicações detalhadas de cada coluna do texto, além de outras informações úteis ao navegante, tal como a **Tabela de Alcance Geográfico** (em função da elevação da luz e da elevação do observador, ambas em metros, sobre o nível do mar), o **Diagrama para Cálculo de Alcance Luminoso** (em função da intensidade da luz e da visibilidade meteorológica, ou transparência atmosférica) e a descrição do Sistema de Balizamento Marítimo adotado no Brasil.

Recentemente, a **Lista de Faróis** passou a ser uma **publicação anual** da DHN, sendo a cada ano publicada uma nova edição, incorporando todas as alterações nos sinais luminosos ocorridas no ano anterior.

A **Lista de Faróis** será abordada novamente no Capítulo 13 – AUXÍLIOS VISUAIS À NAVEGAÇÃO.

12.7 LISTA DE AUXÍLIOS-RÁDIO

A publicação DH8 – **Lista de Auxílios-Rádio** tem por finalidade reunir, em um único volume, todas as informações importantes sobre os serviços-rádio de auxílio à navegação marítima existentes na costa do Brasil e sobre outros serviços- rádio úteis ao navegante no Atlântico Sul.

Cada capítulo trata de um tipo de serviço. Inicialmente, são dadas informações gerais sobre o assunto, em alguns casos com definições e princípios de funcionamento julgados

úteis para seu melhor entendimento; em seguida, são relacionadas, com suas características, as estações–rádio localizadas no Brasil, e algumas de outros países, que prestam aquele tipo de auxílio.

Um capítulo específico trata das radiocomunicações de perigo e segurança, reproduzindo os artigos pertinentes do Manual do Serviço Móvel Marítimo, publicado pela União Internacional de Telecomunicações (UIT), assim como códigos e abreviaturas usadas naquelas comunicações; relaciona, também, as estações costeiras que recebem chamadas de perigo e segurança.

O capítulo final aborda os sistemas de navegação eletrônica de longo alcance que podem ser utilizados na área marítima contígua à costa do Brasil.

A **Lista de Auxílios–Rádio** visa à complementação das publicações próprias dos serviços radiotelegráfico e radiotelefônico, nunca a sua substituição.

As correções e atualizações da Lista de Auxílios–Rádio são efetuadas do seguinte modo:

- O **Aviso–Rádio** divulga alterações temporárias dos auxílios–rádio relacionados na Lista que, por sua grande importância, devem ser conhecidas com urgência pelo navegante. Estas alterações, normalmente, são canceladas por outro **Aviso–Rádio**.
- O **Folheto Quinzenal de Avisos aos Navegantes** publica os Avisos–Rádio que continuam em vigor na data de sua publicação e, em sua **Parte V**, as correções permanentes ou atualizações que devem constar, de imediato, na publicação, por sua importância. Estas correções devem ser lançadas no texto, a tinta, ou coladas, e registradas na folha **Registros de Alterações**, de acordo com as instruções nela contidas.

O Folheto Quinzenal de Avisos aos Navegantes também pode distribuir folhas com grandes correções, para substituição ou inserção. Estas folhas registram o número e o ano do folheto que as divulgou, para controle dos utilizadores.

- O **Suplemento Anual** distribui folhas novas, com as alterações ocorridas após o último Suplemento, inclusive as folhas expedidas pelos Folhetos Quinzenais. Elas podem ser de dois tipos: folha substituta ou folha a ser inserida.

A folha substituta contém toda a matéria da folha a ser substituída, mais as correções publicadas nos Folhetos Quinzenais de Avisos aos Navegantes do período mencionado no Suplemento e outras ainda não divulgadas.

A folha a ser inserida contém matéria nova ou é utilizada quando há necessidade de ampliar o texto da página anterior.

Cada **Suplemento Anual** não repete a matéria contida nos Suplementos anteriores.

Os serviços–rádio de auxílio à navegação especificamente descritos na **Lista de Auxílios Rádio**, após o Capítulo 1 – **Introdução**, são os seguintes:

a. Radiogoniometria (Capítulo 2)

Este Capítulo descreve o **Radiogoniômetro** e seu uso (assunto detalhadamente estudado no Volume II deste Manual), correção da **marcação radiogoniométrica**, determinação e precisão da posição do navio pelo Radiogoniômetro. Em seguida, apresenta 4 relações:

Radiofaróis Marítimos localizados na costa do Brasil.

Para cada Radiofarol é informado (Figura 12.5):

- posição;
- frequência;
- tipo de emissão;
- potência;
- alcance, característica do sinal.

Figura 12.5 - Radiofaróis para navegação marítima da costa do Brasil (Extrato da Lista de Auxílios-Rádio)

<u>Lista de Auxílios - Rádio</u>	
RADIOFARÓIS PARA A NAVEGAÇÃO MARÍTIMA LOCALIZADOS NA COSTA DO BRASIL	
Todos os radiofaróis relacionados neste Apêndice possuem as seguintes características comuns: Horário de funcionamento: Contínuo. Natureza do serviço: Radiofarol para a navegação marítima. Setor de utilização: Radiofarol circular. Administração: Diretoria de Hidrografia e Navegação — Ministério da Marinha.	
2590.	Moela (NR) Lat. 24° 03'.06 S Long. 046° 15'.87 W <i>Frequência:</i> 305kHz. <i>Emissão:</i> A2A. <i>Potência:</i> 0,2 kw. <i>Alcance:</i> 300 M. <i>Característica do sinal:</i> NR (— . —.), com intervalo de 7,5 segundos.
2620.	Paranaguá (NX) Lat. 25°29'.67 S Long. 048° 19'.54 W <i>Frequência:</i> 320 kHz. <i>Emissão:</i> A2A. <i>Potência:</i> 0,2kw. <i>Alcance:</i> 300 M. <i>Característica do sinal:</i> NX (— . —. —), com intervalo de 7,5 segundos.
2690.	Santa Marta (SW) Lat. 28°36'.21 S Long. 048° 48'.72 W <i>Frequência:</i> 310 kHz. <i>Emissão:</i> A2A. <i>Potência:</i> 0,2 kw. <i>Alcance:</i> 300 M. <i>Característica do sinal:</i> SW (... — —), com intervalo de 7,5 segundos.
2730.	Tramandaí (FB) Lat. 30°00'.60 S Long. 050°08' 10 W <i>Frequência:</i> 300 kHz. <i>Emissão:</i> A2A. <i>Potência:</i> 0,2 kw. <i>Alcance:</i> 300 M. <i>Característica do sinal:</i> FB (..— . —.), com intervalo de 7,5 segundos.
2780.	Rio Grande (RG) Lat. 32°08'.94 S Long. 052° 06'.21 W <i>Frequência:</i> 290 kHz. <i>Emissão:</i> A2A. <i>Potência:</i> 0,2 kw. <i>Alcance:</i> 300 M. <i>Característica do sinal:</i> RG (— . — —), com intervalo de 7,5 segundos.
2790.	Chuí (UI) Lat. 33°44'.50 S Long. 053°22'.33 W <i>Frequência:</i> 312 kHz. <i>Emissão:</i> A2A. <i>Potência:</i> 0,2 kw. <i>Alcance:</i> 200 M. <i>Característica do sinal:</i> UI (..— ..), com intervalo de 7,5 segundos.

Além disso, a **Lista de Auxílios-Rádio** informa que todos os Radiofaróis Marítimos possuem as seguintes características comuns:

- horário de funcionamento: contínuo;
- setor de utilização: Radiofarol Circular (RC)

Radiofaróis para a Navegação Aérea localizados no litoral do Brasil;

Radiofaróis localizados em países estrangeiros, em áreas abrangidas pelas Cartas Náuticas Brasileiras; e

Estações de Radiodifusão Comercial em Ondas Médias localizadas no litoral do Brasil, que podem ser utilizadas para obtenção de **marcações radiogoniométricas** (com posição da antena, prefixo, horário de funcionamento e potência de transmissão).

b. Sinais Horários (Capítulo 3)

Apresenta informações sobre o Serviço da Hora e sobre as principais estações que transmitem sinais horários, no Brasil e em outros países. Para cada estação são dadas as características completas dos sinais horários transmitidos (Figura 12.6).

Figura 12.6 - Estações que transmitem Sinais Horários (Extrato da Lista de Auxílios-Rádio)

LISTA DE AUXÍLIOS - RÁDIO	
ESTAÇÕES QUE TRANSMITEM SINAIS HORÁRIOS	
3535	Observatório Nacional (PPEI) - Rio de Janeiro Lat. 22° 54' S Long. 043° 13' W <i>Frequência:</i> 8721 kHz. <i>Emissão:</i> A1A. <i>Potência:</i> 2kw. <i>Horários:</i> 0025 às 0030; 1125 às 1130; 1325 às 1330; 1925 às 1930 e 2325 às 2330. <i>Característica:</i> Pulsos de segundo durante os 5 minutos dos horários indicados. Os pulsos dos minutos são mais longos. DTU1 - Código CCIR: segundos marcados, enfatizados por pulsos dobrados.
3545	Rio Rádio (PPR) - Rio de Janeiro Lat. 22° 54' S Long. 043° 11' W <i>Frequências:</i> 4244, 4355, 8634, 12738, 16984, 22603 e 22670,5 kHz. <i>Emissão:</i> A1A. <i>Potência:</i> 2kw <i>Horários:</i> 0125 às 0130; 1425 às 1430 e 2125 às 2130. <i>Característica:</i> Pulsos de segundo durante os 5 minutos dos horários indicados. Os pulsos dos minutos são mais longos. DTU1 - Código CCIR: segundos marcados, enfatizados por pulsos dobrados.
3548	Rádio Relógio Federal (ZYJ-465) - Rio de Janeiro Lat. 22° 58' S Long. 043° 05' W <i>Frequências:</i> 580 e 4905 kHz. <i>Emissão:</i> A3E. <i>Potência:</i> 5kw. <i>Horário:</i> Contínuo <i>Característica:</i> Pulsos de segundo, com modulação de 1 kHz e anúncio da hora falada a cada minuto. Os pulsos dos segundos 58, 59 e 60 de cada minuto são caracterizados por uma maior duração. <i>Observação:</i> É uma emissora de radiodifusão particular que retransmite os sinais horários do Observatório Nacional do Rio de Janeiro, através de linha telefônica e/ou transmissão em VHF. Devido ao tempo de propagação até a torre transmissora, mais os atrasos em equipamentos, foi constatado um atraso na emissão de 500 ± 10 microssegundos. Recomenda-se que seja feita a correção deste valor em qualquer utilização de maior precisão dos sinais horários retransmitidos pela Rádio Relógio Federal.
3552	Serviço da Hora do Observatório Nacional (VHF1)(VHF2)-Rio de Janeiro Lat. 22° 54' S Long. 043° 13' W <i>Frequência:</i> A) 160,23 MHz (VHF-1). B) 171,13 MHz (VHF-2). <i>Emissão:</i> F3E. <i>Potência:</i> 25kw. <i>Horário:</i> Contínuo.

Os **sinais horários** são essenciais para conhecimento e controle dos erros dos cronômetros de bordo, permitindo obter a hora precisa das observações dos astros, elemento fundamental para a **navegação astronômica**, que será estudada no VOLUME II deste Manual.

c. **Serviços Radiometeorológicos (Capítulo 4)**

Apresenta informações sobre os serviços radiometeorológicos de apoio ao navegante, os limites das áreas marítimas de previsão do tempo sob a responsabilidade do Brasil e os dados das estações que transmitem METEOROMARINHA, previsão do tempo para áreas portuárias e cartas meteorológicas por fac-símile.

d. **Avisos aos Navegantes (Capítulo 5)**

Este Capítulo descreve os tipos de Avisos aos Navegantes e o Serviço Global de Avisos-Rádio aos Navegantes, fornece dados sobre divulgação de Avisos-Rádio no Brasil (inclusive na Bacia Amazônica e no Rio Paraguai) e informações detalhadas sobre as estações que transmitem **Avisos aos Navegantes** em nosso país e sobre as estações estrangeiras que transmitem **Avisos aos Navegantes** para áreas marítimas incluídas nas Cartas Náuticas brasileiras.

e. **Respondedor Radar – RACON (Capítulo 6)**

Apresenta informações sobre o princípio de funcionamento do **RACON** e uma relação com todas as **estações RACON** existentes na costa do Brasil.

Para cada **estação RACON** é informado:

- auxílio à navegação onde está instalado o RACON;
- característica do sinal;
- bandas de frequência; e
- alcance.

O **RACON** é estudado com detalhes no Capítulo 14 deste Manual (Navegação Radar).

f. **Comunicação de perigo e segurança (Capítulo 7)**

Este Capítulo, conforme já mencionado, reproduz trechos de publicações da UIT sobre comunicações de perigo e segurança.

g. **Apoio Costeiro (Capítulo 8)**

Apresenta informações sobre as seguintes redes de estações– rádio que prestam serviços de radiocomunicações em apoio ao navegante:

- Rede Nacional de Estações Costeiras (RENEC), operada pela EMBRATEL;
- Rede Costeira de Apoio ao Iatismo, constituída pelas estações pertencentes aos Iates Clubes.

h. **Sistemas de Navegação Eletrônica (Capítulo 9):**

Este Capítulo fornece informações sobre os sistemas de navegação eletrônica de longo alcance que podem ser utilizados na costa do Brasil, abordando os sistemas **OMEGA**, **TRANSIT** (“Navy Navigation Satellite System”) e **GPS** (“Global Positioning System”).

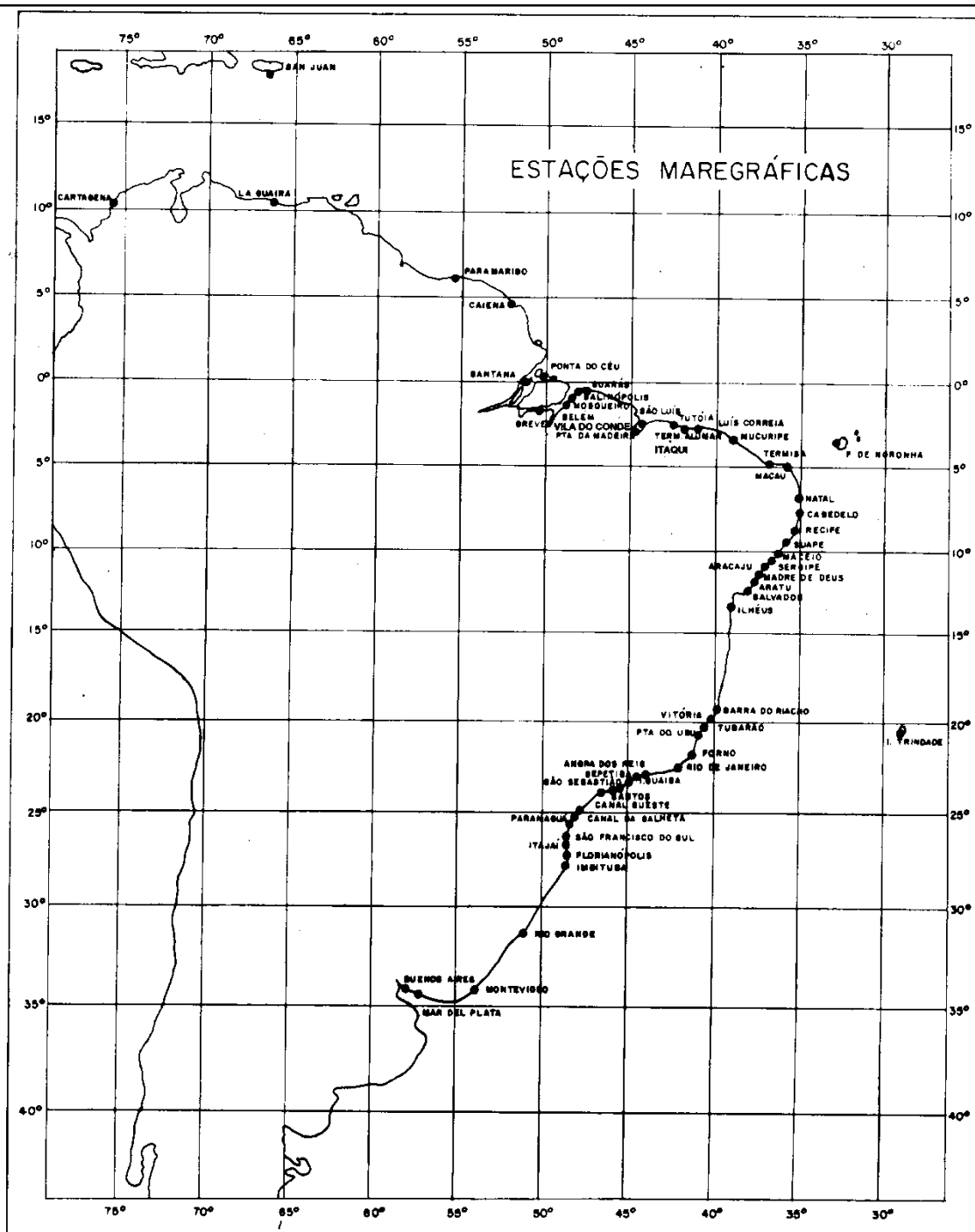
12.8 TÁBUAS DAS MARÉS E CARTAS DE CORRENTES DE MARÉ

A publicação anual DG6 **Tábua das Marés** fornece a **previsão de marés** para os portos nacionais e estrangeiros mostrados na Figura 12.7.

Os folhetos denominados **Cartas de Correntes de Maré** apresentam os elementos da corrente de maré para diversos locais da costa brasileira.

Ambas as publicações já foram devidamente estudadas, no Capítulo 10.

Figura 12.7 - Portos nacionais e estrangeiros cuja previsão de marés consta da publicação DG 6 - Tábuas das Marés



12.9 CARTAS PILOTO

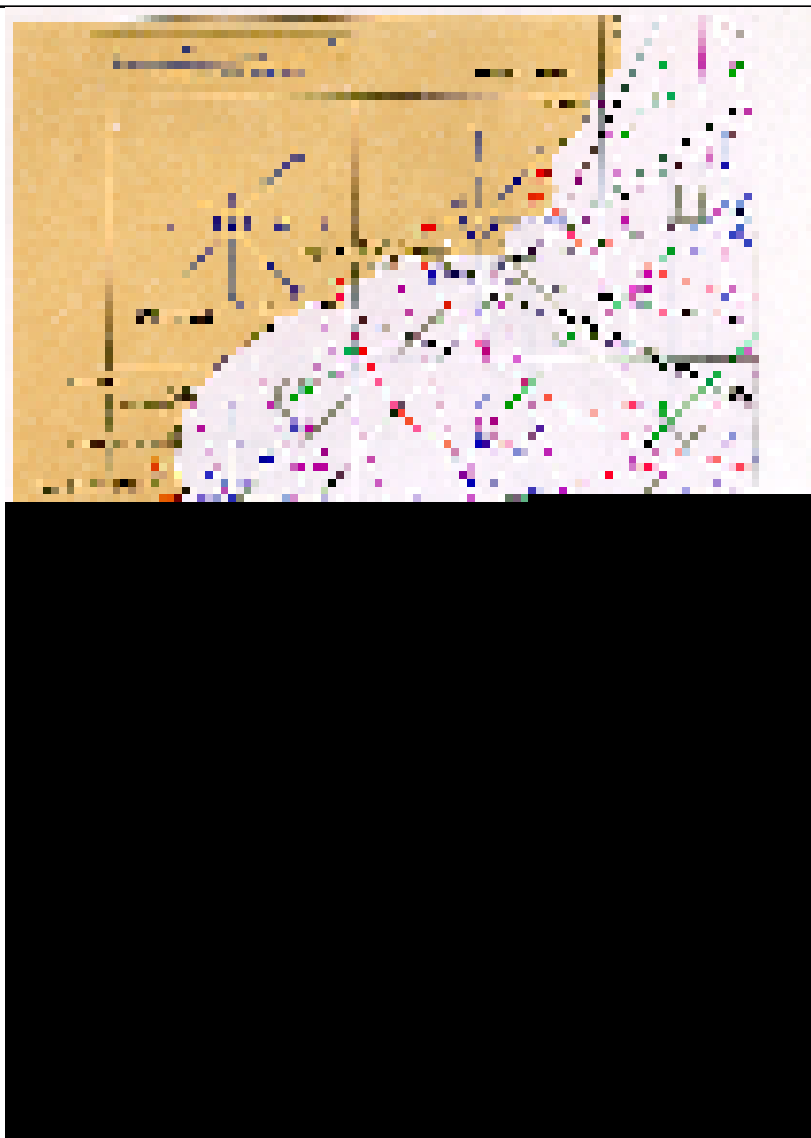
As **Cartas Piloto**, já mencionadas no Capítulo 10, apresentam informações meteorológicas e oceanográficas de fundamental importância para o navegante, tanto na fase de **planejamento**, como na de **execução da derrota**.

A DHN publica um **Atlas de Cartas Piloto para o Oceano Atlântico** (2ª Edição – Dezembro/1993), abrangendo, no sentido N–S, o trecho de **Trinidad ao Rio da Prata** e, no sentido E–W, o trecho desde o **litoral da América do Sul até o meridiano de 020°W**.

O **Atlas de Cartas Piloto** é constituído por 12 cartas, na Projeção de Mercator, escala 1:10.000.000, sendo uma para cada mês do ano. Para a navegação, as principais informações das **Cartas Piloto** referem-se a **ventos e correntes marítimas**. Entretanto, as cartas apresentam, ainda, informações sobre **declinação magnética** (mostrando **linhas isogônicas** e linhas de mesma **variação anual** da declinação), **temperatura do ar e temperatura da água do mar**. Ademais, no verso das **Cartas Piloto** constam, também, informações sobre **nevoeiro, visibilidade, temperatura, vento médio** e ocorrência de **ventos fortes** nos principais portos e ilhas do Brasil.

A Figura 12.8 mostra um trecho da **Carta Piloto** para o mês de MARÇO, expressando as condições médias para este mês.

Figura 12.8 - Extrato do Atlas de Cartas Piloto



Em azul são apresentadas as informações sobre **VENTOS**. Para os diversos locais onde aparecem representadas, as **rosas dos ventos** indicam, em percentagens, as direções de onde sopram os ventos e, na **escala BEAUFORT** (Figura 12.9), a velocidade média no mês, por octante.

Figura 12.9 - Escala Beaufort

Designação Beaufort	Velocidade em nós	Aspecto do mar
0 — Calmaria	< 1	Espelhado.
1 — Bafagem	1 a 3	Mar encrespado em pequenas rugas com aparência de escamas, sem cristas.
2 — Aragem	4 a 6	Ligeiras ondulações curtas, de 30 cm de altura, com cristas vidradas, mas sem arrebatentação.
3 — Fraco	7 a 10	Grandes ondulações de 60 cm, com principio de arrebatentação. Alguns carneiros.
4 — Moderado	11 a 16	Pequenas vagas, 1,50 m, com frequentes carneiros.
5 — Fresco	17 a 21	Vagas moderadas, de forma longa e 2,40 m de altura. Muitos carneiros. Possibilidades de alguns borrifos.
6 — Muito fresco	22 a 27	Grandes vagas de 3,60 m de altura. Muitas cristas brancas. Frequentes borrifos.
7 — Forte	28 a 33	Mar grosso; vagas de 4,80 m de altura. A espuma da arrebatentação se dispõe em estrias, indicando a direção do vento. Muitos borrifos.
8 — Muito forte	34 a 40	Vagalhões regulares de 5,60 a 7,50 m com faixas espessas e espuma branca e franca arrebatentação.
9 — Duro	41 a 47	Vagalhões de 7,00 m a 10,00 m com faixas de espuma densa. O mar rola. A visibilidade começa a ser afetada.
10 — Muito duro	48 a 55	Grandes vagalhões de 9 a 12 m. O vento arranca as faixas de espuma, arrebatentando as vagas em cascata. Visibilidade reduzida. A superfície do mar é quase toda coberta de estrias brancas.
11 — Tempestuoso	56 a 63	Vagalhões excepcionalmente grandes, até 16,00 m. A visibilidade é afetada. Os navios de tamanho médio desaparecem no cavado das vagas.
12 — Furacão	64 e acima	Mar branco de espuma; respingos saturam o ar. A visibilidade é seriamente afetada.

A percentagem de ocorrência de ventos em determinada direção, quando não indicada diretamente, pode ser determinada comparando-se o comprimento da seta, medida a partir da circunferência, com a ESCALA PERCENTUAL DE VENTOS, representada na Figura 12.8.

O número de “penas”, na extremidade das setas, indica a força média dos ventos, na **escala BEAUFORT**.

No centro das **rosas dos ventos**, inscritas em uma circunferência, estão indicadas as percentagens de ocorrência de **calmarias**.

Exemplo: no mês de **março**, na costa do Estado de Santa Catarina, os **ventos** são os seguintes (ver Figura 12.8):

NORDESTE	30% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 3 (BEAUFORT) 7 A 10 NÓS
NORTE	19% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 3
SUL	16% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 4 – 11 A 16 NÓS
LESTE	12% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 3
SUDESTE	10% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 3
SUDOESTE	6% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 3
NOROESTE	3% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 3
OESTE	2% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 3
CALMARIA	2% DE FREQUÊNCIA	

As percentagens de ventos não indicadas diretamente na Carta Piloto foram obtidas na **ESCALA PERCENTUAL DE VENTOS**.

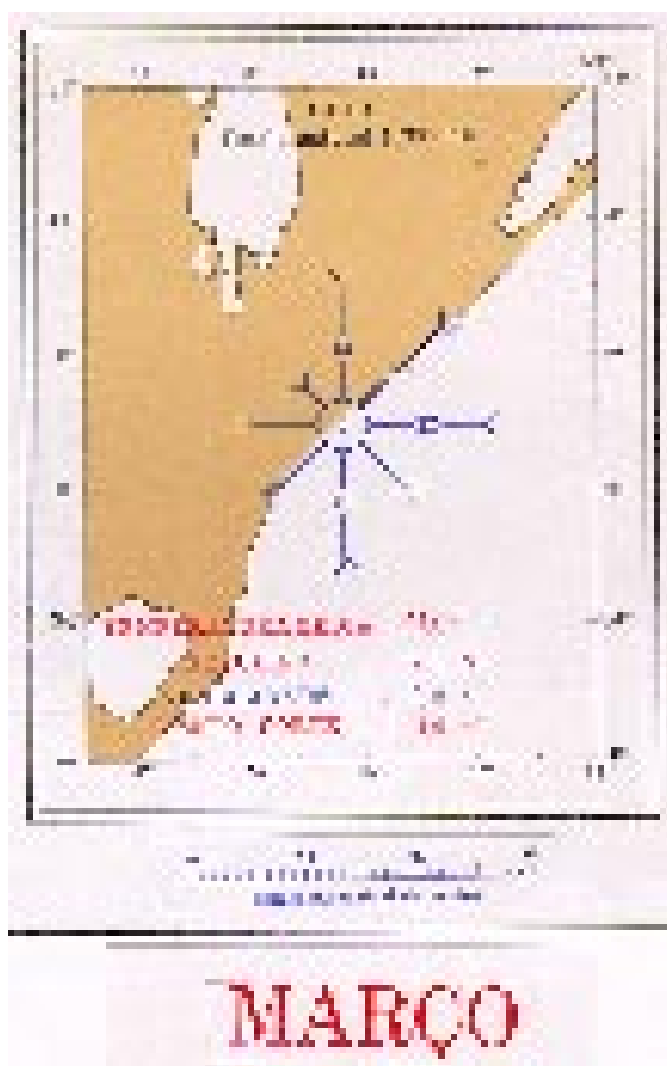
As **CORRENTES** são representadas em **verde**. As **setas** indicam a **direção predominante** e os **números** a **velocidade média**, em nós, das correntes marítimas à superfície. Na Figura 12.8, por exemplo, pode-se afirmar que, no mês de **março**, a **corrente** ao largo de Santos **flui para SW** (no **Rumo 240°**), com **velocidade média** de 0.9 nós.

Em **linhas cheias encarnadas** são apresentadas as **isotermas**, que indicam, em graus Celsius, a **temperatura da água do mar na superfície**. Pode-se dizer, por exemplo, que, no mês de **março**, a **temperatura média da água do mar na superfície** na altura da Ilha de São Sebastião é de 26°C (ver Figura 12.8).

Em **linhas tracejadas encarnadas** são representadas as **isotermas** que indicam, em graus Celsius, a **temperatura do ar à superfície**. A Figura 12.8 nos indica que, no mês de **março**, a **temperatura média do ar à superfície** em Florianópolis é de 25°C.

Em **linhas cheias** representadas em **roxo** são plotadas nas Cartas Piloto as **linhas isogônicas** (de mesmo valor de **declinação magnética**) para o ano de 1990 (na 2ª Edição do Atlas das Cartas Piloto). As linhas unindo pontos de mesma **variação anual de declinação** são representadas por **linhas tracejadas**, também em **roxo**. A Figura 12.8, por exemplo, nos indica que a **declinação magnética** para 1990 no Rio de Janeiro é de 20°W e sua **variação anual** cerca de + 6'.

Figura 12.10 -



Conforme citado, no verso de cada **Carta Piloto** são apresentadas, para o **mês** a que se refere a carta, informações sobre **temperatura média, nevoeiro, visibilidade, ventos predominantes** e ocorrência de **ventos fortes** nos principais portos e ilhas e em alguns outros pontos selecionados da nossa costa.

A Figura 12.10 mostra as condições médias para Chuí, no extremo sul do Brasil, no mês de **março**. Da Figura, podem ser obtidas as seguintes informações:

TEMPERATURA MÉDIA: 21,0°C

PERCENTUAL DE **NEVOEIRO**: 2,1%

PERCENTUAL DE **VISIBILIDADE** INFERIOR A 2,5 MILHAS: 9,0%

PERCENTUAL DE **VENTO FORTE**: 1,0%

VENTOS PREDOMINANTES:

• SUL	23% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 4 (BEAUFORT)
• LESTE	22% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 3
• NORDESTE	15% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 3
• NORTE	14% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 2
• SUDOESTE	6% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 3
• SUDESTE	6% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 4
• OESTE	6% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 2
• NOROESTE	2% DE FREQUÊNCIA	FORÇA 2
• CALMARI	6% DE FREQUÊNCIA	

Além destas informações, as **Cartas Piloto** apresentam os limites das **ÁREAS DE PREVISÃO** (áreas ALFA, BRAVO, CHARLIE, DELTA, ECHO, FOXTROT, GOLF, HOTEL, ÁREA NORTE OCEÂNICA E ÁREA SUL OCEÂNICA), para as quais são divulgadas diariamente previsões meteorológicas.

12.10 ALMANAQUE NÁUTICO

Publicação anual da DHN, o **Almanaque Náutico** (DN5) é indispensável na **Navegação Astronômica**. Fornece elementos essenciais para obtenção da posição utilizando o **Sol**, a **Lua**, os **4 Planetas** (Vênus, Marte, Júpiter e Saturno) e as **57 Estrelas** usadas em **Navegação Astronômica**.

Além disso, apresenta informações sobre **nascer e por** do **Sol** e da **Lua**, **passagem meridiana** do **Sol**, da **Lua** e dos **4 Planetas** acima citados, hora e duração dos **crepúsculos**, tábuas da **Estrela Polar**, elementos para correção de **alturas observadas** com o **sextante**, dados sobre **hora legal** e **fusos horários**, **cartas celestes**, etc.

O **Almanaque Náutico** será estudado detalhadamente no Volume II deste Manual, na parte referente à **Navegação Astronômica**.

12.11 REGULAMENTO INTERNACIONAL PARA EVITAR ABALROAMENTOS NO MAR

O **Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar** (RIPEAM-72), incorporando as emendas de 1981, é publicado pela Diretoria de Portos e Costas do Ministério da Marinha (DPC). A publicação será estudada em detalhes no Capítulo 15.

12.12 OUTRAS PUBLICAÇÕES NÁUTICAS NACIONAIS

A DHN publica, ainda, diversas outras **Publicações Náuticas**, além de Tábuas, Tabelas e Gráficos usados na **navegação**. Todas essas publicações possuem as orientações necessárias para sua correta utilização, dispensando maiores comentários.

Merecem menção neste Capítulo:

- a. Publicação **DN6-1 Tábuas para Navegação Estimada**, contendo várias tábuas de real utilidade para o navegante, na navegação costeira, estimada e em águas restritas.
- b. Publicação **DG2 Manual de Meteorologia de Passadiço**.
- c. Publicação **DG3 Manual do Observador Meteorológico**.
- d. Publicação **DH14 Noções de Cartografia**.
- e. Publicação **DH1-I Tábua de Distâncias**.
- f. Publicação **DN4 Tábuas para Navegação Astronômica**.
- g. Publicação **DN7 Gráficos usados na Navegação**.
- h. Publicação **DN9 Notas para um Encarregado de Navegação**.
- i. Publicação **DN11 Normas para Navegação nos Navios da MB**.
- j. **Modelos e Tipos de Cálculos** diversos **para uso em Navegação**.

12.13 PUBLICAÇÕES NÁUTICAS ESTRANGEIRAS

Embora existam outros países que também editam **Cartas Náuticas** e **Publicações de Auxílio à Navegação** com cobertura mundial, será apresentada apenas uma resenha das publicadas pelos Estados Unidos e Grã Bretanha, fontes principais dos documentos náuticos estrangeiros utilizados pelos navios da MB que viajam para o exterior.

12.13.1 CARTAS E PUBLICAÇÕES NÁUTICAS NORTE-AMERICANAS

a. Cartas Náuticas

As **Cartas Náuticas** das águas interiores e águas costeiras dos Estados Unidos e suas possessões insulares são publicadas pelo “**National Ocean Service**” (NOS), órgão da “**National Oceanic and Atmospheric Administration**” (NOAA).

O NOS publica **5 Catálogos de Cartas Náuticas**:

- Catálogo de Cartas Náuticas N°1 Costa Atlântica e do Golfo do México, incluindo Porto Rico e Ilhas Virgens;
- Catálogo de Cartas Náuticas N°2 Costa do Pacífico, incluindo Havaí, Guam e Samoa;
- Catálogo de Cartas Náuticas N°3 Alasca, incluindo as Ilhas Aleutas;
- Catálogo de Cartas Náuticas N°4 Grandes Lagos e Hidrovias Adjacentes;
- Catálogo de Cartas Náuticas N°5 Cartas especiais e cartas batimétricas.

Cartas de algumas hidrovias interiores dos Estados Unidos, notadamente dos **Rios Mississippi, Missouri, Ohio, Tennessee** e seus afluentes, são publicadas pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA (“U.S. Army Corps of Engineers”), sendo referidas como “mapas de navegação” (“navigational maps”).

As **Cartas Náuticas** do restante do mundo são publicadas pela Agência Cartográfica de Defesa – Centro Hidrográfico e Topográfico (DMAHTC – Defense Mapping Agency Hydrographic / Topographic Center). As Cartas e Publicações Náuticas preparadas pelo DMAHTC são listadas no Catálogo de Mapas, Cartas e Produtos Correlatos do DMA, Parte 2 – Produtos Hidrográficos, dividido em **9** seções regionais, numeradas de 1 a 9, cobrindo as seguintes áreas:

REGIÃO 1	Estados Unidos e Canadá.
REGIÃO 2	América do Sul, Central e Antártica.
REGIÃO 3	Europa Ocidental, Islândia, Groenlândia e Ártico.
REGIÃO 4	Escandinávia, Báltico, Rússia e áreas da ex-URSS.
REGIÃO 5	Mediterrâneo e África Ocidental.
REGIÃO 6	Oceano Índico.
REGIÃO 7	Austrália, Indonésia e Nova Zelândia.
REGIÃO 8	Oceania.
REGIÃO 9	Ásia Oriental

Existe, ainda, no Catálogo uma seção adicional listando Cartas Especiais, Cartas Internacionais, Tábuas e Publicações do DMAHTC.

b. Publicações Norte–Americanas de Auxílio à Navegação

Lista de Faróis

A **Guarda Costeira** (“U.S. Coast Guard”) publica a “**Light List**”, em **5** volumes, cobrindo as águas costeiras e interiores dos Estados Unidos e suas possessões insulares, os Grandes Lagos e o sistema do Rio Mississippi.

A Agência Cartográfica de Defesa/Centro Hidrográfico e Topográfico (DMAHTC) publica a “**List of Lights**”, em **7** volumes (Pub. Nº110 a 116), cobrindo o restante do mundo, além de porções limitadas das costas dos Estados Unidos.

Roteiros

Os **Roteiros** que cobrem as águas norte–americanas e suas possessões são denominados “**U.S. Coast Pilots**”, sendo publicados pelo NOS (“National Ocean Service”), em **9** volumes.

O DMAHTC publica **Roteiros** para as áreas oceânicas e costeiras do restante do mundo, com o título de “**Sailing Directions**”.

Os “**Sailing Directions**” editados pelo DMAHTC são divididos em **43** publicações: **8** denominadas “**Planning Guides**” e **35** denominadas “**Enroute**”. Os “**Planning Guides**” cobrem as travessias das grandes bacias oceânicas. Os volumes “**Enroute**” contêm as informações relativas a portos e áreas costeiras.

As informações sobre recursos e facilidades de todos os portos do mundo, anteriormente dispersas nos volumes dos **Roteiros**, foram juntadas pelo DMAHTC na **Publicação Nº150 – Índice de Portos do Mundo** (“**World Port Index**”), de grande utilidade a bordo.

Tábuas das Marés e de Correntes de Maré

As **Tábuas das Marés** são publicadas anualmente pelo **National Ocean Service (NOS)** em quatro volumes:

- Costa Leste da América do Norte e da América do Sul (incluindo, também, a Groenlândia);
- Costa Oeste da América do Norte e da América do Sul (incluindo, também, o Havaí);
- Europa e Costa Oeste da África (incluindo, ainda, o Mediterrâneo); e
- Oceano Pacífico Central e Ocidental e Oceano Índico.

As **Tábuas de Correntes de Maré** também são publicadas anualmente pelo NOS, em dois volumes:

- Costa Atlântica da América do Norte; e
- Costa do Pacífico da América do Norte e Ásia.

Lista de Auxílios–Rádio

O DMAHTC (“**Defense Mapping Agency Hydrographic / Topographic Center**”) edita a Publicação **Radio Navigational Aids** – PUB Nº117. A NOAA (“**National Oceanic and Atmospheric Administration**”) publica a “**Worldwide Marine Weather Broadcasts**”.

Outras Publicações Náuticas Norte-Americanas

Almanaque Náutico: publicado anualmente, em conjunto pelo **U.S. Naval Observatory** e pelo **Royal Greenwich Observatory**, da Inglaterra.

Cartas Piloto: são publicadas pelo **DMAHTC** para todos os Oceanos do mundo.

Tábua de Distâncias entre Portos: a **Publicação N°151 – “Table of Distances Between Ports”**, publicada pelo **DMAHTC**, apresenta mais de 40.000 distâncias entre os portos do mundo, sendo de grande utilidade a bordo.

Tábuas para Navegação Astronômica: o **DMAHTC** edita a **PUB. N°229 – “Sight Reduction Tables for Marine Navigation”**, em 6 volumes (cada um cobrindo 16° de latitude, com 1° de superposição entre volumes) e a **PUB. N°249 – “Sight Reduction Tables for Air Navigation”** (em três volumes), que, embora destinada especificamente à **navegação aérea**, é também empregada na **navegação marítima**. As Tábuas N°229 e 249 serão estudadas no Volume 2 deste Manual, na parte referente à **Navegação Astronômica**.

Livros e Manuais: o **DMAHTC** publica o que talvez seja o mais conhecido e, com certeza, o mais completo de todos os livros de navegação, a **PUB. N°9, “American Practical Navigator – Bowditch”**, cuja primeira edição é de 1802. O **“Bowditch”** é publicado em dois volumes, sendo o Volume II basicamente constituído por Tábuas e Tabelas muito úteis para a navegação. Ademais, o **DMAHTC** edita a **PUB. N°226 – “Handbook of Magnetic Compass Adjustment & Compensation”**, além de outros livros e manuais.

12.13.2 CARTAS E PUBLICAÇÕES NÁUTICAS INGLÊSAS

a. Cartas Náuticas

As **Cartas Náuticas** inglesas estão relacionadas na publicação **H.D. 374 – Catalogue of Admiralty Charts and Other Hydrographic Publications**. Este catálogo, **publicado anualmente**, contém uma lista das **Cartas Náuticas** (relacionadas em seqüência geográfica), das **cartas especiais** e diagramas usados em navegação, dos **Roteiros** e outras **Publicações Náuticas**. Ademais, o catálogo inclui Mapas-Índice, mostrando os limites de todas as cartas e as áreas cobertas pelos **Roteiros** ingleses. Os limites das **Cartas Náuticas** também são mostrados no início de cada volume do **Roteiro**.

b. Publicações de Auxílio à Navegação

Roteiro

Os **“Admiralty Sailing Directions”**, também conhecidos como **“Pilots”**, são publicados em cerca de 75 volumes, cobrindo todo o mundo. Uma **nova edição** de cada volume do **Roteiro** inglês é publicada a intervalos de aproximadamente 12 anos.

Lista de Faróis

A **“Admiralty List of Lights, Fog Signals and Visual Time Signals”**, abreviadamente referida como **“Lights List”**, é publicada em 12 volumes, cobrindo todo o mundo. Cada volume é publicado a intervalos de cerca de 18 meses.

Lista de Auxílios–Rádio

A “**Admiralty List of Radio Signals**” consiste de 5 partes, cujos conteúdos são enumerados abaixo:

Volume I – Comunicação;

Volume II – Radiofaróis e Estações Radiogoniométricas;

Volume III – Serviços Meteorológicos;

Volume IV – Estações Meteorológicas; e

Volume V – Sinais Horários, Serviços–Rádio de Alarme e

Sistemas Eletrônicos de Navegação e

Posicionamento.

Cada volume da **Lista de Auxílios–Rádio** inglesa é publicado anualmente.

Tábuas das Marés

As “**Admiralty Tide Tables**” são publicadas anualmente em 3 volumes, com cobertura mundial. As tábuas incluem, também, informações sobre **correntes de maré**.

Outras Publicações Náuticas Inglesas

“**Ocean Passages for the World**”: esta é uma clássica Publicação de Auxílio à Navegação, contendo informações e precauções pertinentes a **derrotas oceânicas**, em conjunto com dados relevantes de **ventos** e **correntes oceânicas**. A publicação inclui cartas que mostram derrotas, ventos e correntes para diferentes partes do mundo. Muitas informações úteis aos navegantes contidas no “**Ocean Passages for the World**” não são encontradas nos **Roteiros**, que abordam com mais detalhes principalmente as águas costeiras.

Tábuas de Distâncias: as “**Admiralty Distance Tables**” são publicadas em 5 volumes, cobrindo todo o mundo.

Almanaque Náutico: conforme visto, publicado em conjunto pelo **Royal Greenwich Observatory** e o **U.S. Naval Observatory**.

“**Admiralty Manual of Navigation**”: Volumes I, II e III (ostensivos) e Volume IV (restrito).

13

AUXÍLIOS VISUAIS À NAVEGAÇÃO: FARÓIS, FAROLETES, BARCAS-FARÓIS, BÓIAS, BALIZAS E SISTEMAS DE BALIZAMENTO

13.1 IMPORTÂNCIA DA SINALIZAÇÃO NÁUTICA; CLASSIFICAÇÃO DOS SINAIS DE AUXÍLIO À NAVEGAÇÃO

Além das Cartas e Publicações Náuticas, dos instrumentos e equipamentos de navegação e dos demais meios de apoio postos à disposição do navegante (tais como a difusão, via rádio, de Avisos aos Navegantes e de informações meteorológicas), a **sinalização náutica** também constitui fator essencial para a **segurança da navegação**.

Entende-se por **sinalização náutica** o conjunto de sistemas e recursos visuais, sonoros, radioelétricos, eletrônicos ou combinados, destinados a proporcionar ao navegante informações para dirigir o movimento do seu navio, ou embarcação, com segurança e economia.

Quanto à expressão **auxílios à navegação**, a mesma englobava, originalmente, apenas os sinais visuais. De fato, no passado, o funcionamento dos **auxílios à navegação** era baseado exclusivamente em observações visuais, à vista desarmada ou utilizando lunetas e binóculos. Mais tarde, esses sinais foram dotados de equipamentos sonoros, destinados a orientar o navegante em condições de má visibilidade. Assim, exceto pelas lunetas e binóculos já mencionados, todos esses auxílios podiam ser percebidos pelos navegantes usando somente seus próprios olhos e ouvidos. Nenhum outro tipo de sensor era necessário.

A partir deste século, entretanto, surgiram **auxílios à navegação** utilizando as propriedades das **ondas eletromagnéticas** nas faixas de rádio-frequências. Para receber, medir e interpretar essas emissões, foram projetados receptores especiais para serem usados a bordo dos navios. Esses receptores são, na realidade, uma extensão dos equipamentos radioelétricos externos ao navio, constituindo com eles um **sistema de auxílio à navegação**.

Desta forma, o termo **auxílio à navegação** evoluiu de seu conceito original (quando significava um sinal externo ao navio, cuja percepção e identificação dependiam apenas de observações visuais e acústicas) e hoje compreende também os **sistemas eletrônicos**, cuja configuração completa abrange os segmentos de bordo e os externos ao navio (instalados

em terra ou, até mesmo, em satélites). Estes sistemas eletrônicos são denominados de **auxílios-rádio à navegação**.

Mesmo com os sofisticados equipamentos de navegação hoje disponíveis (oferecendo alta precisão de posicionamento e informações praticamente contínuas) e com Publicações e Cartas Náuticas cada vez mais confiáveis e detalhadas, o navegante ainda não pode prescindir dos tradicionais **sinais de auxílio à navegação**, especialmente quando se desloca em águas restritas, onde é reduzido o tempo para decidir e ordenar uma guinada ou manobra de máquinas.

Entre as funções principais dos **auxílios à navegação** podem ser citadas:

- possibilitar a determinação da posição do navio;
- indicar uma aterragem;
- alertar sobre a existência e a posição de perigos à navegação;
- orientar os movimentos do navio; e
- demarcar os limites dos canais de navegação.

Ademais, uma boa rede de **senalização náutica** também contribui decisivamente para:

- evitar a perda de navios, vidas humanas e mercadorias;
- proteção ao meio ambiente (auxiliando a evitar desastres ecológicos); e
- economia de tempo e combustível (uma criteriosa rede de sinalização náutica permitirá ao navegante o traçado seguro de derrotas mais curtas entre o ponto de partida e o seu destino).

Os **sistemas e sinais de auxílio à navegação** classificam-se, quanto ao tipo de informações fornecidas, em:

- VISUAIS
- SONOROS
- RADIOELÉTRICOS OU ELETRÔNICOS
- COMBINADOS
- ESPECIAIS

Os **auxílios visuais** são aqueles destinados a possibilitar a orientação ou o posicionamento do navegante, ou a transmitir-lhe determinada informação, por sua forma, cor e/ou luz emitida. Os **sinais visuais** podem ser **luminosos** ou **cegos**, conforme se destinam a orientar o navegante **de dia e de noite (luminosos)**, ou **apenas durante o dia (cegos)**.

Os sinais sonoros são dotados de equipamento acústico (apito, sino, gongo, sirene ou buzina de cerração) e destinam-se a orientar o navegante mediante a emissão de sons especiais, em situações de visibilidade restrita, quando os sinais cegos e luminosos, devido à cerração, nevoeiro ou bruma, só dificilmente são vistos, mesmo em distâncias muito curtas. No Brasil, estão em franco desuso, em virtude do uso do radar por quase todos os navios e, também, devido à meteorologia normalmente benigna que predomina em nossas costas, onde condições de má visibilidade não são comumente observadas. No exterior, entretanto, ainda são bastante empregados.

Os sistemas radioelétricos ou eletrônicos, denominados auxílios–rádio à navegação, destinam–se a possibilitar a orientação ou o posicionamento do navio mediante o emprego de ondas–rádio.

Os sinais combinados são os que reúnem duas ou mais das modalidades acima citadas, como os luminosos–sonoros, cegos–sonoros e luminosos–radioelétricos.

Embora estritamente não façam parte da sinalização náutica, cumpre ainda mencionar, por sua função como auxílio à navegação, os sinais especiais, destinados a prestar outras informações de interesse para o navegante, tais como previsão de tempo, prático, socorro e ventos fortes.

Este Capítulo estudará somente os sinais visuais, mencionando, ainda, os dispositivos sonoros a eles associados e os equipamentos eletrônicos instalados nos auxílios visuais à navegação para identificá–los e/ou reforçar seus ecos, quando observados pelo radar.

13.2 A VISIBILIDADE NO MAR

13.2.1 FATORES QUE AFETAM A VISIBILIDADE

O conhecimento das peculiaridades da visibilidade no mar tem aplicação não apenas no melhor aproveitamento e entendimento dos sinais visuais, mas também em toda e qualquer observação visual, como, por exemplo, a tomada de marcações, a medida de ângulos horizontais, a observação de outros navios, de pontos conspícuos, da linha da costa e da topografia.

A visibilidade no mar é função dos seguintes fatores principais:

1. Altitudes do observador e do objeto;
2. Refração atmosférica;
3. Transparência da atmosfera;
4. Condições inerentes ao objeto; e
5. Capacidade visual do observador.

No caso de corpos que emitem luz, como os faróis, a visibilidade, evidentemente, é função, também, da intensidade da luz emitida.

1. ALTITUDES DO OBSERVADOR E DO OBJETO VISADO

Em condições atmosféricas idênticas, um observador avistará objetos a distâncias tanto maiores quanto maiores forem as altitudes do observador e do objeto visado.

O observador A (Figura 13.1), situado a uma altitude H, estará a uma distância do horizonte EB, praticamente igual à AB, em virtude da relação entre a altitude (H) e o raio da Terra ($R = OB = OE$).

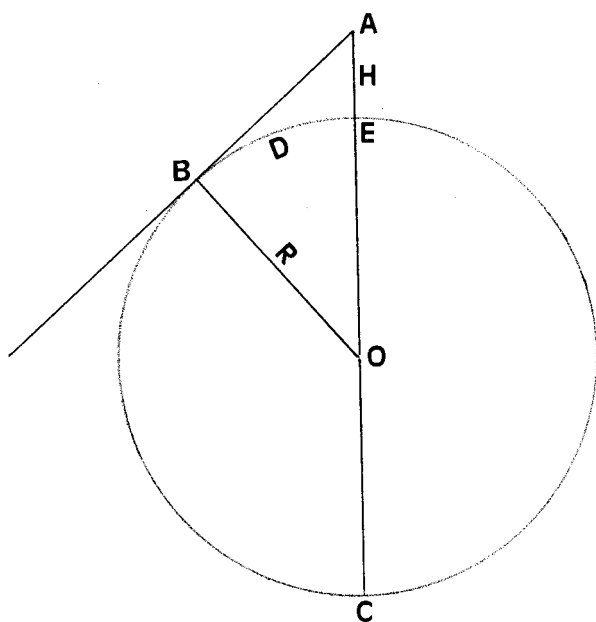
Da Figura 13.1 obtém–se:

$$AB^2 = AC \times AE; \text{ ou}$$

$$D^2 = (2R + H)H = 2RH + H^2$$

$$D = \sqrt{2HR \left(1 + \frac{H}{2R}\right)}$$

Figura 13.1 - Distância ao horizonte



e, como o fator entre parênteses é praticamente igual à unidade, podemos escrever:

$$D = \sqrt{2HR}$$

Tomando $R = 6.368.000$ metros ($\text{Lat} = 42^\circ$) e exprimindo D em milhas, vem:

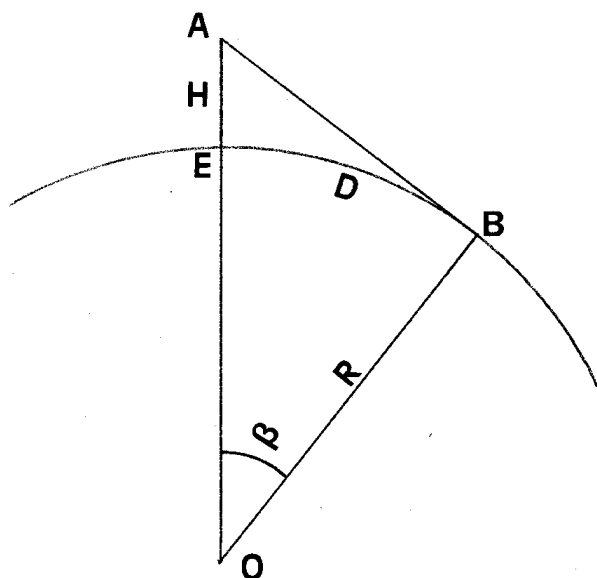
$$D = \frac{3568,75}{1852} \sqrt{2HR}$$

$D = 1,927 \sqrt{2HR}$; aproximando, obtém-se:

$$D = 1,93 \sqrt{2HR}$$

Uma outra maneira de deduzir a fórmula acima é a seguinte: na Figura 13.1(a), no triângulo AOB tem-se:

Figura 13.1 (a) - Horizonte Geométrico



$$\cos \beta = \frac{R}{R + H}$$

onde R e H são expressos na mesma unidade.

A simplificação desta fórmula conduz a:

$$\beta = \sqrt{\frac{2H}{R}} \text{ radianos}$$

Assim, pode-se agora calcular a distância D . O comprimento do arco EB em milhas náuticas é igual ao número de minutos de arco do ângulo β . A fim de obter D em milhas náuticas, tem-se que converter β de radianos para minutos de arco. Para isso:

$$D = 3438 \sqrt{\frac{2H}{R}} \text{ (milhas náuticas)}$$

Fazendo-se $R = 6.368.000$ m, obtém-se:

$$D = 1,927 \sqrt{2HR} \text{ ou, aproximando:}$$

$$D = 1,93 \sqrt{2HR}$$

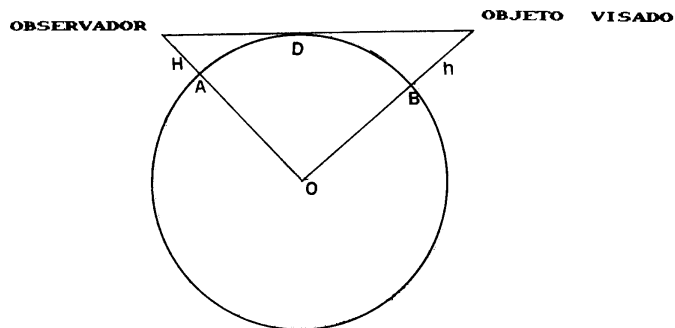
Poder-se-ia, também, obter D diretamente da equação $\beta = \sqrt{\frac{2H}{R}}$ fazendo-se:

$$D = R\beta = R \sqrt{\frac{2H}{R}} = \sqrt{2RH} = 1,93 \sqrt{2HR}$$

sendo D em milhas náuticas e H em metros.

Então, esta fórmula fornece a **distância absoluta ao horizonte, em milhas**, em função da **altitude do observador, em metros**. Na prática, podemos adotar o valor $D = 2 \sqrt{H}$.

Figura 13.2 - D_{AB} = Alcance Geográfico Absoluto



A distância a que um observador, situado a uma altitude **H** (Figura 13.2), poderá avistar um objeto de altitude **h** será, evidentemente, a **soma das duas distâncias ao horizonte**:

$$D = 1,93 (\sqrt{H} + \sqrt{h})$$

A essa distância dá-se o nome de “**ALCANCE GEOGRÁFICO ABSOLUTO**”.

Da mesma forma, na prática será suficiente adotar o valor $D = 2 \sqrt{H} + 2 \sqrt{h}$, ou $D = 2 (\sqrt{H} + \sqrt{h})$.

2. REFRAÇÃO ATMOSFÉRICA

Considerou-se, até agora, o raio luminoso propagando-se em linha reta, o que, na realidade, não acontece, em virtude do fenômeno da **refração**.

Denomina-se **refração** à inclinação dos raios luminosos resultantes de sua passagem por sucessivas camadas atmosféricas de densidades diferentes.

Nas camadas inferiores da atmosfera os raios luminosos e as ondas eletromagnéticas centimétricas (ondas radar) são refratados, de modo que seguem uma trajetória curva. A curvatura depende dos gradientes verticais de temperatura e umidade, sendo, portanto, variável. Valores médios foram determinados, após um grande número de observações, para vários lugares da Terra, tendo-se verificado que, para conveniência de cálculo, a trajetória dos raios luminosos (e das ondas radar) pode ser considerada um arco de círculo.

O efeito normal da refração que resulta da propagação dos raios luminosos pelas camadas atmosféricas próximas à superfície da Terra (às vezes denominada, por isso, **refração terrestre**) é **eleva os objetos**, tendendo a aumentar o **alcance geográfico**.

Para aplicação imediata do navegante, a DHN inclui na **Lista de Faróis** a tabela da Figura 13.3, em cujo cálculo já foi aplicado o valor da refração considerada normal em nossas águas. No cálculo da Tabela foi empregada a fórmula $D = 2,03 (\sqrt{H} + \sqrt{h})$.

A Tabela fornece o **alcance geográfico** em milhas náuticas, entrando-se com a altura sobre o nível do mar em que se encontra o olho do observador (isto é, a **altitude** do observador), em metros, e a elevação do objeto visado sobre o nível médio do mar (ou seja, sua **altitude**), também em metros.

Figura 13.3 - Tabela de Alcance Geográfico

Tabela de Alcance Geográfico

Elevação em metros	Altura dos olhos do observador em metros																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35	40	45		
m	Alcance em milhas náuticas																								
0	2.0	2.9	3.5	4.1	4.5	5.0	5.4	5.7	6.1	6.4	7.0	7.6	8.1	8.6	9.1	9.5	10.0	10.4	10.7	11.1	12.0	12.8	13.6		
1	4.1	4.9	5.5	6.1	6.6	7.0	7.4	7.8	8.1	8.5	9.1	9.6	10.2	10.6	11.1	11.6	12.0	12.4	12.8	13.2	14.0	14.9	15.7		
2	4.9	5.7	6.4	6.9	7.4	7.8	8.2	8.6	9.0	9.3	9.9	10.5	11.0	11.5	12.0	12.4	12.8	13.2	13.6	14.0	14.9	15.7	16.5		
3	5.5	6.4	7.0	7.6	8.1	8.5	8.9	9.3	9.6	9.9	10.6	11.1	11.6	12.1	12.6	13.0	13.5	13.9	14.3	14.6	15.5	16.4	17.1		
4	6.1	6.9	7.6	8.1	8.6	9.0	9.4	9.8	10.2	10.5	11.1	11.7	12.2	12.7	13.1	13.6	14.0	14.4	14.8	15.2	16.1	16.9	17.7		
5	6.6	7.4	8.1	8.6	9.1	9.5	9.9	10.3	10.6	11.0	11.6	12.1	12.7	13.2	13.6	14.1	14.5	14.9	15.3	15.7	16.6	17.4	18.2		
6	7.0	7.8	8.5	9.0	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.4	12.0	12.6	13.1	13.6	14.1	14.5	14.9	15.3	15.7	16.1	17.0	17.8	18.6		
7	7.4	8.2	8.9	9.4	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.8	12.4	13.0	13.5	14.0	14.5	14.9	15.3	15.7	16.1	16.5	17.4	18.2	19.0		
8	7.8	8.6	9.3	9.8	10.3	10.7	11.1	11.5	11.8	12.2	12.8	13.3	13.9	14.4	14.8	15.3	15.7	16.1	16.5	16.9	17.8	18.6	19.4		
9	8.1	9.0	9.6	10.2	10.6	11.1	11.5	11.8	12.2	12.5	13.1	13.7	14.2	14.7	15.2	15.6	16.0	16.4	16.8	17.2	18.1	18.9	19.7		
10	8.5	9.3	9.9	10.5	10.9	11.4	11.8	12.2	12.5	12.8	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	15.9	16.4	16.8	17.2	17.5	18.4	19.3	20.0		
11	8.8	9.6	10.3	10.8	11.3	11.7	12.1	12.5	12.8	13.2	13.8	14.3	14.9	15.4	15.8	16.3	16.7	17.1	17.5	17.9	18.8	19.6	20.4		
12	9.1	9.9	10.6	11.1	11.6	12.0	12.4	12.8	13.1	13.5	14.1	14.6	15.2	15.7	16.1	16.6	17.0	17.4	17.8	18.2	19.1	19.9	20.7		
13	9.4	10.2	10.8	11.4	11.9	12.3	12.7	13.1	13.4	13.7	14.4	14.9	15.4	15.9	16.4	16.8	17.3	17.7	18.1	18.4	19.3	20.2	20.9		
14	9.6	10.5	11.1	11.7	12.1	12.6	13.0	13.3	13.7	14.0	14.6	15.2	15.7	16.2	16.7	17.1	17.6	18.0	18.3	18.7	19.6	20.4	21.2		
15	9.9	10.7	11.4	11.9	12.4	12.8	13.2	13.6	14.0	14.3	14.9	15.5	16.0	16.5	17.0	17.4	17.8	18.2	18.6	19.0	19.9	20.7	21.5		
16	10.2	11.0	11.6	12.2	12.7	13.1	13.5	13.9	14.2	14.5	15.2	15.7	16.2	16.7	17.2	17.7	18.1	18.5	18.9	19.2	20.1	21.0	21.7		
17	10.4	11.2	11.9	12.4	12.9	13.3	13.7	14.1	14.5	14.8	15.4	16.0	16.5	17.0	17.4	17.9	18.3	18.7	19.1	19.5	20.4	21.2	22.0		
18	10.6	11.5	12.1	12.7	13.2	13.6	14.0	14.4	14.7	15.0	15.7	16.2	16.7	17.2	17.7	18.1	18.6	19.0	19.4	19.7	20.6	21.5	22.2		
19	10.9	11.7	12.4	12.9	13.4	13.8	14.2	14.6	14.9	15.3	15.9	16.5	17.0	17.5	17.9	18.4	18.8	19.2	19.6	20.0	20.9	21.7	22.5		
20	11.1	12.0	12.6	13.1	13.6	14.1	14.5	14.8	15.2	15.5	16.1	16.7	17.2	17.7	18.2	18.6	19.0	19.4	19.8	20.2	21.1	21.9	22.7		
22	11.6	12.4	13.0	13.6	14.1	14.5	14.9	15.3	15.6	15.9	16.6	17.1	17.7	18.1	18.6	19.1	19.5	19.9	20.3	20.7	21.5	22.4	23.2		
24	12.0	12.8	13.5	14.0	14.5	14.9	15.3	15.7	16.0	16.4	17.0	17.6	18.1	18.6	19.0	19.5	19.9	20.3	20.7	21.1	22.0	22.8	23.6		
26	12.4	13.2	13.9	14.4	14.9	15.3	15.7	16.1	16.4	16.8	17.4	18.0	18.5	19.0	19.4	19.9	20.3	20.7	21.1	21.5	22.4	23.2	24.0		
28	12.8	13.6	14.3	14.8	15.3	15.7	16.1	16.5	16.8	17.2	17.8	18.3	18.9	19.4	19.8	20.3	20.7	21.1	21.5	21.9	22.8	23.6	24.4		
30	13.2	14.0	14.6	15.2	15.7	16.1	16.5	16.9	17.2	17.5	18.2	18.7	19.2	19.7	20.2	20.7	21.1	21.5	21.9	22.2	23.1	24.0	24.7		
35	14.0	14.9	15.5	16.1	16.6	17.0	17.4	17.8	18.1	18.4	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	21.5	22.0	22.4	22.8	23.1	24.0	24.9	25.6		
40	14.9	15.7	16.4	16.9	17.4	17.8	18.2	18.6	18.9	19.3	19.9	20.4	21.0	21.5	21.9	22.4	22.8	23.2	23.6	24.0	24.9	25.7	26.5		
45	15.7	16.5	17.1	17.7	18.2	18.6	19.0	19.4	19.7	20.0	20.7	21.2	21.7	22.2	22.7	23.2	23.6	24.0	24.4	24.7	25.6	26.5	27.2		
50	16.4	17.2	17.9	18.4	18.9	19.3	19.7	20.1	20.5	20.8	21.4	22.0	22.5	23.0	23.4	23.9	24.3	24.7	25.1	25.5	26.4	27.2	28.0		
55	17.1	17.9	18.6	19.1	19.6	20.0	20.4	20.8	21.2	21.5	22.1	22.7	23.2	23.7	24.1	24.6	25.0	25.4	25.8	26.2	27.1	27.9	28.7		
60	17.8	18.6	19.3	19.8	20.3	20.7	21.1	21.5	21.8	22.2	22.8	23.3	23.9	24.3	24.8	25.3	25.7	26.1	26.5	26.9	27.7	28.6	29.4		
65	18.4	19.2	19.9	20.4	20.9	21.4	21.7	22.1	22.5	22.8	23.4	24.0	24.5	25.0	25.5	25.9	26.3	26.7	27.1	27.5	28.4	29.2	30.0		
70	19.0	19.9	20.5	21.1	21.5	22.0	22.4	22.7	23.1	23.4	24.0	24.6	25.1	25.6	26.1	26.5	26.9	27.4	27.7	28.1	29.0	29.8	30.6		
75	19.6	20.5	21.1	21.7	22.1	22.6	23.0	23.3	23.7	24.0	24.6	25.2	25.7	26.2	26.7	27.1	27.5	27.9	28.3	28.7	29.6	30.4	31.2		
80	20.2	21.0	21.7	22.2	22.7	23.1	23.5	23.9	24.3	24.6	25.2	25.8	26.3	26.8	27.3	27.7	28.1	28.5	28.9	29.3	30.2	31.0	31.8		
85	20.8	21.6	22.2	22.8	23.3	23.7	24.1	24.5	24.8	25.1	25.8	26.3	26.9	27.3	27.8	28.3	28.7	29.1	29.5	29.9	30.7	31.6	32.4		
90	21.3	22.1	22.8	23.3	23.8	24.2	24.6	25.0	25.4	25.7	26.3	26.9	27.4	27.9	28.4	28.8	29.2	29.6	30.0	30.4	31.3	32.1	32.9		
95	21.8	22.7	23.3	23.9	24.3	24.8	25.2	25.5	25.9	26.2	26.8	27.4	27.9	28.4	28.9	29.3	29.7	30.1	30.5	30.9	31.8	32.6	33.4		
100	22.3	23.2	23.8	24.4	24.9	25.3	25.7	26.1	26.4	26.7	27.3	27.9	28.4	28.9	29.4	29.8	30.3	30.7	31.1	31.4	32.3	33.2	33.9		
110	23.3	24.2	24.8	25.4	25.8	26.3	26.7	27.0	27.4	27.7	28.3	28.9	29.4	29.9	30.4	30.8	31.3	31.7	32.1	32.4	33.3	34.1	34.9		
120	24.3	25.1	25.8	26.3	26.8	27.2	27.6	28.0	28.3	28.7	29.3	29.8	30.4	30.9	31.3	31.8	32.2	32.6	33.0	33.4	34.3	35.1	35.9		
130	25.2	26.0	26.7	27.2	27.7	28.1	28.5	28.9	29.2	29.6	30.2	30.8	31.3	31.8	32.2	32.7	33.1	33.5	33.9	34.3	35.2	36.0	36.8		
140	26.1	26.9	27.6	28.1	28.6	29.0	29.4	29.8	30.1	30.5	31.1	31.6	32.2	32.6	33.1	33.6	34.0	34.4	34.8	35.2	36.0	36.9	37.7		
150	26.9	27.7	28.4	28.9	29.4	29.9	30.2	30.6	31.0	31.3	31.9	32.5	33.0	33.5	34.0	34.4	34.8	35.2	35.6	36.0	36.9	37.7	38.5		
160	27.7	28.6	29.2	29.8	30.2	30.7	31.1	31.4	31.8	32.1	32.7	33.3	33.8	34.3	34.8	35.2	35.6	36.0	36.4	36.8	37.7	38.5	39.3		
170	28.5	29.4	30.0	30.5	31.0	31.5	31.9	32.2	32.6	32.9	33.5	34.1	34.6	35.1	35.6	36.0	36.4	36.8	37.2	37.6	38.5	39.3	40.1		
180	29.3	30.1	30.8	31.3	31.8	32.2	32.6	33.0	33.3	33.7	34.3	34.9	35.4	35.9	36.3	36.8	37.2	37.6	38.0	38.4					

Exemplo:

Altitude do observador: $H = 9\text{m}$; altitude do objeto visado: $h = 16\text{m}$. Pela tabela, alcance geográfico: $D = 14,2$ milhas. Pela fórmula simplificada, $D = 2\sqrt{H} + 2\sqrt{h} = 14$ milhas.

Verifica-se, portanto, que a omissão da refração e a utilização da **fórmula simplificada** conduziram a um erro de pouca significação para um conhecimento rápido do **alcance geográfico**.

No uso da Tabela da Figura 13.3, será suficiente fazer uma interpolação aritmética quando os elementos de entrada não estão tabulados.

Exemplo:

$H = 10\text{m}$; $h = 83\text{m}$; interpolando, obtém-se: $D = 24,9$ milhas.

Para condições médias, em regiões de **clima temperado**, o **alcance geográfico** é geralmente expresso por: $D = 2,08 (\sqrt{H} + \sqrt{h})$. Sendo, conforme visto, **D** em **milhas náuticas** e as altitudes do observador (H) e do objeto visado (h) em **metros**.

Quando se dispõem das **altitudes** em pés, a fórmula utilizada para computar o **alcance geográfico** é:

$$D = 1,144 (\sqrt{H} + \sqrt{h}).$$

Onde **D** é o **alcance geográfico em milhas náuticas**, **H** é a **altitude do observador**, em **pés**, e **h** a **altitude do objeto visado**, também em **pés**.

3. TRANSPARÊNCIA DA ATMOSFERA

A visibilidade no mar também é função da transparência da atmosfera.

Os meios óticos são mais ou menos transparentes, absorvendo/ dispersando diferentemente a energia luminosa que os atravessa.

Durante sua transmissão na atmosfera, a energia luminosa é atenuada por absorção e dispersão pelas moléculas de ar, em especial pela ação das partículas d'água e de poeira em suspensão no ar.

À proporção que a altitude aumenta, mais seco é o ar, mais límpida é a atmosfera, melhor se propaga a luz e maiores distâncias são alcançadas. Entretanto, nos interessa a **transparência atmosférica** nas camadas mais baixas, onde são freqüentes as garoas, chuvas, névoas secas e cerração, brumas ou nevoeiros.

As variações da transparência são devidas principalmente à ação mais ou menos difusora das partículas d'água e de poeiras em suspensão na atmosfera, segundo suas dimensões, sua natureza, suas cores e as dos feixes luminosos que as atravessam. Observa-se, por exemplo, que a difusão devida ao nevoeiro é maior que a da chuva e esta é tanto mais prejudicial quanto mais fina. Verifica-se, assim, que a **transparência atmosférica** varia principalmente com o estado higrométrico do ar e com o número e dimensões das poeiras que nele flutuam. Estas são, pois, as causas que afetam a transparência.

Conforme visto, a atmosfera absorve parte da energia luminosa que nela se propaga. A magnitude dessa absorção depende das condições atmosféricas reinantes. O **fator de transparência atmosférica**, ou **coeficiente de transparência atmosférica** (T), indica a quantidade de transmissão de luz, por milha náutica, através da atmosfera.

Assim, o **coeficiente de transparência atmosférica** (T) representa a relação entre a quantidade de luz recebida (Q') e a quantidade emitida (Q), após ter-se propagado por 1 milha náutica. Este fator é sempre inferior à unidade.

$$T = \frac{Q'}{Q}$$

Um fator (T) = 0,85 significa que o raio luminoso, ao percorrer 1 milha náutica, tem sua intensidade luminosa reduzida para oitenta e cinco por cento (85%), havendo uma absorção através da atmosfera de quinze por cento (15%).

Para o Atlântico Norte e condições similares, é costume adotar para **coeficiente de transparência atmosférica** (T) o valor 0,74. Para áreas tropicais, nas quais se incluem as nossas costas, usa-se T = 0,85.

Ainda relacionado com a **transparência atmosférica**, está o conceito de **visibilidade**, que é a propriedade da atmosfera que determina a aptidão de um observador ver e identificar, durante o dia, objetos notáveis e, durante a noite, luzes ou corpos iluminados. A medida desta propriedade é expressa em unidades de distância.

A **visibilidade meteorológica** é determinada como a maior distância da qual um objeto negro, de dimensões apropriadas, pode ser visto e reconhecido, durante o dia, contra o céu no horizonte, ou, durante a noite, se a iluminação geral estiver ao nível da luz do dia. Tem como símbolo "V" e, em meteorologia marinha, seu valor é dado em milhas náuticas.

Existe uma relação entre a **visibilidade meteorológica** (V) e o **coeficiente de transparência atmosférica** (T), ou seja: $T = (0,05)^{1/V}$

Onde **T** e **V** devem ser expressos nas mesmas unidades.

Esta fórmula permite construir uma tabela que relacione **T** e **V**, mostrada abaixo:

Fator T	Visibilidade meteorológica (milhas náuticas)
0,10	1,3
0,20	1,8
0,30	2,5
0,40	3,2
0,50	4,3
0,60	6,0
0,70	8,5
0,74	10,0
0,80	14,0
0,85	18,4
0,90	29,0
1,00	ILIMITADA (TEÓRICA)

4. CONDIÇÕES INERENTES AO OBJETO

Dimensões – a distância a que um objeto é visível varia proporcionalmente à superfície de sua seção máxima em um plano perpendicular à direção em que o objeto é visado. Ilustremos com um exemplo: suponhamos que a torre cilíndrica de um farol, em vez de plantada no solo, estivesse no espaço, com sua base constantemente voltada para o observador. A área máxima acima referida seria, nesse caso, a própria área da base, muito menor do que a

dimensão principal do caso real. É claro que o farol, naquelas condições, só seria visível a uma pequena distância, tanto menor quanto maior fosse a diferença entre as duas áreas.

No caso da visibilidade no mar, há ainda a assinalar a preponderância das dimensões verticais, o que explica a facilidade com que são avistadas colunas de faróis, chaminés, mastros, torres e outras estruturas verticais, relativamente a longos, porém baixos, trechos da costa.

Natureza – quanto à facilidade com que são avistados ao longe, os objetos podem ser refletivos ou difusores, de acordo com a sua capacidade de enviar, em determinada direção, uma maior ou menor quantidade da luz recebida.

Cor – a visibilidade é, ainda, função da cor do objeto. A capacidade de refletir a luz varia com a tonalidade da cor, sendo maior nas cores claras e menores nas escuras.

Os números a seguir indicam, aproximadamente, para as diversas cores, a capacidade de refletir a luz:

Branco	70 a 80%
Amarelo	50 a 75%
Cinza claro	50 a 70%
Azul	30 a 50%
Verde	15 a 40%
Encarnado	20 a 30%
Cores escuras	5 a 10%
Preto	0%

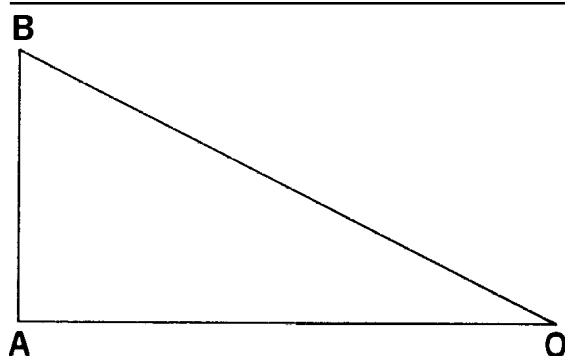
Sobre a cor, é preciso considerar, também, o contraste do objeto com o fundo em que é projetado. Sendo esse um fator de elevada importância na visibilidade, é levado em grande conta ao ser estudada a cor que deverá ter a estrutura de um farol.

5. CAPACIDADE VISUAL DO OBSERVADOR

Acuidade visual, **também denominada** “poder separador do olho”, **é a menor distância angular que devem ter dois pontos para que o olho possa distinguí-los um do outro.**

Quanto menor for o ângulo, maior será a **acuidade visual**. Um observador **O** (Figura 13.4) distinguirá a imagem **AB** quando o ângulo **AÔB**, formado pelos raios visuais que subtendem os extremos dessa imagem, for igual ou superior à sua **acuidade visual**.

Figura 13.4 -



Vistas sob ângulos menores, as imagens apresentam um caráter pontual, pois deixa de ser percebida a relação entre as dimensões.

A **acuidade visual** de um olho normal, chamada “**acuidade visual padrão**”, foi experimentalmente determinada, obtendo-se os seguintes valores:

Afastamento angular vertical 1'

Afastamento angular horizontal 5'

Pode-se daí, também, inferir a razão da maior facilidade do navegante avistar os corpos dos faróis, chaminés, mastros, torres e outras estruturas predominantemente verticais, em relação a longos, porém baixos, trechos da costa.

Da Figura 13.4, pode-se concluir que:

$$AB = AO \operatorname{tg} A\hat{O}B$$

$$AO = AB \operatorname{cotg} A\hat{O}B$$

No caso da **DISTÂNCIA ANGULAR VERTICAL**, ter-se-á:

$$AB = AO \operatorname{tg} 1' = 0,00029 AO$$

$$AO = AB \operatorname{cotg} 1' = 3438 AB$$

Assim, poderão ser distinguidos dois pontos **verticalmente afastados**:

De um metro, à distância de 3438 metros

De um decímetro, à distância de 344 metros

De um centímetro, à distância de 34 metros

De um milímetro, à distância de 3 metros.

No caso da **DISTÂNCIA ANGULAR HORIZONTAL**, teremos:

$$AB = AO \operatorname{tg} 5' = 0,00145 AO$$

$$AO = AB \operatorname{cotg} 5' = 688 AB$$

Então, poderão ser distinguidos dois pontos **horizontalmente afastados**:

De um metro, à distância de 688 metros

De um decímetro, à distância de 69 metros

De um centímetro, à distância de 7 metros

De um milímetro, à distância de 7 decímetros.

O ângulo mínimo de visão distinta aumenta com a miopia do observador e com a obscuridade do fundo em que a imagem se projeta.

No caso do observador utilizar um binóculo para visar o objeto, as distâncias acima devem ser multiplicadas pelo fator de aumento do binóculos.

Um binóculo 7x50, do tipo normalmente encontrado nos passadiços dos navios, tem um fator de aumento igual a **7**. Desta forma, dois pontos verticalmente afastados de 1 metro poderão ser distinguidos a uma distância máxima de: $3.438 \times 7 = 24.066\text{m} = 13$ milhas (dependendo das condições de visibilidade e de estar dentro do alcance geográfico correspondente às altitudes do observador e do objeto visado).

13.3 SINAIS VISUAIS

13.3.1 TIPOS

Os principais tipos de sinais visuais são:

Luminosos: faróis, faroletes, luzes de alinhamento, bóias luminosas e barcas-faróis.

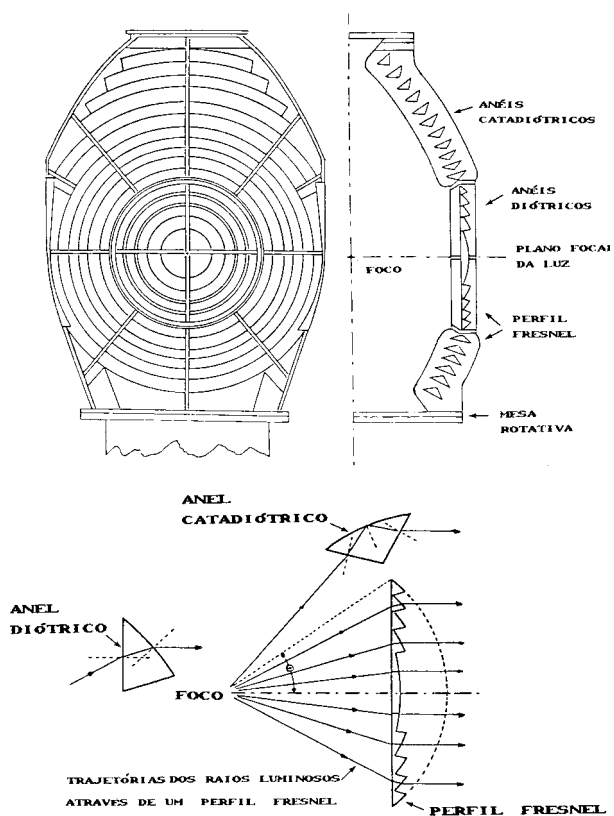
Cegos: bóias cegas e balizas.

13.3.2 DESCRIÇÃO DOS SINAIS VISUAIS

FARÓIS: são auxílios à navegação constituídos por uma estrutura fixa, de forma e cores distintas, montados em pontos de coordenadas geográficas conhecidas na costa ou em ilhas oceânicas, bancos, rochedos, recifes ou margens de rios, dotados de equipamento luminoso exibindo luz com característica predeterminada, **com alcance luminoso noturno maior que 10 milhas náuticas**.

Os componentes essenciais de um **farol** são a **estrutura** e o **aparelho de luz**. A **estrutura** deve ser resistente às intempéries, fácil de ser vista e reconhecida pelo navegante. O **equipamento luminoso** (Figura 13.5) é constituído pela **fonte de luz**, por um **aparelho ótico** que concentre os raios luminosos na direção do horizonte e por um acessório que dê **ritmo à luz exibida**.

Figura 13.5 - Sistema Ótico de Lente Rotativa



Utilizam-se vários critérios para classificar os **faróis**. Mencionaremos apenas 3 deles:

Classificação dos faróis quanto à sua finalidade:

- **faróis de aterragem:** destinados ao reconhecimento e demanda de um determinado porto e à correção da posição dos navios que vêm de alto-mar. Situados em pontos salientes da costa ou em ilhas conspícuas, possuem geralmente um alcance geográfico e luminoso suficiente para serem vistos e reconhecidos a uma distância superior a 20 milhas. Ademais, é comum dotá-los de equipamentos eletrônicos que auxiliam a sua identificação e reforçam seus ecos-radar. Exemplos: FAROL NATAL, RN (alcance: 24 milhas), FAROL OLINDA, PE (alcance: 24 milhas), FAROL RASA, RJ (alcance: 25 milhas) e FAROL MOELA, SP (alcance: 26 milhas).

- **faróis de cabotagem:** destinados à navegação costeira, são situados em pontos que o navegante tem interesse em reconhecer, como cabos, pontas e ilhas. Sua distribuição pela costa deverá ser tal que permita aos navegantes de cabotagem (que, em geral, dispõem de recursos menos sofisticados que os de longo curso e se servem prioritariamente de sinais visuais) verificarem sempre sua posição, de modo a garantir-lhes uma navegação segura em singraduras entre portos. Exemplo: FAROL ITAPAJÉ, CE (alcance: 18 milhas), FAROL SANTO ALBERTO, RN (alcance: 18 milhas), FAROL PONTA DE PEDRAS, PE (alcance: 18 milhas), FAROL ITAPUÃ, BA (alcance: 14 milhas), FAROL MARICÁS, RJ (alcance: 16 milhas).
- **farol principal de porto:** constitui o principal auxílio visual à demanda do porto, depois do farol de aterragem. Exemplo: o FAROL SANTA CRUZ (alcance: 15 milhas), demarcando a barra da Baía de Guanabara, é o **farol principal do porto** do Rio de Janeiro, cujo **farol de aterragem** é, conforme visto, o FAROL RASA (alcance: 25 milhas).

Outras classificações, como **farol de alinhamento** e **farol de balizamento** serão adiante estudadas, neste mesmo Capítulo.

Classificação dos **faróis** quanto ao **regime de funcionamento**:

- **faróis guarnecidos:** os faróis de maior importância para a navegação são dotados de pessoal especializado (faroleiros), destinado a acompanhar e garantir continuamente o seu funcionamento.
- **faróis automáticos:** operam automaticamente, sendo esta condição indicada nas Cartas Náuticas pela abreviatura (SG) – SEM GUARNIÇÃO, para que os navegantes fiquem cientes de que uma eventual irregularidade no sinal poderá não ser corrigida tão prontamente quanto ocorreria em um **farol guarnecido**.

Classificação dos faróis quanto à fonte de energia:

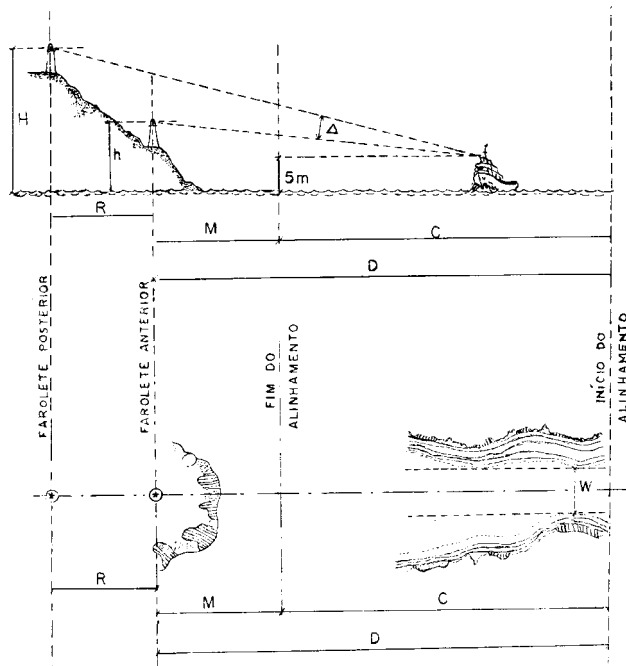
- faróis a querosene.
- faróis a gás (acetileno ou butano).
- faróis elétricos, cuja energia pode ser proveniente de rede elétrica comercial, diesel-gerador, baterias ou fontes alternativas (especialmente solar ou eólica).

FAROLETES: são auxílios visuais à navegação providos de estrutura fixa, montada em um ponto de coordenadas geográficas conhecidas, encimada por um equipamento luminoso exibindo luz dotada de característica predeterminada, com **alcance luminoso noturno menor ou igual a 10 milhas náuticas**.

Desta forma, a distinção entre **faróis** e **faroletes** é apenas convencional, tendo sido arbitrado que um sinal fixo com **alcance luminoso noturno** superior a 10 milhas seria denominado **farol** e um com **alcance luminoso noturno** igual ou menor que 10 milhas seria chamado de **farolete**.

LUZES DE ALINHAMENTO: são sinais fixos usados aos pares, para assinalar a direção de um canal ou da entrada de um porto. De fato, o **alinhamento** constitui um dos bons recursos de que se dispõe para indicar um rumo no fundo a ser seguido pelo navegante. Um **alinhamento** é constituído por dois sinais estabelecidos no prolongamento retilíneo do **eixo** de um **canal**. O sinal mais próximo é chamado de **anterior** e o mais afastado de **posterior**. O **farolete posterior** é de maior altitude que o **anterior** e está localizado por trás deste, a uma distância considerável (Figura 13.6).

Figura 13.6 - Elementos de um Alinhamento



O navegante utiliza um **alinhamento** conservando os dois sinais que o constituem em um mesmo plano vertical (plano este que contém os dois faróis e a linha central, ou eixo, do canal). O navegante estima o quanto está afastado do **alinhamento** (eixo do canal) pela observação do deslocamento vertical aparente entre os dois sinais, um em relação ao outro.

A aplicação mais comum de **alinhamento** em sinalização náutica é marcar a linha central, ou eixo, de um canal, com o propósito de indicar ao navegante quando ele estiver fora dessa linha central.

O **alinhamento** é um auxílio à navegação tanto **diurno** como **noturno**. Du-

rante o dia, os navegantes orientam-se pelas estruturas dos sinais; à noite, pelas luzes exibidas. Os dois sinais que constituem o **alinhamento** devem, tanto quanto possível, obedecer aos seguintes requisitos:

- as formas das estruturas dos sinais e suas pinturas devem ou ser iguais ou se completarem;
- as luzes devem ter a mesma cor.

O estabelecimento de um **alinhamento** requer estudo detalhado. Um **alinhamento** a ser usado como sinalização náutica deverá ter uma boa **sensibilidade lateral**, definida como a propriedade pela qual o navegante percebe uma alteração transversal da posição do seu navio, em relação ao **alinhamento**. A **sensibilidade lateral** é medida pela rapidez com que os sinais do alinhamento se afastam lateralmente, um em relação ao outro, quando o navio se movimenta transversalmente no canal.

Para o cálculo da **sensibilidade lateral**, são levados em conta fatores como a largura do canal (W), o **comprimento do canal** (C) e a **distância** do início do alinhamento ao farolete anterior (D). Uma **sensibilidade lateral** conveniente vai definir a **distância entre os sinais** (R) e a **diferença de altura** entre eles (ver Figura 13.6).

d. BÓIAS

São corpos flutuantes, de dimensões, formas e cores definidas, fundeados por amarras e ferros (âncoras) ou poitas, em locais previamente determinados, a fim de:

- indicar ao navegante o caminho a ser seguido;
- indicar os limites de um canal navegável, seu início e fim, ou a bifurcação de canais;
- alertar o navegante quanto à existência de um perigo à navegação;
- indicar a existência de águas seguras; e
- indicar a existência e a rota de cabos ou tubulações submarinas, delimitar áreas especiais (tais como áreas de despejo de dragagem ou áreas de exercícios militares), indicar zonas

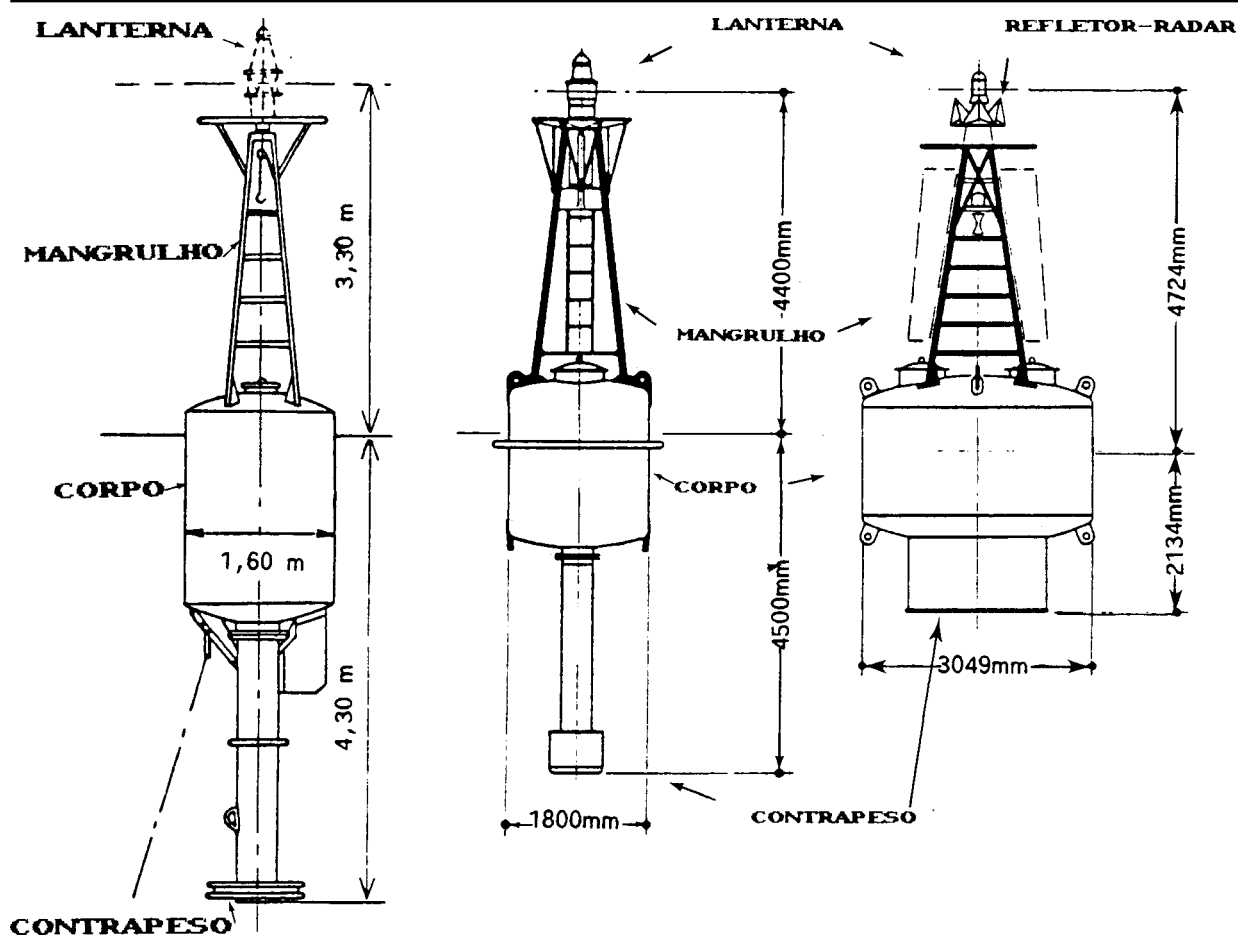
de separação de tráfego ou outra característica especial de uma determinada área, mencionada em documentos náuticos apropriados.

As bóias podem ser **luminosas**, quando providas de aparelho de luz, ou **cegas**, destinando-se, respectivamente, a orientar a navegação de dia e de noite, ou apenas no período diurno. Ademais, as bóias podem portar dispositivos sonoros, refletor-radar e outros acessórios.

Em face do seu elevado custo de manutenção, as bóias somente devem ser empregadas onde for impossível, ou economicamente desaconselhável, o estabelecimento de um sinal fixo (faroete ou baliza).

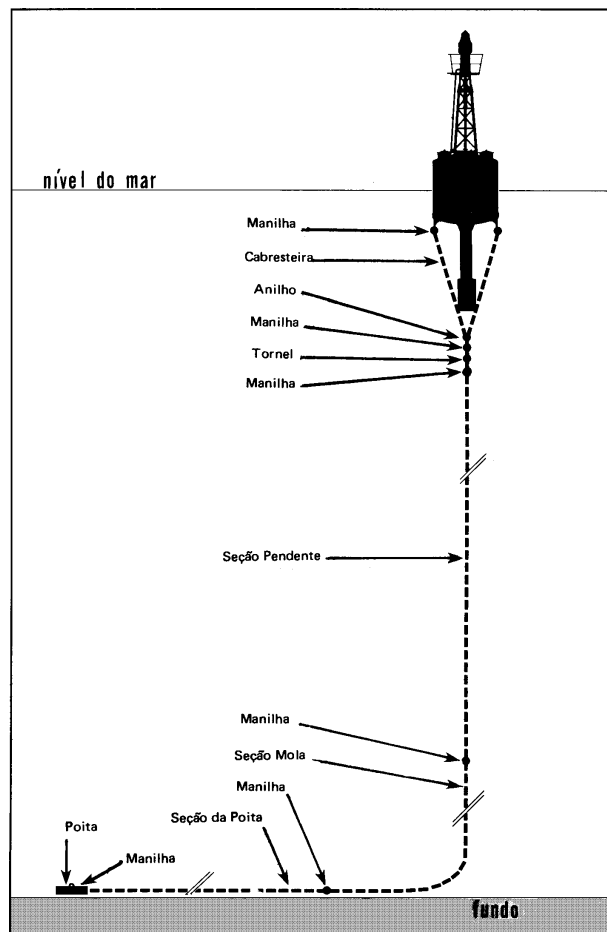
Uma **bóia luminosa** (Figura 13.7) consiste de um **corpo flutuante** livre, dotado de um **contrapeso** para equilíbrio, e de uma estrutura vertical em forma de treliça, denominada **mangrullo**, cuja finalidade é sustentar o **aparelho de luz, refletor-radar e marca de tope**.

Figura 13.7 - Bóia Luminosa Convencional



O **equipamento de fundeio**, cujas principais partes componentes são mostradas na Figura 13.8, consiste basicamente de uma corrente, denominada **amarra**, ligada a um corpo morto que repousa no fundo (**poita**), ou a um ferro (**âncora**), na posição previamente determinada para a bóia.

Figura 13.8 - Bóia e equipamento de fundeio



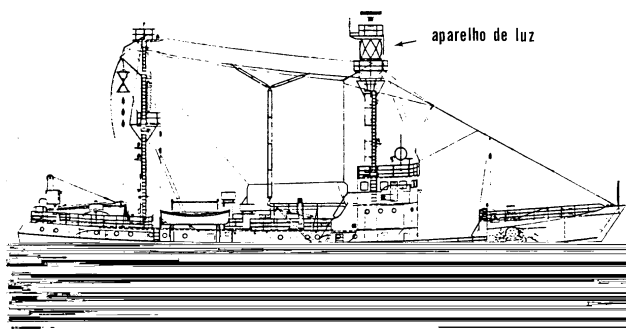
A forma e a cor do corpo da bóia, a

Assim, embora as informações que prestam sejam importantíssimas, não se deve navegar pelas bóias. É necessário que o navegante tenha sempre sua posição determinada por outros meios e use as informações proporcionadas pelas bóias apenas para confirmar sua navegação. Ademais, as bóias não devem ser utilizadas como referência para obtenção de LDP (linhas de posição) para definir a posição do navio ou embarcação.

e. BARCAS-FARÓIS

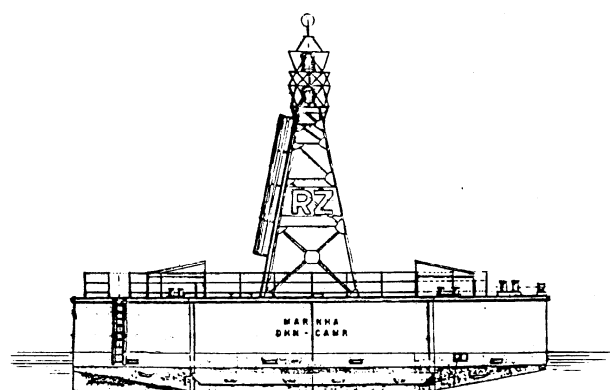
São sinais flutuantes de grande porte cujo corpo é semelhante ao casco de um navio ou embarcação (“ship hull shape navigation aids”), munido de um mastro especial, em cujo tope exibe um aparelho de luz idêntico ao dos faróis.

Figura 13.9 - Barca-farol antiga



Anteriormente **guarnecidas** e semelhantes a pequenos navios (Figura 13.9), as **barcas-faróis** hoje são quase todas **automáticas** e similares à mostrada na Figura 13.10.

Figura 13.10 - Barca-farol atual



BARCA FAROL RISCA DO ZUMBI

COMPRIMENTO:	20 m
BOCA:	8 m
CALADO:	1,5 m
ALTURA FOCAL:	10 m
DESLOCAMENTO:	124 t
EQUIPAMENTOS:	Lanterna duplex com 18 milhas de alcance Racon 36 painéis solares 30 elementos de bateria de 2 V 500 A.h.

Além do **farol**, as **barcas-faróis** podem ser dotadas de **radiofarol** e de equipamento respondedor-radar **RA-CON**. Ademais, podem dispor de equipamento sonoro e de refletor-radar.

Quanto à fonte de energia, as **barcas-faróis** modernas são geralmente **elétricas**, dispendo de **baterias** e **painéis solares** (como a mostrada na Figura 13.10) ou acionadas por **diesel-geradores automáticos**.

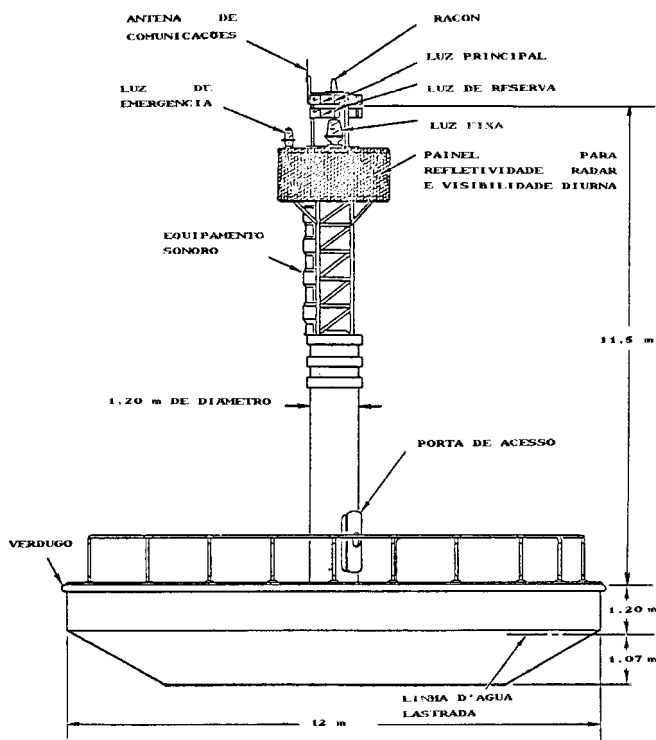
As **barcas-faróis** são empregadas para assinalar um perigo isolado em mar aberto (exemplos: Barca-Farol MANOEL LUÍS, ao largo da costa do Maranhão e Barca-Farol RISCA DO ZUMBI, ao largo da costa do Rio Grande do Norte) ou como sinal de aterragem, para indicar o início

do acesso a um porto ou barra (exemplos: BF AMAZONAS N°1, para aterragem na Barra Norte do Rio Amazonas e BF SÃO MARCOS DE FORA, para aterragem na Baía de São Marcos).

O uso de **barcas-faróis** reduziu-se consideravelmente há algum tempo atrás. Seus elevados custos de construção, operação e manutenção fizeram com que os países que as possuíam em maior número (Estados Unidos, Suécia, Inglaterra, França e Alemanha) promovessem sua substituição, por faróis sobre plataformas fincadas no fundo do mar ou por grandes bóias automáticas. Recentemente, entretanto, com a criação de Zonas de Separação de Tráfego e a necessidade de disciplinar o tráfego marítimo em áreas cada vez mais distantes, renasceu o emprego das **barcas-faróis**.

Outro tipo de sinal náutico flutuante de grande porte que, por suas características semelhantes e afinidades, deve ser estudado em conjunto com as barcas-faróis, é constituído pelas **bóias gigantes** ou **superbóias**, conhecidas pela sigla **LANBY** ("LARGE AUTOMATIC NAVIGATIONAL BUOY"), gigantescas bóias de 10 metros, ou mais, de diâmetro, dotadas de sofisticados equipamentos de auxílio à navegação. A Figura 13.11 mostra uma bóia LANBY de 12 metros (40 pés) de diâmetro, com suas principais partes componentes.

Figura 13.11 - Bóia "LANBY" (Large Automatic Navigational Buoy)



As bóias **LANBY** são o resultado de pesquisas desenvolvidas no sentido de se encontrar uma bóia suficientemente resistente e capaz de substituir as tradicionais barcas-faróis, as plataformas fixas de faróis em mar aberto e as bóias de grandes dimensões até então existentes. Têm um custo total (construção + operação + manutenção) de 15% a 25% menor que o de uma barca-farol e 60% a 75% menor que o custo total de um farol fincado em mar aberto.

O equipamento de fundeio de uma LANBY é bastante semelhante ao de uma bóia normal. O comprimento da amarra varia de 4 a 5 vezes a profundidade local. Nos Estados Unidos elas são fundeadas com apenas uma poita de concreto auxiliada por uma âncora tipo cogumelo. Na

Inglaterra, seu fundeio é tríplice; embora mais trabalhoso, reduz seu raio de giro.

As bóias LANBY normalmente dispõem de diesel-gerador automático. Seu período normal de fundeio é de 3 anos, após o qual sofre manutenção e reparo, em seco.

A tendência inicial, em termos de sinais flutuantes de grande porte, foi substituir as **barcas-faróis** existentes por **LANBY**. Contudo, estudos comparativos recentes entre **bóias gigantes** e **barcas-faróis automáticas** mostraram que:

- as **LANBY** são mais convenientes para áreas menos expostas e mares moderados, enquanto as **barcas-faróis** são mais apropriadas para mar aberto;
- o custo de docagem de uma **LANBY** é maior que o de uma **barca-farol**, já que sua forma circular ocupa maior espaço;
- durante o dia a **barca-farol** é melhor vista e assegura melhores condições de serviço ao pessoal de manutenção;

- quando rebocada, a **barca-farol**, por sua forma de casco de navio, oferece menor resistência hidrodinâmica que a **LANBY**;
- quando fundeada, a orientação do casco de uma **barca-farol** é um excelente indicador da corrente de maré; e
- uma **barca-farol** é mais fácil de ser atracada e de se atracar ao seu contrabordo.

Desta forma, o uso de **barcas-faróis** voltou a crescer, coexistindo com as bóias **LANBY**.

f. BALIZAS

São sinais visuais cegos, constituídos por hastes de ferro, concreto ou mesmo de madeira, de altura adequada às condições locais, fixadas, normalmente, sobre pedras isoladas, bancos, ou recifes. As hastes têm uma pintura distintiva e são encimadas por marca de tope característica, em função da indicação que devem transmitir ao navegante.

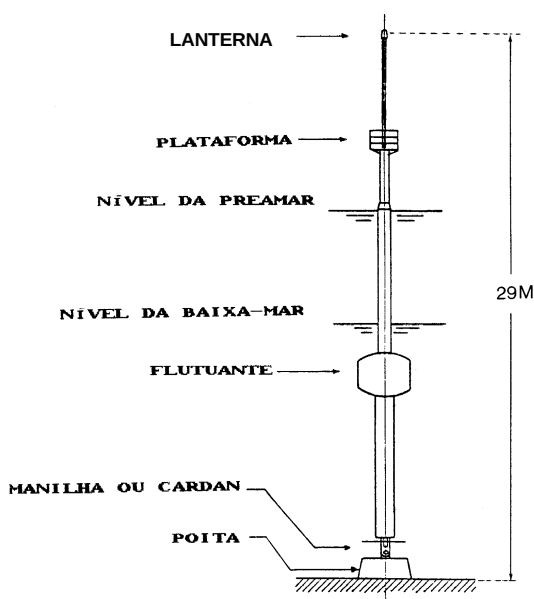
As **balizas** são o mais simples e barato dos sinais de auxílio à navegação, mas nem por isso de fácil instalação. Como sinais cegos, destinam-se a fornecer indicações ao navegante durante o período diurno. Seu acessório mais comum é o **refletor-radar**.

Na sinalização náutica fluvial adotada no Brasil, as **balizas** desempenham um importante papel, recebendo placas com símbolos especiais, que indicam ao navegante a **ação a empreender** para manter-se no canal, a **bifurcação de canais** e a existência de **perigo isolado**.

Tais símbolos, que serão adiante estudados, são pintados nas placas das **balizas** com material retrorefletivo (tinta ou fita adesiva), do tipo usado em sinalização rodoviária, para permitir também a identificação noturna, através do uso de holofote.

Ademais, as **balizas** utilizadas na sinalização náutica fluvial exibem ainda **placas de quilometragem/milhagem**, com o quilômetro/milha do rio em que estão instaladas. As placas de quilometragem das **balizas** constituem um importante auxílio ao posicionamento e à navegação fluvial. Os números indicativos dos quilômetros são pintados com material retrorefletivo.

Figura 13.12 - Baliza articulada



Há pouco tempo foi lançada uma nova concepção de baliza, na realidade um misto de bóia e farolete, constituído por uma haste fixa, tal como a de uma baliza, mas articulada e fundeada com uma poita, tal como uma bóia, tendo recebido o nome de **baliza articulada luminosa**. A Figura 13.12 mostra uma **baliza articulada luminosa**.

As **balizas articuladas** são muito úteis para limitar ou definir as margens de um canal estreito ou de uma área de manobra delicada, onde a mudança de posição de uma **bóia luminosa** (que gira pela ação do vento ou, principalmente, da corrente) poderia levar a situações perigosas, em especial para os navios de grande porte.

13.3.3 BALIZAMENTO

É o conjunto de sinais fixos e flutuantes, cegos e luminosos, que demarcam os canais de acesso, áreas de manobra, bacias de evolução e água seguras e indicam os perigos à navegação, nos portos e seus acessos, baías, rios, lagos e lagoas.

O **balizamento**, portanto, é constituído por faróletes, sinais de alinhamento, balizas, bóias luminosas e bóias cegas. Eventualmente, pode incluir faróis (denominados, então, de faróis de balizamento), barcas-faróis e superbóias, mas, em geral, o **balizamento** refere-se à sinalização náutica de menor porte, instalada para garantir segurança da navegação no canal de acesso e bacia de evolução de portos e terminais, ou ao longo de rios, lagos e lagoas.

Os sinais do **balizamento**, cegos e luminosos, fixos ou flutuantes, podem dispor de equipamentos sonoros. Além disso, podem fazer parte do **balizamento** auxílios radioelétricos à navegação, como radiofaróis e respondedores-radar (RACON).

Os **balizamentos** podem ser classificados segundo vários critérios. Um dos mais usuais é dividi-lo entre **balizamento fixo** (faróletes e balizas) e **balizamento flutuante** (bóias luminosas e bóias cegas).

Outro critério divide o **balizamento** em **balizamento cego** (balizas e bóias cegas) e **balizamento luminoso** (faróletes e bóias luminosas).

Uma classificação importante é a que separa os **balizamentos** em:

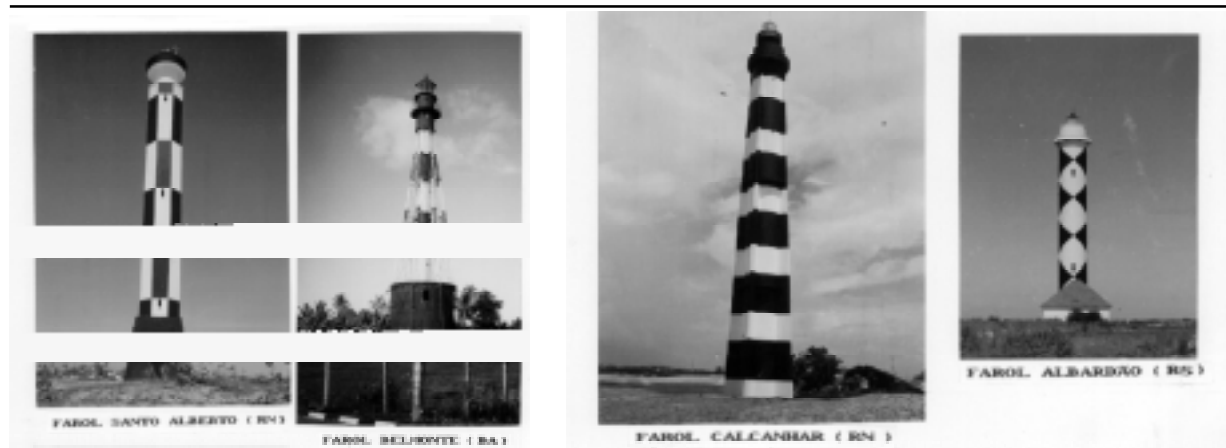
balizamento marítimo: aquele instalado em baías, enseadas e no canal de acesso e bacia de evolução de portos e terminais marítimos; e

balizamento fluvial: instalado ao longo de rios (lagos e lagoas), como auxílio à navegação interior. Normalmente, o **balizamento fluvial** tem regras próprias, em complemento às regras para o balizamento marítimo.

13.3.4 IDENTIFICAÇÃO DOS SINAIS DE AUXÍLIO À NAVEGAÇÃO

O navegante que avista um farol, farolete, bóia, baliza ou qualquer outro auxílio visual à navegação, mesmo estando distante do sinal, deve ser capaz de identificá-lo rapidamente. Para isso, sinais de uma mesma região devem apresentar formatos e padrões de pintura distintos e exibirem luzes diferentes, cada uma com sua característica própria, de modo que não haja risco de confusão com sinais vizinhos.

Figura 13.13 - Estruturas de faróis



A Figura 13.13 apresenta alguns exemplos de estruturas e padrões de pintura utilizados em faróis no Brasil.

Assim, a identificação dos sinais de auxílio navegação é feita:

a. DURANTE O DIA:

- pela forma e pela cor (padrão de pintura) de sua estrutura;
- pela forma e cor da marca de tope exibida (bóias e balizas);
- pelo som emitido ou pelo sinal radioelétrico transmitido;
- modernamente, alguns sinais de auxílio à navegação exibem, mesmo no período diurno, luzes de alta intensidade que permitem sua identificação.

b. DURANTE A NOITE:

- pelas luzes exibidas (cor e ritmo de apresentação);
- pelo som emitido ou sinal radioelétrico transmitido.

13.3.5 LUZES DE AUXÍLIO À NAVEGAÇÃO

Este item estudará apenas os termos, referentes às luzes de auxílio à navegação, mais utilizados, na prática, pelos navegantes.

1. TERMOS GERAIS

CARACTERÍSTICA: é a aparência pela qual as luzes são identificadas, obtida pela combinação de seus principais aspectos, **ritmo** e **cor**. O **ritmo** é formado por uma determinada seqüência de **emissões luminosas** e **eclipses**, de durações específicas e regularmente repetidos. No que se refere à **cor**, as luzes podem ser **brancas** ou **de cor** (encarnada, verde ou âmbar). Assim sendo, a **característica** de uma luz de auxílio à navegação é composta pelo seu **ritmo** e sua **cor**.

LUZ FIXA – luz exibindo-se contínua e uniformemente.

LUZ RÍTMICA – luz exibindo-se intermitentemente, com uma periodicidade regular (luz de lampejo, de grupo de lampejos, luz rápida, etc.)

LUZ ALTERNADA – luz exibindo-se em diferentes cores, alternadamente.

PERÍODO – é o intervalo de tempo compreendido entre os inícios de dois ciclos sucessivos idênticos na característica de uma luz rítmica.

FASE – é cada um dos aspectos sucessivos que compõem o período (**emissão luminosa** e **eclipse**).

FASE DETALHADA – é a seqüência completa de todas as **fases** que compõem o **período**.

EMISSÃO LUMINOSA – **fase** do **ritmo** do sinal durante a qual a luz é exibida.

ECLIPSE – **fase** do **ritmo** do sinal durante a qual a luz permanece apagada.

Os quadros das páginas seguintes apresentam descrições e ilustrações das **características** das luzes exibidas pelos sinais de auxílio à navegação.

2. TERMOS DESCRITIVOS

AEROFARÓIS E FARÓIS AEROMARÍTIMOS – os **aerofaróis** são destinados à navegação aérea, podendo, ocasionalmente, ser utilizados para a navegação marítima. Têm, geralmente, um alcance maior do que os faróis comuns, pois são quase sempre de grande altitude e intensidade luminosa. Por essa razão, algumas vezes podem ser avistados até mesmo antes dos faróis de aterragem. Os **aerofaróis** do Brasil são instalados e mantidos pelo Ministério da Aeronáutica. Aqueles instalados no nosso litoral, que podem ser avistados

LUZ DE ALINHAMENTO – duas ou mais luzes associadas, de modo a formarem um alinhamento ou direção horizontal a ser seguida. Conforme visto, em alguns locais, onde é pequena a largura do canal navegável ou onde não é suficiente a colocação de bóias, são instalados pares de sinais (balizas ou faroletes), que determinam com rigor uma direção que servirá como orientação para o navegante. Estes pares são chamados “**alinhamentos**” pois, quando o navegante estiver sobre a direção que assinalam, verá os dois elementos sobre uma só marcação, “enfiados” ou “alinhados”. Os **alinhamentos** poderão ser luminosos ou cegos, caso os dois sinais disponham, ou não, de aparelho de luz.

LUZES DE OBSTRUÇÃO – luzes, geralmente encarnadas, sinalizando obstruções a aeronaves, exibidas nos topos de prédios altos, silos, torres, chaminés, mastros ou qualquer outra estrutura elevada.

LUZES OCASIONAIS – luzes exibidas apenas quando especialmente necessárias ou solicitadas.

LUZ DE SETOR – luz que apresenta uma aparência diferente (geralmente cores diferentes) sobre várias partes do horizonte, de interesse à navegação marítima.

LUZ DIURNA – luz exibida durante as 24 horas do dia, sem mudança de característica. Durante o período diurno, a intensidade pode ser aumentada, para facilitar o reconhecimento e a identificação de um determinado auxílio à navegação.

LUZ DE CERRAÇÃO – luz exibida somente em períodos de visibilidade reduzida.

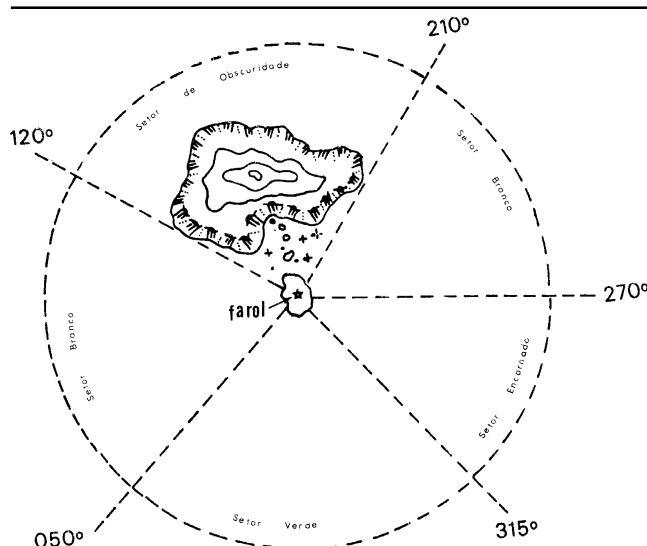
INTENSIDADE LUMINOSA – o fluxo luminoso que parte de uma fonte de luz, em uma dada direção, expresso em **candelas**.

RESPLENDOR – o brilho difuso, devido à dispersão atmosférica, apresentado por um farol quando observado de uma posição além do horizonte, ou escondida por um obstáculo.

3. LIMITES DE SETORES E DE ARCOS DE VISIBILIDADE DE LUZES DE AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO

Os limites de setores e de arcos de visibilidade das luzes de auxílio à navegação são definidos por marcações verdadeiras **tomadas do largo** (isto é, do mar para o sinal), de 000° a 360°, no sentido do movimento dos ponteiros do relógio.

Figura 13.14 - Limites de setor

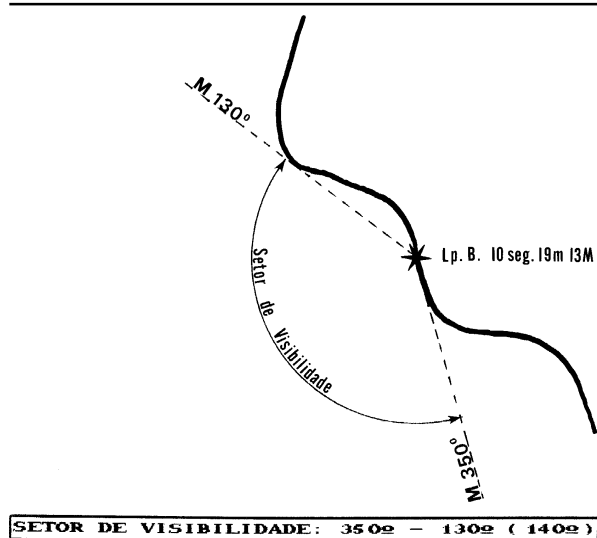


Assim, por exemplo, o farol mostrado na Figura 13.14 teria setores descritos da seguinte maneira:

SETOR DE VISIBILIDADE	210° – 120° (270°)
SETOR DE OBSCURIDADE	120° – 210° (90°)
SETOR BRANCO	210° – 270° (60°)
SETOR ENCARNADO	270° – 315° (45°)
SETOR VERDE	315° – 050° (95°)
SETOR BRANCO	050° – 120° (70°)

Os **setores coloridos**, de cor diferente da característica do farol, podem ser usados para indicar a direção de um perigo ou a passagem livre entre perigos.

Figura 13.15 - Setor de visibilidade de um farol



No que se refere ao **arco de visibilidade** ou **setor de visibilidade** de um farol, é importante mencionar que, muitas vezes, a luz de um sinal não pode ser observada de todos os azimutes, ou seja, tal luz não é visível para todas as posições em volta do farol, porque a topografia do local obscurece alguns setores (ver Figura 13.14). Os **setores de visibilidade** dos faróis são indicados na Lista de Faróis. Conforme citado, os **setores de visibilidade** são descritos por marcações verdadeiras **tomadas do largo** (do mar para o sinal), no sentido horário. Ou seja, as marcações que limitam o setor de visibilidade

são as marcações com que o navegante avista o farol (e não as marcações com que o faroleiro avistaria o navio). Na Figura 13.15, por exemplo, o **setor de visibilidade** do farol representado seria descrito como: 350° – 130° (140°).

Ademais, as Cartas Náuticas apresentam diagramas dos **setores de visibilidade** dos faróis nelas representados. É oportuno alertar que o **setor de visibilidade** de um farol, representado na Carta Náutica, nada tem a ver com o seu **alcance**, que é também indicado na carta, ao lado do símbolo de farol.

13.3.6 ALCANCES DOS AUXÍLIOS VISUAIS À NAVEGAÇÃO

1. ALCANCE LUMINOSO

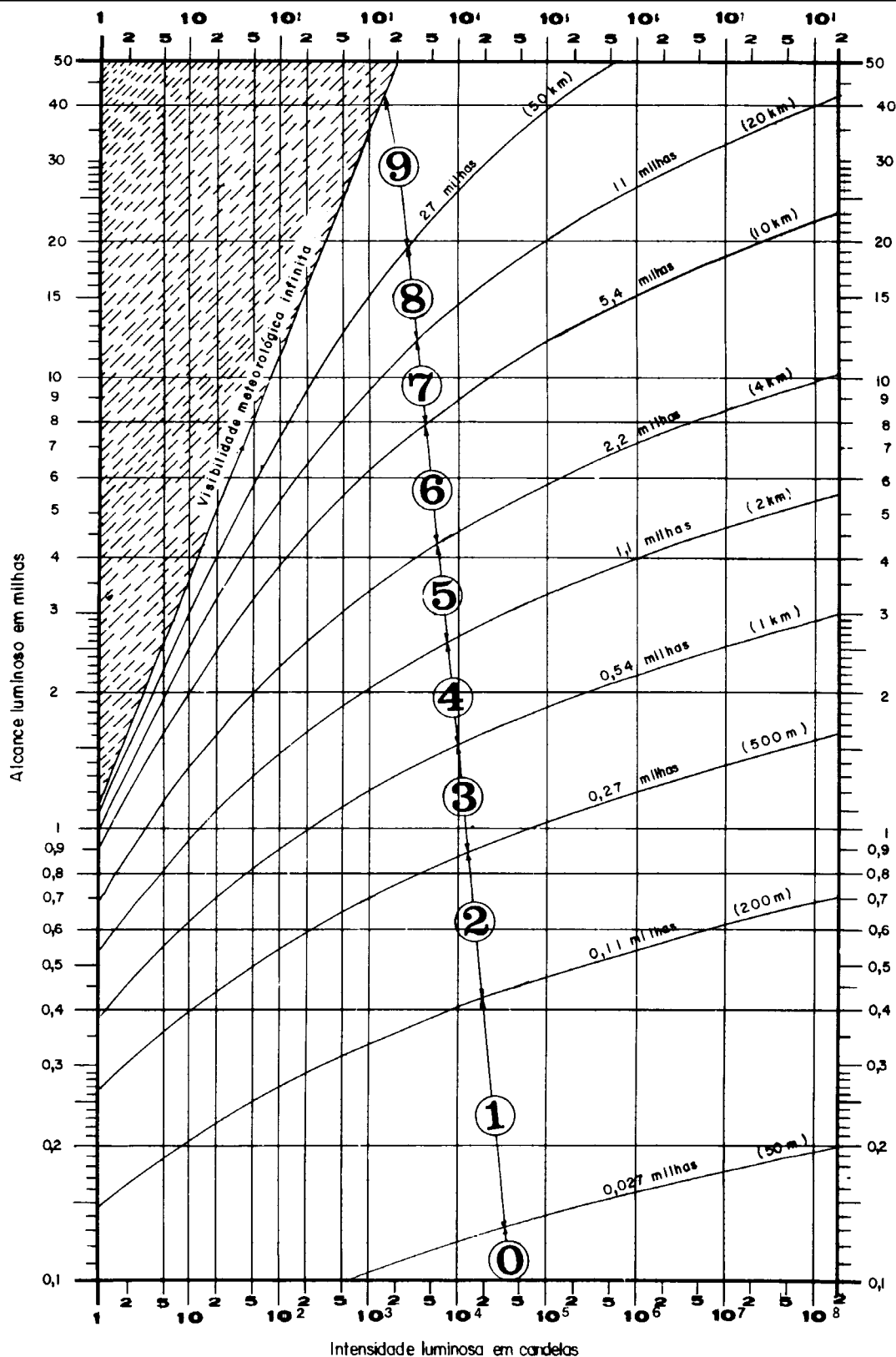
É a maior distância em que uma luz pode ser vista, meramente em função de sua **intensidade luminosa** e **visibilidade meteorológica média** da região.

O **DIAGRAMA DE ALCANCE LUMINOSO** da Figura 13.16 permite calcular o **alcance luminoso** de uma determinada luz, em função de sua **intensidade luminosa** e da **visibilidade meteorológica** vigente.

UTILIZAÇÃO DO DIAGRAMA DE ALCANCE LUMINOSO: o diagrama possibilita ao navegante determinar a distância aproximada em que uma luz pode ser avistada à noite, considerando-se a **visibilidade meteorológica** (V) predominante no momento da observação.

Este alcance é obtido entrando-se no diagrama, na sua borda inferior (linha horizontal) com o valor da **intensidade luminosa em candelas** (cd), encontrada na coluna 4 da **Lista de Faróis**, e com o valor da **visibilidade meteorológica** (V), discriminada sobre suas curvas.

Figura 13.16 - Diagrama de Alcance Luminoso



Nota:

Alguns sinais possuem interferência de luz de fundo e, assim sendo, os mesmos apresentam na LISTA DE FARÓIS intensidades luminosas maiores que as previstas para seus alcances.

Projetando-se horizontalmente o ponto de interseção para uma das colunas laterais (verticais), obtemos o **alcance luminoso**, em **milhas náuticas**, no momento da observação. O gráfico apresenta também os valores do coeficiente de transparência atmosférica (T), numerados de zero a nove (equivalente a décimos da unidade), isto é, para um valor de **visibilidade meteorológica** (V) de 5,4 milhas náuticas, temos um valor de **coeficiente de transparência atmosférica** (T) equivalente a 7 (ou seja 0,7), valor este que também pode ser utilizado com a **intensidade luminosa** em candelas para a obtenção do seu **alcance luminoso**.

EXEMPLOS

- O Farol Ilha do Boi N°1 possui **intensidade luminosa** de 10.050 candelas. No momento da observação, a **visibilidade meteorológica** reinante era de 10 milhas náuticas. Entrando no Diagrama com esses valores, obtém-se um **alcance luminoso** para o farol de 14 milhas náuticas.
- O Farol Cabo Frio possui uma **intensidade luminosa** de 5.696.000 candelas. Determinar o **alcance luminoso** do farol para um **coeficiente de transparência atmosférica** (T) igual a 0,85. Entrando no Diagrama com a **intensidade luminosa** e o **coeficiente de transparência atmosférica**, obtém-se um **alcance luminoso** de 49 milhas náuticas.
- O Farol Santa Cruz possui **intensidade luminosa** de 3.066 candelas. No momento da observação, a **visibilidade meteorológica** reinante era de 10 milhas náuticas (correspondente a um **coeficiente de transparência atmosférica** $T = 0,74$). Determinar o **alcance luminoso** do sinal. Entrando no Diagrama com esses valores, obtém-se um **alcance luminoso** de 9,5 milhas náuticas (para uma **visibilidade meteorológica** de 10 milhas).

2. ALCANCE NOMINAL

É o alcance de uma luz a uma atmosfera homogênea na qual a **visibilidade meteorológica** é de 10 milhas náuticas, para um observador de vista normal, sob condições normais de contraste.

3. ALCANCE GEOGRÁFICO

É a maior distância na qual uma luz pode ser vista, levando-se em conta unicamente a curvatura da Terra, com a elevação da fonte luminosa e a altura do olho no observador sobre o nível do mar.

Como vimos, a linha de visada do observador a um objeto distante é, no máximo, o comprimento tangente à superfície curva do mar. É desse ponto de tangência que as distâncias tabulares são calculadas. Para se obter a visibilidade real geográfica do objeto, entra-se na Tabela de Alcance Geográfico (Figura 13.3) primeiramente com a **altura do olho do observador sobre o nível do mar**, em metros, e, em seguida, com a elevação sobre o nível médio do mar (ou seja, a **altitude**) do objeto, também em metros. Na tabela da Figura 13.3, o cruzamento das duas entradas apresenta a distância máxima em que um objeto ou uma luz possante bóia no horizonte, em milhas náuticas.

UTILIZAÇÃO DA TABELA DE ALCANCE GEOGRÁFICO

A Tabela da Figura 13.3 fornece o alcance geográfico em milhas náuticas, levando-se em conta a altura sobre o nível do mar em que se encontra o olho do observador e a elevação da luz sobre o nível médio do mar, ou seja, sua altitude, ambas em metros. Conforme mencionado, a Tabela utiliza, para cálculo do **alcance geográfico**, a fórmula:

$$D = 2,03 (\sqrt{O\bar{H}} + \sqrt{\bar{O}h}).$$

No caso de valores não tabulados de altitude do olho do observador e/ou do objeto visado, obtém-se o **alcance geográfico** por interpolação linear.

EXEMPLOS

- a. Um observador no passadiço de um navio, na altura de sete (7) metros sobre o nível do mar, tenta avistar um farol cujo foco luminoso possui uma elevação (altitude) de sessenta (60) metros. Entrando na tabela com os dois valores, obtém-se 21,1 milhas náuticas, que será a distância visual máxima na qual o observador poderá avistar o farol, ou seja, o **alcance geográfico** do farol.
- b. A altura do olho do observador sobre o nível do mar é de 15 metros e a altitude do objeto visado é 42 metros. O **alcance geográfico**, obtido por interpolação na Tabela da Figura 13.3, será de 21,0 milhas.

Ao ser estabelecido um farol, os valores dos dois alcances, **geográfico** e **luminoso**, devem ter sido fixados com antecedência; a altitude e o aparelho de luz são, então, definidos de modo a que satisfaçam às condições exigidas.

Nos faróis de aterragem, deseja-se que o navegante possa avistá-los da maior distância possível, de dia ou de noite. Neste caso, a **intensidade luminosa** e, conseqüentemente, o **alcance luminoso**, deverá ser, no mínimo, igual ao **alcance geográfico**, pois de nada adiantaria construir-se um farol que possua um **alcance geográfico de 40 milhas** e um **alcance luminoso** de apenas 10 milhas nas condições ideais, se o seu objetivo é ser avistado o mais longe possível.

Por outro lado, ocorrem situações onde não interessa ao navegante avistar um farol desde muito longe, se só irá marcá-lo efetivamente quando estiver mais próximo. Isto poderia, inclusive, gerar erros ou dificuldades na identificação dos sinais. Para estes casos, o alcance luminoso poderá ser inferior ao geográfico.

Como ao navegante interessa saber a que distância poderá avistar pela primeira vez um determinado sinal, a DHN registra nas cartas apenas o **menor entre os dois alcances**.

13.4 SISTEMAS DE BALIZAMENTO

13.4.1 INTRODUÇÃO

Conforme anteriormente definido, **balizamento** é o conjunto de sinais de auxílio à

- No **balizamento lateral** os sinais indicam os lados de bombordo e boreste de uma rota a ser seguida, de acordo com uma direção estipulada.
- No **balizamento cardinal** os perigos estão indicados por bóias ou balizas posicionadas em relação aos 4 quadrantes, sendo este sistema particularmente útil em mar aberto, ao longo de costas em que existem obstáculos, onde a orientação do balizamento lateral poderia não ser facilmente discernível.

13.4.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Até bem pouco tempo (1976), havia em uso no mundo mais de trinta sistemas diferentes de balizamento, muitos dos quais contraditórios entre si. Este fato resultava em situações confusas, particularmente à noite, quando um navegante poderia deparar-se, inesperadamente, com uma luz cujo significado não lhe parecia claro. Tal confusão era especialmente perigosa quando a luz não identificada sinalizava um perigo novo, ainda não cartografado, tal como um casco soçobrado recente. A dúvida do navegante acerca da melhor ação a seguir era inevitável, levando-o a tomar uma decisão errada e muitas vezes desastrosa.

Desde o aparecimento das bóias luminosas, em fins do século XIX, ocorreram muitas controvérsias sobre a melhor maneira de usá-las. Assim, alguns países eram favoráveis à utilização de luzes encarnadas para sinalizar o lado de bombordo nos canais, enquanto outros eram partidários de colocá-las a boreste.

Outra diferença de opinião fundamental girava em torno dos princípios a serem aplicados aos sinais de auxílio ao navegante. A maioria dos países adotou o princípio do Sistema Lateral, em que os sinais indicam os lados de bombordo e boreste de uma rota a ser seguida, de acordo com uma direção estipulada. Outros países, no entanto, foram partidários do princípio de sinais Cardinais, no qual os perigos estão indicados mediante uma ou mais bóias ou balizas posicionadas em relação aos quatro quadrantes, sendo este sistema particularmente útil em mar aberto, onde a orientação do balizamento Lateral poderia não ser facilmente discernível.

Ao longo dos anos, numerosas tentativas foram feitas para conciliar as diferentes opiniões, porém sem sucesso. A maior aproximação a um acordo internacional sobre um sistema de balizamento unificado foi alcançada em Genebra, em 1936. Infelizmente, redigido sob os auspícios da Liga das Nações, nunca foi ratificado, devido ao deflagrar da Segunda Guerra Mundial. O acordo propunha o uso indistinto dos sinais Laterais ou Cardinais, porém separando-os em dois sistemas diferentes. Também dispunha o uso da cor encarnada para sinais de bombordo e reservava, genericamente, a cor verde para marcar cascos soçobrados.

Ao terminar a Segunda Guerra Mundial, muitos países tiveram seus auxílios à navegação destruídos e o processo de reconstrução tornou-se premente. Na ausência de algo melhor, adotaram as regras de Genebra, com ou sem modificações para adaptá-las às condições locais e aos equipamentos disponíveis. Este procedimento conduziu a amplas e algumas vezes conflitivas diferenças, especialmente nas águas densamente navegadas do noroeste da Europa.

Grande parte do continente americano e alguns países do Pacífico continuaram adotando “encarnado a boreste” e utilizando, unicamente, o sistema de balizamento lateral.

Essa situação insatisfatória era do perfeito conhecimento da “Associação Internacional de Sinalização Náutica” (IALA) que, em 1969, constituiu uma Comissão Técnica para examinar a questão e sugerir soluções.

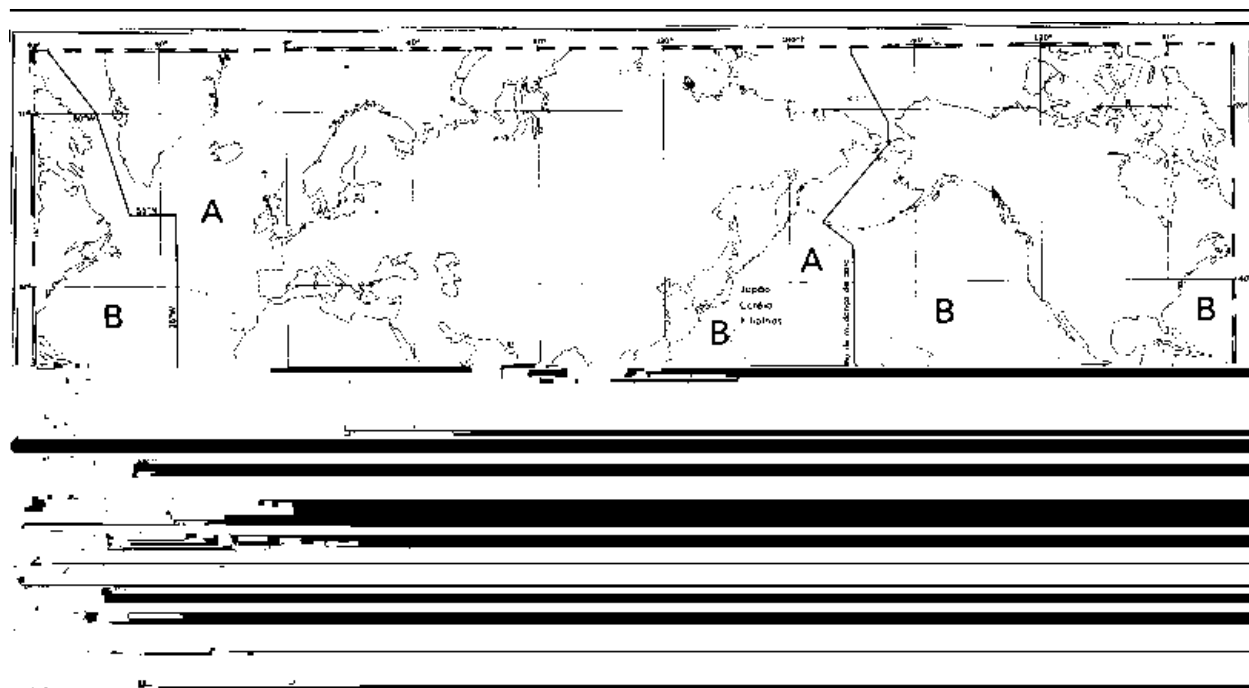
Foram três os problemas básicos com que se defrontou a Comissão:

1. a necessidade de aproveitar ao máximo os equipamentos existentes para evitar gastos desnecessários;
2. a forma de utilizar as cores verde e encarnado para sinalização de canais;
3. a necessidade de combinar as regras dos sistemas Lateral e Cardinal.

As tentativas para alcançar uma unidade completa tiveram escasso êxito. Uma série de acidentes desastrosos ocorridos na área do Estreito de Dover, em 1971, imprimiu um novo ímpeto aos esforços da Comissão. Os cascos soçobrados situados no corredor de um Esquema de Separação de Tráfego desafiaram todas as tentativas efetuadas para sinalizá-los de maneira facilmente compreensível.

Para encarar as exigências conflitivas considerou-se necessário, como primeiro passo, formular dois sistemas: um, usando a cor encarnada para sinalizar o lado de bombordo dos canais e outro, empregando a mesma cor para marcar o lado de boreste. Esses sistemas foram denominados A e B, respectivamente.

Figura 13.17 - Sistema de balizamento marítimo da AISM (IALA) – Regiões de Balizamento A e B



As regras para o Sistema A, que incluíam tanto os sinais Cardinais como os Laterais, foram completados em 1976 e aprovadas pela Organização Marítima Internacional (IMO). O sistema começou a ser introduzido em 1977 e seu uso foi gradualmente estendido através da Europa, Austrália, Nova Zelândia, África, Golfo Pérsico e alguns países da Ásia.

As regras para o Sistema B foram concluídas no início de 1980 e procurou-se adequá-las para aplicação nos países da América do Norte, Central e Sul, Japão, Coreia e Filipinas.

Entretanto, devido à similitude entre os dois sistemas, o Comitê Executivo da IALA combinou-os em um único conjunto de regras, conhecido como “Sistema de Balizamento Marítimo da IALA”. Esse Sistema único adotado permitiria que as autoridades de sinalização náutica escolhessem, sobre uma base regional, entre usar o encarnado a bombordo ou a boreste, optando, respectivamente, pela Região A ou Região B.

Para viabilizar esse conjunto único de regras e satisfazer às necessidades dos países componentes da Região B, propôs-se introduzir nas regras acordadas do sistema A alguns pequenos acréscimos. Essas adições eram de natureza menor e não exigiam uma mudança significativa no Sistema A de balizamento, já em processo de introdução, na época.

Durante a Conferência convocada pela IALA, em novembro de 1980, com a assistência da IMO e da Organização Hidrográfica Internacional (OHI), reuniram-se os responsáveis pelo balizamento de 50 países e representantes de 9 organismos internacionais relacionados com auxílios à navegação e acordaram adotar as regras do novo Sistema Combinado. Também foi decidido que os limites das regiões seriam representados em um mapa anexo às regras (Figura 13.17), periodicamente atualizado.

O Brasil, através da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha, assinou o Acordo e optou pela Região “B”, decisão aprovada pelo Decreto Presidencial nº 92.267 de 3 de janeiro de 1986.

Assim, o sistema de balizamento marítimo da IALA passou a auxiliar, pela primeira vez, o navegante de qualquer nacionalidade a determinar sua posição, navegar com segurança e evitar os perigos, sem temer a ambigüidade. Esta foi, sem dúvida, uma importante e positiva contribuição para a segurança da vida, do meio ambiente e da propriedade no mar.

13.4.3 PRINCÍPIOS GERAIS DO SISTEMA DE BALIZAMENTO MARÍTIMO DA IALA

O Sistema de Balizamento IALA possui 5 tipos de sinais, que podem ser usados de forma combinada. O navegante pode distingui-los facilmente, graças às suas características específicas de identificação.

Os **sinais laterais** apresentam diferenças resultantes da **Região de Balizamento (A ou B)** – como se descreve adiante – sendo os outros 4 tipos comuns a ambas as regiões.

SINAIS LATERAIS

Seguindo o sentido da “direção convencional do balizamento”, os sinais Laterais da Região A utilizam, de dia e de noite, as cores encarnada e verde para indicar, respectivamente, os lados de bombordo e boreste dos canais. Entretanto, na Região B estas cores se invertem, com encarnada a boreste e verde a bombordo.

Um sinal Lateral modificado deve ser usado em um ponto onde haja bifurcação de canal, para distinguir o canal preferencial designado por uma Autoridade competente.

SINAIS CARDINAIS

Os sinais Cardinais indicam que as águas mais profundas na área considerada encontram-se no lado (quadrante) designado pelo sinal. Esta convenção é válida mesmo que, por exemplo, um sinal Norte tenha águas navegáveis não somente no norte, mas também no leste e oeste. O navegante saberá que está seguro ao norte, porém deverá consultar sua carta náutica para maiores informações (ou orientações).

Os sinais Cardinais não possuem um formato específico que os caracterizem, porém adotam normalmente a forma pilar ou charuto. São sempre pintados com faixas horizontais amarelas e pretas e suas marcas de tope, formadas por cones duplos, são sempre pretas.

Para facilitar a memorização das cores dos sinais Cardinais, os cones das marcas de tope podem ser considerados como apontando para as posições das faixas horizontais pretas:

- Cones pretos do tope com os vértices para cima: faixa preta sobre a amarela.
- Cones pretos do tope com os vértices para baixo: faixa preta sob a amarela.
- Cones pretos um sobre o outro, base a base, com os vértices em posições opostas: faixas pretas acima e abaixo de uma faixa amarela.
- Cones pretos com vértices apontando-se mutuamente: faixa preta com faixas amarelas acima e abaixo.

Os sinais Cardinais possuem também um sistema especial de luzes de lampejos brancos bastante característico. Basicamente, os ritmos são todos de “lampejos muito rápidos” (LpMR) ou rápidos (LpR), interrompidos por obscuridades de diversas durações. Definem-se “lampejos muito rápidos” os que possuem um ritmo luminoso entre 80 e 160 lampejos por minuto e “lampejos rápidos” os que possuem um ritmo luminoso entre 50 e 80 lampejos por minuto.

As características utilizadas para os sinais Cardinais são:

Norte	Lampejos “muito rápidos” ou “rápidos” contínuos.
Leste	Três lampejos “muito rápidos” ou “rápidos” seguidos por uma obscuridade.
Sul	Seis lampejos “muito rápidos” ou “rápidos” seguidos imediatamente por um lampejo longo e uma obscuridade.
Oeste	Nove lampejos “muito rápidos” ou “rápidos” seguidos por uma obscuridade.

O posicionamento dos lampejos (3), (6) e (9) nos quadrantes pode ser facilmente memorizado quando associado a um mostrador de relógio. O lampejo longo, contudo, definido como uma luz de duração não menor que 2 segundos, constitui um artifício para garantir que os três (3) ou os nove (9) lampejos dos sinais leste e oeste, não serão confundidos com os seis (6) lampejos do sinal sul.

Mais adiante será observado que outros dois tipos de sinais utilizam-se da luz branca. Esses sinais, entretanto, possuem um ritmo luminoso bem diferenciado, que não deixa margem para confusão com os lampejos “muito rápidos” ou “rápidos” dos sinais Cardinais.

SINAL DE PERIGO ISOLADO

O sinal de Perigo Isolado é colocado sobre um perigo de pequena área, que tenha águas navegáveis em toda a sua volta. As marcas de tope de duas esferas pretas, uma sobre a outra, e as luzes brancas dos grupos de lampejos (2), servem para diferenciar os sinais de Perigo Isolado dos sinais Cardinais.

SINAIS DE ÁGUAS SEGURAS

O sinal de Águas Seguras indica águas navegáveis em torno dele, porém não sinaliza um perigo. Pode ser usado, por exemplo, como sinal de meio de canal ou sinal de aterragem (“landfall mark”).

Sua configuração difere totalmente das bóias que sinalizam perigos. São de formato esférico ou, alternativamente, pilar ou charuto com tope esférico encarnado. É o único tipo de sinal com faixas verticais (encarnadas e brancas). Suas luzes, quando existentes, são brancas isofásicas, ou de ocultação, ou de lampejo longo, ou em código Morse exibindo a letra “A” (.-).

SINAIS ESPECIAIS

Os sinais Especiais não se destinam primordialmente a orientar a navegação, mas indicam uma área ou uma característica especial, cuja natureza pode ser verificada consultando uma carta ou outro documento náutico.

Os sinais Especiais são amarelos. Podem levar uma marca de tope amarela em forma de “X” e, se possuírem luz, esta deve também ser amarela. Com o intuito de evitar a possibilidade de confusão entre o amarelo e o branco em baixa visibilidade, as luzes amarelas dos sinais Especiais não têm qualquer dos ritmos usados nas luzes brancas.

Sua forma não será conflitante com as utilizadas nos sinais de navegação, isto significando, por exemplo, que uma bóia especial localizada no lado de bombordo de um canal pode ter a forma cilíndrica, mas não cônica. Os sinais Especiais podem também ser caracterizados por meio de letras ou números que indicam sua finalidade.

NOVOS PERIGOS

Convém salientar, especialmente, que um “novo perigo” – termo usado para descrever um perigo ainda não mostrado em documentos náuticos – pode ser indicado mediante uma duplicação do sinal normal, até que a informação tenha sido suficientemente promulgada. Um sinal de “novo perigo” pode levar um RACON codificado Morse “D” (–..).

13.4.4 REGRAS DO SISTEMA DE BALIZAMENTO MARÍTIMO DA IALA

1. GENERALIDADES

OBJETIVO

Este sistema apresenta normas que se aplicam a todos os sinais do balizamento, fixos e flutuantes, servindo para indicar:

- Os limites laterais de canais navegáveis;
- Perigos naturais e outras obstruções, tais como cascos soçobrados;
- Outras áreas ou peculiaridades importantes para o navegante; e
- Novos perigos (perigos ainda não cartografados).

TIPOS DE SINAIS

O sistema de balizamento possui cinco tipos de sinais, que podem ser usados de forma combinada:

Sinais Laterais, cujo emprego está associado a uma “direção convencional do balizamento”, geralmente usados em canais bem definidos. Estes sinais indicam bombordo e boreste da rota a ser seguida. Onde um canal se bifurca, um sinal lateral modificado pode ser usado para indicar a via preferencial. Os sinais laterais diferem entre as Regiões de balizamento A e B, conforme descrito nas Seções (2) e (8).

Sinais Cardinais, cujo emprego está associado ao da agulha de navegação, são usados para indicar o setor onde se poderá encontrar águas navegáveis.

Sinais de Perigo Isolado, para indicar perigos isolados de tamanho limitado, cercados por águas navegáveis.

Sinais de Águas Seguras, para indicar que em torno de sua posição as águas são navegáveis; por exemplo, sinais de meio de canal ou sinais de aterragem.

Sinais Especiais, cujo objetivo principal não é orientar a navegação, mas indicar uma área ou peculiaridade mencionada em documentos náuticos.

MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DE SINAIS

O significado de um sinal depende de uma ou mais das seguintes particularidades:

- À noite, cor e ritmo da luz.
- De dia, cor, formato e marca de tope.

2. SINAIS LATERAIS

DEFINIÇÃO DE “DIREÇÃO CONVENCIONAL DO BALIZAMENTO”

A “direção convencional do balizamento”, que deve ser indicada nos documentos náuticos apropriados, pode ser:

- A direção geral tomada pelo navegante, vindo do alto-mar, ao aproximar-se de um porto, rio, estuário ou outra via navegável, ou
- A direção determinada pela autoridade apropriada, em consulta a países vizinhos, se necessário. Em princípio deve seguir o sentido horário ao redor das massas terrestres.

No Brasil a “direção convencional do balizamento” é sempre **vindo do mar** e, no caso da navegação fluvial, **subindo o rio**.

REGIÕES DE BALIZAMENTO

Existem duas Regiões Internacionais de Balizamento, **A** e **B**, onde os sinais laterais diferem.

Essas Regiões de Balizamento englobam os seguintes países (ou áreas):

REGIÃO “A”		REGIÃO “B”	
ÁFRICA DO SUL	INGLATERRA	ARGENTINA	MÉXICO
ALEMANHA	IRÃ	BOLÍVIA	PANAMÁ
ARGÉLIA	IRLANDA	BRASIL	PERU
AUSTRÁLIA	IUGOSLÁVIA	CANADÁ	URUGUAI
BÉLGICA	JERSEI	CARIBE	VENEZUELA
CONGO	NORUEGA	CHILE	
DINAMARCA	QUÊNIA	CORÉIA	
DJIBOUTI	OMÃ	COSTA RICA	
ESCÓCIA	POLÔNIA	CUBA	
FINLÂNDIA	PORTUGAL	EQUADOR	
FRANÇA	ROMÊNIA	EUA	
GABÃO	RUSSIA	FILIPINAS	
GRÉCIA	SINGAPURA	FRANÇA (GUIANA e Possessões no CARIBE)	
HOLANDA	SUÉCIA	HONDURAS	
HONG KONG	TUNÍSIA	JAPÃO	

DESCRIÇÃO DOS SINAIS LATERAIS USADOS NA REGIÃO A**Sinais de Bombordo**

Cor:	Encarnada
Formato (Bóias):	Cilíndrico, pilar ou charuto
Marca de Tope (se houver):	Cilindro encarnado
Luz (quando houver):	
Cor:	Encarnada
Ritmo:	Qualquer, com exceção de Grupos de Lampejos Compostos (2+1)

Sinais de Boreste

Cor:	Verde
Formato (Bóias):	Cônico, pilar ou charuto
Marca de Tope (se houver):	Cone verde com o vértice para cima
Luz (quando houver):	
Cor:	verde
Ritmo:	Qualquer, com exceção de Grupos de Lampejos Compostos (2+1)

No ponto em que um canal se bifurca, seguindo a “direção convencional do balizamento”, o canal preferencial pode ser indicado pelos sinais laterais de bombordo ou boreste modificados, como se segue:

Canal preferencial a Boreste (Bombordo modificado)

Cor:	Encarnada com uma faixa larga horizontal verde
Formato (Bóias):	Cilíndrico, pilar ou charuto
Marca de Tope (se houver):	Cilindro encarnado
Luz (quando houver):	
Cor:	Encarnada
Ritmo:	Grupos de Lampejos Compostos (2+1)

Canal preferencial a Bombordo (Boreste modificado)

Cor:	Verde com uma faixa larga horizontal encarnada
Formato (Bóias):	Cônico, pilar ou charuto
Marca de Tope (se houver):	Cone verde com o vértice para cima
Luz (quando houver):	
Cor:	Verde
Ritmo:	Grupos de Lampejos Compostos (2+1)

DESCRIÇÃO DOS SINAIS LATERAIS USADOS NA REGIÃO B (onde se inclui o Brasil)

Sinais de Bombordo

Cor:	Verde
Formato (Bóias):	Cilíndrico, pilar ou charuto
Marca de Tope (se houver):	Cilindro verde
Luz (quando houver):	
Cor:	Verde
Ritmo:	Qualquer, com exceção de Grupos de Lampejos Compostos (2+1)

Sinais de Boreste

Cor:	Encarnada
Formato (Bóias):	Cônico, pilar ou charuto
Marca de Tope (se houver):	Cone encarnado com o vértice para cima.
Luz (quando houver):	
Cor:	Encarnada,
Ritmo:	Qualquer, com exceção de Grupos de Lampejos Compostos (2+1)

No ponto em que um canal se bifurca, seguindo a “direção convencional do balizamento”, o canal preferencial pode ser indicado pelos sinais laterais de bombordo ou boreste modificados, como se segue:

Canal preferencial a Boreste (Bombordo modificado)

Cor:	Verde com uma faixa larga horizontal encarnada
Formato (Bóias):	Cilíndrico, pilar ou charuto
Marca de Tope (se houver):	Cilindro verde
Luz (quando houver):	
Cor:	Verde
Ritmo:	Grupos de Lampejos Compostos (2+1)

Canal preferencial a Bombordo (Boreste modificado)

Cor:	Encarnada com uma faixa larga horizontal verde
Formato (Bóias):	Cônico, pilar ou charuto
Marca de Tope (se houver):	Cone encarnado com o vértice para cima.
Luz (quando houver):	
Cor:	Encarnada
Ritmo:	Grupos de Lampejos Compostos (2+1)

REGRAS GERAIS PARA O BALIZAMENTO LATERAL

Formatos:

Quando os sinais laterais não utilizarem bóias de formato cilíndrico ou cônico para identificação, deverão, onde for possível, levar a marca de tope apropriada.

Identificação com letras ou números:

Se os sinais que demarcam as margens de um canal forem marcados com números ou letras, a sequência dessas indicações deve acompanhar a “direção convencional do balizamento”.

3. SINAIS CARDINAIS

DEFINIÇÃO DE QUADRANTES E SINAIS CARDINAIS

Os quatro quadrantes (Norte, Leste, Sul e Oeste) são limitados pelas marcações verdadeiras NW – NE, NE – SE, SE – SW, SW – NW, tomadas a partir do ponto de referência (ponto a ser indicado pelo sinal e sobre o qual se deseja chamar a atenção do navegante).

Um sinal Cardinal recebe o nome do quadrante no qual ele se encontra.

O nome de um sinal Cardinal indica o quadrante em que o navegante deve passar, em relação à posição do sinal.

USO DOS SINAIS CARDINAIS

Um sinal Cardinal pode ser usado, por exemplo:

- Para indicar que as águas mais profundas numa área encontram-se no lado (quadrante) que tem o nome do sinal.
- Para indicar o lado seguro para passar um perigo, especialmente em mar aberto.

DESCRIÇÃO DE SINAIS CARDINAIS

Sinal Cardinal Norte

Marca de Tope:	2 cones pretos, um sobre o outro, com os vértices para cima
Cor:	Preta sobre amarela
Formato (Bóias):	Pilar ou charuto
Luz (quando houver):	
Cor:	Branca
Ritmo:	Lampejos rápidos ou muito rápidos

Sinal Cardinal Leste

Marca de Tope:	2 cones pretos, um sobre o outro, base a base
Cor:	Preta com uma faixa larga horizontal amarela
Formato (Bóias):	Pilar ou charuto
Luz (quando houver):	
Cor:	Branca
Ritmo:	Grupos de lampejos triplos muito rápidos a cada 5 segundos, ou rápidos a cada 10 segundos

Sinal Cardinal Sul

Marca de Tope: 2 cones pretos, um sobre o outro, com os vértices para baixo

Cor: Amarela sobre preta

Formato (Bóias): Pilar ou charuto

Luz (quando houver):

Cor: Branca

Ritmo: Grupos de lampejos muito rápidos (6) + lampejo longo a cada 10 segundos; ou grupo de lampejos rápidos (6) + lampejo longo, a cada 15 segundos

Sinal Cardinal Oeste

Marca de Tope: 2 cones pretos, um sobre o outro, ponta a ponta

Cor: Amarela com uma faixa larga horizontal preta

Formato (Bóias): Pilar ou charuto

Luz (quando houver):

Cor: Branca

Ritmo: Grupos de lampejos muito rápidos (9), a cada 10 segundos; ou grupo de lampejos rápidos (9), a cada 15 segundos

A marca de tope constituída por 2 cones é o indicador diurno mais importante de um sinal Cardinal e deve ser usada sempre que praticável; seu tamanho deve ser o maior possível, com uma visível separação entre os cones.

4. SINAIS DE PERIGO ISOLADO**DEFINIÇÃO DE SINAIS DE PERIGO ISOLADO**

Um sinal de Perigo Isolado é aquele construído sobre, fundeado sobre ou junto de um perigo isolado de dimensões relativamente pequenas, que tenha águas navegáveis em toda a sua volta.

DESCRIÇÃO DOS SINAIS DE PERIGO ISOLADO

Marca de Tope: 2 esferas pretas, uma sobre a outra

Cor: Preta, com uma ou mais faixas largas horizontais encarnadas

Formato (Bóias): Opcional, porém sem conflitar com os sinais laterais preferindo-se os formatos charuto e pilar

Luz (quando houver):

Cor: Branca

Ritmo: Grupo de lampejos (2)

A marca de tope constituída por 2 esferas pretas é um indicador diurno muito importante de todo sinal de Perigo Isolado, e deve ser usada sempre que praticável; seu tamanho deve ser o maior possível, com uma visível separação entre as esferas.

5. SINAIS DE ÁGUAS SEGURAS

DEFINIÇÃO DE SINAIS DE ÁGUAS SEGURAS

Estes sinais servem para indicar que há águas navegáveis em torno de todo o sinal; incluem-se nesta definição os sinais de linha de centro e os de meio de canal. Tais sinais podem também ser usados para indicar uma aproximação de terra (sinal de aterragem).

DESCRIÇÃO DOS SINAIS DE ÁGUAS SEGURAS

Cor:	Listras verticais encarnadas e brancas
Formato (Bóias):	Esférico, pilar ou charuto
Marca de Tope (se houver):	Uma esfera encarnada
Luz (quando houver):	
Cor:	Branca
Ritmo:	Isofásico, ou de ocultação, ou lampejo longo a cada 10 segundos, ou Morse "A" (.-)

6. SINAIS ESPECIAIS

DEFINIÇÃO DE SINAIS ESPECIAIS

São sinais cujo objetivo não é orientar a navegação, mas indicar uma área ou característica especial, mencionada nos documentos náuticos apropriados, como, por exemplo:

- Bóias dos Sistemas de Aquisição de Dados Oceânicos (ODAS).
- Sinais de separação de tráfego, onde o uso de sinalização convencional de canal pode causar confusão.
- Sinais de área de despejos.
- Sinais de área de exercícios militares.
- Sinais de cabo ou tubulação submarina.
- Sinais de área de recreação.

DESCRIÇÃO DOS SINAIS ESPECIAIS

Cor:	Amarela
Formato (Bóias):	Opcional, mas sem conflitar com sinais de auxílio à navegação
Marca de Tope (se houver):	Formato de "X" amarelo
Luz (quando houver):	
Cor:	Amarela
Ritmo:	Qualquer, diferindo dos sinais cardinais, perigo isolado ou águas seguras

SINAIS ESPECIAIS ADICIONAIS

Outros sinais especiais podem ser estabelecidos pela Autoridade responsável, a fim de fazer frente a circunstâncias excepcionais. Estes sinais adicionais não devem conflitar com sinais de auxílio à navegação, devendo ser divulgados em documentos náuticos apropriados e a IALA notificada o mais rápido possível.

As Figuras 13.18, 13.19 e 13.20 ilustram os **sinais laterais** da Região **B**, os sinais de **perigo isolado**, **águas seguras**, **balizamento especial** e **novos perigos** e os **sinais cardinais** do Sistema de Balizamento Marítimo da IALA.

Figura 13.18

Figura 13.19 - Sistema de Balizamento da IALA (continuação)

Figura 13.20 - Sistema de Balizamento da IALA (Sinais Cardinais)

As Figuras 13.21 e 13. 22 apresentam exemplos de utilização do Sistema de Balizamento Marítimo da IALA nas Regiões **A** e **B**, respectivamente.

Figura 13.21 - Uso do Sistema de Balizamento IALA (REGIÃO A), diurno e noturno

Figura 13.22 - Uso do Sistema de Balizamento IALA (REGIÃO B), diurno e noturno

13.4.5 NUMERAÇÃO DE BALIZAMENTOS

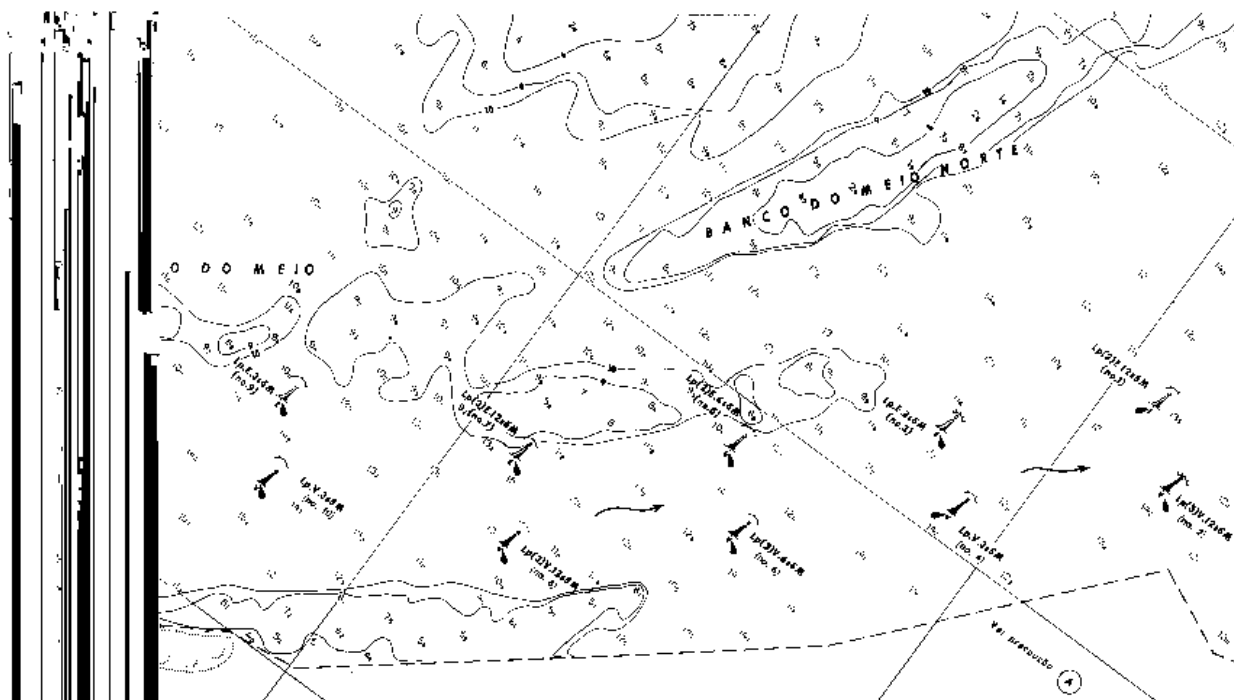
Em alguns canais, o número elevado de sinais de balizamento torna recomendável numerá-los, para evitar erros de identificação.

O critério adotado para a numeração do balizamento é o seguinte:

- a. A numeração dos vários canais e alinhamentos é independente entre si;
- b. A numeração de canais é uma só para todo o balizamento, quer se trate de bóias cegas, bóias de luz ou faroletes. O balizamento encarnado recebe **números ímpares** e o verde, **números pares**; os alinhamentos são identificados por letras, em ordem alfabética;
- c. A numeração será sucessiva e em ordem crescente; para os canais, a partir da entrada nos portos, e para os alinhamentos, a partir da bóia mais próxima à entrada;
- d. Além das bóias, faroletes e balizas de canais de acesso e de alinhamento, só deverão ser numeradas as que, de outro modo, não possam ser facilmente identificadas pelo navegante, ou referidas nas cartas e publicações.

A Figura 13.23 apresenta um exemplo de balizamento onde as bóias foram numerados (canal de acesso à Barra Norte do Rio Amazonas).

Figura 13.23 - Numeração do Balizamento



13.4.6 REGRAS ESPECIAIS PARA O BALIZAMENTO FLUVIAL E LACUSTRE

No balizamento das hidrovias interiores, sempre que as características se assemelharem às do ambiente marítimo, seja pela retitude do curso, ou pela distância entre as margens, devem ser utilizados os sinais previstos para o balizamento marítimo, considerando-se como “direção convencional do balizamento” o sentido de jusante para montante (isto é, subindo o rio).

Quando as características da hidrovia impedirem a utilização dos sinais previstos para o balizamento marítimo (pelo estreitamento do curso, pela sua sinuosidade ou por qualquer outra razão), devem ser usados os sinais fixos abaixo descritos, destinados a indicar aos navegantes os perigos à navegação e as ações a empreender para manter-se no canal.

Na sinalização fluvial que se segue, entende-se por **margem esquerda** a margem situada do lado esquerdo de quem desce o rio, navegando de montante para jusante. A **margem direita**, portanto, é a margem situada do lado direito de quem desce o rio.

São os seguintes os símbolos que indicam ao navegante a ação a empreender para manter-se no canal:

RETÂNGULO CONFECCIONADO COM MATERIAL RETROREFLETIVO, SOBRE UM PAINEL QUADRANGULAR BRANCO: canal junto à margem, até o próximo sinal.

SÍMBOLO “X” CONFECCIONADO COM MATERIAL RETROREFLETIVO SOBRE UM PAINEL QUADRANGULAR BRANCO: mudança de margem (canal cruzando para a outra margem, na direção do próximo sinal).

SÍMBOLO “H” CONFECCIONADO COM MATERIAL RETROREFLETIVO SOBRE UM PAINEL QUADRANGULAR BRANCO: canal a meio do rio, até o próximo sinal.

Os sinais visuais cegos fixos quando situados na **margem esquerda** (sendo, portanto, deixados por **boreste** de quem sobe o rio) devem ter os seus símbolos confeccionados com material retrorefletivo de cor **encarnada**. Quando situados na **margem direita** (sendo, portanto, deixados por **bombordo** de quem sobe o rio), devem ter os seus símbolos confeccionados com material retrorefletivo de cor verde. O **material retrorefletivo**, do tipo empregado em sinalização rodoviária, permite que o **balizamento cego** seja também utilizado à noite, através do uso de holoforte pelos navios que trafegam na hidrovia.

Caso uma travessia mais difícil ou um trecho do rio realmente crítico à navegação exijam sinais luminosos, os sinais da **margem esquerda** exibirão **luz encarnada**, enquanto que os da **margem direita** exibirão **luz verde**.

Além dos sinais que indicam ao navegante as **ações a empreender** para manter-se no canal, as regras para o balizamento fluvial prevêm, ainda, símbolos para indicação de **perigo isolado** e de **bifurcação de canal**:

SÍMBOLO “+” CONFECCIONADO COM MATERIAL RETROREFLETIVO DE COR BRANCA, INSCRITO EM DOIS PAINÉIS CIRCULARES PINTADOS DE PRETO, UM ACIMA DO OUTRO: indicação de perigo isolado.

SÍMBOLO “Y” CONFECCIONADO COM MATERIAL RETROREFLETIVO DE COR AMARELA, SOBRE UM PAINEL QUADRANGULAR PINTADO DE PRETO: indicação de bifurcação de canal.

Figura 13.24 -

Figura 13.25 -

São as seguintes as regras para sinalização de pontes fixas sobre vias navegáveis:

- o **vão principal**, sob o qual deve ser conduzida a navegação, deve exibir:
- no centro, sob a ponte, uma luz rápida branca e nos pilares laterais de sustentação luzes fixas ou rítmicas, de acordo com as convenções para o balizamento marítimo (isto é, o pilar a ser deixado por **boreste**, de acordo com a “direção convencional do balizamento”, deve exibir **luz encarnada**; o pilar a ser deixado por **bombordo** deve mostrar **luz verde**);
- o pilar a ser deixado por **boreste**, pelo navegante que entra no porto ou sobe o rio, deve exibir como **marca diurna** um painel retangular branco contendo um **triângulo equilátero encarnado**, com vértice para cima;
- o pilar a ser deixado por **bombordo**, pelo navegante que entra no porto ou sobe o rio, deve exibir como **marca diurna** um painel retangular branco contendo um **retângulo verde**, com a maior dimensão na vertical;
- os vãos secundários devem ter os seus pilares de sustentação sinalizados por luz fixa branca, ou iluminados por refletores, com luz branca não ofuscante.

As Figuras 13.24 e 13.25 ilustram os sinais utilizados no **balizamento fluvial** e na sinalização de **pontes fixas** sobre vias navegáveis.

13.5 LISTA DE FARÓIS

A Publicação **DH2 – LISTA DE FARÓIS**, editada e atualizada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação, é uma publicação de auxílio à navegação que contém informações referentes a todos os **sinais luminosos** (faróis, aerofaróis, barcas-faróis, faroletes, bóias luminosas e luzes particulares ou de obstrução aérea que interessam aos navegantes) existentes na costa, ilhas, lagos, lagoas e rios navegáveis do nosso país e nos países estrangeiros que têm parte de seus territórios representados em cartas náuticas brasileiras.

Recentemente, a **LISTA DE FARÓIS** passou a ser uma publicação anual, incorporando, a cada ano, todas as alterações e acréscimos nos sinais luminosos ocorridos durante o período.

A Lista de Faróis é apresentada como se segue (ver Figura 13.26):

1ª COLUNA – NÚMERO DE ORDEM NACIONAL E NÚMERO INTERNACIONAL

a. NÚMERO DE ORDEM NACIONAL

Este número é designado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação, obedecendo uma seqüência, de acordo com a posição geográfica do sinal. Esta numeração é constituída de um a quatro algarismos, podendo, excepcionalmente, aparecer uma ou duas casas decimais.

b. NÚMERO INTERNACIONAL

Estes números são extraídos da Lista de Faróis britânica e representam números internacionais dos sinais. São atribuídos objetivando evitar qualquer confusão quando se pretende fazer-lhes referência. São constituídos por grupos alfanuméricos compostos por uma letra maiúscula seguida de quatro algarismos, podendo, excepcionalmente, aparecer uma ou duas casas decimais.

Figura 13.26 - Lista de Faróis

LISTA DE FARÓIS							
COSTA SUL							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Nº DE ORDEM E Nº INTER-NACIONAL	LOCAL, NOME CARLA NÁUTICA	POSIÇÃO	CARACTERÍSTICA PERÍODO PASE DETALHADA INTENSIDADE	ALTITUDE	ALCANCE LUMINOSO E GEOGRÁFICO	DESCRIÇÃO E ALTURA	OBSERVAÇÕES
ESTADO DO RIO DE JANEIRO							
S/W							
2400 G 0352	Cabo Frio 1503	23 00.81 42 00.05	Lp. B. 29s B. 1,2 – Esc. 8,5 5596000	144	49 29	Torre troncoônica, metálica, branca 16	Sector de visibilidade 231° – 138° (247°) Estação radio-telegráfica
2404 G 0353	Antena Iguaçu 1506	22 50.84 42 15.11	F. E.	80			Luz particular
2408 G 0354	Antena Ponta Negra 1506	22 56.27 42 41.35	F. E.	220			Luz particular
2412 G 0356	Ponta Negra 1506	22 57.62 42 41.55	Lp. (2) B. 10s B. 1,0 – Esc. 1,0 R. 1,0 – Esc. 7,5 10220	71	21 22	Torre cilíndrica de concreto armado, branca 11	
2416 G 0358	Maricás 1506	23 00.89 42 55.21	Lp. L. 15s B. 2,0 – Esc. 15,0 2512	80	16 23	Torre troncoônica de alvenaria, com faixas horizontais pretas e brancas 10	
2420 G 0360	Rasa 1506	23 03.81 43 08.75	Lp. Alt. 380E. 15s B. 0,5 – Esc. 4,5 B. 0,5 – Esc. 6,5 R. 0,5 – Esc. 4,5 R 8105263 E 2026215	101	B. 51 E. 45 25	Torre quadrangular de alvenaria, branca 26	Sector de visibilidade 085° – 077° (352°) Na torre do radiolocal são exibidas 3 luzes B. E. Radiolocal
2422	Casa de Deus (Águas rasas) 1506	22 58.80 43 09.70	On. B. 2s B. 1,0 – Esc. 1,0 71		5	Faixas verticais encarnadas e brancas	
COSTA SUL – Baía de Guanabara							
2424	Ilha Grande nº 1	22 56.84 43 10.15	Lp. F. 1s B. 0,5 – Esc. 2,7 38		5	Encarnada	Não está representado em carta
2428 G 0367.4	Morro do Pico 1511	22 56.18 43 07.40	R. B. 15s	251	30		Luz particular

2ª COLUNA – LOCAL, NOME E CARTA NÁUTICA

Nesta coluna constam as informações que permitem identificar o sinal, que é distinguido por tipos de letras, como se segue:

NEGRITO – faróis e barcas–faróis, com alcance igual ou superior a 15 milhas náuticas.

REDONDO – faróis e barcas–faróis, com alcance inferior a 15 milhas náuticas, faroletes, luzes de obstáculos aéreos e luzes particulares.

ITÁLICO – bóias e monobóias.

Observação: quando mencionado o local, os sinais que o compõem vêm precedidos por um traço.

Exemplo: **CANAL GRANDE DO CURUÁ** – bóia nº 2

3ª COLUNA – POSIÇÃO

Nesta coluna são indicadas as coordenadas geográficas do sinal, normalmente aproximadas ao centésimo do minuto, com o propósito de facilitar ao utilizador sua identificação nas cartas náuticas brasileiras.

4ª COLUNA – CARACTERÍSTICA, COR, PERÍODO, FASE DETALHADA E INTENSIDADE

Nesta coluna é indicada a característica da luz do sinal, sua cor, o período e a fase detalhada, e, ainda, a intensidade da luz em candelas.

5ª COLUNA – ALTITUDE

Nesta coluna é informada a altitude do foco de luz, em metros, isto é, a distância vertical entre o foco da luz e o **Nível Médio** do mar.

6ª COLUNA – ALCANCE

Nesta coluna são informados o **Alcance Luminoso**, em milhas náuticas, calculado pela Fórmula de Allard, considerando-se um período noturno com **Coefficiente de Transparência Atmosférica (T)** igual a 0,85, correspondente a um valor de **Visibilidade Meteorológica** de 18,4 milhas náuticas, e o **Alcance Geográfico**, também em milhas náuticas, considerando-se que os olhos do observador estejam elevados 5 metros sobre o nível do mar.

7ª COLUNA – DESCRIÇÃO E ALTURA

Nesta coluna constam as informações que permitem identificar o sinal pela descrição de sua estrutura em detalhes, tais como tipo, formato, cor e padrão de pintura, seguidas da sua altura, em metros.

8ª COLUNA – OBSERVAÇÕES

Nesta coluna são informadas observações julgadas oportunas para melhor esclarecimento dos utilizadores e navegantes, assim como a existência de refletor radar, equipamento respondedor– radar (RACON), radiofarol, estação radiotelegráfica ou de sinais, setor de visibilidade e outros dados.

Como exemplo, vejamos as informações prestadas pela **LISTA DE FARÓIS** para o Farol **Cabo Frio**:

1ª COLUNA:**Nº DE ORDEM:** 2400**Nº INTERNACIONAL:** G 0352**2ª COLUNA:****LOCAL E NOME:** **Cabo Frio** (impresso em negrito, para indicar que é um sinal importante, com alcance igual ou superior a 15 milhas).**CARTA NÁUTICA:** 1503 (número da Carta Náutica de maior escala onde está representado o Farol **Cabo Frio**).**3ª COLUNA:****POSIÇÃO:** Lat. 23° 00.81' S Long. 042° 00.05' W**4ª COLUNA:****CARACTERÍSTICA:** Lampejo Branco (Lp. B.).**PERÍODO:** 10 segundos.**FASE DETALHADA:** Lampejo de 1,2 segundos e Eclipse de 8,8 segundos (B.1,2 – Ecl.8,8).**INTENSIDADE LUMINOSA:** 5.696.000 candelas.**5ª COLUNA:****ALTITUDE DO FOCO:** 144 metros (acima do Nível do Médio do mar).**6ª COLUNA:****ALCANCE LUMINOSO:** 49 milhas.**ALCANCE GEOGRÁFICO:** 29 milhas.**7ª COLUNA:****DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA:** Torre troncônica, metálica, branca.**ALTURA DA TORRE:** 16 metros.**8ª COLUNA:****OBSERVAÇÕES:** Setor de Visibilidade: 231° – 118° (247°). Estação radiotelegráfica.

A **LISTA DE FARÓIS**, tal como qualquer outra publicação de auxílio à navegação, está sujeita a constantes correções e deve ser mantida atualizada. As correções à **LISTA DE FARÓIS** são publicadas quinzenalmente, na parte IV do Folheto de Avisos aos Navegantes.

A **LISTA DE FARÓIS** é complementada pela Publicação DH18 – **LISTA DE SINAIS CEGOS**, também editada e mantida atualizada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação, contendo informações referentes a todos os **sinais cegos** (bóias cegas, balizas e placas de ponte) existentes na costa, ilhas, lagoas, lagos e rios navegáveis brasileiros.

13.6 OBSERVAÇÕES FINAIS SOBRE BALIZAMENTO

- a. as bóias de balizamento não devem ser usadas como bóias de amarração ou para nenhuma outra finalidade, sob qualquer pretexto.

- b. Os Coeficientes de Transparência (ou condições de visibilidade) variam de acordo com a região, e, em cada lugar, de acordo com a umidade e poeira atmosférica (poluição). A DHN coleta informações dos navios sobre **Alcances Luminosos** efetivamente observados, para determinar o fator de cada região, sob determinadas condições atmosféricas. Enquanto estes fatores não forem determinados com exatidão, adota-se, para a costa do Brasil, o valor aproximado de $T = 0,85$, para condições normais de visibilidade.
- c. As informações sobre irregularidades nos sinais, de caráter não urgente, podem ser enviadas por meio de um modelo especial (Folha de Informação), encontrado no final do Folheto de Avisos aos Navegantes, ou distribuído gratuitamente pelas Capitânias dos Portos, Delegacias, Agências ou Postos de Vendas de publicações do Ministério da Marinha.
- d. As informações de caráter urgente poderão ser encaminhadas à Diretoria de Hidrografia e Navegação (endereço telegráfico NAVEMAR), TELEX Nº 02134043.
- e. Ao utilizar o **Diagrama de Alcances Luminosos**, o navegante deve atentar para os seguintes fatos:
- os **Alcances** obtidos através do **Diagrama de Alcances Luminosos** são aproximados;
 - uma luz não pode ser avistada a uma distância maior do que a do seu **Alcance Geográfico**. Exemplificando: o farol Ilha da Paz possui uma altitude (ou elevação sobre o Nível Médio do mar) de 84 metros. Estando o observador a bordo de uma embarcação a uma altura de 5 metros sobre o nível do mar, verifica-se que, apesar do **Alcance Luminoso** do sinal ser de 26 milhas náuticas, a luz somente poderá ser avistada a cerca de 23.5 milhas náuticas, que corresponde ao seu **Alcance Geográfico**.
- f. Em tempo frio e, mais particularmente, quando ocorrem variações bruscas de temperatura, os vidros das lanternas dos sinais ficam, muitas vezes, cobertos com umidade ou gelo, o que reduz consideravelmente o seu **Alcance Luminoso**. Ademais, este efeito pode, também, fazer com que luzes coloridas pareçam brancas.
- g. O nevoeiro, neblina, poeira, fumaça e precipitações diminuem significativamente as distâncias nas quais as luzes são avistadas, sendo este efeito maior no caso de luzes coloridas e de potência reduzida.
- h. As **Luzes Alternadas** com fases luminosas diferentes podem alterar suas características aparentes, conforme a distância de que são observadas, quando algumas fases deixarem de ser visíveis.
- i. Não se deve confiar nos limites exatos dos setores das luzes. Eles, habitualmente, não são bem definidos, ocorrendo mudança de luz para obscuridade, ou de uma cor para outra, gradualmente.
- j. As **Bóias Luminosas**, devido aos seus raios de atuação no mar e à possibilidade de garrarem, não devem ser utilizadas com a finalidade de posicionamento, servindo apenas para confirmar posições obtidas, por outros meios. Além disso, também o seu funcionamento é passível de apresentar irregularidades.
- l. Faz-se importante destacar que, por convenção, os **Alcances Geográficos** que constam da Lista de Faróis foram calculados para um observador situado a 5 metros de altitude. Qualquer navegante que se situe a uma elevação diferente de 5 metros, deverá fazer os cálculos dos **Alcances Geográficos** para o seu caso, ou entrar na tabela da Figura 13.3.
- m. As luzes exibidas em grande elevação têm maior probabilidade de serem obscurecidas por nuvem do que aquelas próximas ao nível do mar.

- n. A distância de um observador a uma luz não pode ser estimada por seu brilho aparente.
- o. A distinção entre as cores não é sempre confiável. As condições de propagação da luz através da atmosfera e o desempenho do olho humano podem reduzir drasticamente a possibilidade de discriminação das cores. À noite, é particularmente difícil distinguir entre uma luz branca e uma amarela, ou uma luz azul vista sozinha, exceto à pequena distância. Certas condições atmosféricas podem fazer com que uma luz branca adquira uma cor avermelhada. De dia, as cores vistas contra o sol perdem sua distinção; tintas encarnadas luminosas tendem a uma cor alaranjada.
- p. A visão de uma luz pode ser afetada por um fundo fortemente iluminado.
- q. Os aerofaróis são freqüentemente de alta potência e, devido aos seus feixes serem elevados, são visíveis muitas vezes em distâncias muito maiores do que as luzes para navegação. Eles, entretanto, muitas vezes somente são cartografados aproximadamente, às vezes exibidos somente por períodos curtos, e são sujeitos a apagarem repentinamente. Além disso, estando sob o controle de organizações diferentes, podem ser alterados na cor ou na característica antes que seja possível divulgar por meio de “Avisos aos Navegantes”.
- r. A Figura 13.27 ilustra o emprego do Sistema de Balizamento Marítimo da IALA – Região “B”.

Figura 13.27 - Emprego do Sistema de Balizamento Marítimo da IALA - Região B

14

NAVEGAÇÃO RADAR

14.1 EQUIPAMENTO RADAR

14.1.1 DESENVOLVIMENTO E CLASSIFICAÇÃO

O **RADAR**, abreviatura derivada da expressão, em inglês, “**RADIO DETECTION AND RANGING**”, tem origem antiga. A formulação matemática básica é encontrada nas Equações de Maxwell, apresentadas em 1871, que permitiram um estudo amplo e profundo dos fenômenos de propagação das ondas eletromagnéticas. Os trabalhos de Maxwell foram confirmados por Hertz, em 1888. Em 1904, o alemão Hulsmeier patenteava uma invenção denominada “Método para informar ao observador a presença de objetos metálicos com ondas eletromagnéticas”. Em 1922, Guglielmo Marconi apresentou um trabalho em que descrevia as possibilidades da rádio-detecção usando a reflexão das ondas eletromagnéticas.

Na década de 1930, com as ameaças de guerra, houve um acentuado impulso nas pesquisas em torno do RADAR. A Inglaterra tomou a dianteira, ultrapassando os Estados Unidos e, em 1936, produzia um RADAR com alcance de 35 milhas náuticas. Em 1938, foi instalada na costa leste da Inglaterra uma cadeia de estações–radar, destinadas a detectar aviões inimigos e orientar as aeronaves de defesa aérea. Esse recurso possibilitou a vitória na “Batalha da Inglaterra”. Em 1940, foi desenvolvida pela Universidade de Birmingham uma válvula capaz de produzir pulsos de elevada potência, trabalhando com comprimento de onda de 9 cm. Estava criada a **Magnetron**, que tornou possível a construção de equipamentos RADAR de pequeno tamanho, para instalação a bordo de navios e aeronaves.

Após a 2ª Guerra Mundial, o RADAR, até então de uso exclusivamente militar, passou a ser empregado em outras atividades e a ser fabricado comercialmente.

Os navios de guerra, dependendo de seu tipo e porte, muitas vezes possuem diversos equipamentos RADAR, com diferentes finalidades. Os principais tipos são:

RADAR DE BUSCA DE SUPERFÍCIE, destinado a detectar alvos de superfície e determinar com precisão suas distâncias e marcações. As ondas eletromagnéticas são emitidas na direção da superfície do mar e, por isso, o Radar de Busca de Superfície é capaz de

detectar não só embarcações, mas também aeronaves voando em baixa altitude. Ademais, o Radar de Busca de Superfície pode, também, prover informações para navegação.

RADAR DE BUSCA AÉREA, cujas funções principais são detectar alvos aéreos e determinar suas distâncias e marcações, a longa distância, pela manutenção de uma busca de 360° em torno do navio, até altitudes elevadas. Suas ondas eletromagnéticas são emitidas de modo a detectar alvos aéreos voando em altitudes médias e elevadas. Os Radares de Busca Aérea são de alta potência, maior do que a dos Radares de Busca de Superfície, para permitir a detecção de alvos pequenos a grandes distâncias, a fim de possibilitar alarme antecipado e garantir ao navio um tempo de reação adequado.

RADAR DE BUSCA COMBINADA, que pode comportar-se ora como sendo de busca de superfície e ora como sendo de busca aérea.

RADAR DETERMINADOR DE ALTITUDE (“THREE-COORDINATE RADAR” ou “HEIGHT-FINDING RADAR”), cuja função principal é determinar com precisão a **distância**, a **marcação** e a **altitude** de alvos aéreos detectados pelo Radar de Busca Aérea. Por isso, os Radares Determinadores de Altitude também são conhecidos como RADARES 3-D. Estes radares também podem ser usados pelos controladores aéreos do navio para vetorar aeronaves da defesa aérea durante interceptação de alvos aéreos inimigos.

RADAR DE DIREÇÃO DE TIRO, cujas principais funções são a aquisição de alvos originalmente detectados e designados pelos radares de busca, e a determinação de marcações e distâncias dos referidos alvos, com elevado grau de precisão. Alguns Radares de Direção de Tiro são usados para dirigir canhões, enquanto outros são empregados para dirigir mísseis. Uma vez adquirido pelo Radar de Direção de Tiro, os movimentos do alvo passam a ser automaticamente acompanhados, sendo este acompanhamento automático transmitido ao sistema de armas do navio, para sua orientação.

RADAR DE APROXIMAÇÃO DE AERONAVES, instalado em navios-aeródromos para orientar o pouso de aeronaves, especialmente em condições de má visibilidade. Os Radares de Aproximação têm curto alcance e buscam apenas em um setor (geralmente voltado para a popa do navio-aeródromo).

RADAR DE NAVEGAÇÃO, cujas principais finalidades são a obtenção de linhas de posição (LDP) para determinação da posição do navio, na execução da navegação e a detecção e medição de distâncias e marcações para outras embarcações, a fim de evitar colisões no mar.

Além destes, os navios e aeronaves militares, orgânicas ou não, podem dotar outros tipos de RADAR, tal como o Radar de Alarme Aéreo Antecipado, conduzido pelas aeronaves AEW (“Airborne Early Warning”). As aeronaves AEW mais novas utilizam um único RADAR 3-D para executar tanto a busca, como a determinação de altitude de alvos. Os interceptadores normalmente utilizam um único equipamento RADAR, combinando busca e direção de tiro. As funções desse RADAR são detectar aeronaves inimigas e possibilitar sua interceptação e destruição.

Os navios mercantes e demais embarcações normalmente dispõem apenas de equipamentos RADAR destinados à navegação e ao acompanhamento de outros navios, de modo a evitar riscos de colisão. Nos navios de guerra menores, especialmente do porte de Contratorpedeiro para baixo, muitas vezes um único RADAR DE BUSCA DE SUPERFÍCIE desempenha também as funções de RADAR DE NAVEGAÇÃO.

Este capítulo apresentará um breve exame das características mais importantes de um sistema de RADAR DE NAVEGAÇÃO e das técnicas fundamentais para sua operação, com as quais o navegante deve estar familiarizado, a fim de usar o RADAR com eficácia, tanto na navegação, como para evitar colisão no mar.

14.1.2 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO E COMPONENTES BÁSICOS

a. Princípio de funcionamento

Embora os equipamentos RADAR possam ser classificados, quanto ao **tipo de modulação**, em RADAR DE PULSOS, RADAR DE ONDA CONTÍNUA e RADAR DOPLER, vamos estudar apenas o princípio de funcionamento do RADAR DE PULSOS, pois este é, normalmente, o tipo de RADAR empregado na navegação marítima.

O princípio básico do RADAR DE NAVEGAÇÃO é a determinação de distância para um objeto, ou “alvo”, pela medida do tempo requerido para um pulso de energia de radiofrequência (RF), transmitido sob a forma de onda, deslocar-se da fonte de referência até o alvo e retornar como um eco refletido. O RADAR DE NAVEGAÇÃO, como vimos, é um radar de pulsos, que emite ondas de frequência muito elevada, em pulsos de duração extremamente curta e mede o intervalo de tempo entre a transmissão do pulso e a recepção do eco, refletido no alvo. A metade do intervalo de tempo, multiplicada pela velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas, determina a **distância** do alvo. Os pulsos transmitidos pela **antena** formam um feixe que, no Radar de Navegação, é bastante estreito no plano horizontal, mas que pode ser bem mais largo no plano vertical. A antena é normalmente de forma parabólica e gira no sentido dos ponteiros do relógio, de forma a varrer 360° em torno de sua posição. A marcação do alvo é determinada pela orientação da antena no instante de recepção do eco por ele refletido.

Sendo a distância ao alvo determinada pela medição do tempo requerido para um pulso de energia deslocar-se até o alvo e retornar como um eco refletido, é necessário que este ciclo seja completado antes que seja transmitido o pulso seguinte. Essa é a razão porque os pulsos transmitidos (de duração extremamente curta, muitas vezes de cerca de 1 microssegundo, ou menos) devem ser separados por um intervalo de tempo relativamente longo, durante o qual não há transmissão. De outra forma, se o eco refletido fosse recebido durante a transmissão do pulso seguinte, usando a mesma antena para transmissão/recepção, este eco, relativamente fraco, seria bloqueado pelo forte pulso transmitido.

Os equipamentos RADAR utilizam as três últimas faixas do espectro de RF: frequências ultra altas (UHF), super altas (SHF) e extremamente altas (EHF).

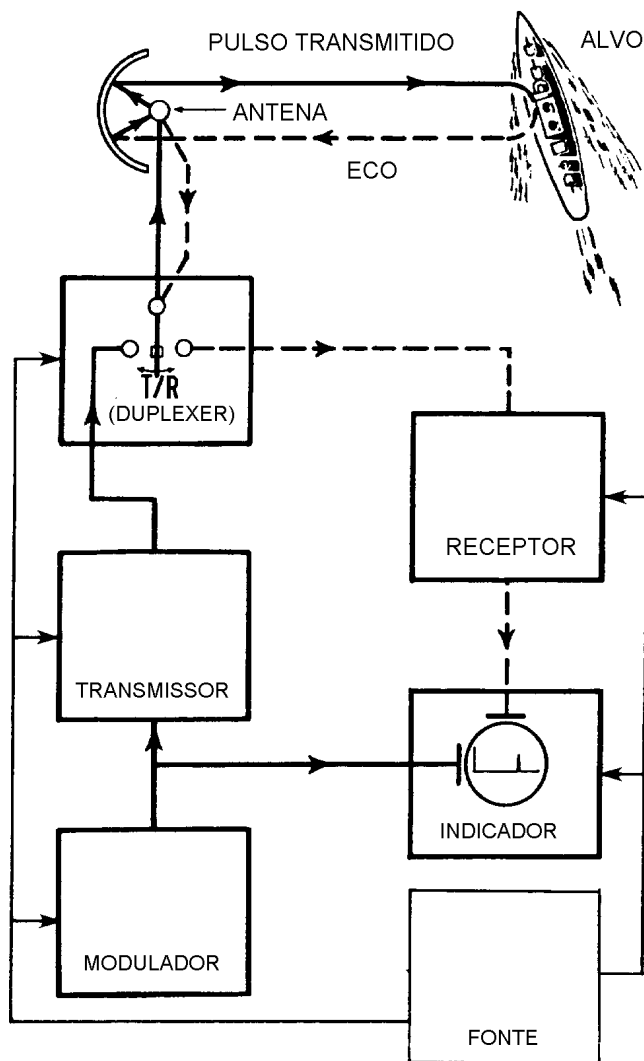
Quanto às frequências de operação, são classificados por letras, conforme mostrado no quadro a seguir:

FAIXA		FREQÜÊNCIA (MHz)	COMPRIMENTO DE ONDA (cm)
P	(100 cm)	225 a 390	133 a 77
L	(25 cm)	390 a 1650	77 a 18,2
S	(10 cm)	1650 a 5200	18,2 a 5,8
C	(6 cm)	3900 a 6200	7,7 a 4,8
X	(3 cm)	5200 a 11900	5,8 a 2,5
J	(2,25 cm)	11900 a 14250	2,5 a 2,1
K	(1,25 cm)	20500 a 26500	1,5 a 1,1
Q	(0,75 cm)	33300 a 37500	0,9 a 0,8
V	(0,50 cm)	50000 a 75000	0,6 a 0,4
O	(0,30 cm)	99900 a 112500	0,33 a 0,26

Cada faixa de frequências é destinada a uma aplicação específica. Os RADARES DE NAVEGAÇÃO usam as bandas **S** (10 centímetros), para navegação costeira e de alto-mar e **X** (3 centímetros), para aterragem/aproximação e navegação em águas restritas (canais, portos, baías e enseadas).

b. Componentes de um Sistema Radar Básico

Figura 14.1 - Diagrama em Bloco de um Sistema Radar Básico



Um sistema RADAR básico (Figura 14.1) é constituído por 6 componentes principais, cujas funções podem ser resumidamente definidas como se segue:

FONTE (unidade de força): fornece todas as voltagens AC e DC necessárias para a operação dos componentes do sistema.

MODULADOR: dispara o TRANSMISSOR e, simultaneamente, envia pulsos de sincronização para o INDICADOR e outros componentes. Circuitos de tempo (que podem estar, ou não, localizados no MODULADOR) estabelecem a frequência de repetição de impulsos (FRI) na qual o MODULADOR gera seus pulsos de disparo e de sincronização, ou seja, o número de pulsos transmitidos por segundo.

TRANSMISSOR: gera energia em radio-frequência (RF), sob a forma de pulsos curtos de alta potência. A chave T/R (DUPLEXER) controla os ciclos de transmissão de pulsos e de recepção de ecos (quando a transmissão é bloqueada).

SISTEMA DE ANTENA: recebe os pulsos de energia RF do TRANSMISSOR e os irradia em um feixe altamente direcio-

nal. Ademais, recebe os ecos refletidos, transmitindo-os para o RECEPTOR.

RECEPTOR: amplifica os ecos refletidos pelos alvos, reproduzindo-os como pulsos de vídeo, e os transmite para o INDICADOR.

INDICADOR: produz uma indicação visual dos pulsos dos ecos, em uma maneira que forneça as informações desejadas dos alvos detectados.

c. Características de um sistema RADAR

Existem certas características (ou constantes) associadas a qualquer sistema RADAR, que são comumente utilizadas para sua descrição. São elas:

FREQÜÊNCIA (FREQÜÊNCIA DA PORTADORA)

FREQÜÊNCIA DE REPETIÇÃO DE IMPULSOS (FRI)

LARGURA DO PULSO

VELOCIDADE DE ROTAÇÃO DA ANTENA

LARGURA DO FEIXE

FREQÜÊNCIA DA EMISSÃO RADAR (FREQÜÊNCIA DA PORTADORA)

A freqüência da portadora é a freqüência na qual a energia de RF é gerada. Os principais fatores que influenciam a seleção da freqüência da portadora são a direcionalidade desejada para o feixe radar, o alcance a ser obtido e os aspectos envolvidos na geração e recepção de energia de RF em microondas. Por outro lado, a freqüência da portadora determina as dimensões físicas da antena do radar.

Para determinação da marcação e para concentração da energia transmitida de modo que sua maior parte seja útil, a antena deve ser altamente direcional. Quanto mais alta a freqüência da portadora, menor o comprimento de onda (pois $\lambda = c/f$, sendo λ o comprimento de onda, c a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas e f a sua freqüência de emissão) e, assim, menor a antena requerida para um determinado padrão de energia irradiada. Para uma mesma potência, um radar operando em uma freqüência mais baixa alcança distâncias maiores que um equipamento que utiliza freqüência mais alta. Assim, quanto maior o alcance desejado, menor a freqüência e, conseqüentemente, maior o comprimento de onda e maior a antena requerida.

Além disso, o problema de gerar e amplificar energia de RF em freqüências extremamente altas é complexo, exigindo componentes especiais, entre os quais a “Klystron” e a “magnetron”. É muito difícil amplificar os ecos de RF da portadora, em virtude das altas freqüências empregadas. Assim, não são usados amplificadores de rádio-freqüência nos equipamentos RADAR. Em vez disso, a freqüência do eco recebido é batida (“heterodinada”) com a de um oscilador local, em um misturador de cristal, para produzir uma freqüência diferente, denominada freqüência intermediária, que é suficientemente baixa para ser amplificada em vários estágios de amplificação, no receptor.

Conforme vimos, os radares de navegação operam nas faixas de freqüência **S** (comprimento de onda de 10 cm), para navegação oceânica e navegação costeira, e **X** (comprimento de onda de 3 cm), para navegação em águas restritas (aproximação/aterragens e navegação em portos e canais). Para instalações em que se exige uma imagem extremamente detalhada, como no radar para **navegação fluvial**, ou nas instalações em que as dimensões da **antena** devam ser reduzidas ao mínimo (como nos radares de aviação), utilizam-se comprimentos de onda ainda menores (1,25 cm e 0,9 cm).

Nos radares da banda **X** (3 cm), a imagem é mais detalhada e os contornos são mais bem delineados que nos radares da banda **S** (10 cm). Em contrapartida, o alcance é menor (para a mesma potência) e, além disso, os radares da banda **X** são mais afetados por fenômenos atmosféricos e meteorológicos (chuva, granizo, neve, etc.), que degradam a qualidade da apresentação, podendo até mascarar completamente a imagem.

Em virtude das particularidades de cada faixa de freqüências, os navios atuais geralmente possuem 2 radares de navegação, sendo um na banda **S** e um na banda **X**.

FREQÜÊNCIA DE REPETIÇÃO DE IMPULSOS (FRI)

A **FRI** (em inglês: “**pulse repetition rate**” – **PRR**) é o número de pulsos transmitidos por segundo.

Conforme vimos, deve ser deixado um intervalo de tempo suficiente entre dois pulsos sucessivos transmitidos, de modo que o eco de qualquer alvo localizado dentro do alcance máximo do sistema possa retornar e ser recebido, pois, do contrário, a recepção dos ecos dos alvos mais distantes seria bloqueada pelo pulso transmitido seguinte. Assim sendo, o **alcance máximo** de um radar depende da sua **FRI**.

Suponhamos que a **FRI** de um radar é de 1.000 PPS (pulsos por segundo) e que a sua **largura de pulso**, ou **comprimento de pulso** (“**pulse length**”), é de 1 microssegundo. Então, o radar transmite 1.000 pulsos de 1 microssegundo de duração em cada segundo (1.000.000 de microssegundos). Desta forma, em cada 1.000 microssegundos, o radar transmite durante 1 microssegundo (**largura do pulso**) e permanece em silêncio durante 999 microssegundos. É neste intervalo de tempo entre dois pulsos sucessivos, em que o radar não transmite, que os ecos dos alvos podem ser recebidos. Tal intervalo (no caso igual a 999 microssegundos) irá, teoricamente, definir o alcance máximo do radar, conforme abaixo explicado.

A **velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas** na atmosfera é de 299.708.000 m/s ou 161.829 milhas náuticas por segundo, ou, ainda, 0,161829 milhas náuticas por microssegundo. Portanto, no nosso exemplo, o **alcance máximo teórico** do radar cujo intervalo de tempo entre os pulsos transmitidos é de 999 microssegundos seria:

$$A = \frac{999 \times 0,161829}{2} = 80,83 \text{ milhas náuticas}$$

Na realidade, entretanto, o **alcance máximo** de um radar depende da sua **potência**, em relação com a sua **FRI**. Assumindo que uma **potência** suficiente é irradiada, é possível aumentar a distância máxima na qual os ecos podem ser recebidos, através da redução da **frequência de repetição de impulsos**, para prover maior intervalo de tempo entre os pulsos transmitidos. Contudo, a FRI deve ser alta bastante para permitir que um número suficiente de pulsos atinjam o alvo e retornem ao radar, possibilitando sua detecção.

Com a **antena** girando, o feixe de energia atinge o alvo por um período relativamente curto. Durante este tempo, um número suficiente de pulsos deve ser transmitido, de modo que retornem ao radar os ecos necessários à produção de uma boa imagem no **indicador**. Com a **antena** girando a 15 RPM, um **radar** com **FRI** de 1.000 PPS emitirá cerca de 11 pulsos por cada grau de rotação da **antena**. Portanto, a **persistência** requerida para a imagem radar, ou seja, a medida do tempo em que a tela retém a imagem dos ecos, e a **velocidade de rotação da antena** é que determinam a mais baixa FRI que pode ser usada.

LARGURA DE PULSO

A **largura de pulso** é a duração de cada pulso de energia de RF transmitido, medida em microssegundos. Esta característica também pode ser expressa em termos de distância (igual à velocidade da luz vezes a duração do pulso), sendo, então, denominada **comprimento de pulso** (“**pulse length**”).

A **distância mínima** na qual um alvo pode ser detectado por um determinado **radar** é determinada basicamente pela sua **largura de pulso**. Se um alvo está tão próximo do **transmissor** que o seu eco retorna para o **receptor** antes que a transmissão do pulso termine, a recepção do eco, obviamente, será mascarada pelo pulso transmitido. Por exemplo, um radar com uma **largura de pulso** de 1 microssegundo terá um alcance mínimo de 162 jardas, pois, como a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas é de 0.161829

milhas por microssegundo, ou 324 jardas por microssegundo, o eco de um alvo situado a menos da metade deste valor (162 jardas) retornará para o **radar** ainda durante o tempo de transmissão do **pulso de RF**. Isto significa que o eco de um alvo dentro desta distância mínima (metade do **comprimento de pulso**) não será visto na tela do radar, em virtude de ser mascarado pelo pulso transmitido. Conseqüentemente, se necessitarmos de **alcances mínimos** de valores muito reduzidos, deveremos utilizar uma **largura de pulso** reduzida (cerca de 0.1 microssegundo).

A **largura de pulso**, entretanto, não pode ser muito reduzida. Os radares que operam com larguras de pulso maiores têm maior alcance, pois uma quantidade maior de energia é transmitida em cada pulso. Muitos radares são projetados para operação com **pulsos curtos** e **pulsos longos**. Vários deles mudam automaticamente para **pulso curto** quando se selecionam **escalas de distâncias curtas**. Em outros radares, entretanto, cabe ao operador selecionar a **largura de pulso** adequada à **escala de distâncias** utilizada.

Enquanto o **alcance máximo** de detecção é sacrificado, quando se usa **largura de pulso** curta são obtidos maior precisão em distância e melhor **poder de discriminação em distância**.

Com **pulso curto**, é obtida uma melhor definição da imagem do alvo na **tela do radar** e, assim, a precisão da distância medida é maior.

O **poder de discriminação em distância** de um radar é definido como a menor distância entre dois alvos situados na mesma marcação, para que apareçam como imagens distintas na **tela do radar**. Tal como no caso do alcance mínimo, o **poder de discriminação em distância**

Com uma **FRI** alta, a antena pode girar rapidamente, sem que isso diminua o número de pulsos de RF que atingem o alvo. Além disso, o eco produzido na tela do radar se renova rapidamente (para 20 RPM, uma vez em cada 3 segundos), de modo que não será necessário que a tela seja de alta persistência. Nos radares de navegação, a velocidade de rotação da antena é, normalmente, inferior a 60 RPM.

As antenas convencionais de radar giram mecanicamente. Recentemente, outro tipo mais moderno passou a ser empregado nos sistemas navais: as **antenas estacionárias** (“**phased arrays**”), nas quais o feixe gira eletronicamente.

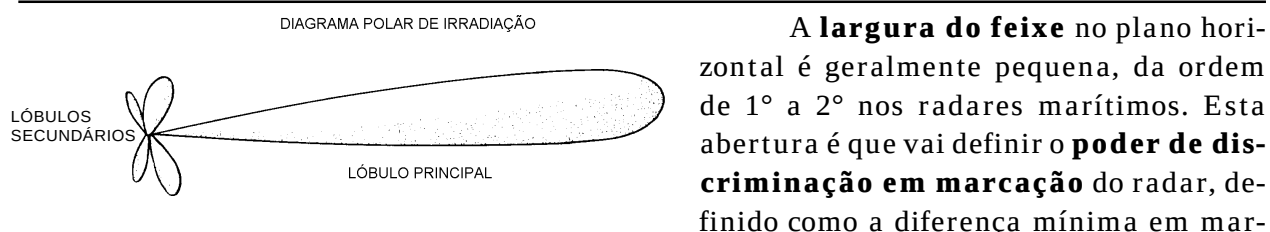
LARGURA DO FEIXE

Conforme mencionado, o feixe de ondas eletromagnéticas emitido por um **radar de navegação** tem uma **largura** (ou **abertura**) bastante estreita no **plano horizontal**, mas pode ser bem largo no **plano vertical**.

Como o feixe é tridimensional, costuma-se definí-lo por suas larguras no plano horizontal e no plano vertical.

O **diagrama polar horizontal** de irradiação de um feixe radar tem o aspecto mostrado na Figura 14.2, com o **lóbulo principal** e **lóbulos secundários**, que são feixes adicionais de baixa intensidade de energia, inevitavelmente irradiados na maioria dos radares, devido, principalmente, às limitações no tamanho e forma da antena.

Figura 14.2 - Diagrama Polar Horizontal de Irradiação



Se desejarmos expressar o **poder de discriminação em marcação** em **medidas lineares**, é necessário considerar a **distância** dos alvos à instalação radar e usar a fórmula:

$$d_t = 35,3427 \text{ a } L, \text{ sendo:}$$

d_t = poder de discriminação em marcação (discriminação tangencial), em jardas;

a = largura horizontal do feixe, em graus;

L = distância do radar aos alvos, em milhas náuticas.

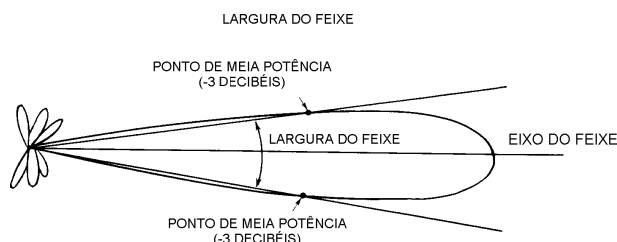
Assim, para um radar cuja abertura do feixe no plano horizontal é 1,5°, a menor separação entre dois alvos situados à mesma distância de 10 milhas do radar, para que apareçam como ecos distintos na tela do indicador, será dada por:

$$d_t = 35,3427 \times 1,5 \times 10 = 530 \text{ jds}$$

Este, portanto, é o valor do **poder de discriminação em marcação** do radar para a distância de 10 milhas. Para alvos situados a 5 milhas, o mesmo radar teria um **poder de discriminação em marcação** (ou **discriminação tangencial**) de 265 jardas.

A intensidade de campo em um feixe radar não é a mesma em toda a superfície do lóbulo. Ela é mais forte no eixo, diminuindo para os bordos e, ao mesmo tempo, reduzindo-se com o aumento da distância à antena. Normalmente, por convenção, a **largura do feixe** é medida entre pontos nos quais a intensidade de campo é 71% do seu valor máximo. Expressa em termos de razão de potência, define-se **largura do feixe** como a abertura angular entre pontos de meia potência (Figura 14.3).

Figura 14.3 - Largura do feixe



A **largura do feixe** no plano vertical é relativamente grande, sendo valores típicos entre 15° e 30°.

A **largura do feixe** depende da frequência (ou comprimento de onda) da energia transmitida, da forma e dimensões da antena.

Para uma antena de determinado tamanho (abertura), larguras de feixes menores são obtidas com o uso de comprimentos de ondas mais curtos (frequências mais altas). Para um dado comprimento de onda, larguras de feixes mais estreitas são obtidas com o uso de antenas maiores.

14.1.3 CARACTERÍSTICAS DA PROPAGAÇÃO RADAR

a. Refração: o Horizonte-Radar

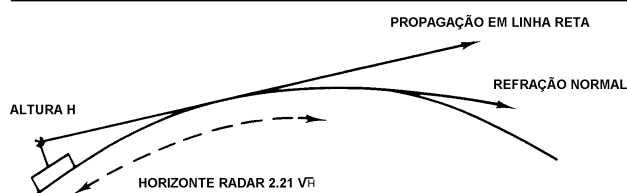
Se as ondas-radar se propagassem em linha reta, a distância ao horizonte dependeria apenas da altura da antena (assumindo a existência de potência suficiente para que os pulsos transmitidos alcancem o horizonte). Assim, sem os efeitos da **refração**, a distância ao **HORIZONTE-RADAR** seria igual à do horizonte geográfico, para uma mesma elevação da antena, ou seja, aproximadamente:

$$D = 2 \sqrt{H}$$

(sendo **D** a distância, em milhas e **H** a altitude da antena, em metros).

Tal como os raios luminosos, as ondas-radar são sujeitas à refração na atmosfera, como resultado da propagação através de regiões de densidades diferentes. As ondas-radar, entretanto, são mais afetadas que os raios luminosos, em virtude das frequências empregadas nos radares.

Figura 14.4 - Horizonte-Radar



O efeito da **refração normal**, assumindo condições atmosféricas padrões, é encurvar para baixo a trajetória das ondas-radar, acompanhando a curvatura da Terra e aumentando o **HORIZONTE-RADAR**, em relação ao horizonte geográfico (Figura 14.4). Assim, a distância ao HORIZONTE-RADAR pode ser encontrada pela fórmula:

$$D_r = 2.21 \sqrt{H}$$

sendo:

D_r = distância ao horizonte-radar, em milhas náuticas; e

H = altitude da antena do radar, em metros.

Caso a elevação da antena seja dada em **pés**, a distância ao **horizonte-radar**, em milhas náuticas, será dada por:

$$D_r = 1.22 \sqrt{H}$$

Desta forma, o **horizonte-radar** excede o **horizonte geográfico** em cerca de 10%.

O **horizonte-radar** não limita, por si mesmo, a distância de detecção de alvos. Assumindo que haja uma potência adequada, podem ser detectados alvos além do **horizonte-radar**, desde que suas superfícies de reflexão se elevem acima do referido horizonte, de forma análoga à detecção visual de objetos situados além do **horizonte geográfico**.

Assim, se quisermos estimar a distância de detecção radar de um **objeto de altitude conhecida**, basta computar o alcance geográfico para o referido objeto, considerando a elevação da antena do nosso radar, e acrescentar 10% ao valor obtido, tal como no exemplo abaixo:

altitude da antena do radar	50 metros;
altitude do alvo	100 metros;
alcance geográfico	$D = 2 (\sqrt{H} + \sqrt{h}) = 34,14 \text{ MN};$
distância de detecção radar	$D_r = D + 10\% D = 37,6 \text{ MN};$

Embora a fórmula para obtenção da distância em milhas náuticas ao **horizonte-radar** ($D_r = 2.21 \sqrt{H}$, ou $D_r = 1.22 \sqrt{H}$ respectivamente, para elevação da antena em **metros**, ou em **pés**) tenha sido calculada para um comprimento de onda de **3** centímetros, ela pode ser empregada para outros comprimentos de ondas utilizados em radares de navegação.

Condições atmosféricas muito diferentes das condições padrões produzem refrações anormais, tais como:

SUPER-REFRAÇÃO

Figura 14.5 - Super-Refração



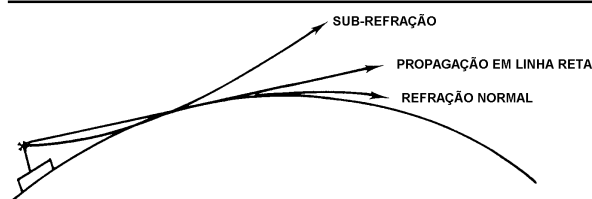
FIGURA 14.5

Em tempo calmo, sem turbulência, quando ocorre uma camada superior de ar quente e seco, sobre uma camada de superfície de ar frio e úmido, pode surgir uma condição denominada **super-refração**, cu-

jo efeito é aumentar a curvatura para baixo da trajetória da onda radar, aumentando, assim, o alcance de detecção (Figura 14.5). **Super-refração** ocorre muitas vezes nos **trópicos**, quando uma brisa terrestre (**terral**) quente e seca sopra sobre correntes oceânicas mais frias.

SUB-REFRAÇÃO

Figura 14.6 - Sub-Refração



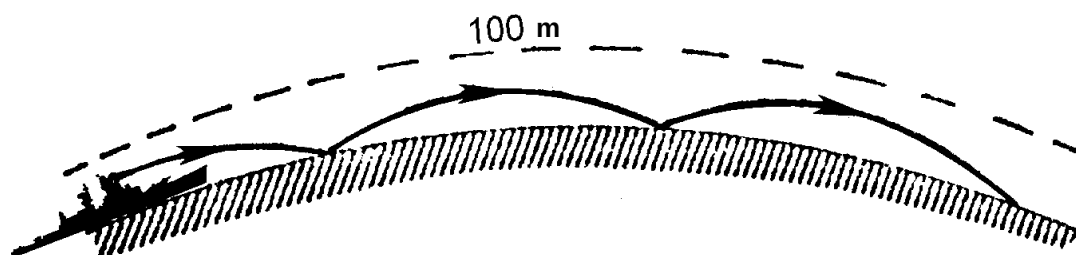
Se uma camada de ar frio e úmido se superpõe a uma camada estreita de ar mais quente e seco, pode ocorrer uma condição denominada **sub-refração** (Figura 14.6), cujo efeito é encurvar para cima a trajetória das ondas-radar e, assim, diminuir o alcance máximo de detecção.

A **sub-refração** também afeta o **alcance mínimo** do radar e pode resultar na impossibilidade de detectar alvos baixos à curta distância. A **sub-refração** pode ocorrer em regiões polares, quando massas de ar frio movem-se sobre correntes oceânicas mais quentes.

PROPAGAÇÃO EM DUTOS

Muitos operadores de radar sabem que, em certas situações, seus equipamentos são capazes de detectar alvos em distâncias extremamente longas, enquanto que em outras não detectam alvos situados dentro do alcance visual, mesmo com o radar nas melhores condições de operação.

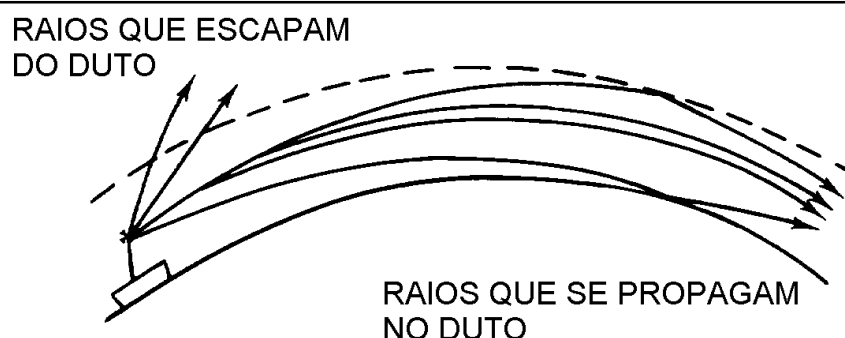
Figura 14.7 - Duto de superfície



Esses fenômenos ocorrem durante casos extremos de **super-refração**. A energia irradiada em ângulo próximo da horizontal (1° ou menos) propaga-se em uma camada da atmosfera denominada **duto de superfície** (Figura 14.7).

Embora existam dutos elevados (dutos de altitude), para navegação radar interessam especialmente os **dutos de superfície**, formados entre a superfície do mar e uma camada relativamente baixa, no qual as ondas-radar são refratadas para baixo, na direção da superfície do mar, onde se refletem para cima, refratam-se para baixo de novo, dentro do duto e assim por diante, como se a propagação ocorresse no interior de um conduto, tal como, por exemplo, um guia de ondas (Figura 14.8).

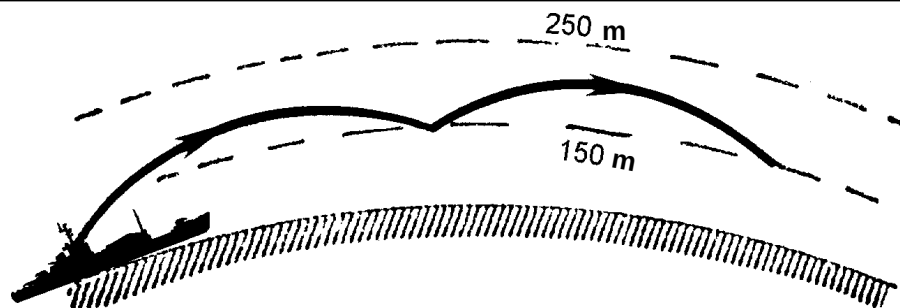
Figura 14.8 - Propagação em duto de superfície



A energia que se propaga no duto sofre perdas muito pequenas. Assim, podem ser detectados alvos em distâncias extremamente grandes, muito além do **horizonte-radar**. Através da propagação em dutos, alvos de superfície foram detectados a distâncias da ordem de 1.400 milhas, com radares de potência relativamente baixa.

Há uma grande perda de energia nas ondas que escapam do duto, reduzindo-se, desta forma, as chances de detecção de alvos situados acima do duto. Além disso, o efeito de duto às vezes reduz o alcance efetivo do radar. Se a antena está abaixo de um duto, é provável que alvos acima do duto não sejam detectados (Figura 14.9). Em situações de dutos extremamente baixos, quando a antena está acima do duto, pequenos alvos de superfície abaixo do duto podem não ser detectados (esta situação não ocorre com muita frequência).

Figur 14.9 -



Embora a formação de dutos possa acontecer em qualquer lugar, o clima e as condições de tempo em algumas áreas tornam sua ocorrência mais provável. O efeito de duto ocorre com maior frequência nos seguintes locais:

COSTA ATLÂNTICA DOS ESTADOS UNIDOS - o efeito de duto é comum no verão ao longo da parte nordeste da costa, mas na região da Flórida a tendência sazonal é inversa, com um máximo na estação fria (inverno).

EUROPA OCIDENTAL - existe um máximo pronunciado nas condições de dutos nos meses de verão, na parte leste do Atlântico em torno das Ilhas Britânicas e no Mar do Norte.

REGIÃO DO MEDITERRÂNEO – informações disponíveis indicam que a variação sazonal na região é muito marcante, com efeitos de dutos mais ou menos como regra no verão. As condições são aproximadamente as padrões durante o inverno. Na área central do mediterrâneo, o efeito de duto é provocado pelo fluxo de ar quente e seco do sul, que se move sobre o mar e, assim, causa uma oportunidade excelente para formação de dutos. No inverno, entretanto, o clima no Mediterrâneo é mais ou menos igual ao do Atlântico e, deste modo, não é favorável à criação de dutos.

MAR ARÁBICO – o fator meteorológico dominante na região do Mar Arábico é a monção de sudoeste, que sopra do início de junho a meados de setembro e cobre toda a área com ar equatorial úmido, até alturas consideráveis. Quando esta situação meteorológica está totalmente desenvolvida, nenhuma ocorrência de dutos deve ser esperada. Durante a estação seca, por outro lado, as condições são diferentes. Os dutos, então, são a regra, não uma exceção, e, em algumas ocasiões, alcances extremamente longos (até 1500 milhas) foram observados em alvos fixos. Quando a monção de sudoeste começa, em princípios de junho, os dutos desaparecem na costa indiana do Mar Arábico. Ao longo das costas ocidentais, entretanto, podem ainda permanecer condições que favoreçam a formação de dutos. O Estreito de Ormuz (Golfo Pérsico) é particularmente interessante no que diz respeito ao embate da monção com o “shamal” (um vento de noroeste) que vem do norte sobre o Iraque e o Golfo

Pérsico. O estreito está no limite entre os dois sistemas de ventos e, assim, uma frente é formada, com o shamal quente e seco por cima e a monção úmida e fria por baixo. Conseqüentemente, as condições são favoráveis para formação de um duto extenso, que é de grande importância para a operação do radar no Estreito de Ormuz.

BAÍA DE BENGALA – as tendências sazonais das condições para formação de dutos na Baía de Bengala são as mesmas do Mar Arábico, com condições padrões durante a monção sudoeste de verão. Dutos são encontrados durante a estação seca.

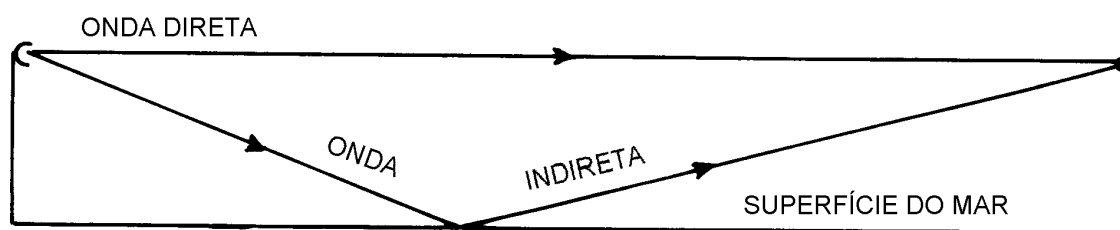
OCEANO PACÍFICO – Foram observadas ocorrências freqüentes de formação de dutos em torno de Guadalcanal, na costa leste da Austrália e nas proximidades da Nova Guiné e Coréia. Ao longo da costa oeste dos Estados Unidos as observações indicam freqüentes efeitos de duto, mas não são disponíveis indicações claras quanto às suas tendências sazonais. As condições meteorológicas no Mar Amarelo e no Mar do Japão são aproximadamente iguais àquelas da costa nordeste dos Estados Unidos. Assim sendo, a formação de dutos nessa área deve ser comum no verão. As condições ao sul do Mar da China aproximam-se da costa sudeste dos Estados Unidos, mas somente durante os meses do inverno, quando efeitos de dutos podem ser esperados. Durante o restante do ano, a Monção Asiática modifica o clima nessa área, mas nenhuma informação é disponível sobre a prevalência de formação de dutos durante essa época. Os ventos alísios no Pacífico geralmente conduzem à formação de dutos muito baixos sobre o mar aberto.

O aumento do alcance radar devido ao efeito do duto nem sempre é desejável. O operador deverá ter muito cuidado na identificação de ecos, pois pode haver ambigüidade e confusão entre os ecos normais e os ecos de pulsos que se propagaram pelo duto. Ademais, o operador não devidamente instruído pode julgar que a não detecção de alvos a grandes distâncias se deve a condições insatisfatórias de seu aparelho radar e não à ausência de condições anômalas de propagação.

b. Efeito da superfície do mar na propagação radar

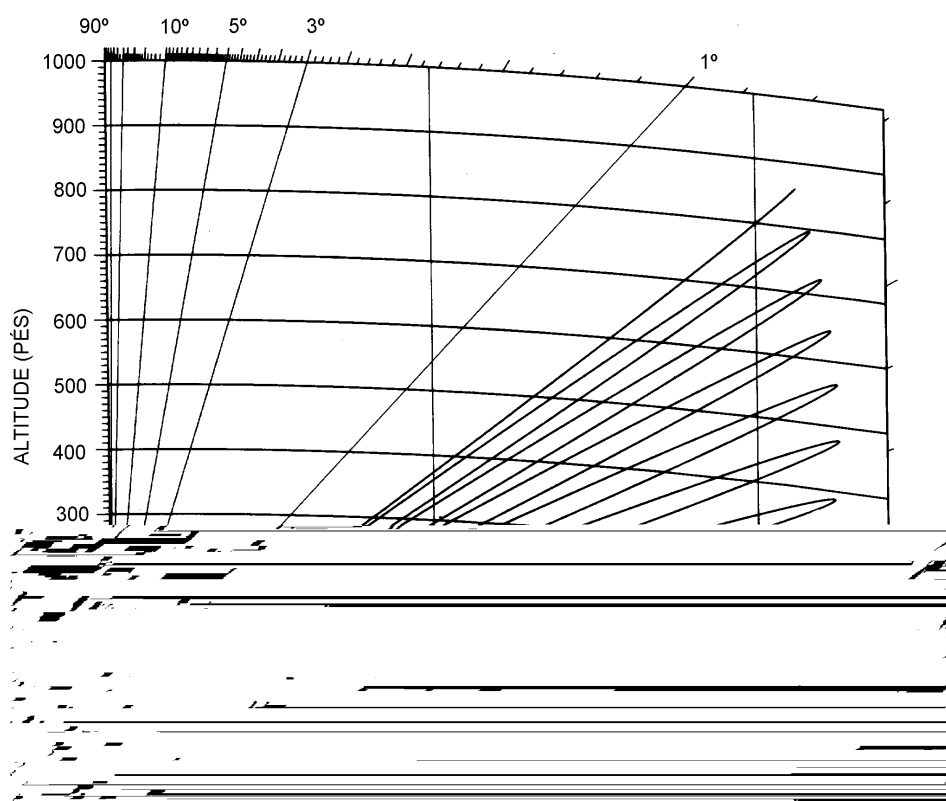
Na propagação das ondas-radar, ocorrem reflexões múltiplas na superfície do mar (ou qualquer outra superfície extensa). Assim, as frentes de ondas que atingem um ponto X (Figura 14.10) são, na verdade, compostas de **ondas diretas** e **ondas refletidas** na superfície do mar.

Figura 14.10 - Reflexão na superfície do mar



Se essas ondas alcançam um determinado alvo em fase, o efeito resultante é o de reforço do sinal no alvo e, conseqüentemente, do eco-radar. Quando defasadas, há uma redução de energia no alvo e, assim, um enfraquecimento ou, até mesmo, um desvanecimento do eco.

Desta forma, no diagrama de irradiação vertical haverá alternância entre valores máximos e valores de mínima irradiação (Figura 14.11). As linhas que limitam os lóbulos

Figura 14.11 - Diagrama de Cobertura Vertical

são, de fato, linhas que unem os pontos de igual intensidade de irradiação. As áreas em que os campos se anulam, situadas entre os diversos lóbulos, são chamadas **zonas de desvanecimento**.

Entre os fatores que contribuem para o aparecimento de **zonas de desvanecimento** acentuadas estão a **altura da antena** e a **freqüência utilizada**. No primeiro caso, quanto mais baixa estiver a antena, mais largas serão as zonas de desvanecimento. Para uma determinada altura de antena, quanto mais alta a freqüência, mais tangente à superfície do mar ficará o lóbulo inferior.

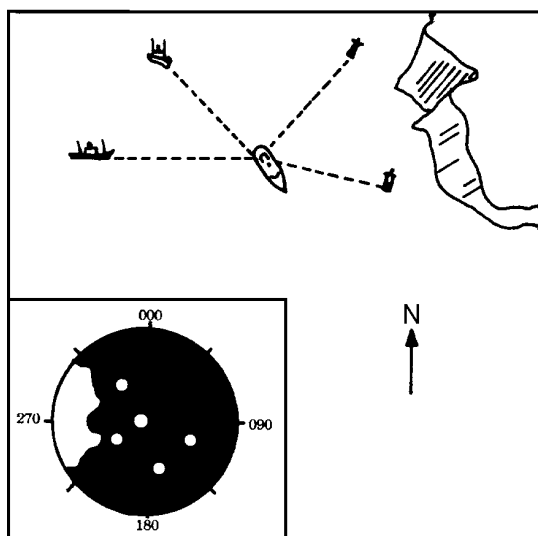
As **zonas de desvanecimento** mais pronunciadas nos radares de baixa freqüência se devem ao fato de que são menos diretivos, fazendo com que a parte inferior de seus feixes incida mais fortemente sobre a superfície do mar.

Nos radares militares, o conhecimento do **diagrama de cobertura vertical** tem grande importância operativa. Por exemplo, uma aeronave, ao se aproximar de um radar, em altitude constante, passará por uma série de **lóbulos** e **nulos**. Com isso, o operador não obterá um contacto firme, mas sim um que irá aparecendo e desaparecendo, à medida que o alvo se aproxima.

c. Difração

Difração é o encurvamento da trajetória de uma onda, ao incidir sobre um obstáculo. Por causa da **difração**, há alguma iluminação pelo feixe radar da região atrás de uma obstrução ou alvo. Entretanto, os efeitos da **difração** são maiores nas freqüências baixas. No caso do radar, como estão envolvidas altas freqüências (e, conseqüentemente, comprimentos de ondas muito pequenos), somente uma pequena parte da energia é difratada, não alterando de modo significativo os alcances.

Em virtude da **difração**, os radares de frequências mais baixas tendem a iluminar

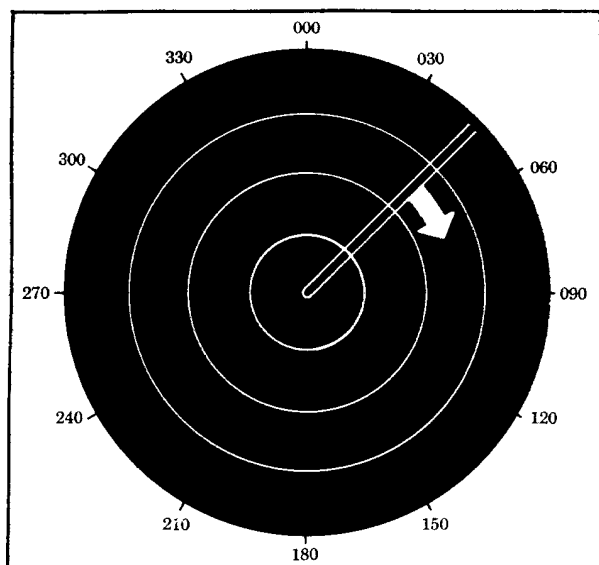
Figura 14.13 - Apresentação não-estabilizada

Se o radar não recebe informação da agulha giroscópica ou se ocorre avaria da giro, a representação é **não estabilizada**, com a tela do radar apresentando uma imagem relativa, com a proa do navio para cima, na direção da graduação 000° do PPI (Figura 14.13). Neste caso, quando há alteração de rumo, a linha de fé, ou marca de proa, fica fixa e a imagem radar é que se movimenta na tela do **indicador**.

Conforme a antena gira, seu feixe é representado no indicador do radar por uma linha luminosa fina, que varre a tela no sentido horário, de forma semelhante ao raio de uma roda de bicicleta em movi-

mento. Essa linha, chamada de **varredura**, ilumina as imagens dos alvos no PPI. As imagens dos alvos na tela do radar são comumente denominadas de “pip”.

Para permitir a determinação de **marcações** e **distâncias**, os radares dispõem de componentes denominados, respectivamente, **cursor de marcação** e **estrobo de distância**. O **cursor de marcação** é um dispositivo mecânico (nos radares mais antigos), ou uma fina linha radial de luz (nos equipamentos modernos), que se estende do centro da tela (posição do navio) para a periferia e que pode ser girado pelo operador através dos 360° do PPI. O **estrobo de distância** é um ponto luminoso que pode ser movimentado pelo operador ao longo da linha radial de luz que representa o **cursor de marcação**, nos equipamentos modernos. Nos radares mais antigos, o **estrobo de distância** move-se sobre a **varredura**, criando um círculo variável de distância conforme a **varredura** gira na tela do indicador. O **cursor de marcação** (“BEARING CURSOR”) e o **estrobo de distância** (“RANGE STROBE”, ou VRM - “VARIABLE RANGE MARKER”) são manobrados pelo operador através de controles independentes.

Figura 14.14 - Varredura e anéis de distância

Para obter a **marcação** e **distância** de um determinado alvo, o operador inicialmente gira o **cursor de marcação**, de modo que o mesmo se posicione sobre o “pip” que representa o objeto na tela e, em seguida, desloca o **estrobo de distância** até que tangencie a borda interna do “pip”. Então, a **marcação** é lida diretamente no aro graduado que circunda o indicador e a **distância-radar** do alvo é apresentada em um mostrador existente no console. Nos radares mais modernos, a **marcação** e a **distância** são fornecidas através de indicação digital apresentada na própria tela, ao lado da imagem.

Para avaliação rápida das distâncias aos alvos mostrados na tela do radar, podem ser iluminados os **círculos de distâncias**, representados em intervalos selecionados, a partir do centro do PPI. A Figura 14.14 ilustra uma **tela** de radar, com a **varredura** e os **círculos de distância** (ou **anéis de distância**) mencionados.

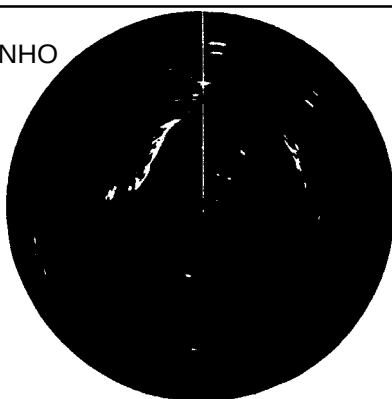
O tamanho da área física representada na tela do radar depende da **escala de distância** selecionada pelo operador. Normalmente, os radares de navegação possuem escalas fixas de distância para determinados valores (por exemplo: 0.25; 0.5; 0.75; 1.5; 3.0; 6.0; 12; 24; e 48 milhas náuticas), até o alcance máximo do radar. Outros radares, entretanto, permitem seleção de qualquer escala entre valores limites inferior e superior, tal como, por exemplo, 1 e 50 milhas náuticas.

O **número da escala** refere-se ao raio da área representada na tela do radar. Assim, se for selecionada uma escala de 12 milhas, o alvo mais distante que pode ser mostrado no radar estará 12 milhas afastado e seu “pip” aparecerá na periferia da apresentação. Para maior resolução da imagem, melhor definição do contorno dos alvos e maior precisão de medida, deve ser sempre selecionada a escala mais curta possível.

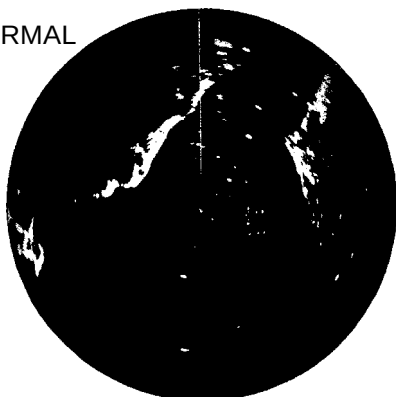
Figura 14.15 - Controle de ganho

14.1.5 CONTROLES OPERACIONAIS DO RADAR

POUCO GANHO



GANHO NORMAL



EXCESSO DE GANHO

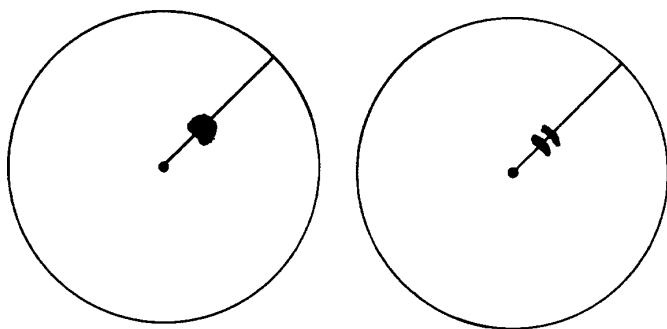


do, o resultado será um decréscimo nos alcances de detecção. Com pouco **ganho**, os ecos fracos não serão apresentados. Com **ganho** excessivo, o contraste entre os ecos e o fundo da tela é reduzido, dificultando a observação do radar.

Às vezes, é útil reduzir temporariamente o ganho para obter alvos bem definidos entre outros mais fracos. O controle deve ser retornado para sua posição normal, tão logo a alteração temporária tenha servido ao seu propósito e não mais se faça necessária. Em regiões congestionadas, o ganho pode ser temporariamente reduzido para clarear a apresentação. Isto deve ser feito com cuidado, de forma que não se percam marcas importantes. A curtas distâncias, o dispositivo ANTI-MANCHA DO MAR (“ANTI-CLUTTER SEA”) pode ser usado com o mesmo propósito.

É importante o uso adequado do **controle de ganho** quando na presença de manchas de chuva ou neve. Com o **ganho** na sua posição normal, a mancha pode ser forte o bastante para obscurecer o eco de um navio dentro da borrasca ou temporal, mas, com uma redução temporária do **ganho**, será possível estabelecer a distinção do forte e sólido eco de um navio. A detecção de alvos além do temporal pode, é claro, necessitar de um **ganho** levemente maior que o normal, na medida em que os ecos são atenuados, porém não completamente obscurecidos.

Figura 14.16 - Controle do ganho e discriminação em distância



Além disso, o controle do **ganho** pode melhorar a **discriminação em distância** do radar. Conforme mostrado na Figura 14.16, os ecos de dois alvos na mesma marcação podem aparecer como um único “pip” na tela se o **ganho** do receptor é excessivo. Com a redução do **ganho**, os ecos aparecerão como “pips” separados no PPI.

Controle STC (“SENSITIVITY TIME CONTROL” ou “ANTI-CLUTTER SEA”): é um controle **anti-mancha do mar** que se destina a melhorar a imagem do radar, pela supressão dos ecos produzidos pelo retorno do mar nas proximidades do navio. Em virtude desses ecos, forma-se, em torno do centro do PPI, uma imagem confusa, que pode vir a mascarar os alvos próximos ao navio.

O **STC** é um controle de ganho auxiliar, que permite diminuir o ganho dos ecos mais próximos, sem alterar os ecos mais distantes. O alcance máximo em que o **controle STC** se faz efetivo é de 4 a 5 milhas, ficando progressivamente menor conforme a distância aumenta, sendo praticamente negligível além de 8 milhas. A posição do controle deve ser suficiente para reduzir o retorno do mar, até que este apareça apenas como pequenos pontos e seja possível distinguir pequenos alvos próximos. A regulação nunca deve ser tal que apague toda a reverberação, pois, assim, ecos de alvos próximos podem ser eliminados.

O **controle STC** nunca deve ser deixado em posição fixa. Em mar calmo, deverá ficar com uma ajustagem mínima, aumentando-se à medida que o mar se agita e o retorno aumenta, mas deixando sempre algum “clutter” permanecer na tela.

Este também é um controle efetivo quando manchas de chuva ou neve estão presentes na proximidade do navio e são suficientemente fortes para obscurecer o eco de um alvo ou sinal de navegação dentro da borrasca ou temporal. Uma elevação temporária na quantidade

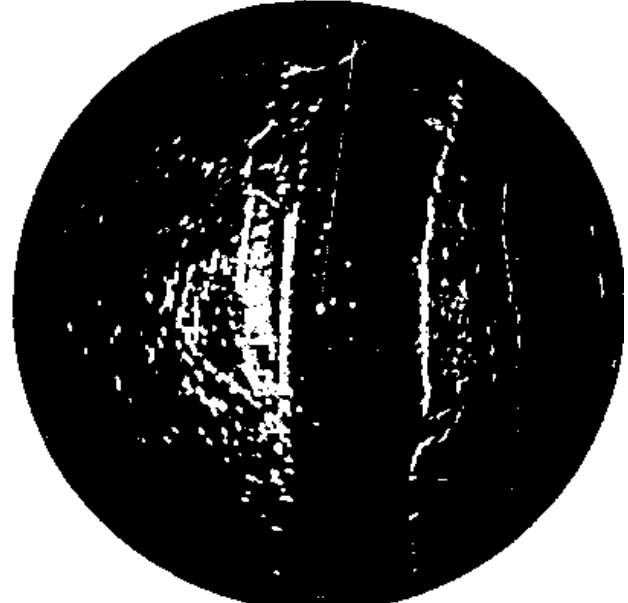
de ganho STC aplicada, geralmente permitirá a distinção do forte eco de um navio ou sinal de navegação.

Controle FTC (“FAST TIME CONTROL” ou “ANTI-CLUTTER RAIN”): este controle destina-se a diminuir, tanto quanto possível, os ecos de chuva, granizo e neve, que podem obscurecer os alvos. Atuando no controle FTC obtém-se um encurtamento dos ecos na tela do radar, o que reduz no PPI as manchas causadas por chuva, neve ou granizo (Figura 14.17). Quando em uso, este controle tem um efeito sobre toda PPI e geralmente tende a reduzir a sensibilidade do receptor e, assim, a intensidade dos ecos apresentados na imagem radar.

Figura 14.17 (a) - Mancha causada por chuva forte



Figura 14.17 (b) - Redução do "clutter" pelo Controle FTC



Quando navegando em águas confinadas, o **controle FTC** proporciona melhor definição da imagem radar no PPI, através de uma melhor discriminação em distância. Além disso, o uso do **FTC** provê uma melhor capacidade de alcance mínimo. O controle também pode ser usado para eliminar interferências causadas por um RACON a curta distância.

Chave de largura de pulso (“PULSE LENGTH”): alguns radares têm uma chave que permite escolher a **largura do pulso**, ou **comprimento do pulso**. Para detecção em longas distâncias, deve ser selecionado **pulso longo**. Entretanto, em curtos e médios alcances, quando se deseja uma imagem melhor definida, com maiores detalhes e melhor discriminação em distância, deve ser escolhido um pulso de menor comprimento (pulso curto).

Controle de sintonia: atualmente, quase todos os aparelhos radar possuem Controle Automático de Frequência (“Automatic Frequency Control” – AFC), que mantém o receptor sintonizado com o transmissor. Se ele não possuir AFC, na unidade indicadora deve haver um botão de controle de sintonia, que regula a sintonia da válvula **Klystron**. A sintonia deve ser ajustada freqüentemente logo após o radar ser ligado, até cerca de 30 minutos depois, quando o aparelho pode ser considerado em condições de sintonia. Mas, a sintonia deve ser verificada com freqüência, principalmente se não aparecerem ecos na tela do indicador; pode ocorrer o aparelho estar fora de sintonia e existirem alvos que não são apresentados, por esse motivo. Quando não houver ecos da costa ou de navios, a sintonia pode ser ajustada pelo “clutter” do mar. Coloca-se o controle de “anti-clutter” (STC) desligado, ou em sua posição mínima, escolhe-se uma escala pequena, de maneira que o “clutter”

chegue ao limite da tela e faz-se a sintonia girando o botão de controle de maneira que apareça um máximo de “clutter”.

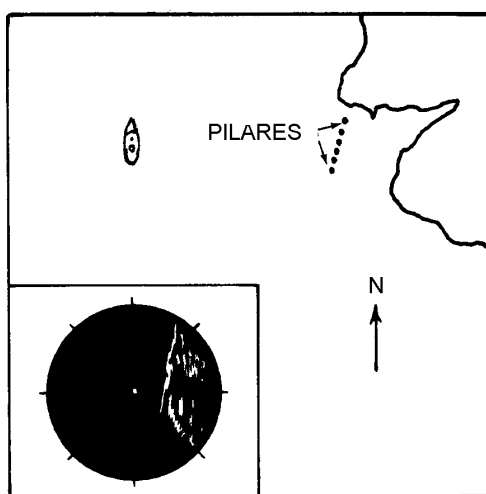
Linha de fé luminosa (“HEADING MARKER” ou “HEADING FLASH”): permite que seja estabelecida uma linha indicadora da proa na tela do radar, possibilitando a determinação rápida do bordo em que estão, de fato, alvos que, aparentemente, estão pela proa. Além disso, a marca de proa facilita muito a navegação de praticagem com o radar. O traço luminoso da linha de fé deve ter sua intensidade ajustada para que fique apenas visível. Deve ser tomado especial cuidado para que ele não mascare ecos fracos diretamente pela proa, sendo recomendável desligá-lo, ou reduzi-lo ao mínimo, periodicamente, para uma verificação mais segura de alvos na proa.

14.2 INTERPRETAÇÃO DA IMAGEM RADAR

14.2.1 FATORES QUE AFETAM A INTERPRETAÇÃO DA IMAGEM RADAR

A interpretação da informação apresentada na tela do radar não é sempre fácil. A obtenção de leituras corretas muitas vezes requer boa experiência por parte do operador, especialmente durante condições meteorológicas desfavoráveis, ou quando o radar está operando com desempenho degradado, em virtude de problemas nos seus componentes. Mesmo nas melhores condições meteorológicas, com o equipamento operando sem restrições e perfeitamente sintonizado, muitos fatores tendem a produzir erros na interpretação da imagem radar. Entre estes fatores estão o **poder de discriminação em marcação**, **poder de discriminação em distância**, **setores de sombra**, **ecos múltiplos**, **ecos falsos** e **ecos laterais**.

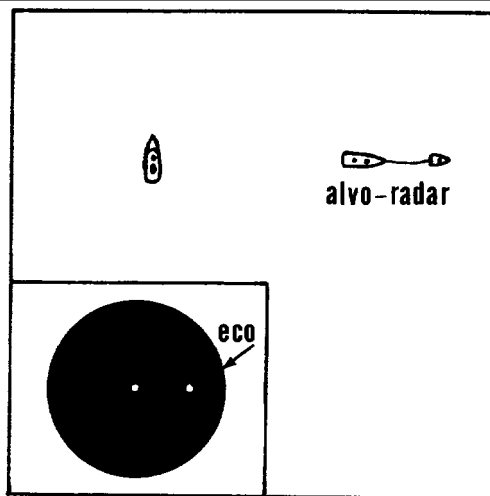
Figura 14.18 - Falsa linha de costa por falta de discriminação em marcação



Poder de discriminação em marcação, como vimos, é a diferença mínima em marcação para que dois alvos situados à mesma distância do navio apareçam como ecos distintos na tela do radar, sendo seu valor angular igual à **largura do feixe** transmitido. O feixe radar não é linear, apresentando uma abertura angular (**largura do feixe**), que faz com que os alvos apareçam na tela distorcidos, mais largos do que são na realidade. Além disso, se **dois** ou mais alvos estão muito próximos uns dos outros, aproximadamente à mesma distância do navio, seus “**pips**” podem

juntar-se na tela, dando ao operador a impressão de que se trata de apenas um alvo. Estas apresentações errôneas muitas vezes ocorrem em áreas costeiras, onde a existência de pedras, recifes, pilares e até mesmo embarcações próximas da costa pode resultar em uma imagem falsa da linha da costa na tela do radar (Figura 14.18).

Figura 14.19 - Rebocador e navio rebocado formam uma só imagem no radar por falta de discriminação em distância.

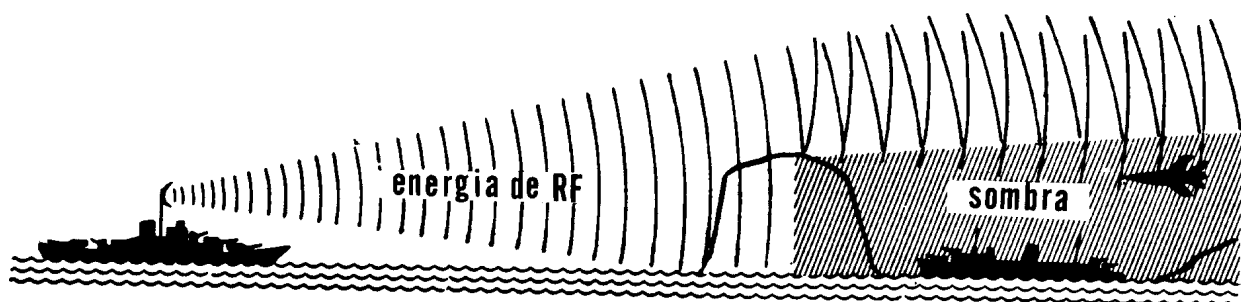


Poder de discriminação em distância, como vimos, é a diferença mínima em distância entre **dois** alvos situados aproximadamente na mesma marcação, para que possam ser discernidos pelo radar. A **largura do pulso** e a **freqüência da emissão** afetam o **poder de discriminação em distância** de um determinado radar. Em alguns equipamentos, a **largura do pulso** e a **freqüência** podem ser ajustados, de modo a melhorar a resolução em distâncias longas e curtas. Se dois ou mais objetos na mesma marcação estão separados por

distâncias inferiores ao **poder de discriminação em distância** (cujo valor é a metade do **comprimento do pulso**), pode ocorrer uma falsa interpretação da imagem, como mostrado na Figura 14.19.

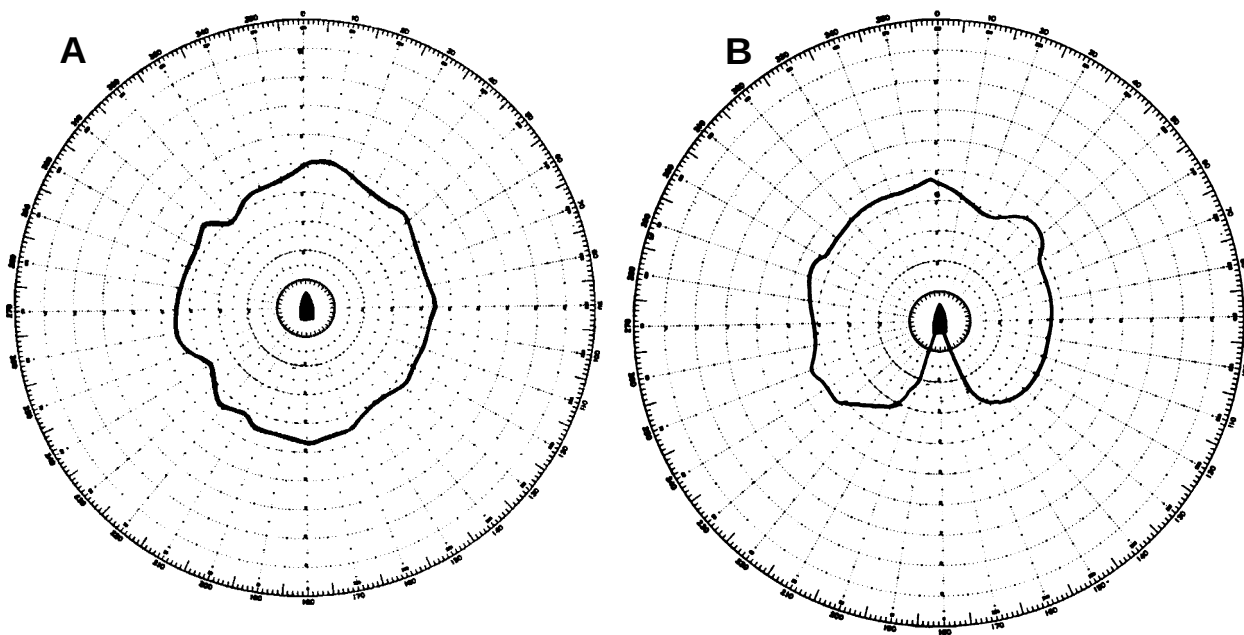
Áreas e setores de sombra-radar ocorrem quando um alvo relativamente grande obscurece um alvo menor posicionado por detrás, ou quando um alvo além do horizonte radar é obscurecido pela curvatura da Terra. Na Figura 14.20, a maior parte da área atrás da alta massa de terra estaria num setor de **sombra-radar**, não aparecendo na imagem do PPI. A existência de obstáculos no próprio navio (mastros, chaminés, guindastes ou outras estruturas elevadas), que causem obstruções ao feixe radar em sua varredura pelo horizonte, resulta em **arcos cegos**, ou **setores cegos**, que devem ser bem conhecidos pelos operadores do radar.

Figura 14.20 - Setor de Sombra-Radar



Qualquer superfície metálica que se interponha na trajetória da energia irradiada reduz a intensidade do campo e, conseqüentemente, a distância de detecção na marcação correspondente. Na Figura 14.21 são mostrados **diagramas de cobertura horizontal** de dois radares de navegação. As curvas mostram as distâncias de detecção nas várias marcações relativas do navio onde se encontra instalado o radar. Na ilustração **A**, a cobertura é praticamente uniforme, indicando que a antena tem um campo de visada desimpedido. A Figura **B** mostra como o sinal de retorno varia em função da marcação relativa do alvo, com um **setor cego** na popa do navio, indicando que existem obstruções nessa direção.

Figura 14.21 - Diagrama de irradiação horizontal da antena



Ecos múltiplos são causados por reflexões múltiplas de pulsos de um feixe transmitido, entre o nosso navio e um alvo relativamente próximo (em geral um outro navio), normalmente situado pelo través. O eco múltiplo, que se forma conforme mostrado na Figura 14.22, é um “**pip**” falso que aparece na tela do radar, na mesma marcação que o alvo real, mas em uma distância múltipla da distância correta do alvo (Figura 14.23). Se aparece apenas um eco falso, no dobro da distância real do alvo, ele é denominado **eco duplo**. Se um segundo “**pip**” é apresentado na tela, no triplo da distância correta, chamamos de **eco triplo**. Em geral, somente um ou dois **ecos múltiplos** são formados dessa maneira. Os **ecos múltiplos**, embora indesejáveis, servem para verificar a calibragem do radar. Se o radar está corretamente calibrado, a distância ao segundo eco (**eco duplo**) será exatamente o dobro da distância ao alvo real. Qualquer erro de calibragem pode ser detectado pela medida da distância do primeiro eco ao segundo (que representa a **distância correta**) e, então, comparando-a com a distância do nosso navio ao alvo (primeiro eco).

Figura 14.22 - Formação de Eco Múltiplo

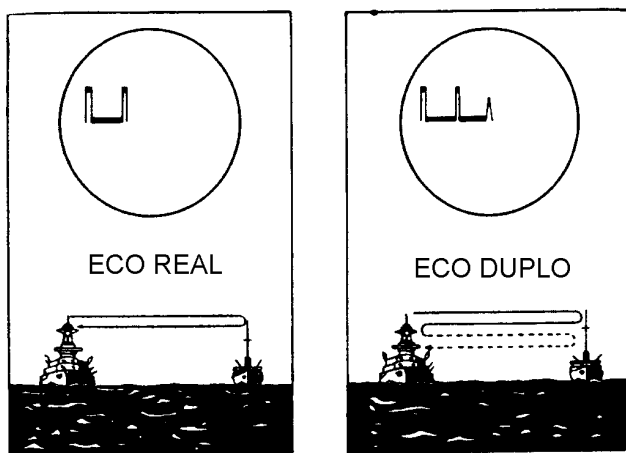


Figura 14.23 - Eco Múltiplo

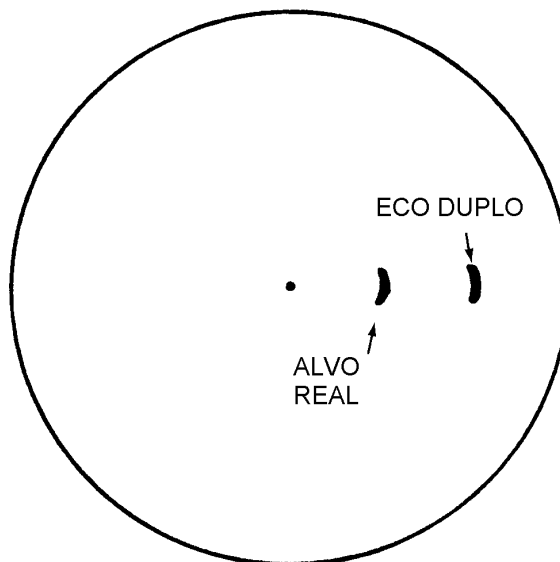
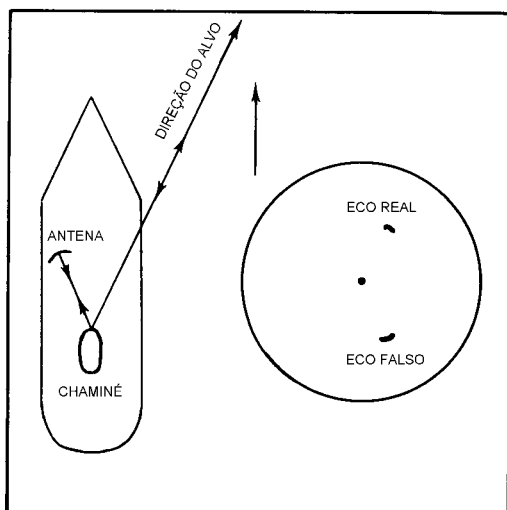
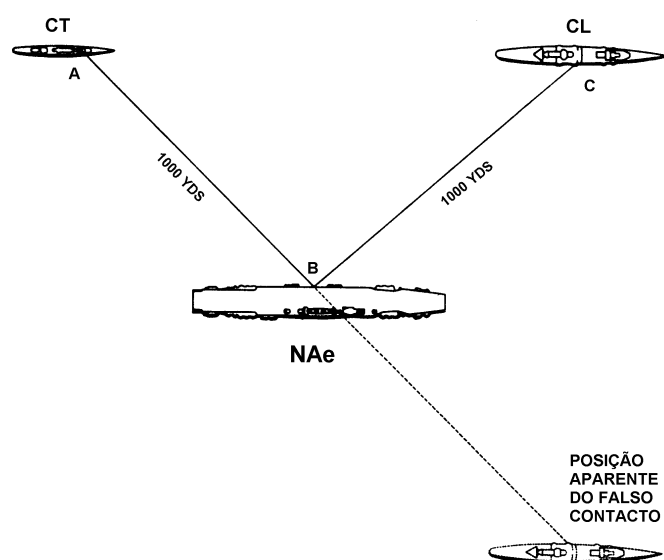


Figura 14.24 - Eco Falso (Eco Indireto)

Eco falso: tal como o eco múltiplo, é um “pip” falso que aparece no PPI. Um tipo de **eco falso** ocorre quando a energia refletida pelo alvo reflete-se novamente em uma parte da estrutura do navio, antes de retornar para a antena, como ilustrado na Figura 14.24. O **eco falso** resultante, às vezes denominado **eco indireto**, neste caso aparecerá sempre na **mesma distância** que o eco verdadeiro, mas na **marcação** da superfície refletora intermediária.

Figura 14.25 - Eco falso pela reflexão de energia de um alvo para outro

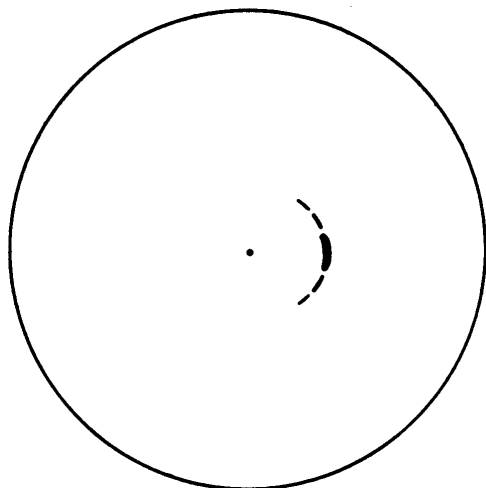
Outro tipo de **eco falso** pode ser causado pela reflexão da energia irradiada de um navio para outro, antes de retornar à antena do radar, conforme ilustrado na Figura 14.25. Na situação mostrada, o radar do Contratorpedeiro **A** irradia energia de RF na direção do Navio-Aeródromo **B**. A energia é refletida pelo grande bordo do NAe em todas as direções. Uma parte desta energia refletida retorna ao radar do CT como um eco normal, enquanto outra parte se propaga na direção do Cruzador **C**. O eco que atinge o Cruzador é novamente refletido, de modo que alguma energia retorna ao radar do CT ao longo da trajetória **CBA**. Assim, na marcação do alvo verdadeiro (Navio-Aeródromo **B**), o radar do Contratorpedeiro **A** mostrará, além do eco real (na distância de 1.000 jardas), um **eco falso**, mais fraco, na distância de 2.000 jardas.

vo verdadeiro (Navio-Aeródromo **B**), o radar do Contratorpedeiro **A** mostrará, além do eco real (na distância de 1.000 jardas), um **eco falso**, mais fraco, na distância de 2.000 jardas.

A montagem da antena do radar em uma plataforma imediatamente por ante-avante do mastro pode, também, causar ecos falsos. Com os navios navegando em coluna, quando a antena está conteirada para ré, a reflexão no mastro pode resultar no retorno de ecos falsos pelo navio de vante na coluna.

Ecos laterais: são, também, ecos falsos, causados pelos **lóbulo laterais**, ou **secundários**, do feixe radar. Como vimos, normalmente a antena do radar irradia, além do **lóbulo principal**, diversos **lóbulo laterais**, indesejáveis, mas inevitáveis. Se a energia desses lóbulos laterais é refletida por um alvo, aparecerão na tela do radar ecos laterais, em torno do eco do lóbulo principal. Como o campo energético dos lóbulos secundários é muito fraco, eles só afetam os alvos próximos. A aparência do eco lateral é a de um arco de círculo, conforme mostrado na Figura 14.26. Se o alvo está muito próximo, pode formar-se um semi-círculo ou, até mesmo, um círculo completo, com um raio igual à distância do alvo. Na Figura formada, cada traço fino representa um **eco lateral**, sendo o traço mais forte o **eco verdadeiro**, que representa a posição real do alvo

Figura 14.26 - Ecos Laterais.



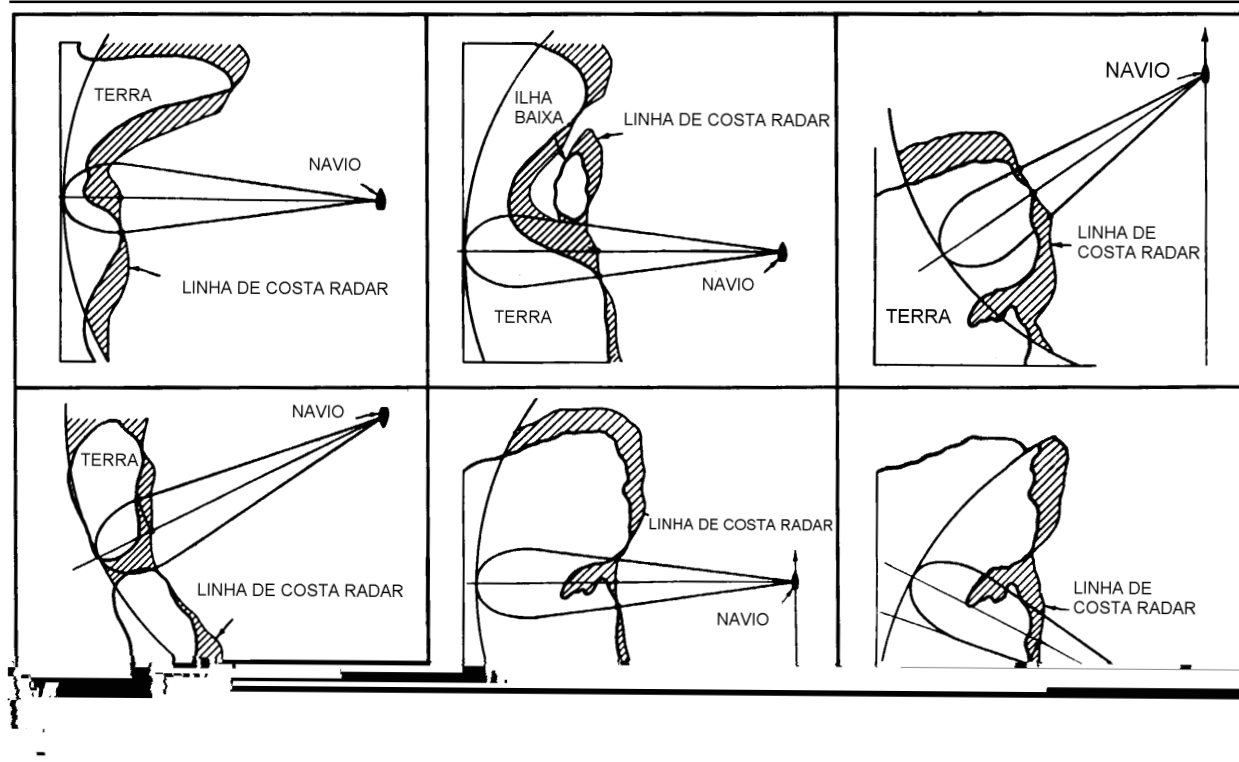
Para minimizar o efeito de **ecos laterais**, diminui-se o **ganho**. Mas, se os ecos falsos não estão interferindo na navegação, é melhor deixá-los, pois uma redução do ganho poderá fazer desaparecer, além desses ecos indesejáveis, ecos de alvos pequenos, potencialmente perigosos. Para diminuir o efeito de **ecos laterais**, também pode ser utilizado o controle “anti-clutter sea”, que, neste caso, será aumentado; mas devem ser observadas as mesmas restrições mencionadas para a diminuição do ganho.

Um operador experimentado normalmente saberá em que marcações podem ser esperados **ecos falsos** devidos aos fatores acima mencionados.

14.2.2 ALVOS TERRESTRES

Embora o PPI proporcione uma apresentação plana da costa, quando uma massa terrestre está sendo varrida pelo radar, a imagem mostrada na tela do indicador não é uma representação verdadeira da linha do litoral. Como vimos, a **largura do feixe radar** e o **comprimento dos pulsos transmitidos** (condicionando, respectivamente, o **poder de discriminação em marcação** e o **poder de discriminação em distância**) causam distorções na imagem radar dos acidentes terrestres, podendo resultar em falsas linhas de costa e outras deformações.

Figura 14.27 - Distorções na linha de costa radar devidas à largura do feixe e comprimento do pulso



A Figura 14.27 ilustra diversas situações em que as distorções devidas à **largura do feixe** e à **largura do pulso** (ou **comprimento de pulso**) causam a apresentação de falsas linhas de costa no radar.

Devido a isso, a apresentação da costa na tela do radar não será exatamente igual ao observado em uma Carta Náutica da mesma área. Outros fatores, como, por exemplo, a topografia e as condições de reflexão da energia irradiada, também contribuem para dificultar essa semelhança.

De uma maneira geral, quanto mais vertical for a superfície refletora, maiores serão suas propriedades de reflexão. Uma superfície disposta em ângulo reto em relação ao feixe do radar, como um penhasco ao longo da costa, montanhas ou altas colinas, produzirá um forte eco. As superfícies que não estejam em ângulo reto com o feixe do radar normalmente produzirão ecos mais fracos. Assim, a superfície do mar, que é boa refletora do feixe radar, somente retornará ecos quando houver vagas.

Uma superfície côncava tenderá a focalizar o feixe do radar de volta à antena, ao passo que uma superfície convexa provavelmente enviará grande parte da energia em uma direção diferente daquela em que está a antena.

Enquanto as massas terrestres são facilmente reconhecíveis no radar, o maior problema do operador é a identificação de acidentes específicos (cabos, pontas, demais saliências e reentrâncias da costa, etc.), de modo que possam ser empregados para determinação da posição do navio. A identificação dos referidos acidentes pode ser bastante difícil, por causa de vários fatores, entre os quais as já mencionadas distorções e condições de reflexão. As seguintes observações podem ser usadas como auxílio na identificação:

Restingas e praias baixas

Uma restinga baixa, lisa e sem rochedos, ou outras elevações, produzirá eco fraco, pois a maior parte do feixe irradiado resvala sobre essa superfície, sem regressar à antena. É possível, muitas vezes, que a arrebentação seja a responsável pelo eco apresentado.

Uma praia baixa e lisa é semelhante a uma restinga e produzirá um eco fraco mesmo quando o ganho estiver alto. A arrebentação poderá indicar a localização da linha da costa ou da praia. Como, porém, a arrebentação verifica-se a alguma distância da costa, o emprego de seus ecos como referência poderá provocar erros na determinação da posição do navio. O eco da arrebentação pode ser reconhecido pela sua pequena persistência.

Dunas de areia

As dunas cobertas com vegetação, localizadas ao fundo de uma praia baixa, produzem um sinal forte, fazendo com que o operador de radar tenda a considerá-las como a linha da costa. Somente um exame cuidadoso da carta permitirá evitar este engano. Sob certas condições, dunas de areia podem produzir ecos fortes, pois a combinação da superfície vertical da duna com a superfície horizontal da praia forma uma espécie de diedro refletor radar.

Pântanos e mangues

Um pântano ou mangue próximo à costa, que sofra influência da maré, produz sinais fracos, que podem desaparecer completamente na preamar. Os pântanos ou mangues que tenham árvores darão ecos mais fortes.

Lagoas e lagos

As lagoas costeiras são muito importantes na identificação de pontos ao longo da costa, quando elas se localizam por trás de restingas ou praias baixas. A distâncias maiores, a restinga não aparecerá e a primeira indicação no radar será das elevações mais para dentro da costa.

Os lagos situados a poucas milhas da costa, por sua vez, poderão ser identificados como regiões que não apresentam eco radar, em meio à área terrestre apresentada.

Elevações

Quando o terreno, a partir da costa, eleva-se suavemente, o indicador do radar apresentará um eco fraco. Quando a elevação torna-se mais acentuada, assemelhando-se a uma colina, o eco será mais forte.

Penhascos e formações escarpadas

As escarpas e penhascos ao longo da linha da costa produzem um eco forte facilmente identificável. Entretanto, quando toda a costa é composta de escarpas e penhascos, de modo a apresentar um eco de mesma intensidade, torna-se difícil determinar uma posição. Empregando-se o ganho baixo e aproveitando-se as interrupções da linha da costa, como emboadura de rios e enseadas, é possível identificar pontos notáveis e, assim, obter a posição.

Quando existirem penhascos no interior, dever-se-á tomar cuidado na determinação das distâncias, a fim de não confundir os ecos oriundos destes penhascos com aqueles devidos à linha da costa.

Montanhas

O cume escarpado de uma montanha produzirá um eco forte. Devido à sombra radar, não haverá eco referente às regiões baixas posteriores à montanha.

Linha de costa

Uma linha de costa reta é difícil de ser utilizada para a determinação precisa da posição. Os ecos-radar apresentarão pequena distorção somente no ponto em que o feixe radar incide perpendicularmente à costa. A partir deste ponto, para qualquer dos lados, os ecos sofrem uma distorção cada vez mais acentuada, distendendo-se devido à largura do feixe radar.

As linhas de costa interrompidas por baías e pequenas reentrâncias são facilmente identificadas no radar. Na determinação da posição, é necessário identificar cuidadosamente estes acidentes geográficos, antes de medir distâncias ou marcações.

Praias encurvadas

As praias encurvadas representam um problema mais simples na determinação da posição, mas deve-se sempre considerar que o efeito da distorção será mínimo somente nos pontos em que o feixe incidir perpendicularmente à costa.

Ilhas e rochedos

Uma ilha pequena e isolada, ou um rochedo, produzirá um eco nítido e de pequenas dimensões. A medição da distância pode ser feita com o **estrobe de distância** tangenciando

a borda interna do eco apresentado. Ilhas baixas normalmente produzem ecos fracos. Quando providas de palmeiras ou outra vegetação elevada, entretanto, o eco pode vir mais forte, pois a superfície vertical das árvores forma com a superfície horizontal das águas em torno da ilha um diedro refletor.

Recifes de coral e longas cadeias de ilhas podem produzir uma linha longa de ecos, quando o feixe radar é dirigido perpendicularmente à linha de ilhas/recifes. Esta indicação ocorre especialmente quando as ilhas estão próximas entre si. A razão é que a distorção (alargamento) resultante da largura do feixe faz com que os ecos juntem-se em uma linha contínua. Contudo, quando a cadeia é vista na longitudinal, ou obliquamente, cada ilha pode produzir um “**pip**” separado. Arrebentação quebrando sobre um recife produz uma linha de ecos variáveis e interrompidos.

Recifes e abrolhos

Nenhum objeto submerso produzirá eco radar; ocasionalmente, porém, recifes e abrolhos poderão ser detectados, caso haja arrebentação e esta seja suficientemente alta. Quando um objeto está inteiramente submerso e o mar não quebra sobre ele, não aparecerá qualquer apresentação no PPI.

Linhas de costa falsas

Uma apresentação semelhante à linha de costa será possível quando existir qualquer das condições seguintes:

- a. numerosos rochedos próximos à costa, ou várias ilhas pequenas, que poderão produzir ecos interligados, que podem ser confundidos com a apresentação da própria costa. O mesmo pode ocorrer com embarcações próximas da costa;
- b. arrebentações fortes em recifes poderão simular a linha da costa;
- c. penhascos ou dunas de areia ao fundo de uma praia baixa, com pequeno declive, produzirão uma falsa linha de costa.

Faróis, torres, chaminés e outras estruturas verticais

Geralmente oferecem resposta fraca, pois são construídos de pedra e cimento. Uma estrutura de forma troncônica, ou cilíndrica, também não ajuda em nada a uma boa reflexão e muitos faróis têm esses formatos. Em alguns casos, quando a costa é baixa e arenosa e o farol é alto, seu eco pode ressaltar na imagem apresentada na tela do radar.

Para facilitar a identificação radar, diminuindo os problemas acima citados, os auxílios à navegação são, muitas vezes, dotados de refletores-radar, RACON ou reforçador de eco, adiante mencionados.

Pontes

As pontes são excelentes para obtenção de um eco forte, uma vez que são construídas, normalmente, sobre depressões que não produzem ecos.

Piers e molhes

Os piers e molhes produzem sinais nítidos e precisos, a pequenas distâncias.

Edifícios

As aglomerações de edifícios, casas, galpões e outras edificações, construídas de cimento armado e/ou estruturas metálicas, fornecem boas respostas ao pulso radar. Embora suas fachadas tendam a comportar-se como superfícies especulares (que refletem o eco radar em direção distinta à do emissor), as paredes que formam entre si ângulo reto constroem com o solo um triedro tri-retângulo refletor, que faz com que o eco retorne na mesma direção de onde veio o pulso, isto é, para a antena do radar.

Podem se esperar, deste modo, ecos de cidades a 25 milhas ou mais, em um radar comum de navegação. Por serem ecos fortes, muitas vezes aparecem na tela antes mesmo que a linha de costa seja detectada.

Edifícios isolados em costa baixa darão, muitas vezes, ecos distintos, mas só devem ser utilizados para efeitos de navegação se suas posições na Carta Náutica estiverem assinaladas com precisão.

14.2.3 ALVOS NO MAR

Navios

Os navios geralmente fornecem bons ecos, cujo tamanho e intensidade dependem da distância, da superfície que apresentam e do estado do mar. Como, normalmente, são construídos de aço (material que é um ótimo refletor) e suas superestruturas possuem anteparas que formam entre si e com os conveses ângulos retos, proporcionam, em geral, boa resposta radar. Ecos mais fortes são obtidos quando o alvo se apresenta de través (**ângulo do alvo** 090° ou 270°).

Já as embarcações de madeira fornecem uma resposta muito pobre. O mesmo ocorre com embarcações de fibra de vidro. Por isso, ambos os tipos de embarcações devem portar sempre um **refletor-radar**, para aumentar a intensidade dos seus ecos.

São as seguintes as distâncias normais de detecção dos diversos tipos de embarcações pelos **radares de navegação**:

Pequenos barcos de madeira	0.5 a 4 milhas
Baleeiras	até 2 milhas
Traineiras	6 a 9 milhas
Navios pequenos (até 1.000 ton.)	6 a 10 milhas
Navios de 10.000 ton	10 a 16 milhas
Navios de 50.000 ton	16 a 20 milhas

A determinação do movimento do alvo pode, na maioria das vezes, anular a dúvida se trata-se, ou não, de um navio.

Bóias

As bóias geralmente produzem ecos fracos, sobretudo se têm a forma abaulada. Quando pequenas, os ecos das bóias podem ser encobertos até mesmo pelo menor retorno do mar. A bóia que oferece a pior resposta é a de formato cônico, sem refletor. A não ser que o mar esteja completamente calmo, os ecos das bóias são pouco firmes, devido ao movimento

desordenado a que estão sujeitas. A ondulação do mar faz com que a potência do eco recebido varie e, assim, a imagem radar de uma bóia pode quase desaparecer da tela, voltando a surgir na varredura seguinte, com uma intensidade mais forte. Com mau tempo, esta circunstância é agravada, não sendo de estranhar que o radar falhe na detecção de bóias menores.

As distâncias prováveis de detecção variam de **0,5 a 1** milha, para bóias pequenas, até **2 a 4** milhas, para bóias de maiores dimensões. As bóias equipadas com **refletor radar** oferecem boa resposta, podendo ser detectadas em distâncias de até **6 a 8** milhas.

Para melhorar a resposta radar das bóias, utilizam-se, além do **refletor radar**, outros auxílios, como o **RACON** e o **reforçador de alvo radar** ("RADAR TARGET ENHANCER"), que serão posteriormente abordados.

É oportuno lembrar que, tal como na **navegação visual**, também na **navegação radar** as bóias devem ser utilizadas com muita precaução, não devendo ser empregadas para determinação da posição do navio, em virtude da possibilidade de se deslocarem de sua posição, pela ação de correntes, ressaca, ruptura do equipamento de fundeio, abalroamento por navios ou diversas outras circunstâncias.

Arrebentações

Uma linha de arrebentações produz um sinal parecido com o da linha de costa. Suas características de desvanecimento permitirão ao operador do radar identificá-la.

14.2.4 FENÔMENOS METEOROLÓGICOS

Nuvens

Algumas nuvens podem produzir ecos, que são caracterizados por:

- serem de grandes dimensões, geralmente com forma irregular, variável e de limites mal definidos; e
- deslocarem-se, normalmente, na direção do vento.

A apresentação no radar dependerá do tipo da nuvem. Os cumulonimbus e as grandes formações de nuvens carregadas de chuva dão ecos muito fortes e às vezes aparecem no indicador com contornos bem definidos, como se fossem uma ilha. É comum detectar-se nuvens de chuva nos radares de navegação, tanto no radar de 10 cm, como no radar de 3 cm, quando navegando em regiões tropicais. Se a nuvem não contém chuva, dificilmente será detectada.

Se houver alvo a acompanhar e se o eco estiver sendo prejudicado por uma nuvem, diminui-se o ganho, pois os ecos da nuvem, mais fracos, tenderão a desaparecer, enquanto que o eco do alvo, mais forte, deve persistir na tela.

Chuva

A aparência da chuva na tela do radar é a de uma mancha, sem contornos definidos, acarretando, sobretudo, um aumento da luminosidade do indicador. Dependendo da intensidade da chuva, a imagem será pintada mais, ou menos, fortemente, isto é, os ecos serão mais fortes ou mais fracos.

A chuva obscurece os alvos que se encontram dentro dela. Um aguaceiro tropical pode impedir completamente a detecção de alvos situados dentro, ou para além dele. A técnica para tentar a detecção de alvos dentro da chuva é reduzir levemente o ganho, pois os ecos da chuva tendem a ser mais fracos que os ecos de outros alvos, como navios. Os efeitos da chuva também podem ser atenuados por meio de controle FTC, anteriormente estudado. Neste caso, entretanto, o ganho deve ser levemente aumentado. Os chuviscos, embora possam apresentar ecos levemente difusos, pouco afetam a detecção radar.

A intensidade dos ecos provenientes de precipitações pode, por vezes, mascarar os ecos de terra, o que pode perturbar o navegante por ocasião das aterragens com o radar.

Quando nosso navio encontra-se dentro da chuva, o alcance radar pode ser diminuído, pois parte da energia emitida é absorvida pelas gotas d'água. Tanto maior será a redução do alcance, quanto maior for a área coberta pela chuva. Também nesse caso, o operador deve atuar continuamente nos controles de ganho e FTC, diminuindo e aumentando.

Com o navio dentro de um aguaceiro, com o mar agitado, somam-se o “clutter” da chuva com o retorno do mar, tornando ainda mais difícil a detecção de alvos próximos, podendo, até mesmo, cegar completamente o radar. Neste caso, a solução é diminuir a velocidade e navegar como se estivesse em cerração, sem radar.

Os menores comprimentos de onda sofrem maior atenuação das gotas d'água. Assim, os radares que operam na faixa de **3 cm** (banda **X**) são mais influenciados pela chuva que os da faixa de **10 cm** (banda **S**).

Granizo

É a precipitação de pedaços de gelo que, em geral, têm forma esférica e diâmetros que vão desde milímetros até aproximadamente 10 cm. Este tipo de precipitação é mais comum nas médias latitudes e normalmente têm curta duração, ocorrendo quase sempre entre a metade da tarde e o anoitecer. Se a taxa de precipitação for a mesma da chuva, o aspecto da tela do indicador radar será também o mesmo. Mas, isso só ocorre quando as pedras de gelo são grandes, o que é difícil de acontecer. De maneira geral, a atenuação

Cerração e “Smog”

Visibilidade é, conforme vimos, a maior distância na qual um objeto escuro pode ser visto no horizonte, tendo o céu como fundo. De noite, uma luz de intensidade moderada é usada, em vez do objeto escuro. **Nevoeiro** é a presença em suspensão de minúsculas partículas d'água ou de gelo junto à superfície. Mas, só quando estas partículas em suspensão diminuírem a visibilidade para 1 quilômetro (0.54 milhas náuticas), é que o fenômeno tem o nome de **nevoeiro**. Se a visibilidade for maior que 1 quilômetro, o nome correto é **neblina**. Contudo, a bordo, também é comum a palavra **cerração** para ambos os fenômenos, falando-se em **cerração leve**, **moderada** ou **cerração fechada**.

No que diz respeito ao radar, o **nevoeiro** também não se faz apresentar na tela do radar, salvo em casos especiais. Mas as gotículas d'água, ou de gelo, em suspensão absorvem energia da onda, de maneira que o alcance radar fica reduzido. Um nevoeiro pesado, ou seja, aquele que reduz a visibilidade para 100 metros ou menos, reduz o alcance radar para 60% de seu alcance normal.

Em casos raros, com radar de 3 cm poderão ser detectados bancos de nevoeiros pesados, de grande densidade.

Smog (névoa seca)

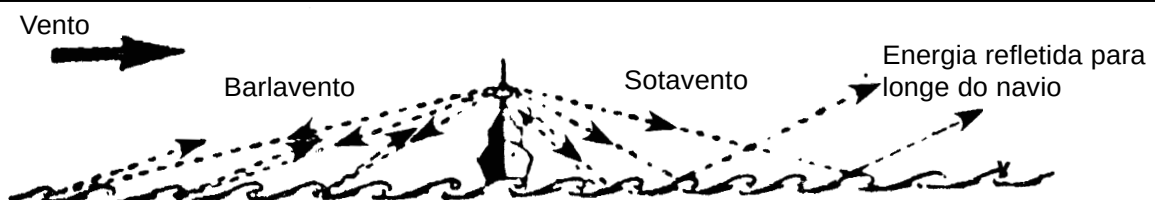
É a cortina de ar poluído que geralmente se encontra sobre as grandes cidades, de origem industrial e automotiva. A palavra é formada de **Smoke** (fumaça) e **Fog** (nevoeiro). Não existem dados sobre a atuação do **Smog** no radar, mas é de se crer que ele também diminua o alcance radar, pela absorção de energia pelas partículas em suspensão.

Em resumo, pode-se afirmar que, em qualquer tipo de precipitação, seja chuva, grizo ou neve, e mesmo no caso de nuvens, nevoeiro, neblina ou **smog**, um radar de 10 cm (banda **S**) será menos afetado que um de 3 cm (banda **X**).

Vento

A principal, e talvez a única, influência do vento na apresentação do radar está relacionada com o **estado do mar** dele resultante, pois, como vimos, as vagas produzem os ecos de retorno do mar (“clutter”). Quanto mais altas e abruptas as vagas, mais fortes são os ecos de retorno. A potência dos ecos de retorno depende do ângulo de incidência do feixe radar e, assim, o “clutter” do mar é mais pronunciado a **barlavento**, do que a **sotavento** (Figura 14.28).

Figura 14.28 - “Clutter” do mar (mais pronunciado a barlavento)



Gelo

Os **icebergs** (blocos de gelo de água doce) geralmente são detectados pelo radar em distâncias que permitem tempo suficiente para ações evasivas. Essas distâncias dependerão de suas dimensões. Os **icebergs** do Ártico apresentam, em geral, superfícies recortadas e facetadas, que proporcionam bons ecos de retorno. Os **icebergs tabulares**, comuns na

Antártica, tendo tope plano e paredes laterais quase verticais, que podem se elevar a mais de 30 metros acima da superfície do mar, também constituem bons alvos-radar, sendo normalmente detectados com tempo suficiente para manobrar a fim de deixá-los safos.

Grandes **icebergs** podem ser detectados em distâncias da ordem de **15 a 20** milhas com mar calmo, embora a intensidade de seus ecos seja somente 1/60 da intensidade dos ecos que seriam produzidos por um alvo de aço de tamanho equivalente. **Icebergs** menores são detectados a cerca de **6 a 12** milhas. “**Bergy bits**”, pedaços quebrados de **icebergs** com **4 a 5** metros de altura, normalmente não são detectados pelo radar a distâncias maiores que **3** milhas.

Os **flocos de gelo** (“**ice floes**”) e “**growlers**”, formados pelo congelamento de água salgada, são, em geral, muito baixos (altura máxima de 2 metros) e constituem um alvo radar extremamente ruim, sendo de difícil detecção, principalmente com mar agitado, quando o “**clutter**” do mar pode mascarar por completo ecos de pedaços de gelo perigosos à navegação. Com mar calmo, esse tipo de gelo normalmente não é detectado em distâncias maiores que **2** milhas. Assim, embora o radar constitua um auxílio muito importante para a navegação em presença de gelo (para a detecção de **icebergs** e blocos de gelo de maiores dimensões), a busca radar deve ser complementada por uma vigilância visual constante, pois esta é insubstituível para a detecção de **campos de gelo** e “**growlers**” perigosos à navegação.

Tempestades tropicais, furacões, tufões e ciclones

As tempestades tropicais, em qualquer de suas modalidades mais severas (furacões, tufões ou ciclones), produzem ecos bem definidos no radar. O uso do radar nas manobras frente a esses fenômenos meteorológicos será mencionado no Volume II.

14.2.5 AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO RADAR

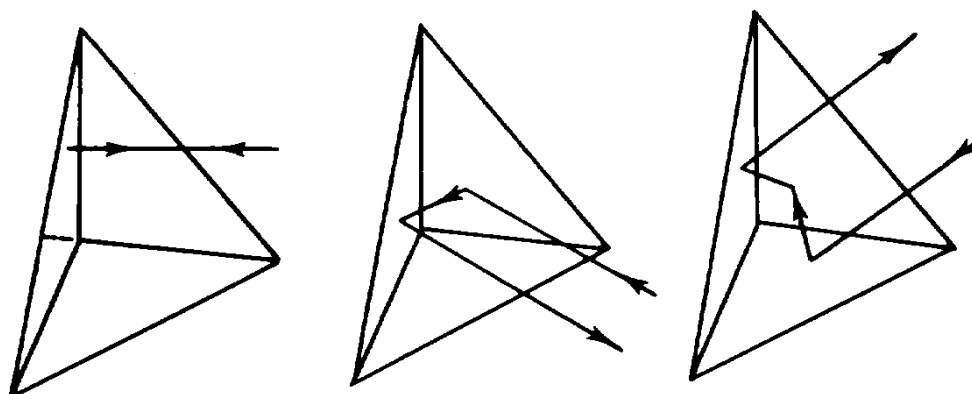
Vários **auxílios à navegação radar**, ou **instalações auxiliares**, foram desenvolvidos para ajudar o navegante a identificar um alvo radar ou para aumentar a intensidade dos ecos produzidos por objetos que, de outra forma, seriam de difícil detecção.

Os **auxílios à navegação radar** podem ser classificados, pela maneira como atuam, em **passivos** e **ativos**. Os **passivos** apenas refletem a energia que sobre eles incide. Os **ativos** transmitem um sinal de RF, que é recebido pelos radares de bordo.

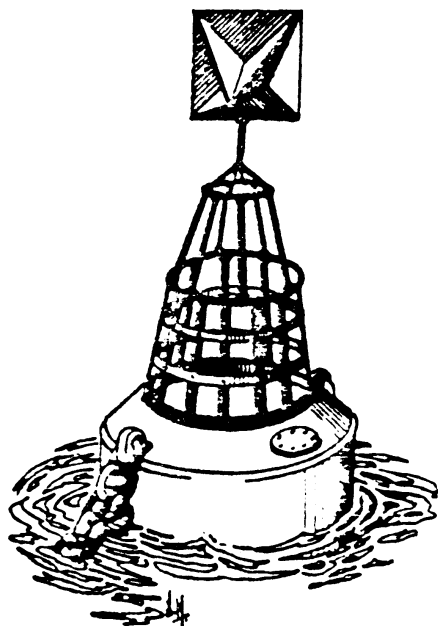
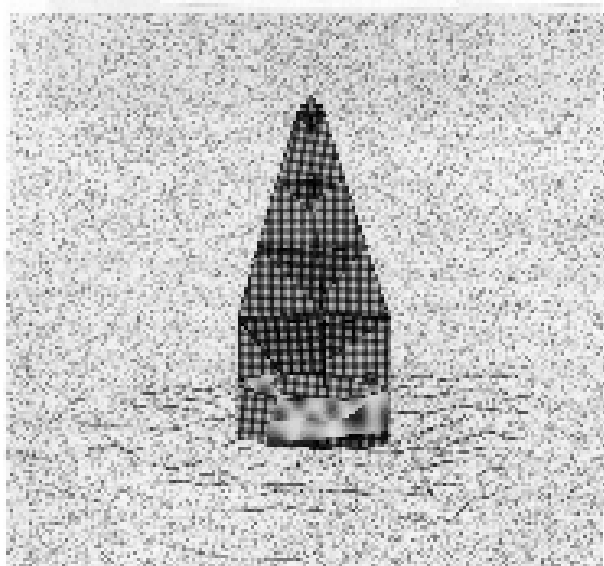
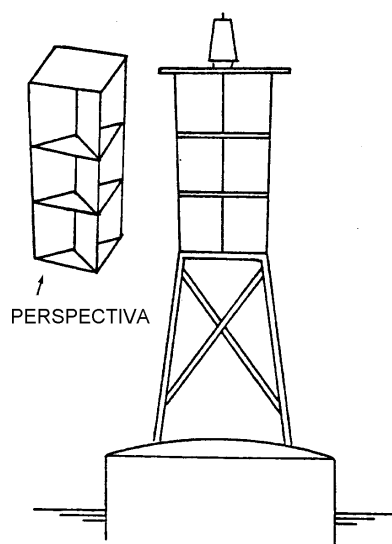
Refletor-radar

É um auxílio à navegação radar **passivo**, cuja finalidade é aumentar a capacidade de resposta de um alvo-radar, para possibilitar sua detecção a maior distância. O **refletor-radar** é um equipamento retro-refletivo, que retorna a energia incidente sobre ele na direção da fonte de emissão, dentro de limites bem amplos de ângulos de incidência.

O método usual para obter a retro-reflexão é empregar duas ou mais superfícies refletoras planas, formando ângulos retos entre si, de modo que a energia incidente retorne na direção da fonte emissora, após múltiplas reflexões. Assim, são formados o **diedro refletor** e o **triedro tri-retângulo refletor**. Os **triedros refletores** são normalmente constituídos por **3** triângulos isósceles formando ângulos retos e retornam a energia incidente conforme mostrado na Figura 14.29.

Figura 14.29 - Triedros refletores

Por vezes, em vez de um único, são instalados nos auxílios à navegação grupos de refletores-radar, que, convenientemente dispostos, facilitam em muito a sua detecção pelo radar (Figuras 14.30, 14.31 e 14.32).

Figura 14.30 - Refletor radar**Figura 14.31 - Bóia refletora radar****Figura 14.32 - Bóia luminosa com arranjo de refletores radar**

Os refletores-radar, em sua maioria, estão instalados em bóias, mas existem, igualmente, em sinais fixos (faróis, faroletes e balizas). Ademais, conforme já mencionado, as embarcações de madeira e de fibra de vidro também devem portar **refletores-radar**, a fim de melhorar sua capacidade de resposta-radar. Aliás, a IMO recomenda que todas as embarcações com menos de 100 toneladas de arqueação bruta sejam equipadas com refletor-radar.

A tabela seguinte dá uma idéia do aumento da refletividade obtido pela aplicação de **refletores-radar**:

ALVO	ALCANCE RADAR	
	Sem Refletor	Com Refletor
Bóia Comum	1.5'	3.5'
Bóia Cilíndrica	3.5'	7.0'
Baleeira	3.0'	7.0'
Barco de Pesca	2.0'	6.0'

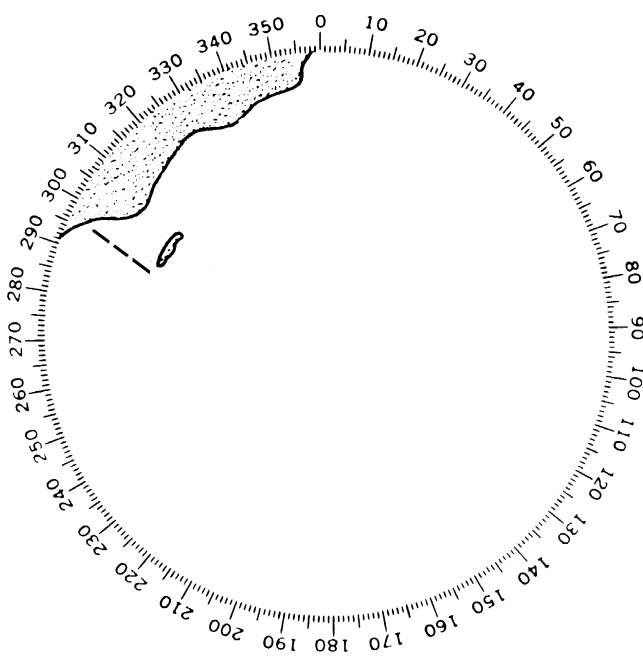
RACON

RACON deriva da expressão, em inglês, “**RADAR BEACON**”, ou “**RADAR TRANSPONDER BEACON**”. O **RACON** é um auxílio à navegação radar **ativo**, geralmente instalado em um farol, farolete, bóia ou barca-farol, que, quando excitado por um radar de navegação, automaticamente retorna um sinal distinto, que aparece na tela do radar, proporcionando **identificação** positiva do alvo e possibilitando a leitura precisa de **marcação** e **distância-radar**.

Normalmente, os equipamentos **RACON** têm agilidade de frequência e dualidade de banda (“**DUAL BAND RACON**”), respondendo aos radares de navegação que operam nas faixas de **3 cm** (banda **X**) e **10 cm** (banda **S**).

O pulso emitido pelo radar de bordo é recebido pelo RACON, amplificado e vai disparar o transmissor do equipamento, que emite um sinal onidirecional. Este sinal é recebido a bordo quando a antena do radar está conteirada diretamente para o RACON, aparecendo na tela do indicador, geralmente como um sinal em Código Morse, que se origina na posição do RACON e se estende radialmente para fora, na direção da periferia do PPI (Figura 14.33).

Figura 14.33 - Sinal codificado de RACON ("0")



Assim, o primeiro traço ou ponto indica a posição do sinal onde está instalado o RACON. Desta forma, a distância deve ser medida tangenciando-se a borda interna do primeiro ponto ou traço do sinal codificado do RACON (isto é, a “margem mais próxima”). A marcação é medida ajustando-se o cursor de marcação a meio do sinal codificado. Entre as aplicações específicas do RACON, incluem-se:

a. Aterragem

O **RACON** é indicado para reforçar a resposta e facilitar a identificação de um sinal de aterragem, que é o primeiro a ser visto na aproximação a um determinado ponto da costa, vindo do mar aberto.

b. Navegação a curta distância

O **RACON** é usado para facilitar a identificação radar de um acidente ou ponto de interesse local, como, por exemplo, uma entrada de porto.

c. Alinhamento

O **RACON** é indicado para facilitar a identificação de um sinal de alinhamento no radar. Usando 2 equipamentos **RACON**, ou um **RACON** e um **refletor-radar**, nos sinais anterior e posterior de um **alinhamento**, um navio pode utilizar o alinhamento mesmo com má visibilidade, pela **navegação radar**.

d. Marcações de ponte

O **RACON** é indicado para marcar o **vão central**, ou **vão de navegação**, de pontes que cruzam vias navegáveis.

e. Novos perigos

O **RACON** é usado para marcar um novo

O sinal RAMARK aparece no PPI como uma linha radial que se origina no centro da tela, estendendo-se na direção da posição do equipamento.

A linha radial pode ser contínua, uma série de traços, uma série de pontos, ou de pontos e traços (Figura 14.34).

O RAMARK, portanto, só indica a **marcação**. Além disso, apresenta a desvantagem de que o seu forte sinal, além de produzir a indicação desejada, pode dar origem a ecos falsos na tela (que podem ser atenuados com a aplicação do controle FTC).

Radar Target Enhancer (RTE)

O **reforçador de alvo-radar** ("RADAR TARGET ENHANCER"), de introdução recente, é um auxílio à navegação radar **ativo**, que recebe o pulso radar transmitido, amplifica e retransmite, como um eco reforçado (sem qualquer espécie de codificação), de modo a aumentar a seção radar e a capacidade de resposta de alvos importantes (bóias e outros auxílios à navegação). O RTE também pode ser utilizado para aumentar a seção radar e a capacidade de resposta de pequenas embarcações (especialmente as de fibra de vidro e madeira).

14.3 NAVEGAÇÃO RADAR

14.3.1 Precisão das distâncias e marcações-radar

a Distâncias-radar

As **distâncias-radar**, embora mais precisas que as marcações, são afetadas por diversos fatores, entre os quais **erros inerentes ao próprio equipamento** (retardo do receptor, erro de calibragem, distorção da imagem radar, etc.), **erros do operador** (falsa interpretação da linha de costa, imprecisão decorrente da não utilização da escala de distância mais curta, tangência imperfeita do estrobo de distância, etc.), **erros devidos às diferentes características de reflexão de cada alvo** e às **condições atmosféricas reinantes**.

Para minimizar os efeitos dos erros acima citados sobre as **distâncias-radar**, alguns cuidados devem ser tomados:

- verificar periodicamente a **calibragem do radar**, corrigindo-a, se necessário. A calibragem do **estrobo de distância** pode ser verificada através da comparação com os **círculos de distância fixos**. A calibragem do radar propriamente dito pode ser verificada com o navio atracado ou fundeado em uma posição bem determinada. Mede-se, então, na Carta Náutica, a distância do navio a um ponto que seja conspícuo no radar. Ao mesmo tempo, mede-se a distância-radar para o referido ponto. Compara-se, em seguida, os dois valores. A **calibragem** será **satisfatória** se a diferença entre a distância verdadeira e a distância-radar ao objeto notável for menor que 1,5% do alcance da **escala de distância** utilizada.
- utilizar sempre a **escala de distâncias** mais curta possível. Conforme visto, quanto mais curta a **escala de distâncias**, maior a resolução de imagem-radar, melhor a definição do contorno dos alvos e, portanto, maior a precisão das **distâncias-radar** medidas. Ademais, quanto mais curta a **escala de distâncias**, menor será o erro devido à espessura luminosa dos **círculos de distância fixos** ou do **estrobo de distâncias**.

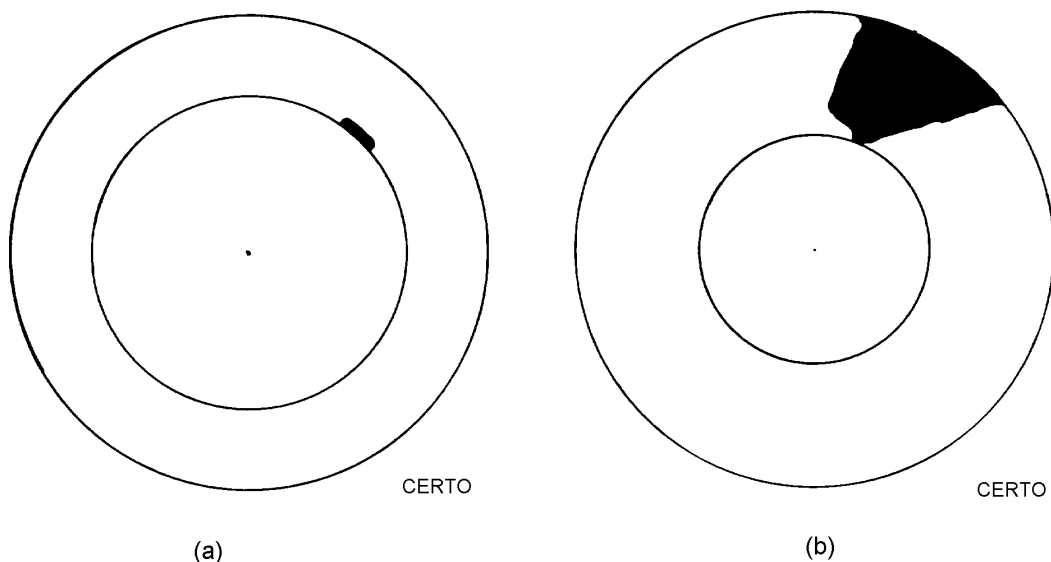
- evitar medir distâncias para alvos muito próximos da borda da tela do radar, a fim de eliminar o erro devido à curvatura do PPI, que distorce a imagem dos alvos junto ao perímetro do indicador, que aparecem maiores em tamanho.
- quanto aos demais erros, um operador experiente, que faça um bom estudo da Carta Náutica da área, comparando-a com a imagem radar apresentada na tela do indicador, conseguirá reduzi-los significativamente na medição das **distâncias-radar**.

Considera-se que um radar bem calibrado e corretamente operado pode fornecer distâncias com precisão de 100 jardas até o **horizonte-radar**, com decréscimo progressivo além desse ponto, até o limite do alcance.

O procedimento correto para medição das **distâncias-radar** é o seguinte:

- seleciona-se a **escala de distâncias** mais curta possível;
- opera-se o **estrobe de distâncias** (marcador variável de distâncias) de modo a tangenciar a borda interna do eco (Figura 14.35);
- a **distância-radar** é, então, lida no mostrador correspondente.

Figura 14.35 - Medição de distâncias-radar

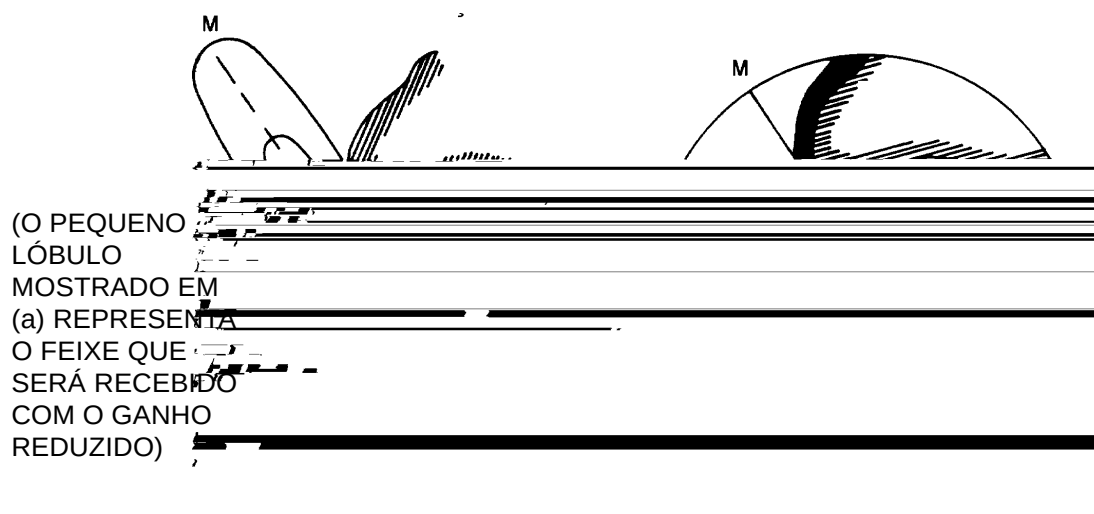


b. Marcações-radar

As **marcações-radar** são, conforme mencionado, menos precisas que as distâncias, sendo afetadas pelos seguintes erros:

- distorção devida à largura do feixe-radar, que produz uma imagem deformada. Marcações de pontos de terra sofrerão um erro de aproximadamente metade da abertura angular do feixe, conforme mostrado na Figura 14.36. Na situação ilustrada, a ponta de terra começa a refletir as ondas radar desde que o feixe incide sobre ela, resultando em uma imagem distorcida na tela do indicador, com o aparecimento de eco no PPI na marcação M, cuja diferença para a marcação real da ponta é igual à metade da largura angular do feixe-radar (na verdade, influem nesta distorção outros fatores, como o poder de reflexão do alvo e a distância ao mesmo, que afetam o valor do erro). Reduzindo-se o ganho, diminui-se a distorção devida à largura do feixe, eliminando-se os ecos mais fracos da periferia do feixe-radar e mantendo-se apenas os ecos mais potentes, correspondentes às proximidades do eixo do feixe transmitido;

Figura 14.36 - Distorção devida à largura do feixe



- erro devido a imperfeições no alinhamento da linha de fé, ou marca de proa (SHM - “SHIP’S HEAD MARKING”); dificuldade de ajustar a antena no mastro com precisão maior que 1°; erro não detectado na agulha giroscópica; ou folga no motor de conteira da antena. Todos esses erros se transmitem em verdadeira grandeza para as marcações medidas com o radar.
- erro do operador, devido à paralaxe do cursor mecânico de marcação (gravado em material transparente) e erro de centragem do cursor.

Em virtude dos erros e distorções acima, considera-se que as marcações-radar têm uma precisão da ordem de 2° a 3°.

Para obtenção de **marcações-radar**, recomenda-se adotar o seguinte procedimento:

- seleccionar a escala de distâncias mais curta possível;
- diminuir o ganho, para reduzir a distorção de abertura do feixe;
- sempre que possível, usar o cursor eletrônico, para evitar os erros de paralaxe e de centragem do cursor mecânico;
- sendo o eco pequeno, bissectá-lo com o cursor. No caso de eco grande, como de uma costa, determinar um ponto conspícuo e bem definido e, então, operar para que o cursor passe sobre ele;
- considerar o **desvio da giro** (Dgi) para obter **marcações verdadeiras**;
- no caso de **marcações relativas** (apresentação não-estabilizada, ou “proa para cima”), transformá-las em **marcações verdadeiras**, aplicando o **rumo verdadeiro**.

14.3.2 USO DO RADAR NA NAVEGAÇÃO COSTEIRA E EM ÁGUAS RESTRITAS

Em virtude de sua maior precisão, as distâncias-radar têm preferência sobre as **marcações**, na navegação costeira e em águas restritas. Na realidade, as **marcações-radar** devem sempre ser tratadas com muito cuidado. Alguns navegantes têm como regra só utilizar **marcações-radar** na ausência de qualquer outra informação.

Assim sendo, os melhores métodos para obtenção de uma posição usando o radar são, por ordem de precisão:

- distâncias-radar e marcações visuais;
- cruzamento de distâncias-radar;
- distâncias e marcações-radar; e
- cruzamento de marcações radar.

Conforme mencionado no Capítulo 9, que descreve a operação da Equipe de Navegação, em um navio de guerra a Equipe de Navegação-Radar do CIC é, normalmente, quem executa a navegação quando condições de visibilidade restrita impedem a obtenção de linhas de posição (LDP) visuais. Entretanto, mesmo nessas condições, o Encarregado de Navegação continua sendo o responsável, perante o Comandante, pela navegação segura do navio. O EncNav deve manter uma plotagem paralela no passadiço, utilizando a repetidora-radar lá instalada e qualquer LDP visual de oportunidade.

Na determinação da posição do navio usando linhas de posição radar (isoladamente, ou em combinação com LDP visuais ou obtidas de outras fontes), devem ser sempre utilizadas pelo menos 3 LDP, para definir a posição com segurança, evitando erros e ambigüidades.

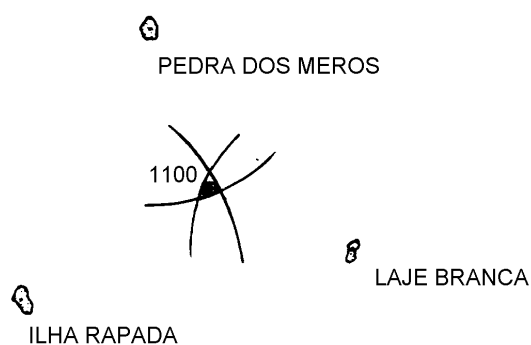
A identificação dos pontos a serem marcados com o radar, ou seja, a correspondência entre a imagem apresentada na tela do indicador e o que é representado na Carta Náutica, nem sempre é fácil, exigindo um estudo da área em que se navega e uma boa coordenação entre o plotador e o operador do radar.

Quando se usa apenas o radar, 4 são os métodos empregados para obter a posição do navio:

- interseção de 3 ou mais distâncias;
- cruzamento de marcações;
- distância e marcação de um único objeto; e
- marcações tangentes, com distância mínima.

a. POSIÇÃO PELA INTERSEÇÃO DE 3 OU MAIS DISTÂNCIAS-RADAR

Figura 14.37 - Posição por distância a três objetos isolados, conspícuos no radar



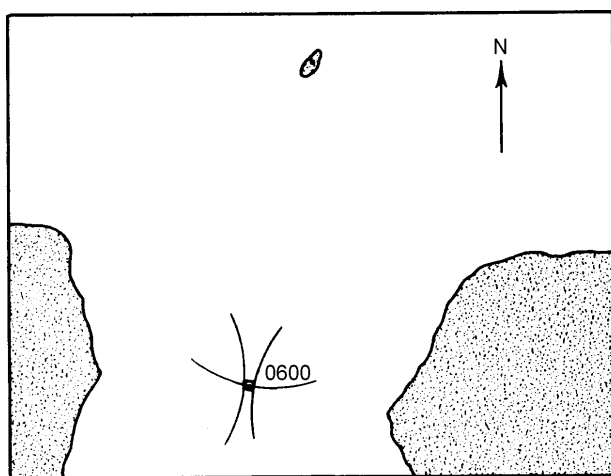
Normalmente, as distâncias tomadas de três ou mais pontos de terra darão uma posição radar mais precisa do que a obtida por qualquer outro método. O maior perigo na utilização desse método é a possibilidade de se plotar na carta a distância obtida de um ponto que não seja aquele que o operador de radar informou. A orla de uma costa próxima, quando baixa, não aparece no radar com a precisão da carta. O radar, normalmente, detectará alvos além da costa. É difícil

determinar com precisão o ponto exato em que está se dando a reflexão das ondas emitidas pelo radar. Por esta razão, pequenos objetos, tais como pedras isoladas e ilhotas, fornecem os melhores pontos.

As distâncias devem ser tomadas com o mínimo de intervalo de tempo entre si, de três pontos de terra previamente escolhidos. Traçar com o compasso os arcos de distância, tomados na escala de latitude da carta, com centro nos pontos de onde foram obtidas as respectivas distâncias. O ponto de interseção dos arcos de distância será a posição do navio naquele momento (Figura 14.37). A prática tem mostrado que a melhor seqüência dos pontos a serem marcados é: o ponto mais de vante, o mais de ré e o ponto central. O operador da repetidora, para diminuir o tempo entre as informações dos pontos, poderá primeiramente marcá-los todos, anotar as distâncias com lápis-cera sobre a superfície da repetidora e, em seguida, informá-los ao plotador.

A rigidez da posição obtida depende da geometria das LDP, isto é, do ângulo de corte dos arcos de distância, de forma similar ao que ocorre quando é determinada uma posição por cruzamento de LDP visuais.

Figura 14.38 -



No caso de dois pontos conspícuos no radar estarem em direções opostas, ou quase, de modo que seus arcos de distância sejam aproximadamente paralelos, os mesmos poderão ser usados, desde que em combinação com outro arco de distância, que os intercepte em um ângulo próximo de 90°. A posição resultante terá boa precisão (Figura 14.38). A quase tangência dos 2 arcos de distância indica medidas precisas e alta confiabilidade da posição com respeito à distância de terra por ambos os bordos.

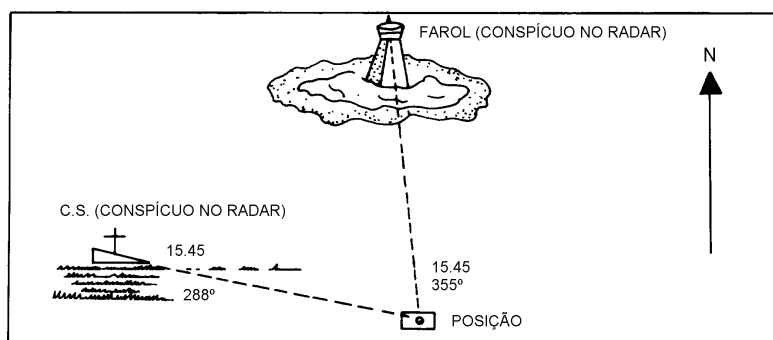
Note-se que, nos 2 exemplos mostrados, os arcos de distâncias não se cruzaram em um ponto. Isto decorre dos erros inerentes ao equipamento e à operação do radar, anteriormente citados.

Quando os arcos de distância são muito grandes, excedendo a abertura máxima do compasso de navegação, usa-se um **cintel** para sua plotagem (ver Capítulo 11).

b. POSIÇÃO POR CRUZAMENTO DE MARCAÇÕES-RADAR

Se, como um último recurso, marcações-radar têm que ser usadas para plotagem da navegação, somente objetos relativamente pequenos e distintos devem ser observados para obtenção das LDP (Figura 14.39).

Figura 14.39 - Posição por marcações-radar

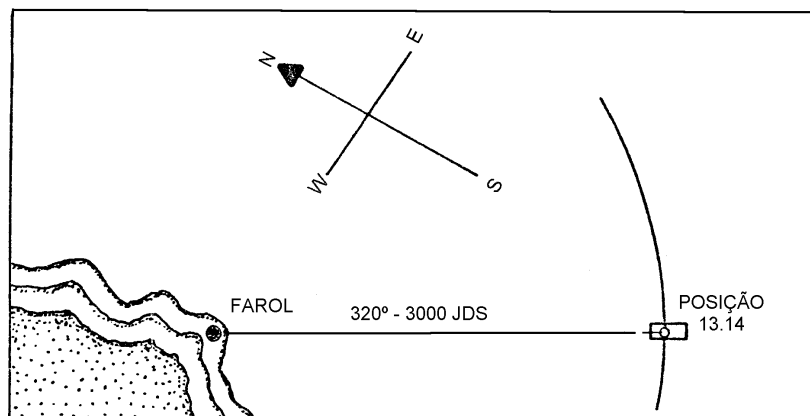


Embora as marcações-radar não sejam normalmente usadas na determinação de posições, elas são muito úteis para auxiliar na identificação de alvos conspícuos no radar.

c. POSIÇÃO POR MARCAÇÃO E DISTÂNCIA-RADAR DE UM MESMO PONTO

Um único objeto, pequeno e bem definido, tal como um ilhote, um rochedo ou uma ponta de terra, constituem um ótimo ponto para ser identificado no radar. Este método é muito usado quando navegando próximo da costa. Utilizando transferidor universal ou a régua de paralelas, o plotador traça a marcação informada e, em seguida, plota a posição do navio sobre a linha de marcação, na distância-radar ao objeto selecionado (Figura 14.40). Este método é muito rápido e apresenta a vantagem de requerer apenas um único ponto de terra. Além disso, as 2 LDP são perpendiculares entre si, proporcionando um ótimo ângulo de cruzamento (90°). Entretanto, o uso de apenas 2 LDP pode conduzir a erros e ambigüidades, já referidos em capítulos anteriores. Assim, este método deve ser empregado somente quando não houver possibilidade de utilização de outro mais seguro.

Figura 14.40 - Posição por marcação distância-radar de um mesmo ponto



d MARCAÇÕES TANGENTES COM DISTÂNCIA MÍNIMA

Quando se observa a marcação-radar de alvos pequenos, o operador determina a marcação precisamente do meio do “pip” correspondente ao ponto de terra que está sendo visado. Porém, no presente método, como se trata de alvos de grandes dimensões, outras considerações terão que ser feitas.

A marcação tangente é menos desejável do que a central, pois grandes erros podem resultar, em virtude da linha de costa apresentada pelo radar não corresponder exatamente à real, ou por aparecer aumentada, devido à distorção da largura do feixe.

O primeiro erro é mais comum quando a linha da costa é baixa, ou está além do horizonte, porém pode ser corrigido por um estudo cuidadoso da carta. Considerando-se a natureza da costa, a altura da terra, a altura da antena e a distância, podemos, muitas vezes, determinar a parte da terra que o radar detectará.

Quanto à distorção da imagem, poderá ser aplicada às tangentes medidas pelo radar uma correção, para obter as marcações reais, levando em conta a largura do feixe.

Como regra, ao obter marcações tangentes de alvos de grandes dimensões, **somar** a metade da largura angular do feixe à marcação tangente da esquerda e **diminuir** da tangente

direita este mesmo valor. Esse critério é baseado no sentido normal da varredura dos radares de navegação, isto é, a antena girando no sentido dos ponteiros de um relógio (Figura 14.41).

Figura 14.41 - Correções para distorções da largura do feixe

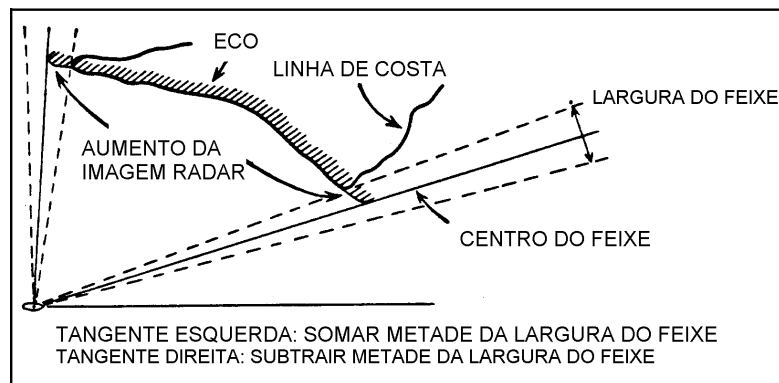
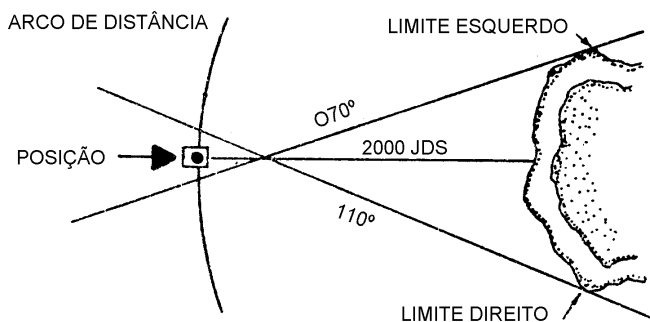


Figura 14.42 - Posição por marcações tangentes com distância mínima

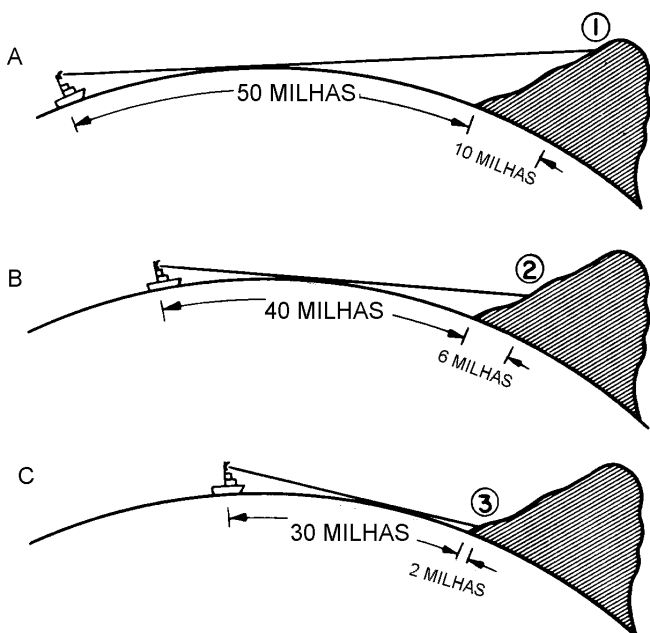


As marcações tangentes estão sujeitas a erros e, portanto, não constituem um método ideal para se estabelecer uma posição. Uma posição obtida por marcações tangentes deve ser verificada, sempre que possível, por meio de uma distância mínima de terra, como se vê na Figura 14.42.

14.3.3 ATERRAGEM COM O RADAR

Para aterragem com o radar, é oportuno recordar que, geralmente, as linhas de costa são mais baixas que as terras do interior e serão estas que fornecerão os primeiros ecos. Além disso, também a curvatura da Terra influi na detecção-radar.

Figura 14.43 - Aterragem com o radar



Na Figura 14.43, em **A**, o navio está a 50 milhas da costa, mas, em virtude do feixe transmitido refletir no ponto 1, bem para o interior, a distância indicada no radar (60') terá um erro de 10 milhas. Em **B**, com o navio já a 40 milhas da costa, a distância indicada será 46 milhas, com um erro de 6 milhas, pois o feixe transmitido irá se refletir no ponto 2. Em **C**, com o navio a 30 milhas da costa, o feixe incide no ponto 3 e o erro será de 2 milhas. Somente com o navio ainda mais próximo é que a linha de costa será realmente apresentada no radar.

Assim, nas aterragens o radar deve ser usado com cautela, pois grandes erros podem resultar nas posições obtidas. Informações adicionais, oriundas de outros auxílios-rádio à navegação e, principalmente, as sondagens fornecidas pelo ecobatímetro, deverão ser usadas, em conjunto com as observações-radar, para determinação da posição do navio.

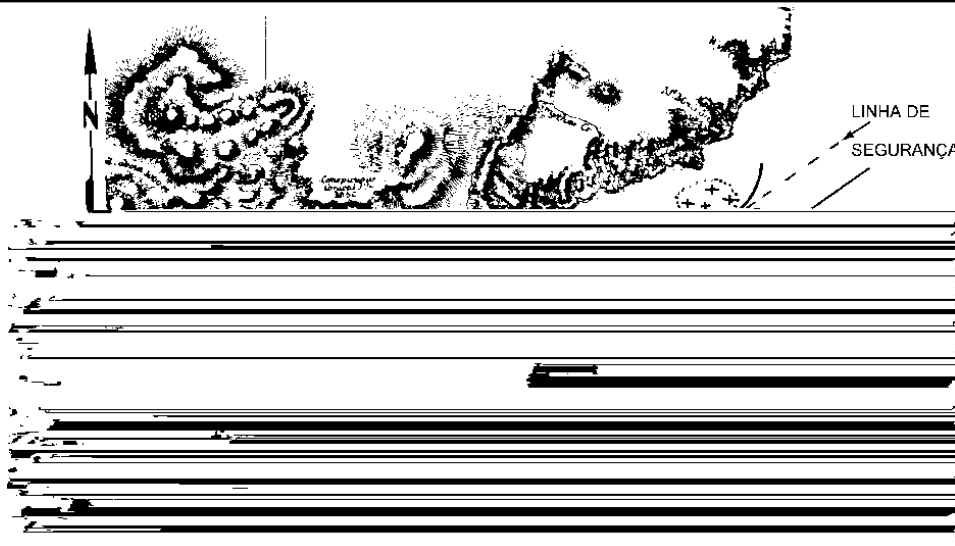
14.3.4 DISTÂNCIA-RADAR COMO LDP DE SEGURANÇA

Conforme visto no Capítulo 7, a linha de posição **distância** é utilizada como **LDP de Segurança** na navegação costeira e em águas restritas. As **distâncias-radar**, com a precisão e facilidade de medida que lhes são características, são bastante convenientes para o emprego como **LDP de Segurança**.

Muitas vezes, quando se navega ao longo de uma costa ou se contorna um acidente notável com baixa visibilidade, somos obrigados a aumentar a distância de terra, a fim de compensar a restrição de visibilidade, com o que a duração do trajeto é aumentada, acarretando maior dispêndio de tempo e combustível.

Traçando na Carta Náutica **arcos de distância de segurança**, com origem em pontos selecionados da linha de costa, pode-se estabelecer uma **linha de segurança** (tangente aos referidos arcos de distância), por fora da qual uma travessia segura pode ser feita, usando **distâncias-radar** para controlar a navegação, a fim de garantir que o navio não entre nas distâncias mínimas de segurança (Figura 14.44). Com isso, fica reduzido o problema mencionado no parágrafo anterior.

Figura 14.44 - Distâncias-radar como LDP de segurança



Para usar este método, é essencial assegurar-se que a linha de costa fornece bons alvos nas distâncias necessárias e que a imagem radar será realmente da linha de costa e não de alvos mais elevados situados no interior. Ademais, o **ganho** não deve ser reduzido, a fim de que o radar receba e apresente na tela os primeiros ecos refletidos pela linha de costa, em relação à qual deve-se manter uma distância mínima.

Este método de **distância de segurança** pode ser comparado com o uso de ângulos verticais e ângulos horizontais de perigo na navegação visual (ver Capítulo 7).

Em condições normais de visibilidade, as distâncias-radar de segurança podem ser usadas para assinalar perigos ao largo de uma costa onde são escassos os pontos notáveis à navegação por métodos visuais.

14.3.5 FUNDEIO DE PRECISÃO COM O RADAR

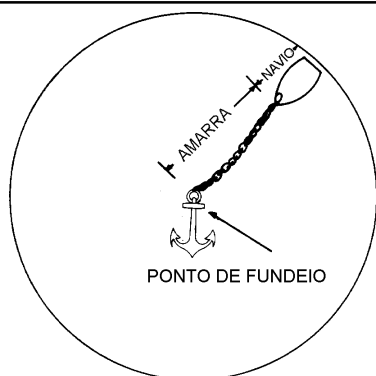
Pode ocorrer a necessidade de executar um **fundeio de precisão** em baixa visibilidade, quando o **radar** pode ser o único auxílio disponível. A utilização de procedimentos seguros e bem definidos é de grande importância nos fundeios de precisão, principalmente quando o mesmo vier a ser feito por vários navios de uma Força na mesma área, ou em portos congestionados. O planejamento e a execução do **fundeio de precisão** devem ser conduzidos de maneira a largar o ferro exatamente sobre o ponto determinado, com o máximo de precisão.

a PREPARAÇÃO DA CARTA

Tal como no fundeio de precisão por métodos visuais, o **fundeio de precisão com o radar** exige uma preparação cuidadosa:

- traçar em torno do ponto de fundeio selecionando um **círculo de segurança**, tendo como raio o filame (definido em função da profundidade do local e da natureza do fundo) somado ao comprimento do navio (Figura 14.45). Nenhum perigo deve ficar dentro desse círculo; particular atenção deve ser dada a outros navios fundeados na área e a baixas profundidades;

Figura 14.45 - Círculo de segurança



- traçar um **círculo de “largar o ferro”** em torno do ponto de fundeio, tendo como raio a distância horizontal dos pe-loros ao escovém, ou, no caso de navegação radar, da antena do radar ao escovém;
- traçar **círculos de distância**, a partir do círculo de “largar o ferro”. Normalmente, esses círculos devem ser traçados a cada 100 jardas, até o limite de

1000 jardas e, então, a 1200 jardas, 1500 jardas e 2000 jardas. O círculo de “largar o ferro” deve ser considerado como “zero”;

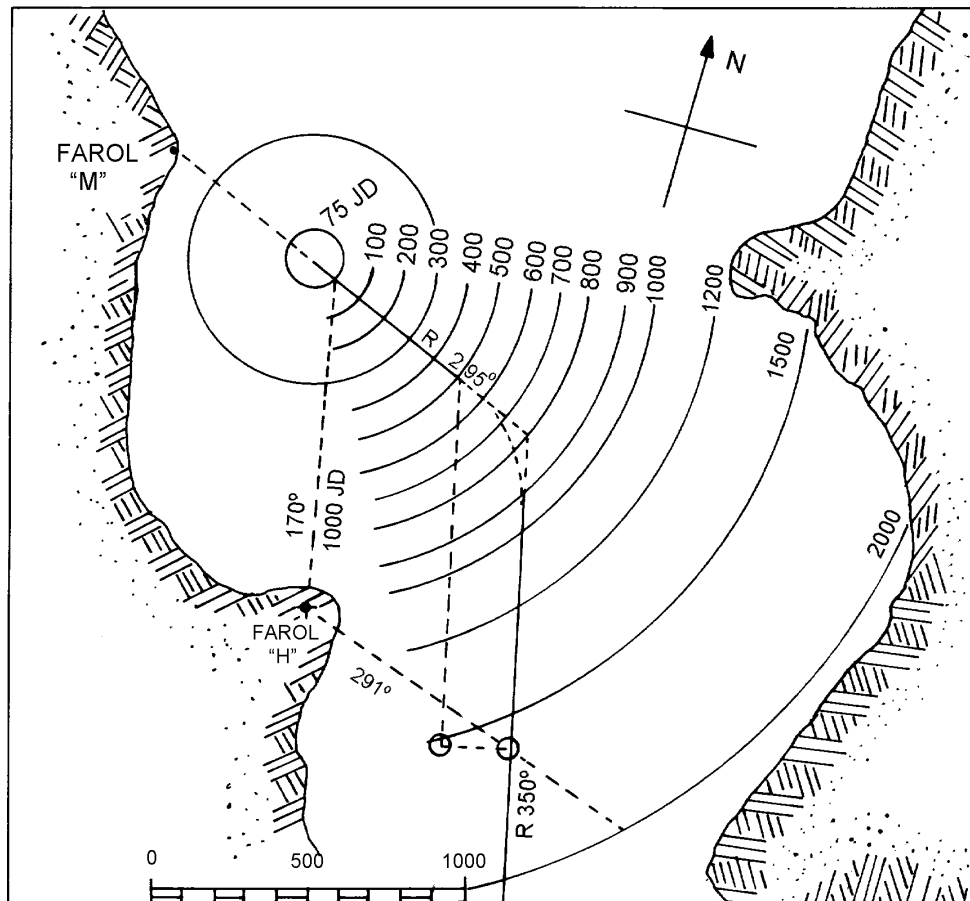
- traçar a **derrota de aproximação** ao ponto de fundeio. O **rumo de aproximação** deve ser escolhido de forma que se tenha pela proa um alvo conspícuo no radar, tal como a ponta mostrada na Figura 14.46. Assim, a distância a essa referência dará continuamente uma indicação direta da distância a navegar até o **ponto de fundeio**. A aproximação final deve, se possível, ser feita com o navio aproado à corrente, ou ao vento, se este tiver maior efeito;
- determinar as distâncias de referência para o **fundeio de precisão com o radar**. Uma distância pela proa (para a referência de proa do rumo final) e uma distância tão pelo través quanto possível.

Da mesma forma que no fundeio de precisão por métodos visuais, no traçado do **fundeio de precisão com o radar** também devem ser levados em conta os **dados tácticos** do navio (**avanço** e **afastamento**) para as guinadas planejadas, obtidos das **curvas de giro** correspondentes às **velocidades** e **ângulos** de leme que se pretende utilizar.

b. EXECUÇÃO DO FUNDEIO DE PRECISÃO COM O RADAR

Na execução do fundeio de precisão, a posição radar do navio é determinada seguídamente, de forma a assegurar que a derrota planejada está sendo realmente cumprida. À medida que os **círculos de distância** são atingidos, o Comandante deve ser informado, para que a velocidade possa ser ajustada, visando estar o navio parado ao alcançar o **ponto de fundeio**, quando a antena do radar deverá estar sobre o círculo de “largar o ferro”, a uma distância do **ponto de fundeio** igual à distância horizontal antena do radar-escovém (75 jardas no exemplo da Figura 14.46).

Figura 14.46 - Fundeio de precisão com o radar



Mesmo com boa visibilidade, o radar ainda pode ser bastante útil no fundeio de precisão, quando pontos notáveis à navegação visual são escassos ou inexistentes, ou quando outros navios estão fundeados nas proximidades (usa-se o radar, então, para manter uma distância segura desses navios).

Após a faina, o radar também é de grande utilidade no controle da posição de fundeio, especialmente em baixa visibilidade, para verificar se o navio está garrando.

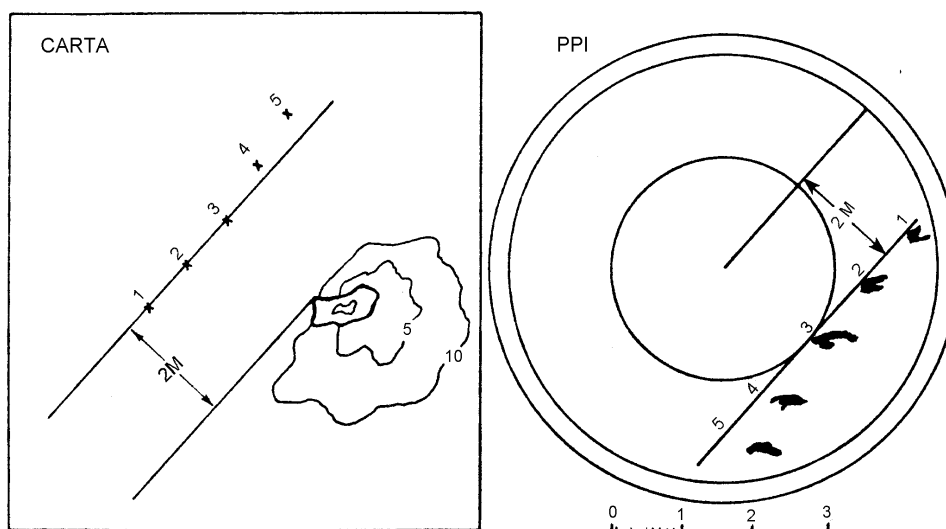
O **fundeio de precisão com o radar** também pode utilizar os conceitos de navegação paralela indexada, adiante abordados.

14.3.6 NAVEGAÇÃO PARALELA INDEXADA

A navegação radar empregando retas paralelas ao rumo do navio, traçadas na Carta e na tela do radar, destina-se a controlar a situação do navio com relação à derrota planejada, além de indicar áreas de perigo a serem evitadas. Comparada com a navegação radar elementar, a **navegação paralela indexada** tem a vantagem de prover **informação em tempo real** do afastamento do navio em relação à derrota planejada, assim como da aproximação de áreas perigosas.

As posições **1, 2, e 3**, na carta e na repetidora do radar (Figura 14.47), apresentam o deslocamento do navio sobre a derrota planejada até o instante em que a ilha se encontrava no través de boreste; as posições 4 e 5 mostram o navio afastado da derrota para bombordo. A distância exata fora da derrota poderá ser medida entre o eco da ilha e o ponto mais próximo da reta paralela indexada (traçada na repetidora, com lápis de cera). Para maior facilidade, poderão ser construídas escalas graduadas para cada escala da repetidora.

Figura 14.47 - Reta Paralela Indexada



a PREPARAÇÃO

Radar

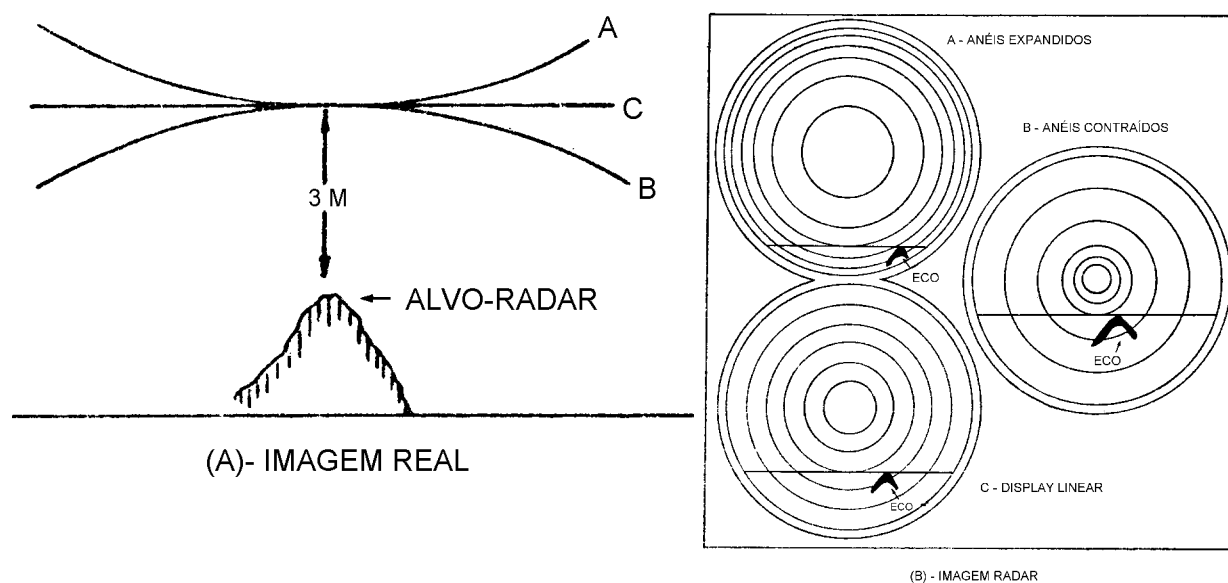
A preparação do radar visa a obtenção da melhor apresentação possível, na escala mais curta da repetidora. Escalas maiores que 6 milhas raramente são utilizadas em navegação em águas restritas. Para melhor resolução, o radar deverá ser operado em pulso curto (SHORT PULSE) e faixa estreita (NARROW BANDWIDTH), pois nessas condições há um aumento na discriminação de distância e melhoria na apresentação radar.

Os seguintes aspectos merecem atenção permanente:

- **os controles supressores** (A/C RAIN, A/C SEA, STC e FTC), o **brilho** (BRILLIANCE) e o **ganho** (GAIN) deverão ser utilizados para eliminar da apresentação radar a chuva, o retorno do mar e os ecos falsos; mas é necessário que a utilização seja cuidadosa, para que pequenos contatos, tais como bóias, balizas e pequenas embarcações, não sejam também eliminados;
- a distância às superfícies refletoras, bem como as condições meteorológicas e de propagação, variam constantemente ao longo da derrota, o que requer freqüentes ajustagens dos controles de **brilho** e **ganho**;

- uma repetidora apresentando boa **linearidade** é um pré-requisito para a realização da **navegação paralela indexada** precisa. A condição de **linearidade** pode ser facilmente verificada utilizando-se um compasso para comparar, fisicamente, a distância entre os anéis de distância em cada escala que for ser utilizada. Também, as paralelas indexadas da própria repetidora poderão ser utilizadas para esta verificação. Se, em qualquer escala, os anéis de distância não estiverem equidistantes, há falta de linearidade. Na Figura 14.48 são apresentados exemplos exagerados de falta de linearidade, para ilustração. Distâncias precisas e marcações poderão ser obtidas em uma repetidora não linear; os erros surgirão nas medidas feitas entre dois pontos no PPI e não nas medidas radiais.

Figura 14.48 - Linearidade



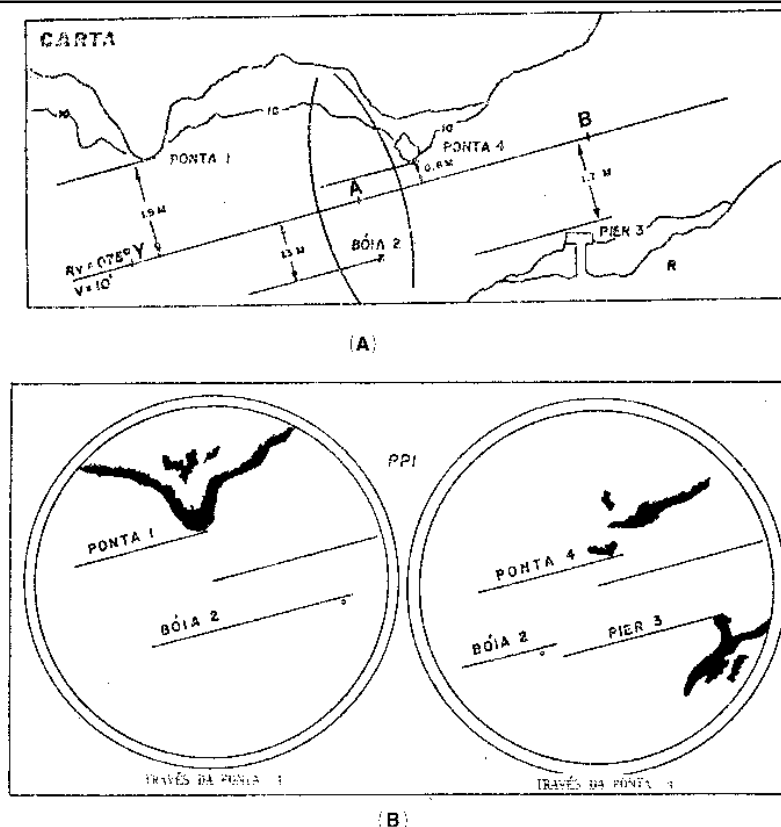
- os controles de centragem da apresentação devem ser ajustados com atenção; uma apresentação radar descentralizada redundará em erros de marcação em todas ou em algumas marcações. A marca de proa (SHM) deverá ser verificada por comparação com uma repetidora da giro que não apresente erro em relação à agulha mestra. Mesmo assim, não se pode assumir que a apresentação esteja sempre alinhada; é conveniente que se faça uma verificação da orientação da apresentação, através de comparações de marcações radar e visual de pontos conspícuos de terra.
- o erro de distância da repetidora a ser utilizada em navegação deverá ser determinado para cada escala, antes de iniciar a travessia; os resultados, sob forma de correções a serem aplicadas às distâncias, deverão ser anotados com lápis de cera na periferia do PPI, e todas as distâncias informadas já deverão incorporar essas correções. A maioria dos atracadouros permite que se comparem distâncias obtidas na carta com as obtidas pelo radar, antes do navio suspender. A determinação do erro quando navegando será tratada mais adiante.
- quando a repetidora não possuir recurso para descentragem do cursor de distância, escalas graduadas em milhas e com uma milha subdividida em décimos ou em centenas de jardas deverão ser construídas para cada escala da repetidora, de modo a permitir que distâncias entre pontos na apresentação radar possam ser facilmente determinadas utilizando-se um compasso.

Carta

Considerações normais à escolha de uma derrota se aplicam quando da preparação e do planejamento de uma navegação em águas restritas e/ou baixa visibilidade. Alguns fatores adicionais deverão, entretanto, ser considerados:

- a arte de navegar requer a uniformização de símbolos e traçados, de modo que a execução de um planejamento possa ser facilmente compreendida. A navegação em baixa visibilidade requer o mesmo tratamento; portanto, é sugerido que:
 - as retas paralelas indexadas principais sejam representadas por linhas contínuas;
 - as retas de segurança sejam representadas por linhas tracejadas; e
 - as curvas de guinada sejam representadas por linhas pontilhadas;
- o menor número possível de mudanças de rumo deve ser adotado, pois, a cada uma, o oficial de navegação terá de dedicar certo tempo no traçado de novas retas paralelas indexadas na repetidora, com prejuízo para a avaliação da situação e para o assessoramento ao comando;
- cada pernada da derrota deverá ser escolhida tendo em mente a escala que será usada na repetidora; quanto mais curta a escala utilizada, maior a precisão da navegação; mas, por outro lado, os pontos de terra adotados passarão rapidamente, exigindo que novas retas paralelas indexadas sejam traçadas, com a conseqüente perda de tempo;
- sempre que possível, devem-se ter retas paralelas indexadas em ambos os bordos da derrota, pois serão uma segurança contra erros de identificação de pontos de terra e poderão indicar, ainda, a existência de erros de distância na repetidora, ou falta de linearidade;

Figura 14.49 -

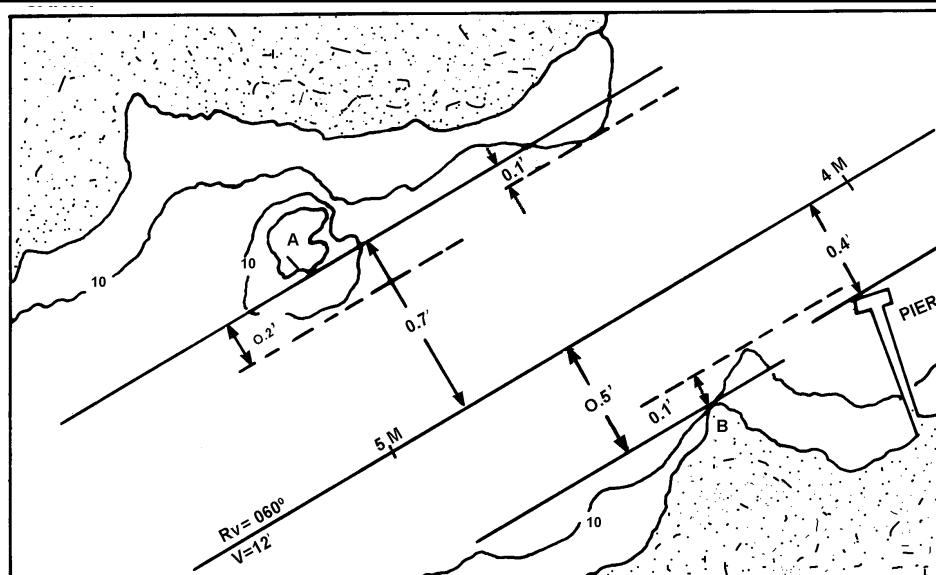


- deve ser estabelecido quando será mudada de uma paralela indexada para a seguinte. No exemplo da Figura 14.49, deverá ser mudado de PONTA 1 para PONTA 4 na posição **A**, com tempo suficiente para a troca seguinte, de BÓIA 2 para o PIER 3, na posição **B**, ocasião em que a BÓIA 2 estará atingindo o limite externo da tela do PPI.

Retas de Segurança

Conjuntos completos de retas de segurança, com suas distâncias às retas paralelas indexadas e à derrota planejada, deverão ser traçados na carta. Elas serão de extremo valor para indicar o quanto o navio poderá se afastar, com segurança, da derrota planejada. Para evitar excesso de traçado no PPI, apenas aquelas de importância imediata deverão ser utilizadas, enquanto o navio estiver seguindo a derrota. Quando ocorrer um afastamento da derrota para evitar outro navio (ou devido a uma avaria, homem ao mar, ou outro motivo qualquer), é essencial que um conjunto completo de retas de segurança seja prontamente traçado na repetidora. Na Figura 14.50, foram traçadas na carta **retas de segurança**, representadas por linhas tracejadas, significando:

Figura 14.50 - Retas de segurança



- ilha **A** (paralela indexada 0.7' por BB): profundidades seguras até 0.2' (400jd) a BB; e
- ponta **B** (paralela indexada 0.5' por BE): profundidades seguras até 0.1' (200jd) a BE.

Outros detalhes mostrados na Figura:

- pier: 0.4' (800jd) por BE;
- 5M: distância de 5M para o ponto de destino, quando estivermos no través da ilha A; e
- 4M: distância de 4M para o ponto de destino, quando estivermos no través do pier.

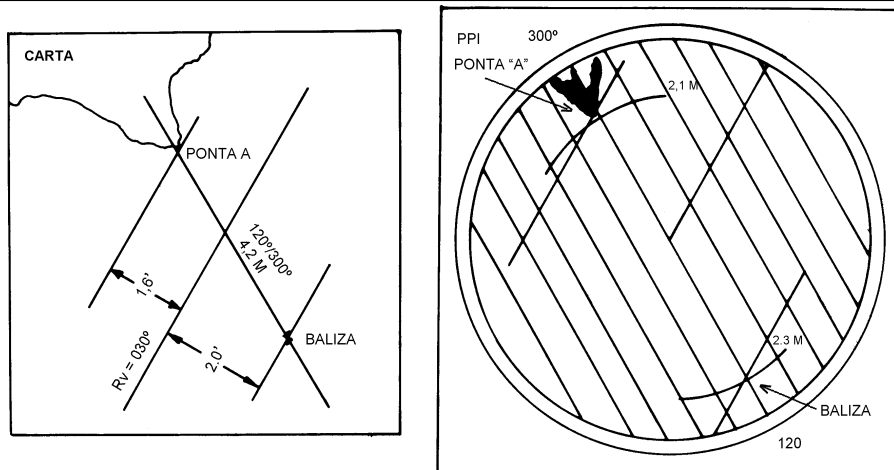
Erro de Distância

Como o erro de distância varia freqüentemente, as vezes devido a variações de voltagem ou a variações de temperatura interna do equipamento, é necessário, para uma navegação de precisão, que o erro de distância seja determinado em todas as oportunidades durante a travessia. A preparação prévia pode reduzir o tempo necessário para a determinação do erro de distância a apenas dez segundos, evitando, ainda, que as oportunidades sejam perdidas ou a verificação esquecida.

O erro poderá ser determinado tomando-se a distância-radar com a maior precisão possível, entre dois pontos de terra conspícuos no PPI e representados na carta, no instante em que o navio estiver passando no alinhamento entre eles.

A soma das duas distâncias-radar, comparada com a distância obtida na carta, indica o dobro do erro, já que duas distâncias foram utilizadas.

Figura 14.51 - Determinação do erro de distância



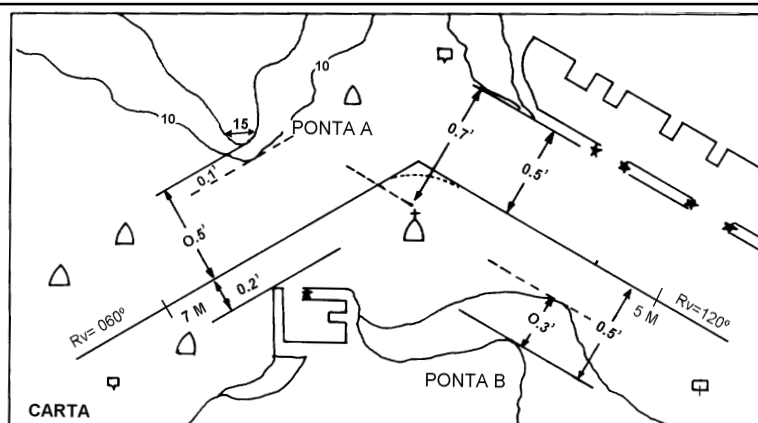
No exemplo da Figura 14.51, teríamos:

PONTA A:	2.1 M	
BALIZA :	+ 2.3 M	
DISTÂNCIA NO RADAR:	4.4 M	
DISTÂNCIA NA CARTA:	- 4.2 M	
DIFERENÇA:	0.2 M	
ERRO DE DISTÂNCIA:	0.1 M	(a subtrair).

Mudanças de Rumo

A posição para início de guinada nas mudanças de rumo é estabelecida e plotada, em navegação paralela indexada, da mesma maneira que em navegação visual, isto é, levando em consideração a distância a ser percorrida pelo navio até atingir o novo rumo, ou seja o **avanço** e o **afastamento**. Na Figura 14.52 estão mostrados o ponto de guinada, retas paralelas indexadas e retas de segurança, para as duas pernas da derrota planejada.

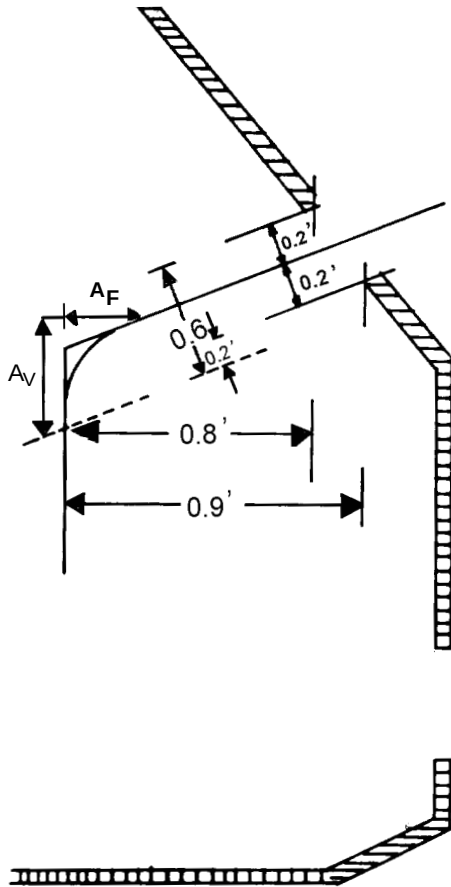
Figura 14.52 -



b. TRAÇADO NO PPI

O oficial de navegação deverá manter-se adiantado no traçado das retas indexadas no PPI, isto é, deverá traçar o próximo conjunto de retas tão logo as que estejam em uso possam ir sendo apagadas.

Figura 14.53 - Croquis da derrota



A fim de evitar obscurecer ecos radar e visando aumentar a precisão, as retas paralelas indexadas deverão ser traçadas o mais leve possível. Os lápis “Omnichrome”, nas cores azul, vermelho e amarelo, apresentam melhor resultado que os lápis de cera comuns. Cada reta deverá, por sua vez, ser identificada abreviadamente e com indicação da escala aplicável, devendo ser paralela ao rumo no fundo e não à proa do navio ou à proa esperada.

A preparação de esquemas, desenhos e croquis de partes notáveis da derrota, retirados da carta, podem ser de extrema utilidade, evitando o afastamento do oficial do PPI para consulta à carta (Figura 14.53). Igualmente, esquemas do traçado do PPI, feitos na atmosfera fria do estágio de planejamento, ajudarão a evitar erros durante a fase de travessia; as profundidades mínimas esperadas merecem uma anotação com destaque.

c. IDENTIFICAÇÃO DE ECOS RADAR

Quando necessário identificar algum eco radar, é melhor utilizar como referências a distância e marcação em relação a um outro eco radar de ponto de terra já identificado, do que em relação ao navio, cuja posição poderá não estar precisa naquela ocasião.

d. COMENTÁRIOS E SUGESTÕES PARA A MANOBRA

O responsável pela condução da navegação radar deve manter um contínuo, constante, preciso e completo fluxo de informações e sugestões para o comando. Períodos longos de silêncio dão margem a que a imaginação e a ansiedade no passado sejam ativadas, com o conseqüente fluxo de perguntas, o que deve ser evitado. Informações irrelevantes seguidas, com a intenção de evitar que os demais falem, são igualmente indesejáveis.

As sugestões sobre a próxima mudança de rumo devem ser, exceto quando em emergência, transmitidas com o motivo, como, por exemplo: “dois minutos para o ponto de guinada, boreste 120°, de acordo com o plano para contornar o quebra-mar”.

Outros itens a comentar, sem qualquer ordem de prioridade, são:

- informar regularmente a posição do navio em relação à derrota; se fora dela, o bordo, o quanto, e se está retornando.

- informar detalhes dos sinais de auxílio à navegação ou pontos notáveis esperados.
- informar as limitações de manobra. Exemplo: “Águas safas até 500 jardas a boreste e 800 jardas a bombordo, na próxima milha e meia”.
- manter atenção aos alvos que se aproximam, principalmente quanto ao movimento de marcações e a “rate” de variação de distância; deve ser lembrado, no entanto, que não é o único que pode vê-los e, portanto, deve permitir que o oficial controlador de contatos faça o seu trabalho.
- informar os resultados das verificações dos erros de distância e de alinhamento radar.

e. POSIÇÕES RADAR

Os “marques” devem ser dados com um intervalo tal que permita a obtenção de posições radar suficientes à manutenção da navegação precisa. Isso, freqüentemente, entra em conflito com outras tarefas do operador da repetidora, obrigando-o a trabalhar com maior rapidez, sem prejuízo, porém, da necessária precisão. Nas repetidoras que possuem “strobe” sobre a varredura radar, a utilização dos anéis de distância, embora mais rápida, perde em precisão quando é necessário interpolar. Um método eficiente consiste em marcar com lápis de cera a posição dos pontos selecionados no instante do “marque”, e efetuar posteriormente a leitura das distâncias utilizando o “strobe” de distância. Esse método permite que se obtenham as distâncias com precisão, sem que seja introduzido erro devido ao movimento do navio, apresentando, também, como vantagem a possibilidade de rápida confirmação, caso a plotagem não indique uma boa posição.

f. MUDANÇAS DE RUMO

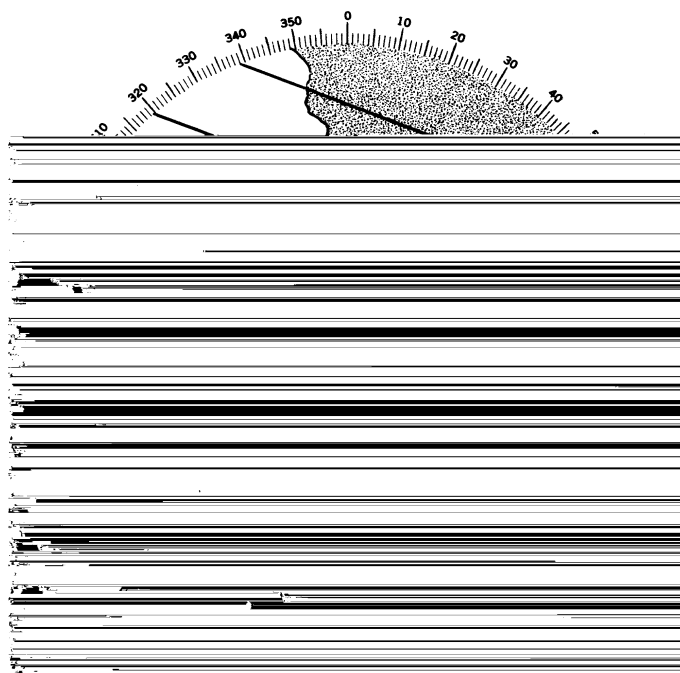
É vantajosa a adoção de uma rotina para efetuar mudanças de rumo, como, por exemplo:

- verificar se a área encontra-se safe para efetuar a mudança de rumo (reportar);
- sugerir a guinada;
- verificar se as ordens para o timoneiro refletem o que foi sugerido;
- observar a “rate” de guinada;
- quando “a caminho”, sugerir correções de rumo para posicionamento sobre a derrota; e
- informar alvos, bóias, etc.

g. FUNDEIO DE PRECISÃO COM NAVEGAÇÃO PARALELA INDEXADA

A utilização da navegação paralela indexada durante um fundeio nada mais é do que uma extensão da técnica vista anteriormente.

A aproximação ao fundeadouro é efetuada usando o mesmo princípio já estudado, ou seja, o da escolha de pontos radar conspícuos (se possível um em cada bordo da derrota planejada), para utilização no traçado das retas paralelas indexadas. Se necessário, retas de segurança poderão ser previstas, alertando sobre as áreas perigosas à navegação. O rumo final deverá ser escolhido de modo que se tenha pela proa um ponto conspícuo no radar, que servirá de referência para o fundeio, em uma distância determinada.

Figura 14.54 - Fundeio de precisão com navegação paralela indexada

Na Figura 14.54, por exemplo, suponhamos que o **rumo final** escolhido para o **fundeio de precisão** é 290°, tendo como **referência de proa** uma ilha conspícua no radar. O **ponto de fundeio** está a 1 milha da referida ilha. Na área há um pier por BE que pode ser utilizado para o traçado de uma reta paralela indexada. O navegante, então, executa o seguinte:

1. na carta, após traçar o rumo final 290° e plotar o ponto de fundeio a 1 milha da ilha, conforme anteriormente visto, traça a reta paralela com relação à extremidade do pier e determina a sua distância à derrota planejada;
2. na repetidora, alinha o cursor de paralelas na direção da derrota planejada (290°);
3. usando as linhas paralelas do cursor como guia, traça na tela, a uma distância do centro do PPI igual à determinada em (1), a reta paralela indexada, que representa a linha de movimento relativo da extremidade do pier, se o navio estiver sobre a derrota planejada;
4. na linha central do cursor de paralelas (orientado na direção 290°), faz uma marca a 1 milha do centro do PPI e registra **LG** (ponto de largada do ferro, cuja distância ao ponto de fundeio é igual à distância horizontal da antena do radar ao escovém); e
5. faz outra marca na linha central do cursor de paralelas, 1 milha além do ponto **LG** e subdivide esta milha, conforme mostrado na Figura.

Se o navio, na aproximação ao ponto de fundeio, estiver sobre a **derrota planejada**, a reta paralela indexada traçada na repetidora irá tangenciar a imagem radar da cabeça do pier, que, em seu movimento relativo, manter-se-á sobre a paralela indexada enquanto o navio seguir a derrota planejada. Se o navio desviar-se da derrota, a imagem do pier afastar-se-á da reta paralela indexada e o navio deverá corrigir o rumo, de modo a que a extremidade do pier retorne à reta traçada.

Com o navio sendo mantido sobre a derrota planejada, usa-se a **referência de proa** para dar indicações da distância ao ponto de fundeio. Quando a marca “1” alcança a borda interna do “pip” da ilha, a distância a percorrer será de 1 milha. Quando a marca “0.5” toca o “pip”, resta 0.5 milha (ou 1000 jardas) para o ponto de fundeio, e assim por diante. O ferro deverá ser largado com o navio parado, quando a marca **LG** tocar a borda interna do “pip” da ilha, isto é, com o navio exatamente a 1 milha da ilha.

14.4 USO DO RADAR PARA EVITAR COLISÃO NO MAR

14.4.1 MOVIMENTO RELATIVO

O **radar** também é um recurso de enorme importância para evitar colisões no mar, especialmente em condições de visibilidade restrita, possibilitando a detecção antecipada de outros navios (com o tempo requerido para uma correta avaliação da situação) e fornecendo elementos que permitam manobrar com segurança, de acordo com as regras de navegação (ver Capítulo 15).

Conforme visto, a imagem radar (tanto a **estabilizada**, como a **não estabilizada**) constitui uma **apresentação em movimento relativo***, na qual o nosso navio mantém-se fixo no centro da tela do indicador e todos os alvos são mostrados com o seu movimento relativo (com referência ao nosso navio). Assim sendo, é essencial que sejam bem compreendidos os fundamentos do **movimento relativo**.

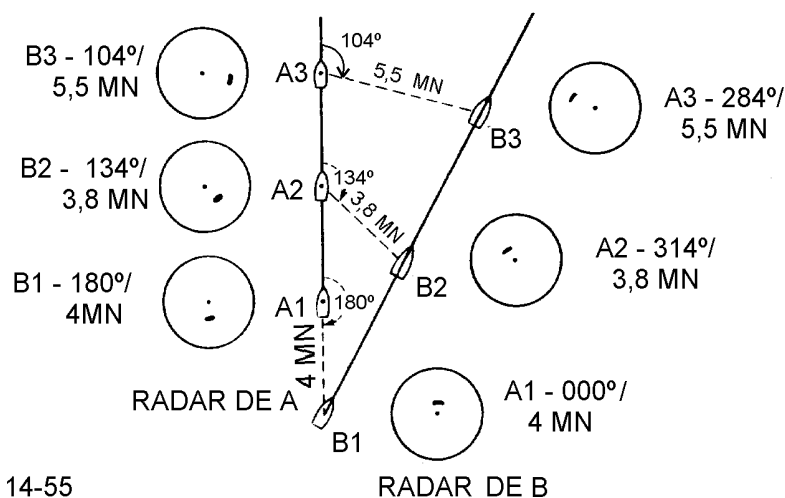
O **movimento absoluto** ou **movimento verdadeiro** de um navio é definido em termos do seu **rumo verdadeiro** e sua **velocidade**, tomados com relação a um ponto fixo na Terra. Entretanto, o movimento de um objeto pode, ainda, ser definido em termos de sua **direção** e **velocidade** com relação a outro objeto que também se move, quando, então, se denomina **movimento relativo**.

O **movimento relativo** de um navio (isto é, o movimento de um navio com relação a outro, que também se move) é definido pela **DIREÇÃO DO MOVIMENTO RELATIVO (DMR)** e pela **VELOCIDADE DO MOVIMENTO RELATIVO (VMR)**.

Assim, cada forma de movimento pode ser definida por um **vetor**, representando sua **direção** e **velocidade** de deslocamento.

Figura 14.55 - Movimento relativo entre dois navios

MOVIMENTO RELATIVO ENTRE DOIS NAVIOS



14-55

* Tem se tornado crescente o uso da **apresentação radar em movimento verdadeiro**. Entretanto, para utilização do radar como meio de evitar colisões no mar, o emprego da **apresentação em movimento relativo** oferece, sem dúvidas, maiores vantagens.

Para firmar idéias, vamos examinar uma situação que envolva **movimento relativo** entre 2 navios. Na Figura 14.55, o navio **A**, na **posição geográfica A₁**, no **rumo verdadeiro 000°**, **velocidade 15 nós**, observa o navio **B** no PPI, na **marcação 180°**, **distância 4 milhas**. A **marcação e distância** do navio **B** variam à medida que **A** procede da **posição geográfica A₁** para **A₃**. Na **posição geográfica A₂**, **B** foi marcado aos 134°, na distância de 3.8 milhas. Em **A₃**, o navio **B** está na marcação 104°, distância de 5.5 milhas. O **movimento relativo** do navio **B** com referência ao navio **A** está ilustrado nas sucessivas apresentações do PPI do radar de **A**, mostradas na Figura 14.55.

Da mesma forma, o navio **B**, no **rumo verdadeiro 026°**, **velocidade 22 nós**, na **posição geográfica B₁** observa o navio **A** no PPI do seu radar, na **marcação 000°**, **distância de 4 milhas**. A **marcação e distância** de **A** variam à medida que o navio **B** procede da **posição geográfica B₁** para **B₃**. Em **B₂**, **A** é marcado aos 314°, na distância de 3,8 milhas. Na **posição geográfica B₃**, a marcação do navio **A** é 284°, distância de 5.5 milhas. O **movimento relativo** do navio **A** com referência ao navio **B** está ilustrado nas sucessivas apresentações do PPI do radar de **B**, também mostradas na Figura 14.55.

Se o operador do radar do navio **A** plotar as **posições relativas** sucessivas do alvo **B** (com referência à posição do seu navio, fixo no centro do PPI), obterá um traçado denominado **PLOTAGEM RELATIVA**, como ilustrado na Figura 14.56. Se o operador do radar do navio **B** plotar as **posições relativas** do navio **A**, obterá a **PLOTAGEM RELATIVA** ilustrada na Figura 14.57. Para o operador do radar do navio **A**, tudo se passa como se **A** estivesse parado e **B** seguisse o caminho aparente **B₁**, **B₂**, **B₃** (Figura 14.56). O operador radar de **A**, com base na **PLOTAGEM RELATIVA** determina que a **DIREÇÃO DO MOVIMENTO RELATIVO (DMR)** do alvo **B** é 063°. Para o operador do radar do navio **B**, tudo se passa como se **B** estivesse parado e **A** seguisse o **caminho aparente A₁**, **A₂**, **A₃** (Figura 14.57), na direção DMR = 243°.

Figura 14.56 - Movimento de B com relação a A (observado na tela do radar de A)

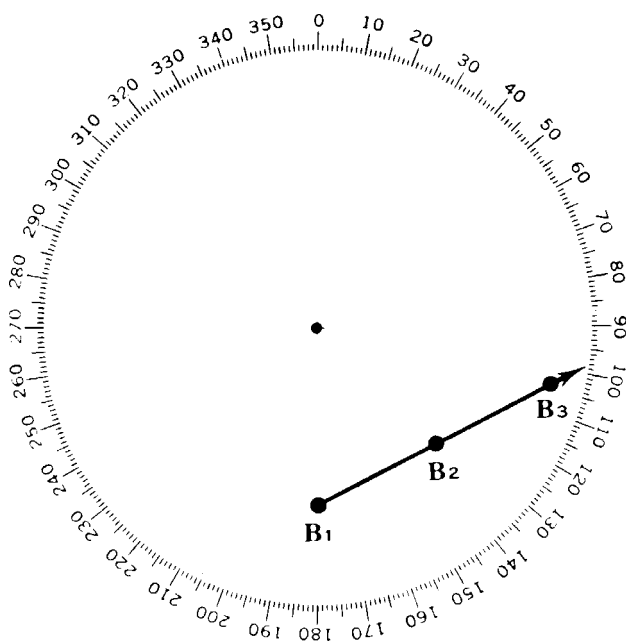


Figura 14.57 - Movimento de A com relação a B (observado na tela do radar de B)

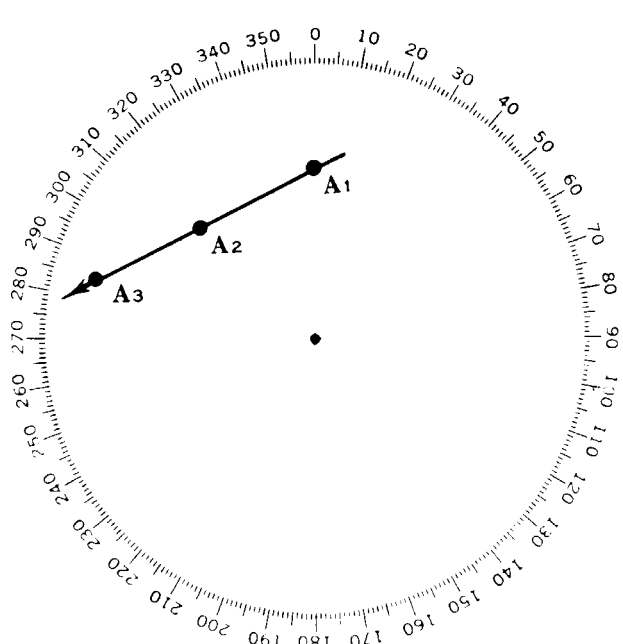
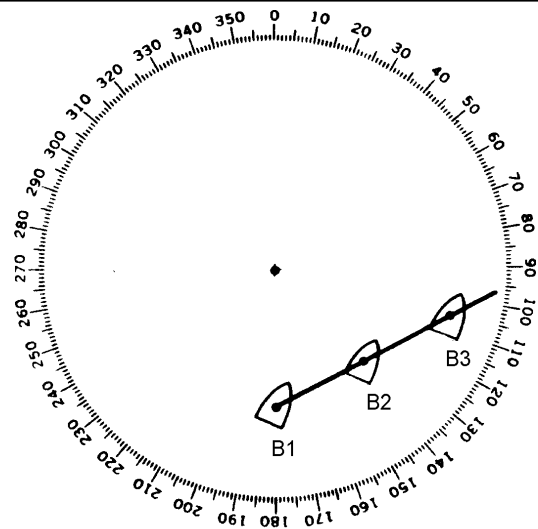


Figura 14.58 -



Neste ponto, é de importância fundamental entender que o movimento definido pela **PLOTAGEM RELATIVA** em cada PPI não representa o **movimento verdadeiro (rumo verdadeiro e velocidade)** do outro navio. A Figura 14.58 ilustra o **rumo verdadeiro** do navio **B**, representado sobre a **PLOTAGEM RELATIVA** de **B**, obtida pelas informações do radar do navio **A**. Para determinar o **rumo verdadeiro** e a **velocidade** de outro navio, são necessários cálculos adicionais, usando vetores relativos e verdadeiros.

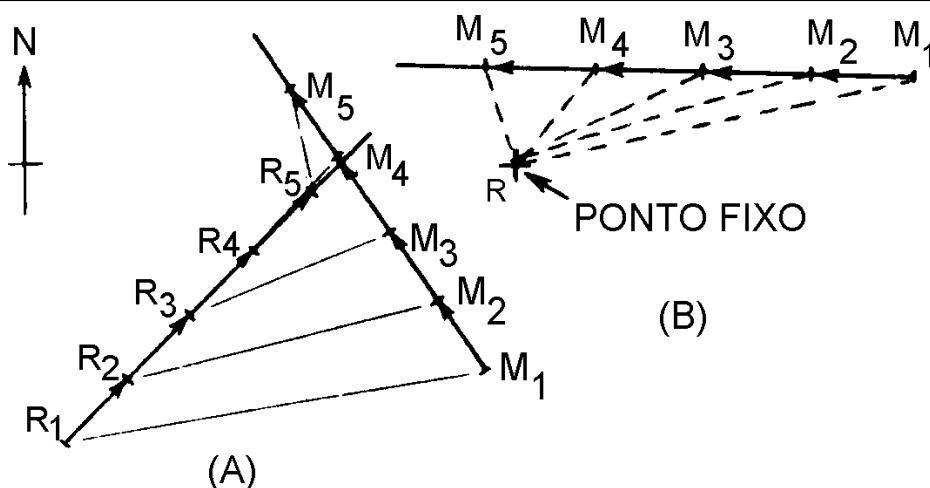
O **movimento relativo** é, então, definido em termos de **DIREÇÃO DO MOVIMENTO RELATIVO (DMR)** e **VELOCIDADE DO MOVIMENTO RELATIVO (VMR)**. A **DIREÇÃO DO MOVIMENTO RELATIVO**, conforme já mencionado, é obtida diretamente da **PLOTAGEM RELATIVA** (tendo o cuidado de verificar o sentido correto do referido movimento, a fim de evitar tomar a recíproca). Assim sendo, na Figura 14.56, a **DMR** do alvo **B** é 063° . Para determinar a **VELOCIDADE DO MOVIMENTO RELATIVO (VMR)**, temos que considerar a **distância relativa** percorrida e o **intervalo de tempo** correspondente. Desta forma, na Figura 14.56, se a **distância relativa** B_1-B_3 é de 11 milhas e se o **intervalo de tempo** decorrido entre as posições é de 1 hora, a **VMR** do alvo **B** é de 11 nós.

É óbvio que só existe **movimento relativo** de um navio, com relação a outro, quando seus **movimentos absolutos (verdadeiros)** diferirem em **velocidade** e/ou **direção**.

14.4.2 MÉTODO DO MOVIMENTO RELATIVO

O **Método do Movimento Relativo** divide-se em duas partes: **Diagrama das Posições Relativas** e **Diagrama das Velocidades**.

Figura 14.59 -



a. DIAGRAMA DAS POSIÇÕES RELATIVAS

No **diagrama das posições relativas**, o **navio referência** (em relação ao qual deve ser mostrado o **movimento relativo**) é representado por um **ponto fixo**, no centro do diagrama, designado pela letra **R**. O outro navio, genericamente denominado **alvo**, ou **contacto**, é representado pela letra **M** (navio manobrador), sendo suas **posições relativas** sucessivas designadas por índices (M_1, M_2, M_3 , etc.).

Na Figura 14.59 (A), está representada a **plotagem geográfica** (ou **verdadeira**) dos **movimentos absolutos** (ou **verdadeiros**) de 2 navios (**R** e **M**). Na Figura 14.59 (B) está representada a **PLOTAGEM RELATIVA** ou o **diagrama das posições relativas** de **M** com relação a **R** (navio de referência). O **diagrama das posições relativas** é construído mantendo **R** em um **ponto fixo** e plotando as posições sucessivas de **M** (M_1, M_2, M_3, M_4 e M_5) utilizando as **marcações verdadeiras** e **distâncias** do alvo obtidas em **R**. No radar do **navio de referência** (**R**) a imagem correspondente está mostrada na Figura 14.60.

O **diagrama das posições relativas** permite obter os seguintes elementos:

DIREÇÃO DO MOVIMENTO RELATIVO (DMR), que é, por assim dizer, o **rumo do movimento relativo**, medido diretamente sobre a **PLOTAGEM RELATIVA**. Na Figura 14.60, $DMR = 275^\circ$.

DISTÂNCIA RELATIVA, que é a distância percorrida pelo **movimento relativo** do alvo **M**, entre suas sucessivas **posições relativas** (M_1, M_2, M_3 , etc.). A **distância relativa** deve ser medida na mesma escala de distância utilizada na plotagem das **posições relativas** do alvo **M**.

VELOCIDADE DO MOVIMENTO RELATIVO (VMR), ou **velocidade relativa**, que é a **distância relativa** percorrida na **unidade de tempo**. A **VMR** é obtida considerando a **distância relativa** e o **intervalo de tempo** gasto para percorrê-la.

PONTO DE MAIOR APROXIMAÇÃO (PMA), elemento muito importante para a segurança da navegação. O **PMA** é obtido tirando do **ponto fixo de referência** (**R**) uma perpendicular à **DIREÇÃO DO MOVIMENTO RELATIVO**. O **PMA** encontra-se na interseção dessa perpendicular com a **plotagem relativa**. A Figura 14.61 ilustra a situação da Figura anterior plotada em uma **Rosa de Manobra**, com a indicação do **PMA**. A **marcação** e a **distância** do **PMA** (que representa o ponto em que os navios **R** e **M** estarão mais próximos

Figura 14.60 - Plotagem relativa

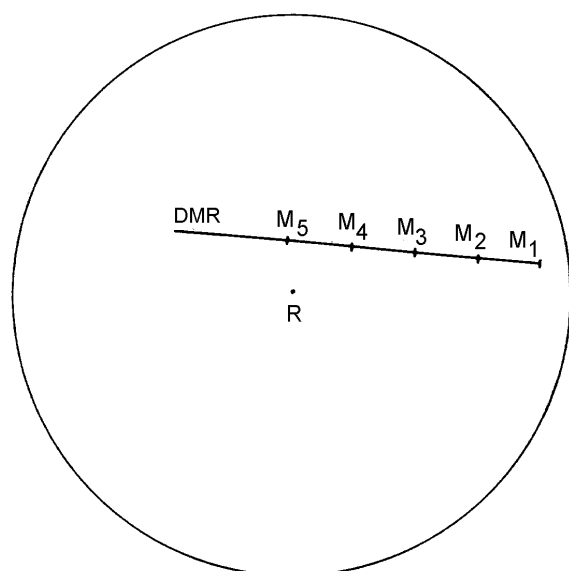
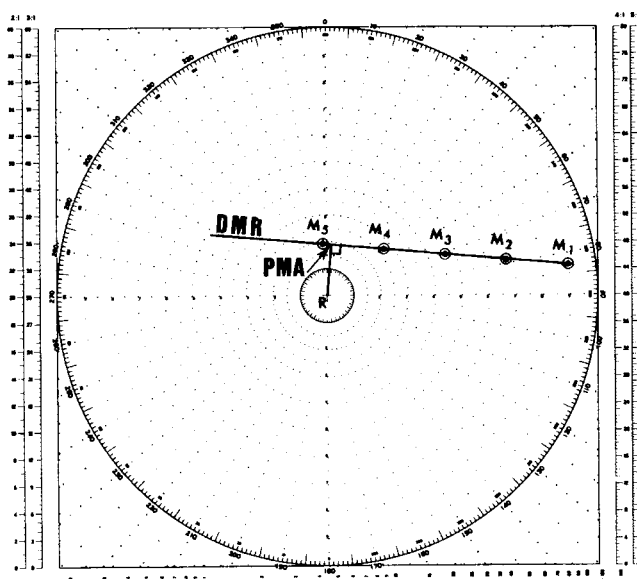


Figura 14.61 - Plotagem relativa na rosa de manobra

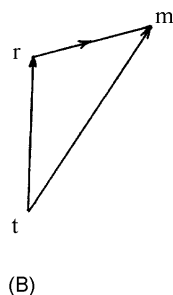
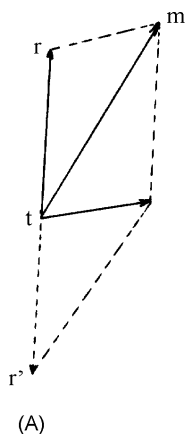


um do outro) podem ser obtidas diretamente do **diagrama das posições relativas**. A obtenção do outro elemento do PMA (**hora** em que ocorre) será adiante explicada.

b Diagrama de Velocidades

O **rumo relativo** (DMR) e a **velocidade relativa** (VMR) podem relacionar-se com os rumos e as velocidades dos 2 navios (**R** e **M**) pela construção do **triângulo das velocidades** ou **diagrama de velocidades**, também chamado de diagrama vetorial.

Figura 14.62 -



Suponhamos 2 navios, **R** (navegando no **rumo verdadeiro** 000°, com **velocidade** de 15 nós) e **M** (no **rumo verdadeiro** 026°, com **velocidade** de 22 nós). Para construir o **diagrama de velocidades** e determinar o **vetor do movimento relativo** de **M** com relação a **R**, traça-se, inicialmente, o vetor do movimento absoluto de **R**, na direção 000° e com uma grandeza de 15, em uma determinada escala. Denominemos o ponto de origem de **t** e a extremidade do vetor de **r** (Figura 14.62).

Do mesmo ponto **t**, traça-se o vetor correspondente ao navio **M**, na direção 026° e com uma grandeza de 22, medida na mesma escala utilizada para plotar o vetor de **R**. Usemos a letra **m** para marcar a extremidade do vetor do alvo **M**. Para obter a DMR e a VMR de **M** em relação a **R**, faz-se com que o ponto de origem **t** se desloque com a mesma **velocidade** de **R**, porém em **rumo oposto**. Traça-se, pois, o vetor **tr'**, correspondente a este movimento. A resultante dos vetores **tr'** e **tm** nos dará um vetor igual ao vetor **rm** (Figura 14.62-A), que nos indica o **rumo** e a **velocidade** do **movimento relativo** de **M** com referência a **R** (isto é, **DMR** e **VMR**). A construção gráfica é feita mais facilmente da seguinte maneira (Figura 14.62-B):

- traçam-se os vetores **tr** e **tm**;
- liga-se o ponto **r** ao ponto **m**;
- o **rumo relativo**, ou **DIREÇÃO DO MOVIMENTO RELATIVO** (DMR), é a direção da linha **rm** (no sentido de **r** para **m**);
- a **velocidade relativa** (VMR) é a grandeza **rm**, medida na mesma escala utilizada para traçar os outros vetores.

No exemplo mostrado na Figura 14.62, obtém-se para o **vetor do movimento relativo**:

$$\text{DMR} = 063^\circ; \text{VMR} = 11 \text{ nós}$$

A **escala de velocidade**, usada para construir o **diagrama de velocidade**, é independente da **escala de distâncias**, utilizada para a **plotagem relativa** (ou **diagrama das posições relativas**).

Se conhecermos o **vetor do navio de referência** (**tr**) e o vetor do **movimento relativo** (**rm**), poderemos obter, construindo o **diagrama de velocidades**, o **vetor do alvo M** (**tm**), com seus 2 elementos: o **rumo do alvo** e a **velocidade do alvo**.

14.4.3 ROSA DE MANOBRA

Para facilitar a construção dos diagramas das posições relativas e diagramas de velocidades, usa-se, na resolução dos problemas de **movimento relativo**, uma folha de plotagem especial, denominada **Rosa de Manobra**, publicada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (Figura 14.63).

A **Rosa de Manobra** consiste, basicamente, de um diagrama polar contendo linhas radiais e círculos concêntricos igualmente espaçados. O círculo externo é graduado, de grau em grau, de 000° a 360°, no mesmo sentido que as rosas das agulhas. Essa graduação serve para o traçado de **rumos e marcações**. Uma outra graduação, interna, com algarismos menores, apresenta os valores recíprocos da graduação exterior. As linhas radiais, representadas a intervalos de 10°, facilitam a plotagem dos **rumos e marcações**.

As circunferências concêntricas igualmente espaçadas, interceptando as linhas radiais, facilitam a plotagem de **distâncias e velocidades**, sendo graduadas, de 1 a 10, sobre os diâmetros 000°-180° e 090°-270°. Além disso, à direita da rosa são representadas 5 escalas para medida de **distâncias e velocidades** (1:1; 2:1; 3:1; 4:1 e 5:1). Em todas essas escalas, cada divisão numerada tem um comprimento igual à distância entre duas circunferências adjacentes da rosa. As escalas permitem que sejam plotados na **Rosa de Manobra** valores maiores de **distâncias e velocidades**, sem necessidade de cálculos auxiliares. Entretanto, para obter melhor precisão, devemos usar sempre a maior escala possível (lembrar que a escala 1:1 é 5 vezes maior que a escala 5:1).

Na solução dos problemas de **movimento relativo**, surge com freqüência a necessidade de obtermos um dos elementos **tempo, velocidade e distância percorrida**, em função dos outros dois. Para resolver rapidamente essas questões, existe um diagrama representado do lado esquerdo da rosa, com as respectivas instruções para seu uso. Este diagrama consta de 3 linhas retas. A linha que representa a **velocidade** (real ou relativa) é graduada em **nós** e em **Km/h**; a linha de **distância** (real ou relativa) é graduada em **jardas e milhas náuticas**; a linha de **tempo** é graduada em **minutos**. Conhecendo dois elementos, pode-se determinar o terceiro, alinhando uma régua pelos pontos correspondentes aos elementos conhecidos e lendo o valor do elemento desconhecido na outra escala. Por exemplo, se um navio percorre 30.000 jardas em 45 minutos, pode-se determinar o valor de sua velocidade: 20 nós.

Os problemas deste tipo também podem ser resolvidos usando somente as graduações da escala de tempo. Essa escala é construída de modo a ser uma **escala logarítmica**. Assim, a razão entre duas leituras quaisquer ao longo da escala será constante, desde que sejam constantes as distâncias entre elas. Utilizando-se esta propriedade, a escala é usada do seguinte modo: suponhamos um navio com 15 nós, que distância percorrerá em 90 minutos? Com o compasso medimos a distância na escala entre 15 e 60. Conservando a mesma abertura do compasso, colocamos uma de suas pontas sobre 90. A outra cairá sobre a graduação 22.5, que será o número de milhas percorridas em 90 minutos.

Como vimos, o ábaco e a escala logarítmica resolvem os mesmos problemas. O uso de um ou de outro método dependerá das preferências do utilizador da Rosa de Manobra.

Simbologia a ser usada na Rosa de Manobra

Com o fim de uniformizar as notações usadas na **Rosa de Manobra**, adota-se:

centro da rosa letra **t**
 extremidade do vetor velocidade do navio de referência letra **r**
 extremidade do vetor velocidade do navio manobrador letra **m**
 posições relativas do navio manobrador símbolos M_1 , M_2 , M_3 , etc.

Cuidados no uso da Rosa de Manobra

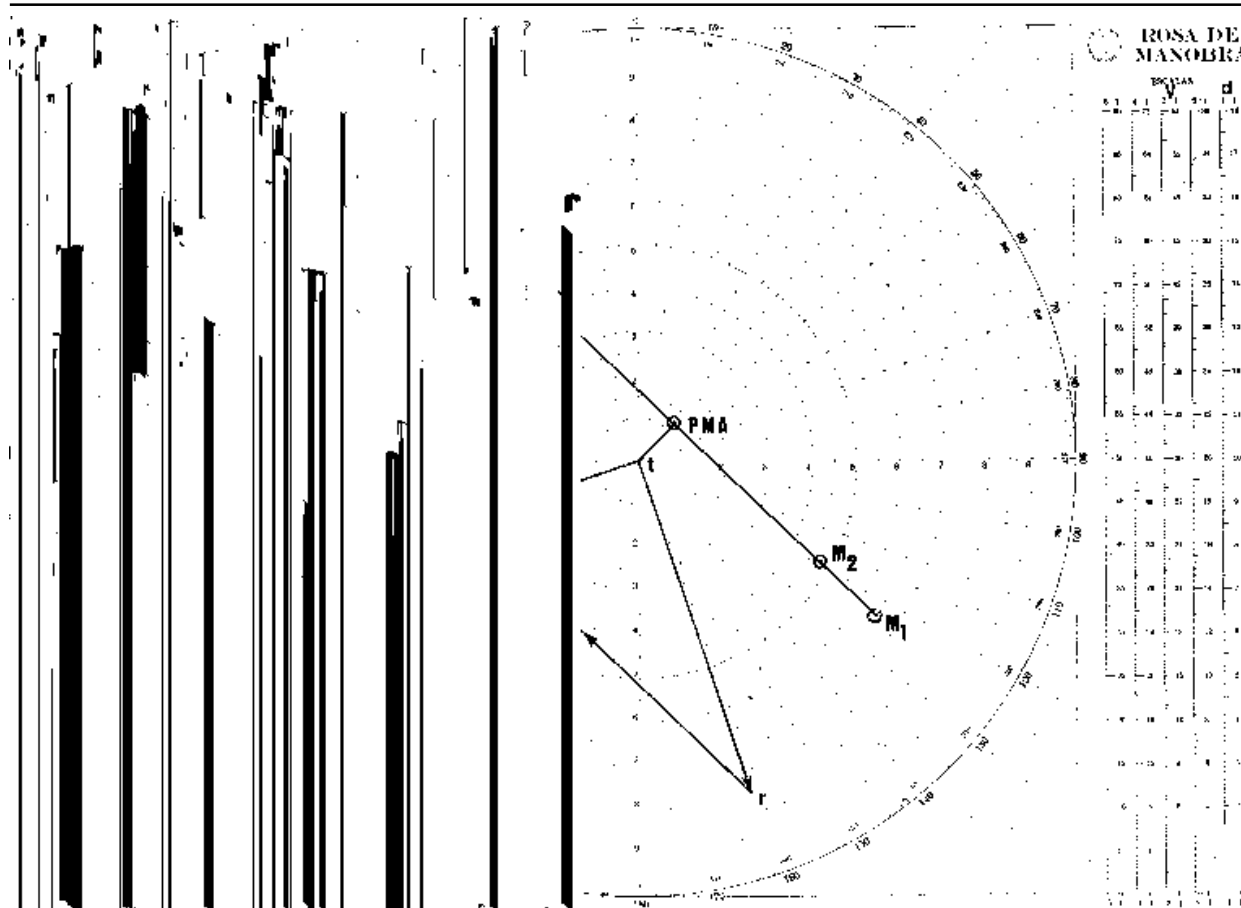
- a. conforme visto, a **escala de distâncias** é independente da **escala de velocidades**. Entretanto, todas as distâncias devem ser medidas em uma única escala, assim como todas as velocidades. Para evitar confusão, é comum assinalar na rosa com **V** a escala que está sendo usada para as **velocidades** e com **d** a escala usada para medida das **distâncias**;
- b. para melhor precisão, deve ser sempre utilizada a maior escala possível na medida das distâncias e velocidades. Normalmente, para plotagem das posições relativas e construção do diagrama de velocidades de contatos, a fim de evitar colisões no mar, as escalas de 1:1 ou 2:1 são convenientes para emprego;
- c. assinalar com uma seta o sentido dos vetores, na hora de traçá-los;
- d. assinalar com as letras correspondentes todos os pontos, no momento em que são plotados;
- e. lembrar-se que o vetor do movimento relativo do alvo é tomado sempre de **r** para **m**;
- f. a posição do **navio de referência** é sempre no **centro da rosa**;
- g. os vetores de **velocidades verdadeiras** se originam sempre no **centro da rosa**;
- h. para a **plotagem relativa** e construção dos **diagramas das posições relativas** ou **diagramas de velocidades**, pode ser utilizado qualquer intervalo de tempo entre as posições do alvo **M**. Dois valores, entretanto, facilitam os cálculos subseqüentes:
 - 3 minutos, para usar a “Regra dos Três Minutos”, pela qual a **velocidade**, em nós, é igual à **distância percorrida em 3 minutos**, em jardas, dividida por 100.
 - 6 minutos, para empregar a “Regra dos Seis Minutos”, que diz que a **velocidade**, em nós, é igual à **distância percorrida em 6 minutos**, em milhas, multiplicada por 10.
- i. no método do movimento relativo, uma situação preocupante se configura quando um contacto apresenta **marcação constante e distância diminuindo**, pois isto significa que o referido contacto está em **rumo de colisão** com o nosso navio. Mesmo quando as marcações variam um pouco, devido às imprecisões nas medidas toda atenção deve ser dada a um alvo fechando sobre o nosso navio nessas condições, devendo-se admitir que existe risco de colisão.
- j. na realidade, devido aos erros nas medidas das marcações e distâncias, raramente é possível traçar uma reta que passe por todas as **posições relativas** do alvo plotadas na Rosa de Manobra. A **direção do movimento relativo** (DMR) é, então, obtida “filtrando” aquelas posições, isto é, fazendo passar uma reta de forma que os pontos fiquem bem distribuídos para um e outro lado, o mais próximo possível dela.

14.4.4 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE MOVIMENTO RELATIVO

O **método do movimento relativo**, utilizando as informações do radar e a Rosa de Manobra para construção dos diagramas de posições relativas e de velocidades, tem inúmeras aplicações táticas, especialmente quando navios de guerra navegam em grupo, ou quando se engajam em combate. Esta seção, entretanto, tratará do uso do método apenas para solução de problemas que envolvem o uso do radar para evitar colisões no mar, além de outros comuns na navegação.

1. Seu navio está no rumo 162° , velocidade 24 nós. Às 0103 horas, é detectado um contacto na marcação 123° , distância 13.000 jardas. Às 0107 horas, o mesmo contacto é marcado aos 119° , distância 9.500 jardas. Determinar DMR, VMR, PMA (marcação, distância e hora), rumo do alvo e velocidade do alvo.

Figura 14.63 - Problema n° 1



Solução (Figura 14.63):

- a. sendo a nossa velocidade de 24 nós, selecionamos a escala de 3:1 para escala de velocidades. Traça-se, então, o vetor **tr**.
- b. tendo em vista as distâncias envolvidas, selecionamos a escala de 1:1 para escala de distâncias. Plotam-se, então, as posições relativas M_1 e M_2 , com os dados do problema (sabendo que 1 milha = 2.000 jardas), construindo o **diagrama das posições relativas**.
- c. do **diagrama das posições relativas** obtém-se:

- DIREÇÃO DO MOVIMENTO RELATIVO (DMR) = 314°
- DISTÂNCIA RELATIVA (M_1-M_2) = 1,8 milhas (3600 jardas).

d. com a **distância relativa** (M_1-M_2) e o **tempo** correspondente (4 minutos) obtém-se a **velocidade relativa**: VMR = 27 nós

A **velocidade relativa** pode ser obtida por cálculo ou usando o diagrama (ábaco) impresso na **Rosa de Manobra**, conforme mostrado na Figura 14.63.

e. o **diagrama das posições relativas** nos fornece diretamente 2 elementos do PMA (ponto de maior aproximação):

marcação = 044° (perpendicular à DMR)

distância = 1,2 milhas (2.400 jardas).

f. para calcular a **hora** em que o PMA ocorrerá, verifica-se no **diagrama das posições relativas** qual a distância entre a posição M_2 e o PMA. Com essa distância, a velocidade relativa e a hora da posição M_2 , calcula-se a **hora** em que ocorrerá o PMA. Neste exemplo:

distância ($M_2 - \text{PMA}$) = 4,55 milhas (9.100 jardas)

velocidade relativa = 27 nós

tempo = 10 minutos (arredondado ao minuto inteiro)

hora da posição M_2 = 0107 horas

tempo até o PMA = 10 minutos

hora do PMA = 0117 horas.

g. constrói-se, então, o **diagrama de velocidades**, para obtenção do vetor **tm**, cujos elementos são o **rumo do alvo** e a **velocidade do alvo**:

rumo do alvo = 251°

velocidade do alvo = 12.5 nós.

Analisando-se essa situação à luz do RIPEAM (Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar), verifica-se que ela envolve dois navios em rumos cruzados (**R** no rumo 162° e **M** no rumo 251°), defasados de cerca de 90° . Pelas posições relativas dos dois navios, **R** (nosso navio) tem preferência e, assim, manterá seu rumo e velocidade. **M** é o navio que deverá manobrar, caso haja risco de colisão. Como o PMA é bastante próximo (1.2 milhas), devemos manter um rígido controle da situação, até que o outro navio passe o PMA e comece a se afastar.

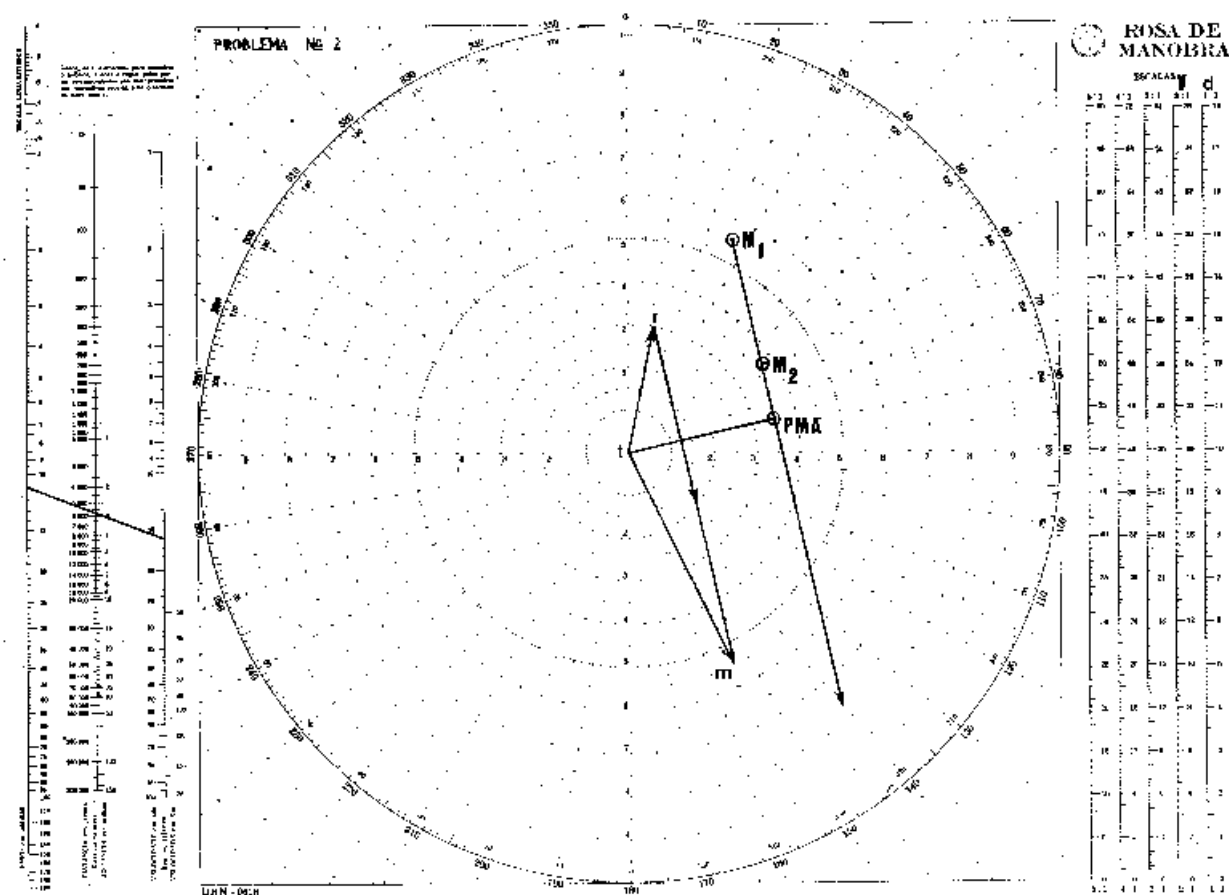
2. Seu navio, navegando sob visibilidade restrita, está no rumo 011° , velocidade 6 nós. Às 1322 horas, um contacto é detectado na marcação verdadeira 026° , distância 11.000 jardas. Às 1333 horas, o mesmo contacto é marcado aos 056° , na distância de 7300 jardas. Determinar DMR, VMR, PMA (marcação, distância e hora), rumo do alvo e velocidade do alvo.

Solução (Figura 14.64):

a. tendo em vista as distâncias envolvidas, selecionamos a escala de 1:1 para escala de distâncias. Plotam-se, então, as posições relativas M_1 e M_2 com os dados do problema (1 milha = 2.000 jardas), construindo o **diagrama das posições relativas**.

b. do **diagrama das posições relativas**, obtém-se:

Figura 14.64 - Problema nº 2



DMR = 167°

DISTÂNCIA RELATIVA (M_1-M_2) = 2.95 milhas (5900 jardas).

c. com a **distância relativa** (M_1-M_2) e o intervalo de tempo (M_1-M_2) obtém-se:
VMR = 16 nós (Figura 14.64).

d. o **diagrama das posições relativas** nos fornece diretamente 2 elementos do PMA:

marcação = 077°

distância = 3.4 milhas (6.800 jardas).

e. para calcular a **hora** do PMA, obtém-se no **diagrama das posições relativas**, a distância $M_2 - \text{PMA} = 1.3$ milhas (2.600 jardas). Com a **velocidade relativa** de 16 nós, calcula-se o **tempo correspondente** = 5 minutos (arredondando para o minuto inteiro):

hora de posição $M_2 = 1333$ horas

tempo até o PMA = 05 minutos

hora do PMA = 1338 horas.

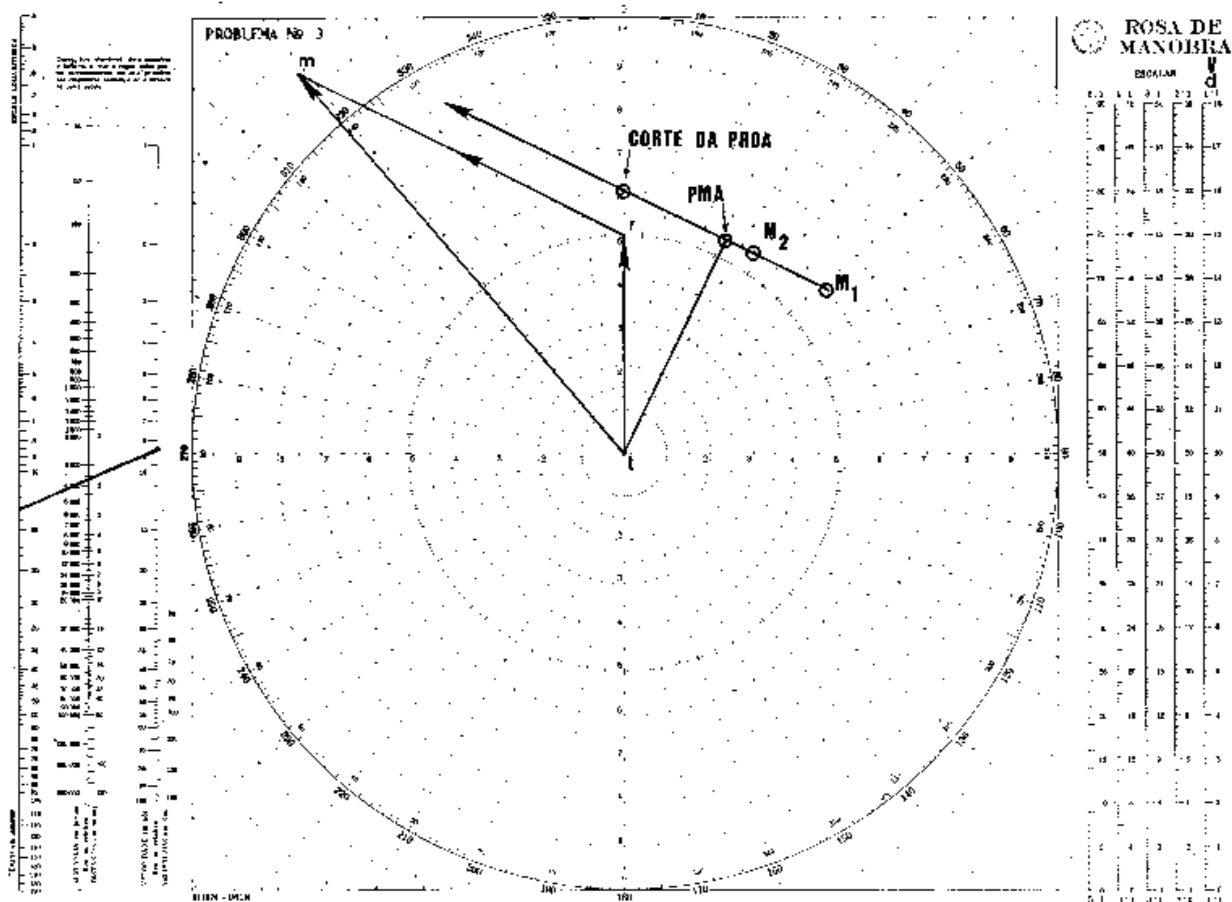
f. tendo em vista o valor da **velocidade relativa** VMR = 16 nós, escolhe-se a escala 2:1 para escala de velocidades. Traçam-se, então, os vetores **tr** e **rm** e determina-se o vetor **tm**, obtendo-se, assim:

rumo do alvo = 154°

velocidade do alvo = 10.7 nós.

3. Seu navio está no rumo 000°, velocidade 5 nós, navegando sob visibilidade restrita. Às 0835 horas, um contacto é marcado aos 051° / 12.000 jardas. Às 0848 horas, o mesmo contacto é marcado aos 033° / 11.000 jardas. Determinar DMR, VMR, PMA (marcação, distância e hora), rumo do alvo e velocidade do alvo. Informar se o alvo cortará nossa proa ou nossa popa e a distância e hora em que o corte ocorrerá.

Figura 14.65 - Problema nº 3



Solução (Figura 14.65):

- a. seleciona-se a **escala de distâncias** 1:1 e traça-se o **diagrama das posições relativas**, obtendo-se:

$$\text{DMR} = 296^\circ$$

$$\text{DISTÂNCIA RELATIVA} = 1.85 \text{ milhas (3700 jardas)}.$$

- b. com o valor da **distância relativa** e o **intervalo de tempo** M₁–M₂ (13 minutos), obtém-se:

$$\text{VMR} = 8.5 \text{ nós (Figura 14.65)}.$$

- c. do **diagrama das posições relativas** obtém-se os seguintes elementos do PMA:

$$\text{marcação} = 026^\circ$$

$$\text{distância} = 5.4 \text{ milhas (10.800 jardas)}.$$

- d. com a distância M₂ – PMA e a VMR, obtém-se o intervalo de tempo até o PMA: 5 minutos (arredondado).

- e. então, obtém-se a hora do PMA: 0853 horas.

- f. seleciona-se a escala 1:1 para **escala de velocidades** e constrói-se o **diagrama de velocidades**, obtendo:

rumo do alvo = 319°

velocidade do alvo = 11.5 nós.

- g. no **diagrama das posições relativas** verifica-se que o alvo **cortará nossa proa** (no ponto indicado na Figura 14.65), na **distância** de 6.1 milhas (12.200 jardas). Com a distância da posição M_2 ao ponto de corte da proa (3.3 milhas ou 6.600 jardas) e a VMR de 8.5 nós, obtemos o intervalo de tempo até o corte da proa: 23 minutos (arredondado). Então, calcula-se:

hora de posição M_2 = 0848 horas

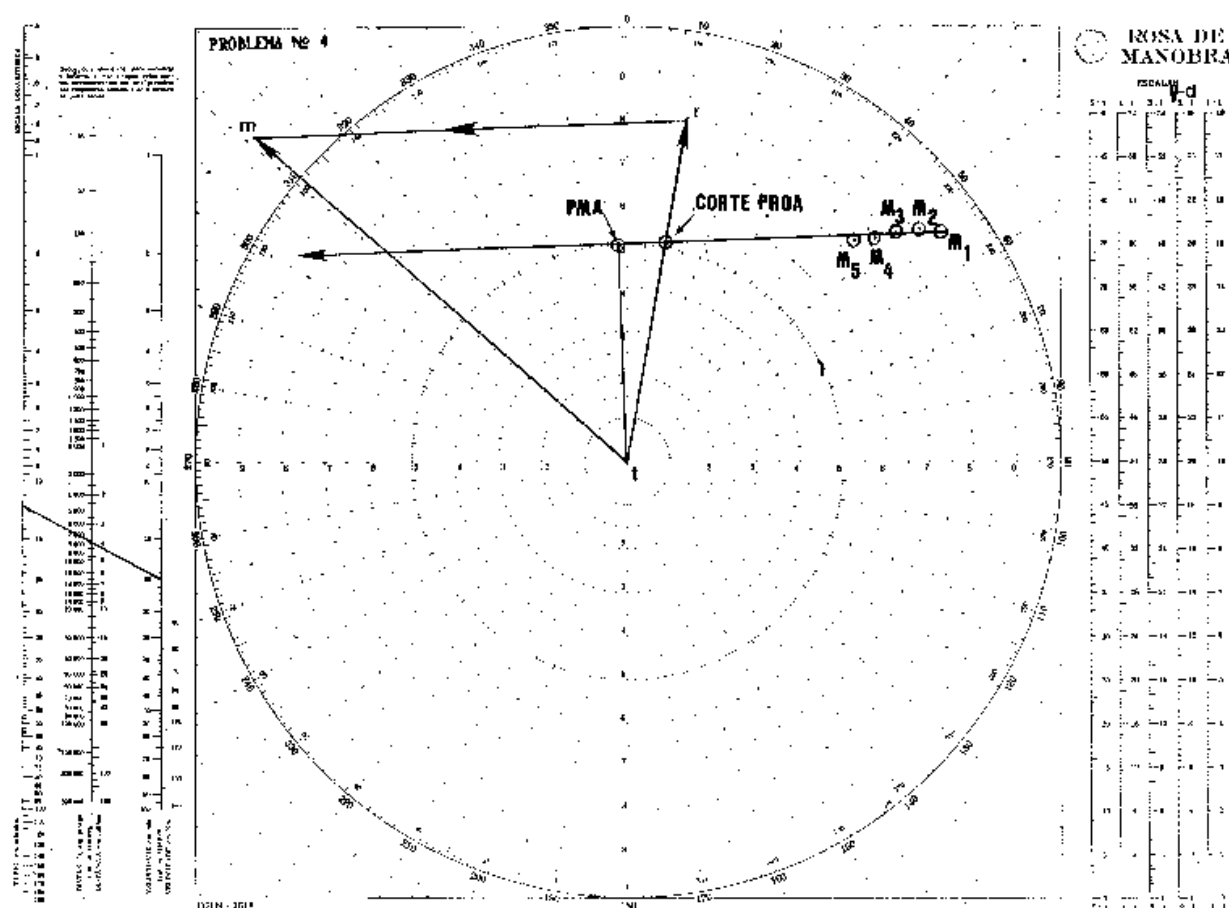
tempo até o corte de proa = 23 minutos

hora do corte de proa = 0911 horas.

4. Seu navio está no rumo 010° , velocidade de 16 nós, navegando sob visibilidade restrita. São obtidas as seguintes posições sucessivas de um mesmo contato, em relação ao seu navio:

POSIÇÃO	HORA	MARCAÇÃO	DISTÂNCIA
M_1	0100	054°	18.0 milhas
M_2	0103	052°	17.2 milhas
M_3	0106	050°	16.3 milhas
M_4	0109	048°	15.5 milhas
M_5	0112	046°	14.7 milhas

Figura 14.66 - Problema nº 4



Determinar DMR, VMR, PMA (marcação, distância e hora), rumo do alvo e velocidade do alvo. Informar se o alvo cortará nossa proa ou popa e a distância e hora em que o corte ocorrerá.

Solução (Figura 14.66):

- a. seleciona-se a **escala de distâncias** 2:1 e constrói-se o **diagrama das posições relativas**, obtendo-se:

$$\text{DMR} = 268^\circ$$

$$\text{DISTÂNCIA RELATIVA (M}_1\text{--M}_5\text{)} = 3.9 \text{ milhas}$$

$$\text{VMR} = 20 \text{ nós (Figura 14.66).}$$

Conforme anteriormente citado, erros nas medidas das **distâncias** e **marcações** fazem com que só raramente seja possível traçar uma reta que passe exatamente por todas as posições do contacto. Assim, como no presente exemplo, a DMR deve ser obtida pelo traçado de uma reta de forma que os pontos fiquem bem distribuídos para um e outro lado, o mais próximo possível dela.

- b. determinam-se os elementos do PMA:

$$\text{marcação} = 358^\circ$$

$$\text{distância} = 10.0 \text{ milhas}$$

$$\text{hora} = 0145 \text{ horas}$$

- c. constrói-se o **diagrama de velocidades**, na escala 2:1 e obtém-se:

$$\text{rumo do alvo} = 311^\circ$$

$$\text{velocidade do alvo} = 22.8 \text{ nós.}$$

- d. o alvo cortará nossa **proa**, na **distância** de 10.4 milhas, às 0138 horas (antes, pois, de alcançar o PMA, conforme podemos verificado na Figura 14.66).

5. Seu navio está no rumo 160° , velocidade de 10 nós e obtém as seguintes posições sucessivas de um mesmo contato:

POSIÇÃO	HORA	MARCAÇÃO	DISTÂNCIA
M ₁	1000	200°	20.000 jardas
M ₂	1005	200°	18.000 jardas
M ₃	1010	200°	16.000 jardas

Determinar os elementos do PMA, o rumo e velocidade do contacto.

Solução (Figura 14.67):

- a. antes mesmo de construir o **diagrama das posições relativas**, já verificamos que se configura uma situação perigosa, pois a marcação do alvo permanece constante, enquanto sua distância diminui, o que significa que está em **rumo de colisão** com o nosso navio.

- b. traçando o **diagrama das posições relativas** (escala de distâncias 1:1), obtemos os seguintes elementos:

$$\text{DMR} = 020^\circ$$

$$\text{DISTÂNCIA RELATIVA (M}_1\text{--M}_3\text{)} = 2.0 \text{ milhas}$$

VMR = 12 nós (Figura 14.67)

PMA: COLISÃO ÀS 1050 HORAS.

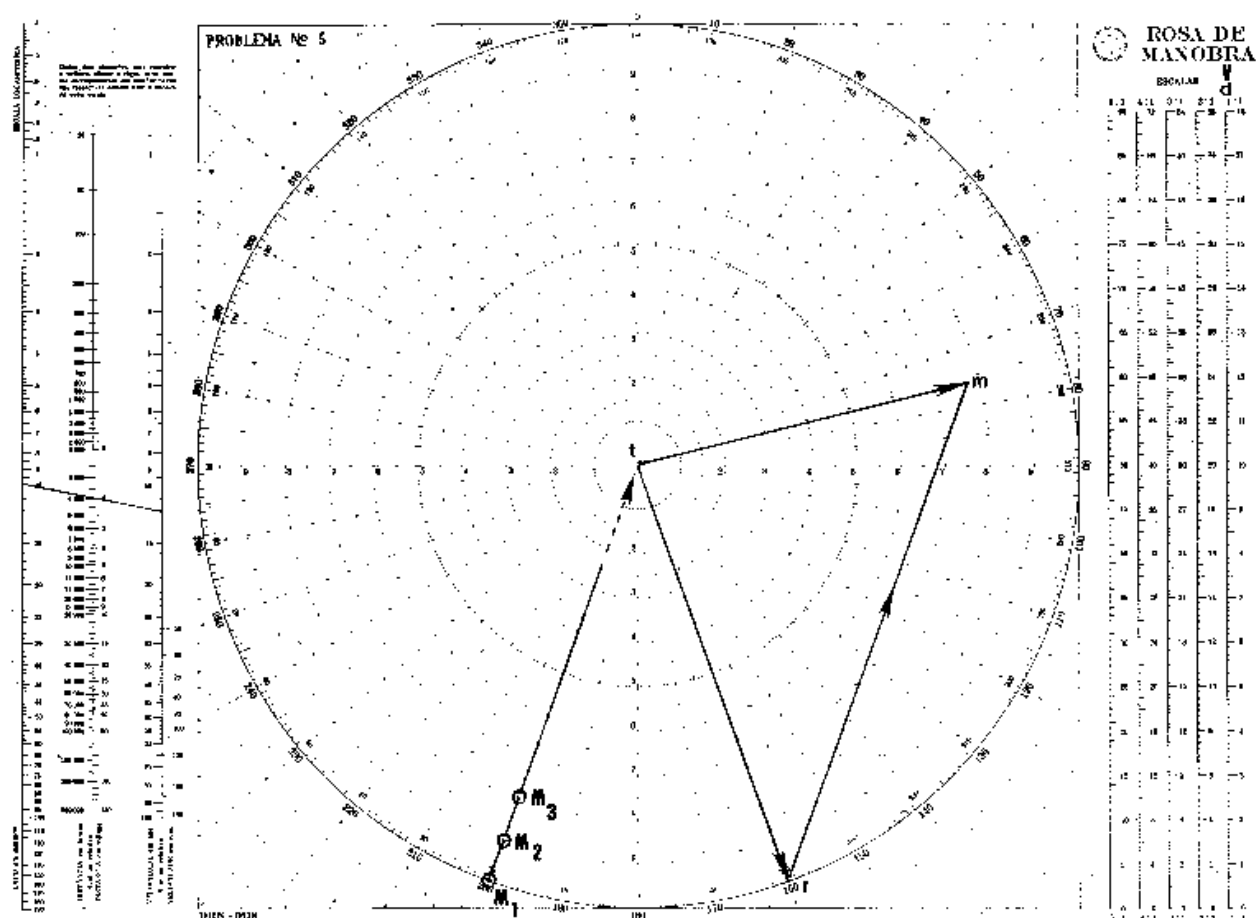
c. traçando o **diagrama de velocidades** (escala 1:1), obtemos:

rumo do alvo = 076°

velocidade do alvo = 7.7 nós.

d. analisando a situação, verificamos que se trata de um caso de rumos cruzados (nosso navio no rumo 160° e o contacto no rumo 076°) e que o outro navio tem preferência (pois nós o avistamos por BE). Deveremos, então, manobrar com ampla antecedência, a fim de deixar o outro navio safo, evitando cortar sua proa, se possível.

Figura 14.67 - Problema nº 5



6. Seu navio navega, sob forte nevoeiro, no rumo 090° , velocidade 4 nós, buscando uma **barca-farol** que constitui o sinal de aterragem e que marca o início do canal de acesso ao seu porto de destino. Na tela do radar aparecem dois contactos nas vizinhanças da posição da barca-farol. Suas posições sucessivas são:

CONTATO M:

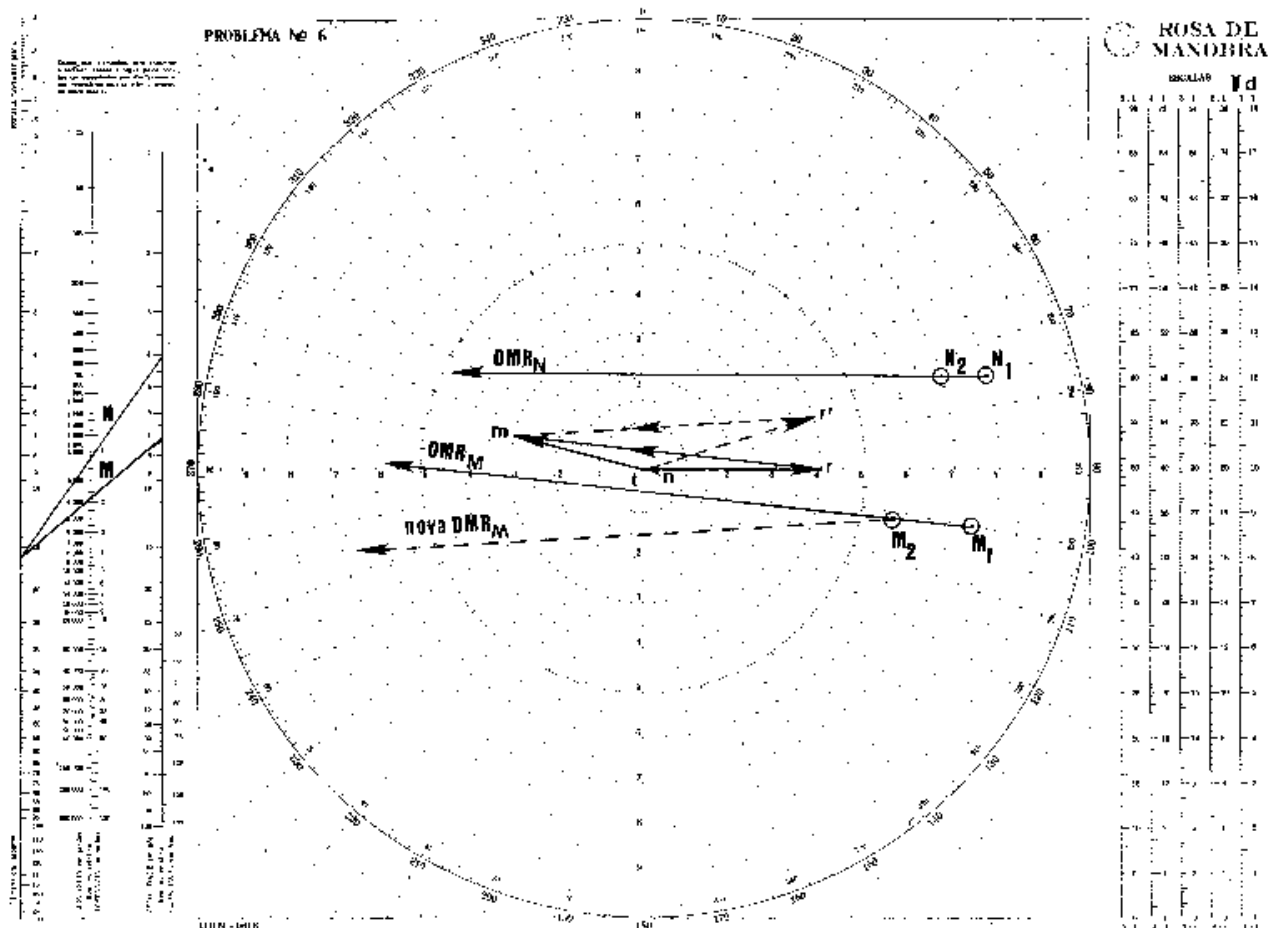
POSIÇÃO	HORA	MARCAÇÃO	DISTÂNCIA
M_1	0500	100°	7.5 milhas
M_2	0516	101°	5.7 milhas

CONTATO N:

POSIÇÃO	HORA	MARCAÇÃO	DISTÂNCIA
N ₁	0500	075°	8.0 milhas
N ₂	0516	073°	7.0 milhas

Identificar qual dos dois contatos é a **barca-farol**.

Figura 14.68 - Problema n° 6



Solução (Figura 14.68):

a. escolhendo a escala 1:1 tanto para **escala de distância**, como para **escala de velocidades**, traçam-se os **diagramas de posições relativas** e os **diagramas de velocidades** dos alvos **M** e **N** (Figura 14.68), obtendo-se:

DMR (M) = 276° ; VMR (M) = 7.0 nós

DMR (N) = 270° ; VMR (N) = 4.0 nós

rumo (M) = 284° ; velocidade (M) = 3.0 nós

alvo (N) está parado (velocidade zero).

Assim, o **método do movimento relativo** permitiu identificar a **barca-farol** como o contacto **N**. Guinaremos, então, para aproar ao referido sinal. Com isso, nos afastaremos do alvo **M**, cujo PMA seria muito próximo do nosso navio (ver nova linha do movimento relativo de **M**, que ocorreria após a nossa guinada, na Figura 14.68).

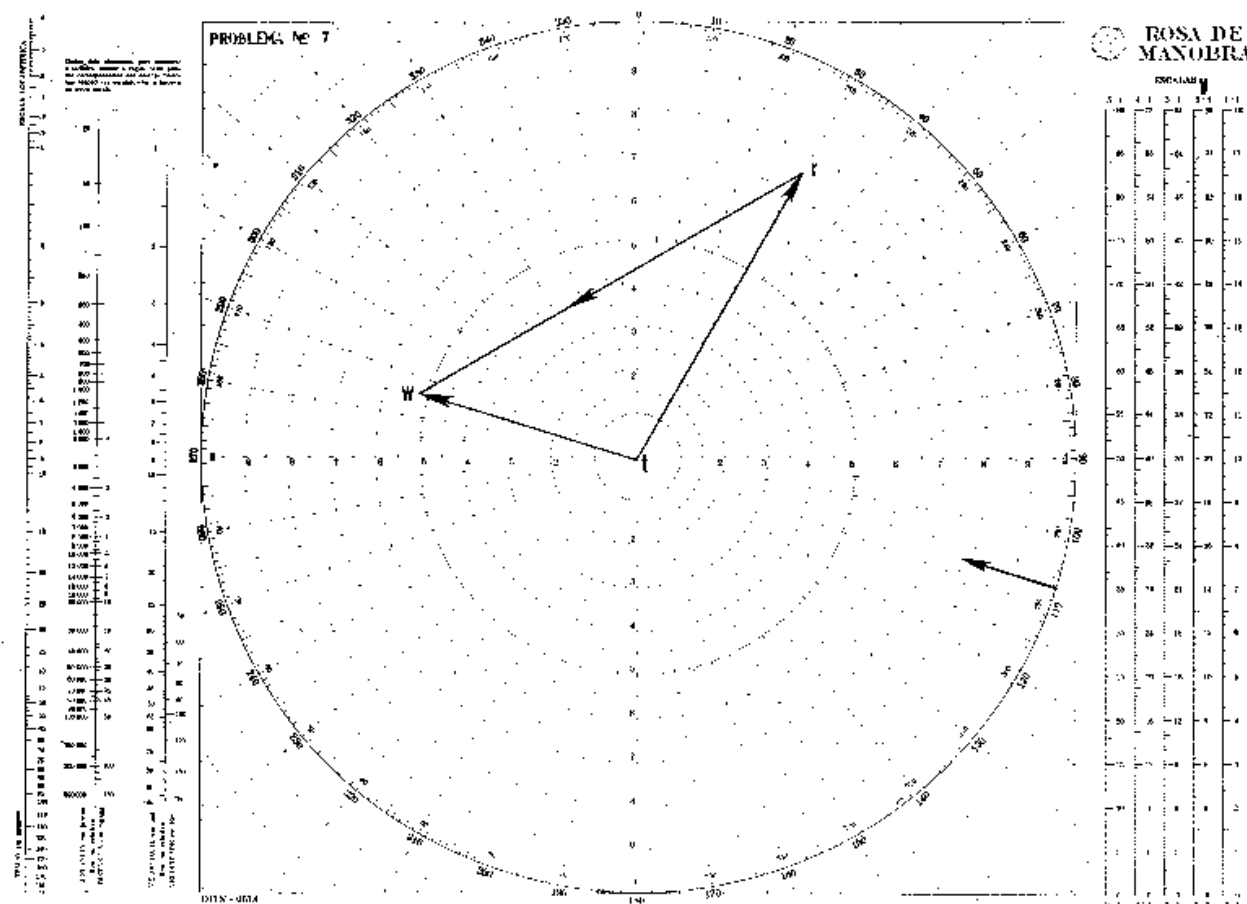
Mesmo sem construir o **diagrama de velocidades**, poderíamos concluir que o alvo **N** está parado, pois o seu movimento relativo tem o rumo exatamente oposto ao rumo do navio e velocidade igual à que desenvolvemos.

7. Determinar a **direção** e **velocidade** do **vento verdadeiro** em um navio no rumo 030°, velocidade 15 nós, sendo as seguintes as indicações do anemômetro:

DIREÇÃO DO VENTO: 030° RELATIVOS (30° BE)

VELOCIDADE DO VENTO: 20 NÓS.

Figura 14.69 - Problema n° 7



Solução (Figura 14.69):

- o problema pode ser resolvido assemelhando o movimento do ar ao movimento de um navio. O **vento verdadeiro** corresponde ao **movimento real (absoluto)** do ar. O **vento aparente** (ou **relativo**) é o movimento do ar em relação ao nosso navio (que também se move).
- no caso do vento, basta traçar o **diagrama de velocidades**, ou **diagrama vetorial**, para obter os elementos do **vento verdadeiro**.
- neste exemplo, se o **vento aparente** está entrando por 030° RELATIVOS, ele está soprando de 060°. Assim, selecionando a **escala de velocidades 2:1**, construímos o **diagrama de velocidades**. No caso do vento, a extremidade do vetor do vento aparente é denominada de **w** ("WIND"). Obtemos, então, o vetor **tw**, que nos fornece os elementos do vento verdadeiro:

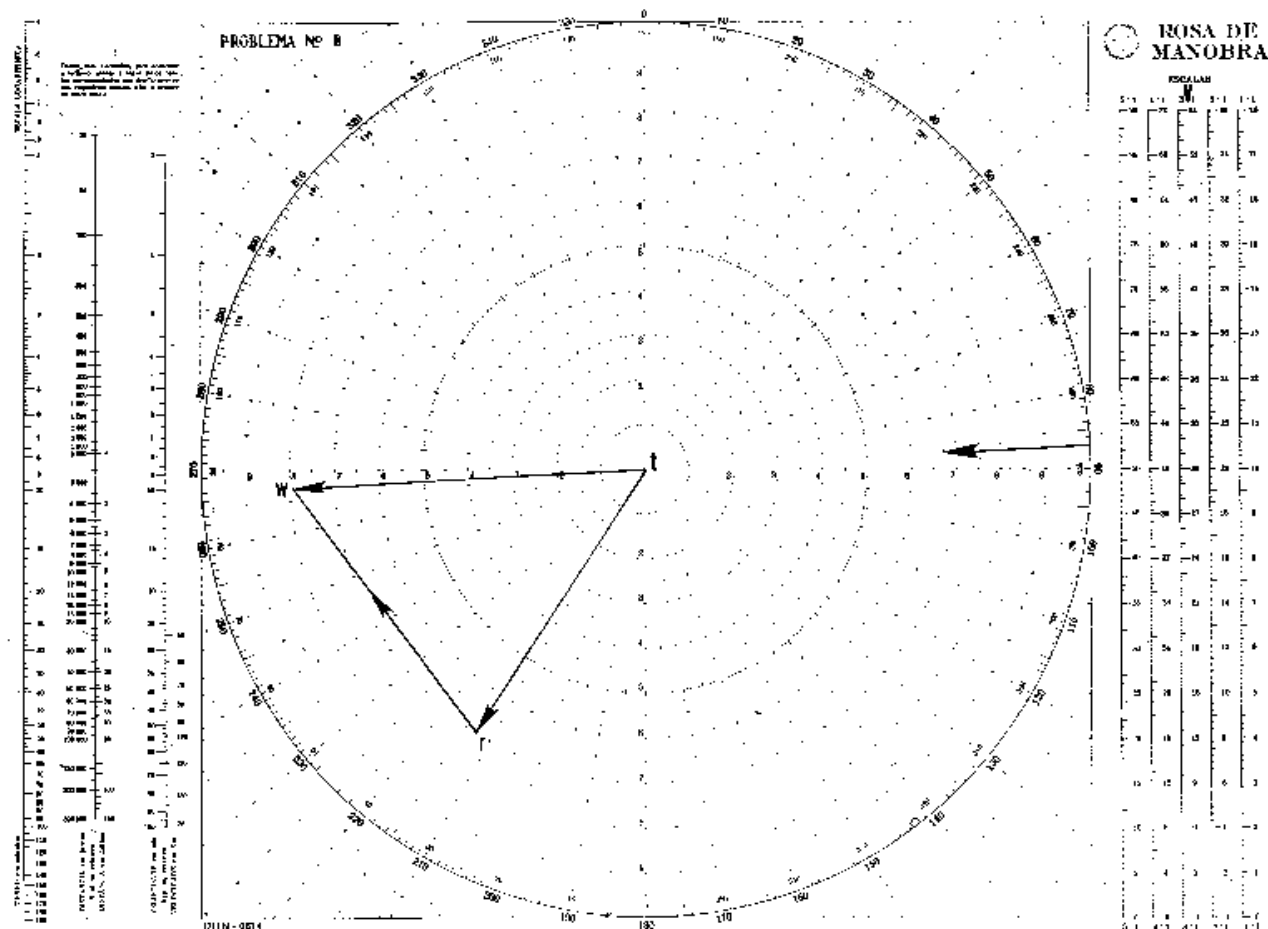
direção: 107° (de onde sopra o vento)

velocidade: 10.3 nós

Lembrar que, no caso do vento, o elemento de direção informado é sempre **de onde sopra**.

8. Seu navio está no rumo 213° , velocidade 21 nós. As indicações do anemômetro são:
 DIREÇÃO DO VENTO: 290° RELATIVOS (70° BB)
 VELOCIDADE DO VENTO: 20 nós
 Determinar os elementos do vento real.

Figura 14.70 - Problema n° 8



Solução (Figura 14.70):

- se o navio está no rumo 213° e o vento aparente está entrando aos 290° RELATIVOS (70° BB), isto significa que o vento aparente está soprando de 143° .
- constrói-se, então, o **diagrama de velocidades**, na escala 3:1, para determinar o vetor **tw**.
- obtemos, então, os **elementos do vento verdadeiro**:
 direção: 087° (de onde sopra)
 velocidade: 23 nós (o valor da velocidade do vento é sempre arredondado, na prática da navegação, para o inteiro mais próximo).

9. Seu navio está no rumo 265° , velocidade de 6 nós. As indicações do anemômetro são:

DIREÇÃO DO VENTO: 260° RELATIVOS (100° BB)

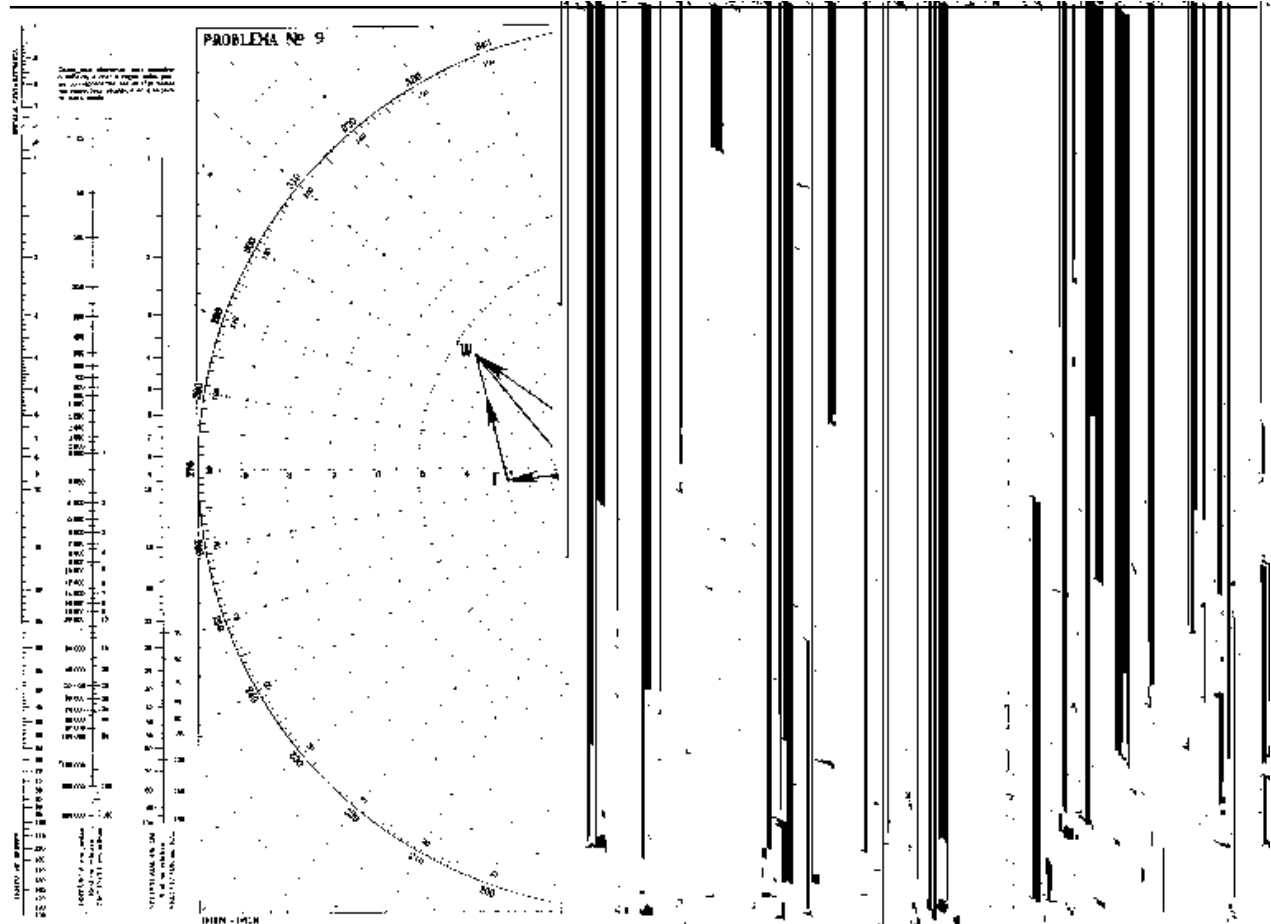
VELOCIDADE DO VENTO: 6 nós

Determinar:

os elementos do vento verdadeiro; e

o rumo e velocidade em que o seu navio deve governar para produzir um vento aparente entrando aos 340° RELATIVOS (20° BB), com 15 nós.

Figura 14.71 - Problema nº 9



Solução (Figura 14.71:

- a. a direção de onde sopra o vento aparente é 165° ; usando a escala 2:1, constrói-se o diagrama de velocidades, determina-se o vetor **tw** e os elementos do vento real:

direção = 125° (de onde sopra)

velocidade = 9 nós

- b. prolonga-se a linha do vetor **tw**, para indicar a direção de onde o vento verdadeiro está soprando (125° , neste exemplo).

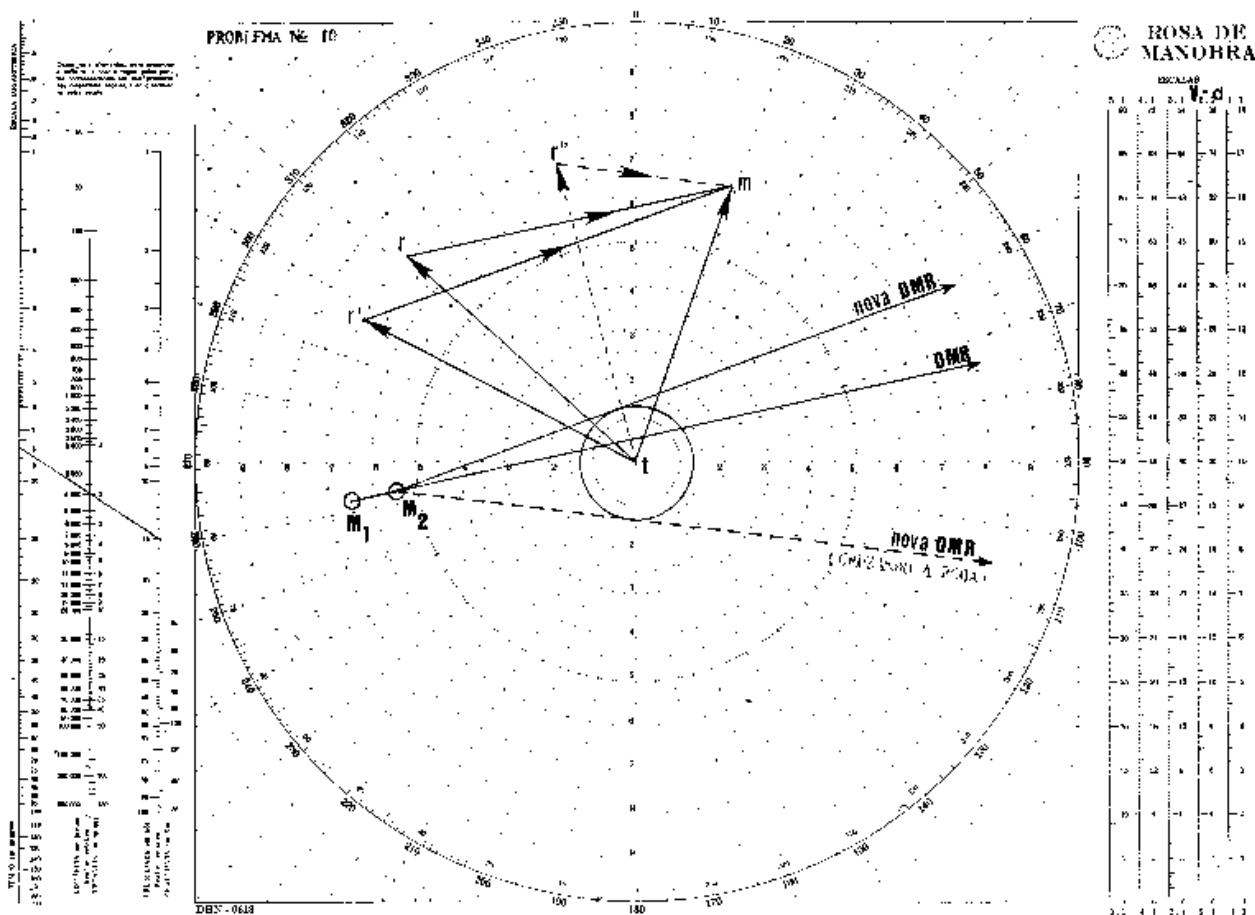
- c. como queremos o vento entrando aos 340° RELATIVOS (20° BB), sabemos que o nosso rumo ficará para a direita da direção de onde sopra o vento verdadeiro. Assim, vamos determinar um ponto 20° à direita da direção de onde sopra o vento real, situado sobre o círculo de 15 nós, que é a velocidade do **vento aparente** que desejamos. Este ponto foi denominado **A** na Figura 14.71 (suas coordenadas polares são $145^\circ / 15'$).

- d. com centro no ponto **A**, ajusta-se no compasso a abertura correspondente à velocidade do vento real (9 nós) e traça-se um arco interceptando a radial correspondente à direção de onde sopra o vento real (125°, neste exemplo). Determina-se, então, o ponto **B** (Figura 14.71).
 - e. o segmento **tB** representa a magnitude da velocidade que o navio deve se desenvolver para obter o vento relativo desejado. No caso, 6.8 nós.
 - f. o rumo do navio é dado pela direção **BA**: $R = 160^\circ$.
 - g. transportando os valores acima para o centro da rosa, constrói-se o vetor **tr'**, confirmando-se, pelo vetor **r'w**, que o **vento relativo** estará entrando aos 340° RELATIVOS (20° BB), com 15 nós, conforme desejado.
10. Seu navio está no rumo 312°, velocidade de 14 nós. São obtidas as seguintes posições sucessivas de um mesmo contato **M**:

POSIÇÃO	HORA	MARCAÇÃO	DISTÂNCIA
M ₁	0300	262°	13.0 milhas
M ₂	0308	263°	11.0 milhas

Determinar o rumo do nosso navio para não passar a menos de 2.5 milhas na popa do contacto, mantendo a velocidade.

Figura 14.72 - Problema n° 10



Solução (Figura 14.72):

- a. seleciona-se a escala 2:1 para distâncias e velocidades; constrói-se o **diagrama das posições relativas** e verifica-se que o alvo vai cortar a nossa proa muito próximo, o que configura uma situação de perigo. Determinam-se:

$$\text{DMR} = 078^\circ$$

$$\text{VMR} = 15 \text{ nós (ver Figura 14.72).}$$

- b. constrói-se o **diagrama de velocidades** e determinam-se:

$$\text{rumo do alvo} = 019^\circ$$

$$\text{velocidade do alvo} = 13.4 \text{ nós.}$$

- c. traça-se, então, a partir do centro da rosa, uma circunferência com raio igual a 2.5 milhas, medido na escala de distâncias selecionada (2:1).

- d. a partir de M_2 , traça-se uma tangente a essa circunferência, que constitui a nova **direção do movimento relativo (DMR)**.

- e. com a nova DMR, construir novo **diagrama de velocidades**, sabendo que o nosso navio manterá a velocidade de 14 nós. Traça-se do ponto **m** uma reta paralela e de sentido contrário à nova DMR; no ponto em que esta reta interceptar a circunferência de raio igual à velocidade do nosso navio (14 nós), fica localizado o ponto r' . Determina-se, então, o novo rumo do navio: 298° .

- f. de um ponto exterior é sempre possível traçar duas tangentes a uma circunferência. Desta forma, se desejássemos não passar a menos de 2.5 milhas, porém cruzando a proa do contacto, traçaríamos a tangente ao setor oposto ao rumo do outro navio. Neste caso, o nosso navio deveria guinar para o rumo 345° , para cruzar a proa do contacto a 2.5 milhas, mantendo a velocidade de 14 nós (ver representação em linhas tracejadas na Figura 14.72).

- g. para que este problema seja possível, é necessário, como se conclui facilmente da Figura 14.72, que a circunferência da velocidade do nosso navio intercepte, no **diagrama de velocidades**, a paralela à nova DMR, traçada pelo ponto **m**. Haverá duas soluções, se existirem dois pontos de interseção.

- h. a resolução desse problema tem grande interesse quando se pretende manobrar para evitar um navio detectado pelo radar, especialmente em condições de má visibilidade. De fato, se, pela análise da plotagem relativa, concluir-se que o navio vai passar excessivamente perto, depois de se determinar o seu rumo e velocidade, altera-se o rumo do nosso navio, para passar a uma distância considerada suficiente.

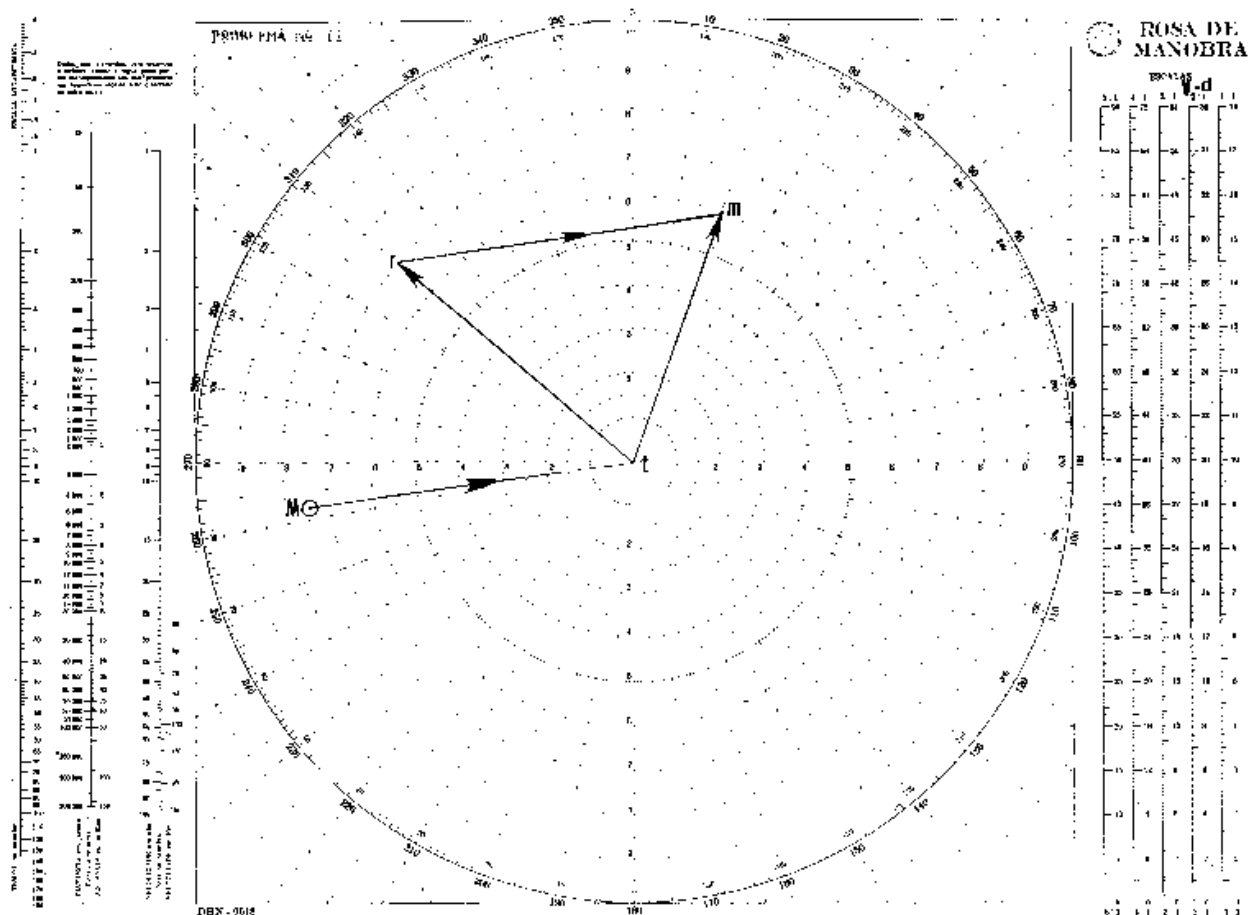
11. Um navio com uma emergência médica a bordo está se dirigindo para o porto mais próximo, no rumo 020° , velocidade de 12 nós. Seu navio, que possui médico a bordo, decide interceptá-lo, com a velocidade de 14 nós, para prestar auxílio. Às 2100 horas, o outro navio é marcado aos 262° , na distância de 15 milhas. Determinar o rumo de interceptação e a hora em que interceptaremos o alvo.

Solução (Figura 14.73):

- a. seleciona-se a escala 2:1 para distâncias e velocidades; plota-se a posição do contacto e traça-se a DMR desejada, trazendo-o para o centro da rosa, fazendo com que o contacto permaneça com marcação constante e distância diminuindo (como no caso de rumo de colisão com o nosso navio).

- b. com a DMR desejada e o vetor **tm** (rumo e velocidade do alvo), traça-se o **diagrama de velocidades**, tirando do ponto **m** uma reta paralela à DMR, no sentido oposto; no ponto em que esta reta interceptar a circunferência de raio igual a 14 nós (velocidade do navio), fica localizado o ponto **r**. Determina-se, então, o rumo de interceptação: 310° .
- c. no **triângulo de velocidades** (ou **diagrama de velocidades**) mede-se o valor da **velocidade relativa**: VMR = 15 nós.
- d. com a **distância** até o contacto (15 milhas) e a VMR (15 nós), determina-se o **tempo** até a interceptação. Neste caso, 1 hora. Assim, a interceptação ocorrerá às 2200 horas.
- e. para que o problema seja possível, é necessário que a circunferência da velocidade do próprio navio intercepte a paralela à **DMR** desejada, traçada a partir do ponto **m**. Quando houver 2 pontos de interseção, existem 2 soluções. Neste caso, escolheremos, normalmente, a que produzir maior **velocidade relativa**, a fim de reduzir o tempo para interceptação.

Figura 14.73 - Problema nº 11



14.4.5 PLOTAGEM RADAR EM TEMPO REAL

a. Método de solução gráfica sobre a repetidora

Há ocasiões, quando navegando em áreas de denso tráfego marítimo, em que a tela do radar apresenta um grande número de contactos, exigindo uma avaliação rápida da situação, para decidir se será necessário manobrar, alterando o rumo e/ou a velocidade do navio. À noite, ou sob visibilidade restrita, o problema torna-se ainda mais complexo.

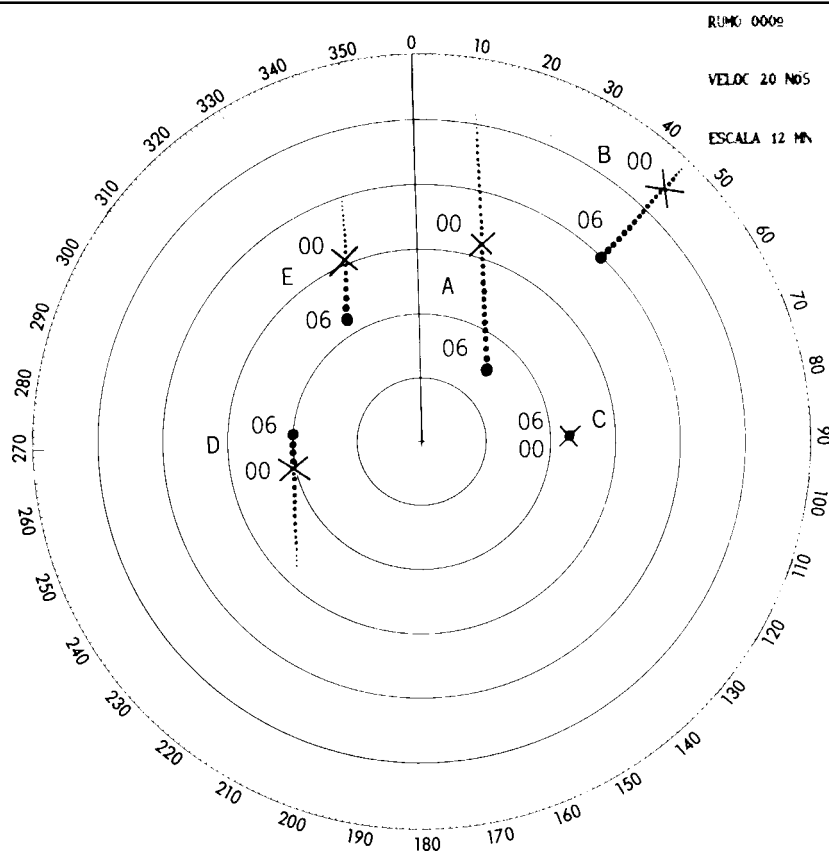
Nessas situações, a solução gráfica dos problemas de movimento relativo diretamente no plotador de reflexão instalado sobre a tela da repetidora é bastante conveniente. Este método rápido é denominado **plotagem radar em tempo real**.

Quando a tela do radar mostra múltiplos contactos, a primeira preocupação na avaliação da situação é verificar as **marcações** dos alvos que se **aproximam**, pois, como sabemos, existe **risco de colisão** quando o movimento relativo de um alvo apresenta **marcação constante e distância diminuindo**. Para determinar se existe risco de colisão pela observação da tela do radar, é essencial que se disponha de uma **apresentação estabilizada** pela agulha giroscópica. Com uma apresentação não estabilizada fica muito difícil essa avaliação (que teria que se basear na marcação relativa dos contactos).

Havendo necessidade de manobrar, o passo seguinte consiste em decidir qual das quatro manobras básicas para evitar colisão (guinar BE, guinar BB, aumentar a velocidade e reduzir, ou parar, as máquinas), ou qual a combinação delas, irá aumentar mais efetivamente a distância de passagem entre o nosso navio e o alvo.

Na Figura 14.74, está mostrada a tela de um radar onde foram marcadas com lápis-cera as posições de **5** alvos (denominados, respectivamente, **A, B, C, D** e **E**), nos minutos 00 e 06. Também foram assinalados na repetidora os **movimentos relativos** dos referidos alvos. Nosso navio está no rumo 000°, velocidade 20 nós. O radar opera com apresentação estabilizada, na escala de 12 milhas, com **2** milhas entre os anéis de distância.

Figura 14.74 -



Observando a imagem radar com as plotagens relativas do alvos e suas posições nos minutos 00 e 06, verifica-se que o contato **C**, a 4.5 milhas no través de BE, está no mesmo rumo e velocidade que o nosso navio (não existe **movimento relativo** entre o nosso navio e o alvo **C**, pois ambos têm o mesmo **movimento verdadeiro**). Se reduzirmos ou aumentarmos a velocidade, ou se guinarmos para BB, o nosso navio imediatamente começará

a aumentar distância para esse contacto. Entretanto, se guinarmos para BE, uma situação de perigo pode surgir, com relação ao contacto **C**.

O contacto **D** rapidamente revela que está no mesmo rumo e com velocidade maior que o nosso navio. Como ele já está avante do nosso través de BB, a única manobra nossa que pode criar uma situação de risco com esse contacto é um aumento de velocidade.

O contacto **A** está no rumo oposto ao nosso (sua DMR é a recíproca da nossa proa). Por comparação com os anéis de distância, verifica-se que sua **distância relativa** percorrida em **6** minutos (entre as posições **00** e **06** do contacto **A**) é de cerca de **4** milhas, o que nos fornece uma **velocidade relativa** (VMR) de 40 nós, indicando que o contacto **A** desenvolve uma velocidade de **20** nós. Seu PMA tem distância de cerca de **2** milhas, o que pode ser obtido prolongando-se sua DMR até o nosso través de BE. Qualquer mudança de velocidade não irá reduzir a distância do PMA, de modo que é seguro, com relação ao contacto **A**, aumentar ou diminuir a velocidade, assim como guinar para BB. Uma guinada para BE, porém, representaria um grande risco, sobretudo por causa da alta VMR (40 nós).

O movimento relativo do contacto **E** indica uma DMR oposta ao nosso rumo. Por comparação com os anéis de distância, verifica-se que a **distância relativa** percorrida pelo contacto **E** em **6** minutos é de aproximadamente **2** milhas, o que nos fornece uma **VMR** de 20 nós. Assim, o movimento relativo do contacto **E** apresenta rumo oposto e uma VMR igual à velocidade do nosso navio, indicando que esse alvo está parado. Seu PMA ocorrerá a cerca de 2 milhas, no nosso través de BB. Desta forma, é seguro, com relação ao contacto **E**, aumentar ou reduzir a velocidade, ou guinar para BE. Uma guinada para BB, entretanto, irá requerer cautela, para não criar uma situação de risco.

O contacto **B** imediatamente revela que está em rumo de colisão conosco, pois sua marcação permanece constante, enquanto a distância diminui com rapidez. Ademais, a alta **velocidade relativa** (VMR de cerca de **30** nós), que pode ser estimada com base na distância entre as posições dos minutos 00 e 06, aumenta a nossa preocupação (o intervalo de tempo até o ponto de colisão será de 16 minutos). Uma redução na nossa velocidade (ou parar as máquinas) fará com que o contacto **B** cruze a nossa proa com segurança (se o nosso navio reduz a velocidade, ou pára, qualquer movimento relativo observado no PPI do radar gira para vante, isto é, para a direção da proa, não importa onde esteja).

Assim, verificamos que basta uma redução da nossa velocidade (ou parar as máquinas temporariamente) para safarmos todos os cinco contactos. Após **B** cruzar a nossa proa, voltaremos à velocidade anterior.

Se, por alguma razão, não pudermos variar a velocidade, restam-nos duas alternativas: guinar BE ou guinar BB.

Qualquer guinada para BE só deveria ser considerada após o alvo **A** passar pelo nosso través (PMA, na distância de cerca de 2 milhas). A guinada deveria ser franca (pelo menos de 60°), para não criar uma situação de risco com o alvo **C**, que, como vimos, está no mesmo rumo e velocidade que o nosso navio. Esta guinada faria com que o contacto **B** passasse safo por nosso BB.

Com uma guinada para BB (de cerca de 50°), o alvo **B** cruzaria a nossa popa, porém levaria um tempo muito grande para ficar safo, pois a velocidade do seu movimento relativo seria reduzida. Outro complicador para uma guinada para BB é, conforme já mencionado, o contacto **E** (que está parado). A guinada deve ser tal que o referido contacto fique com segurança por nosso BE.

A situação mostrada na Figura 14.74 não é, contudo, ruim. Uma redução de velocidade, como vimos, resolveria completamente o problema. Desta forma, pelo estudo do PPI e o traçado da plotagem relativa dos alvos sobre a própria repetidora, pode-se evitar contactos múltiplos, sem a necessidade de determinar, através da solução na Rosa de Manobras, os seus rumos verdadeiros e velocidades.

A Figura 14.75 mostra outra situação do uso do radar para evitar múltiplos contactos, sem primeiro determinar os rumos verdadeiros e velocidades dos mesmos. Na situação ilustrada, o nosso navio está no rumo 000°, velocidade de 20 nós, apresentação radar estabilizada, na escala de 12 milhas, com 2 milhas entre os anéis de distância. Três contactos **A**, **B** e **C** são observados e plotados diretamente sobre o PPI ou plotador de reflexão. A

- deslocar, em seguida, a posição inicial dos contactos **A**, **B**, e **C** (isto é, a posição de 1000 horas) na mesma direção e distância que a linha tracejada **rr¹**; designe cada uma das posições obtidas de **r¹**;

a nova **direção do movimento relativo** de cada contacto será obtida conectando as posições deslocadas com as posições finais dos contactos (isto é, as posições de 1006).

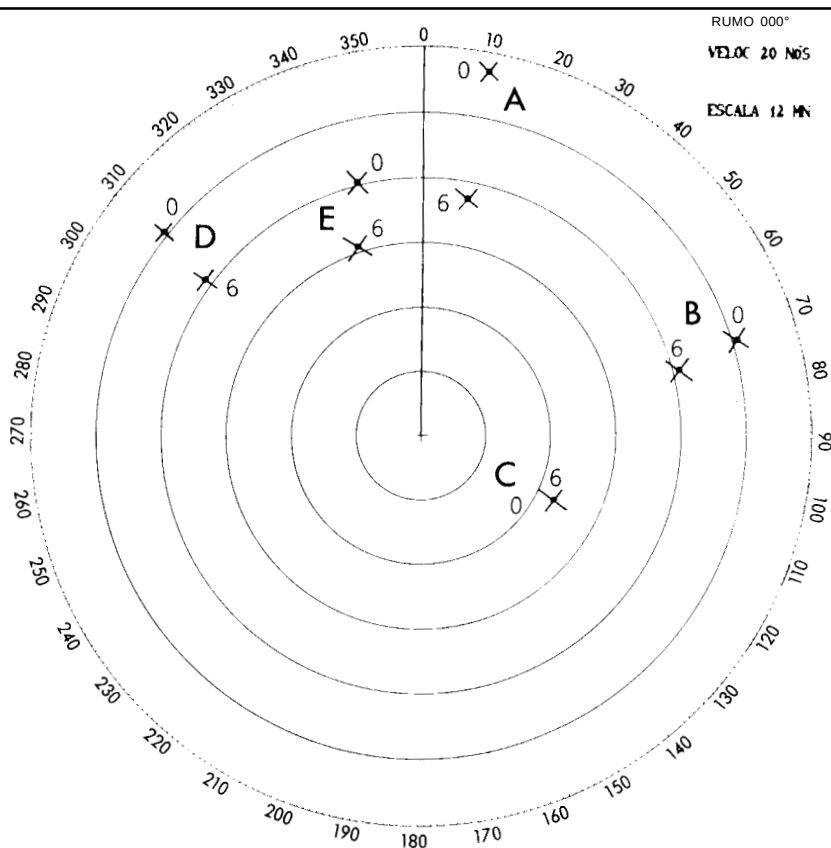
Assim, verifica-se que, com a mudança do rumo para 065°, o contacto **A**, que estava em **rumo de colisão**, passará safo do nosso navio, assim como os contactos **B** e **C**.

Os exercícios que se seguem destinam-se a testar e aprimorar a prática de plotagem radar em tempo real.

Exercícios

- Na situação ilustrada na Figura 14.76, seu navio está no rumo 000°, velocidade de 20 nós. O radar, com apresentação estabilizada pela agulha giroscópica, está na escala de 12 milhas, com 2 milhas entre os anéis de distância. A Figura mostra a posição de 5 alvos (**A**, **B**, **C**, **D** e **E**), nos minutos 00 e 06.

Figura 14.76 - Exercício nº 1



Questões:

- Qual o alvo que está em **rumo de colisão** com o seu navio?
(A) (B) (C) (D) (E)
- Qual o alvo que começaria a aumentar distância se o seu navio guinasse para bombordo?
(A) (B) (C) (D) (E)

3. Qual o alvo cuja DMR (direção do movimento relativo) mudará 30° para a direita, se o seu navio guinar 30° para boreste?
- (A) (B) (C) (D) (E)
4. Qual o alvo cuja DMR (direção do movimento relativo) giraria para a esquerda se o seu navio guinasse para boreste?
- (A) (B) (C) (D) (E) (Nenhum)
5. Qual o alvo que teria uma DMR (direção do movimento relativo) de 285° se o seu navio guinar 30° para BE (para o rumo 030°)?
- (A) (B) (C) (D) (E)
6. Quais os alvos que mudarão mais seus DMR e PMA se o seu navio reduzir a velocidade para 10 nós?
- (A) e (E) (C) e (E) (B) e (D) (A) e (C)
7. Que alvo passará mais próximo do seu navio se este guinar BE para 050° no minuto 06?
- (A) (B) (C) (D) (E)
8. Qual o alvo que tem a menor **velocidade verdadeira**, podendo, até mesmo, estar parado?
- (A) (B) (C) (D) (E)
9. Se o seu navio guinar BB para 315° no minuto 06, todos os alvos terão um PMA de pelo menos 1 milha?
- (SIM) (NÃO)
10. Uma guinada para BE, para o rumo 045°, no minuto 06, iria fazer com que todos os alvos tivessem um PMA de pelo menos 2 milhas?
- (SIM) (NÃO)

Respostas: 1–(A); 2–(C); 3–(E); 4–(NENHUM); 5–(C); 6– (B) e (D); 7–(C); 8–(E); 9–(SIM); 10–(NÃO).

2. Na situação ilustrada na Figura 14.77, seu navio está no rumo 000°, velocidade de 20 nós. O radar, com apresentação estabilizada, na escala de **12** milhas (2 milhas entre os anéis de distância), apresenta **5** alvos (**A, B, C, D e E**), cujas posições nos minutos 00 e 06 são indicadas na Figura.

Questões:

1. Qual o contacto que poderia ser uma bóia?
- (A) (B) (C) (D) (E)
2. Qual o contacto que está no mesmo rumo que seu navio?
- (A) (B) (C) (D) (E)
3. Qual o alvo que está no rumo oeste e com uma velocidade um pouco maior que a nossa?
- (A) (B) (C) (D) (E)

4. Quais os alvos que passarão ao norte da bóia?

(A) e (D) (A) e (B) (B) e (C) (B) e (D)
5. Qual o alvo que está em rumo de colisão com o nosso navio?

(A) (B) (C) (D) (E)
6. Qual o alvo que, logo à primeira vista, verifica-se que está com velocidade menor que o nosso navio?

(A) (B) (C) (D) (E)
7. Se o nosso navio parar máquinas no minuto 06, qual o alvo que começará a aumentar distância?

(A) (B) (C) (D) (E)
8. Qual o alvo que terá a maior **velocidade relativa** (VMR) se o seu navio guinar BE para 045° no minuto 06?

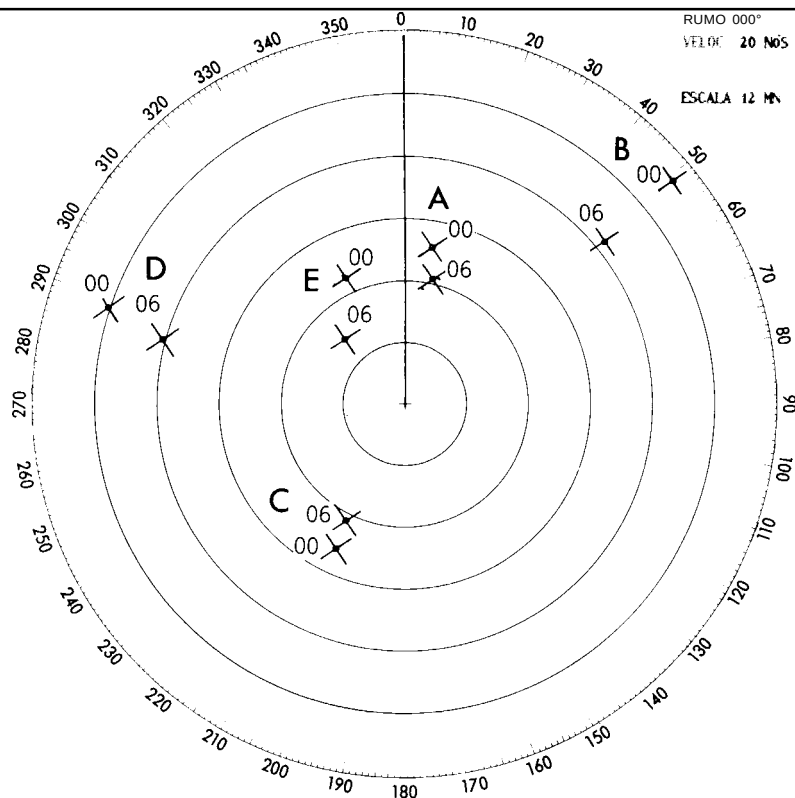
(A) (B) (C) (D) (E)
9. Entre os rumos abaixo, indicar em qual o seu navio deveria governar, se você decidisse guinar para BB no minuto 06, a fim de que o alvo **C** passasse na sua popa, à maior distância.

350° 340° 320° 290° 270°
10. Qual o alvo cuja direção do movimento relativo (DMR) girará para a esquerda, se o seu navio guinar para BE no minuto 06?

(A) (B) (C) (D) (E)

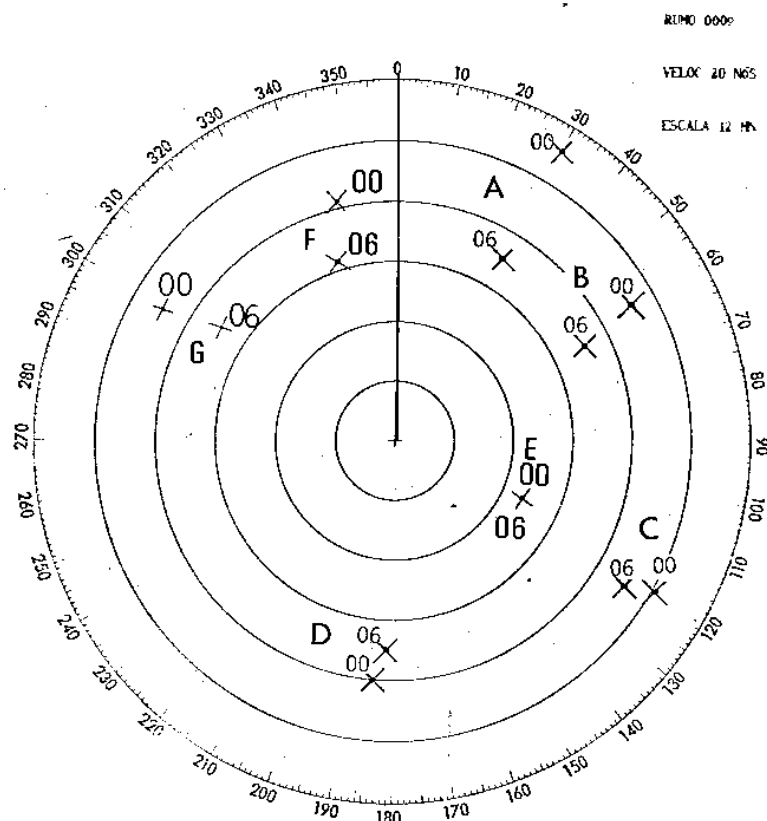
Respostas: 1–(E); 2–(A); 3–(B); 4–(B) e (D); 5–(B); 6–(A); 7–(A); 8–(B); 9–(320°); 10–(C).

Figura 14.77 - Exercício 2



3. Na situação ilustrada na Figura 14.78, seu navio está no rumo 000°, velocidade 20 nós. O radar, com apresentação estabilizada, está na escala de **12** milhas, com **2** milhas entre anéis de distância. A Figura mostra as posições de **7** alvos (**A, B, C, D, E, F** e **G**) nos minutos 00 e 06.

Figura 14-78 - Exercício 3



Questões:

1. Qual o alvo que tem a menor **velocidade verdadeira**?

(A) (B) (C) (D) (E) (F) (G)

2. Qual o alvo que está em rumo de colisão com o nosso navio?

(A) (B) (C) (D) (E) (F) (G)

3. Qual o alvo que está no mesmo rumo e velocidade que o nosso navio?

(A) (B) (C) (D) (E) (F) (G)

4. A que distância o alvo **G** cortará nossa proa?

(2') (1') (3') (4')

5. Qual o alvo que se pode afirmar, logo à primeira vista, que está com velocidade superior à do nosso navio?

(A) (B) (C) (D) (E) (F) (G)

6. Qual a DMR e a VMR do alvo **C**?

100°/20 nós 280°/20 nós 100°/10 nós 280°/10 nós

7. Que alvo poderia ser uma bóia?

(A) (B) (C) (D) (E) (F) (G)

8. Se o alvo **E** aumentar a velocidade, sua DMR será de:

090° 270° 180° 000°

9. Qual a distância do PMA do alvo **B**?

(2') (1') (3') (4')

10. Se o alvo **A** reduzir sua velocidade para 10 nós no minuto 06, ele irá:

1. Cortar sua proa, com um PMA maior que 2 milhas;
2. Passar pelo seu BB, com um PMA maior que 2 milhas;
3. Passar pelo seu BE, com um PMA maior que 2 milhas;
4. Passar pelo seu BE, com um PMA menor que 2 milhas;

Respostas: 1–(F); 2–(A); 3–(E); 4–(2'); 5–(D); 6–280°/10 nós; 7–(F); 8–(000°); 9–(2'); 10–(4).

14.4.6 SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE RADAR ANTI-COLISÃO

Recentemente foram desenvolvidos sistemas radar com acompanhamento e processamento automático de contactos, que resolvem os problemas de cinemática que interessam à segurança da navegação, fornecendo ao Oficial de Quarto as indicações necessárias para manobrar a fim de evitar colisões, ou podendo, até mesmo, nos sistemas integrados mais avançados, comandar o giro-piloto e/ou as máquinas, alterando o rumo e/ou a velocidade do navio.

Os sistemas automáticos, genericamente denominados de **ARPA** (“**AUTOMATIC RADAR PLOTTING AIDS**”) destinam-se a reduzir o tempo requerido para uma plotagem radar manual, sobre a repetidora (no plotador de reflexão) ou na Rosa de Manobra, e para solução dos problemas de movimento relativo. Ademais, contribuem para diminuir os riscos de erros humanos, que foram causadores de inúmeros acidentes no mar.

Normalmente, os sistemas automáticos fornecem rumo verdadeiro, velocidade e elementos do PMA (distância e hora) dos alvos detectados, além de possuírem alarme áudio e visual para indicar contactos que estejam em rumo de colisão com o nosso navio.

Além disso, os elementos do alvo são calculados logo que o mesmo é detectado pelo radar, independentemente da escala de distância ajustada no PPI. Se, por exemplo, um contacto é adquirido pelo radar a 17 milhas, o equipamento leva apenas cerca de **2** minutos para computar uma solução completa para o contacto. Estando o PPI na escala de distância de 12 milhas, quando o alvo alcançar esta distância e o seu eco passar a ser mostrado na tela do radar, ele já terá sido adquirido e acompanhado e seus elementos de rumo, velocidade e PMA já terão sido determinados.

Assim, as vantagens dos sistemas automáticos de radar podem ser resumidas como se segue:

- a. Aquisição e processamento automático de ecos;
- b. Todos os ecos relevantes (em alguns sistemas cerca de 200) serão examinados simultaneamente e seus dados atualizados em cada varredura;
- c. Os ecos mais próximos (até o número de 40 em certos sistemas) serão mostrados, com os seus respectivos vetores;
- d. Os elementos dos ecos (movimento relativo, posição, rumo, velocidade e PMA) são informados instantaneamente;
- e. Os sistemas possuem **alarme de risco de colisão**, baseado na distância do PMA selecionada pelo operador e independente da escala de distância ajustada no PPI;
- f. Eliminação do erro humano nas tarefas mecânicas de plotagem do movimento relativo e cálculo dos elementos do alvo;
- g. Provê ao navegante mais tempo para manobrar, além de indicar os resultados de diversas manobras imaginadas.

Entretanto, sendo sistemas complexos, são sujeitos a falhas. É necessário combater a tendência que têm certos operadores de aceitarem as informações de tão sofisticado aparelho sem qualquer contestação. Como qualquer tipo de radar, os sistemas automáticos podem dar indicações falsas, deixar de detectar ecos, etc. Deste modo, embora um aparelho baseado em computador possa aumentar o nível de conhecimento da situação, ele não dispensa uma avaliação constante, completada por uma vigilância visual permanente, a fim de que se consiga usar todas as informações para obter a saída ótima de uma situação complexa.

14.5 APRESENTAÇÃO EM MOVIMENTO VERDADEIRO

Com a difusão crescente de equipamentos radar que operam em movimento verdadeiro, sua utilização em navegação em águas restritas vem sendo avaliada e parece oferecer maiores atrativos. Entretanto, as limitações da apresentação em movimento verdadeiro devem ser reconhecidas:

- alvos em rumo de colisão não são facilmente percebidos, a não ser aqueles justamente pela proa ou pela popa;
- ocorrem interrupções inevitáveis no controle e avaliação da apresentação radar, toda vez que o navio alcança a extremidade do PPI e tem que ser reposicionado; e
- é mais difícil a determinação precisa da correção para compensar os efeitos de corrente e vento.

A vantagem é de não se ter o movimento aparente de alvos parados, o que facilita o reconhecimento de bóias e navios fundeados.

Até que maior experiência seja adquirida e normas estabelecidas, as seguintes sugestões podem ser apresentadas:

- a apresentação em movimento verdadeiro é adequada para canais estreitos e longos, onde não exista um tráfego intenso de navios e no qual o importante é o reconhecimento de bóias;
- o reposicionamento do navio deve ser cuidadosamente planejado e executado após o navio estar numa pernada e com posição radar na carta; desse modo, evitar-se-á uma condução errada da navegação, durante o período de interrupção;
- o reposicionamento do navio não deverá ser deixado para o último instante, pois poderá haver coincidência com situações perigosas, que requeiram maior cuidado e acompanhamento;
- uma estreita ligação com o controlador de alvos de superfície deve ser mantida, pois a navegação não poderá manter a atenção presa a todo o tráfego de navios, e não dispõe de tempo para determinar os PMA;
- para evitar confusão, não devem ser utilizadas duas repetidoras, uma em movimento verdadeiro e outra em relativo; e
- é um engano pensar que a navegação em águas restritas com apresentação em movimento verdadeiro possa ser efetuada com segurança, sem se possuir a devida prática em movimento relativo.

14.6 SUMÁRIO DO CAPÍTULO

O radar é uma ferramenta extremamente importante para a navegação costeira e em águas restritas. É o único instrumento geralmente disponível que tem a capacidade de prover linhas de posição (LDP) precisas, mesmo em condições de visibilidade restrita ou durante os períodos de escuridão. As principais vantagens do radar, sob o ponto de vista da navegação, podem ser resumidas como se segue:

- a. o radar pode ser utilizado à noite ou durante períodos de visibilidade restrita, quando os métodos visuais de navegação são limitados ou de uso impossível;
- b. o radar permite, normalmente, a obtenção rápida e precisa de posições;
- c. com o radar é possível, embora não seja recomendado, obter uma posição com apenas um ponto de apoio, através da medição da marcação e da distância-radar ao ponto;
- d. o radar pode ser usado a maiores distâncias da costa do que a maioria dos outros métodos empregados na navegação costeira (e em águas restritas); e
- e. o radar pode ser usado para detectar, localizar e acompanhar outros navios, tempestades (furacões, tufões e ciclones) e demais perturbações atmosféricas.

Tal como outros equipamentos sofisticados, o radar também tem suas limitações para uso na navegação. Entre as mais importantes, estão as seguintes:

- a. é um instrumento eletrônico complexo, dependente de uma fonte de alimentação e sujeito a falhas e avarias;
- b. apresenta menor precisão que determinados métodos de navegação. Por exemplo, as marcações visuais são normalmente mais precisas;
- c. a interpretação da imagem radar é, às vezes, difícil, mesmo para um operador experiente;
- d. o alcance mínimo do radar é uma limitação ao seu emprego. A reverberação devida ao retorno do mar torna difícil a detecção de pequenos alvos próximos ao navio; e
- e. o radar é susceptível a interferências, naturais ou deliberadas (bloqueio).

No que se refere ao seu uso como meio para evitar colisões no mar, vimos a importância e o valor das informações fornecidas pelo radar, em especial durante condições de visibilidade restrita, ou em períodos de escuridão.

Resta acrescentar que, quando um navio, em ocasião de baixa visibilidade, verificar que está em rumo de colisão com outro que detectou pelo radar, deve manobrar sempre com ampla antecedência, pois, ao contrário do que sucede no contacto visual, em que o avistamento é recíproco, na detecção pelo radar não há garantia de existir essa reciprocidade.

Enfim, embora o radar não seja uma panacéia, seu uso inteligente, tanto na navegação costeira ou em águas restritas, como para evitar colisões no mar, em muito auxiliará o navegante a conduzir com segurança o seu navio.

15

REGULAMENTO INTERNACIONAL PARA EVITAR ABALROAMENTOS NO MAR

15.1 INTRODUÇÃO

Este Capítulo destina-se a orientar o estudo do Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar (**RIPEAM – 72**), incorporando as emendas de 1981, constituindo-se em uma espécie de “tradução”, para uma linguagem mais acessível, das regras estabelecidas no Regulamento. Embora todo o **RIPEAM** seja discutido neste Capítulo, o navegante deverá, também, estudar o texto completo das regras, constante da publicação **Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar**, editada pela Diretoria de Portos e Costas do Ministério da Marinha.

15.2 DEFINIÇÕES; APLICAÇÃO DAS REGRAS

Para compreender totalmente as regras é importante conhecer o significado dos seguintes termos:

1. A palavra **embarcação** para o **RIPEAM** designa qualquer engenho ou aparelho, inclusive **veículos sem calado** (tais como os que se deslocam sobre colchões de ar) e **hidroaviões**, usados ou capazes de serem usados como meio de transporte sobre a água.
2. O termo **embarcação de propulsão mecânica** designa qualquer embarcação movimentada por meio de máquinas ou motores.
3. O termo **embarcação a vela** designa qualquer embarcação sob vela, sendo propelida apenas pela força do vento, ou seja, com a máquina de propulsão, se houver, não sendo utilizada.
4. O termo **em movimento** se aplica a todas as embarcações que não se encontram fundeadas, amarradas à terra ou encalhadas.

As definições de termos tais como **embarcação sem governo**, **embarcação com capacidade de manobra restrita**, **embarcação restrita devido ao seu calado** e **em-**

barcação engajada na pesca, serão abordadas nas partes deste Capítulo onde estas embarcações são estudadas.

As regras do **RIPEAM** aplicam-se a todas as embarcações em mar aberto e em todas as águas a este ligadas, **navegáveis por navios de alto mar**.

O segundo ponto é especialmente importante, pois o **RIPEAM** é normalmente associado apenas com o mar aberto. Na realidade, entretanto, há muitos rios, águas interiores e portos aos quais se aplicam as regras do RIPEAM, por que são navegáveis por embarcações de alto mar e, ainda, estão ligados ao mar aberto. Por outro lado, há países, como os Estados Unidos, que adotam um conjunto de regras locais (“inland rules”), que se aplicam às águas interiores, situadas por dentro de uma **linha de demarcação**, que divide as águas reguladas pelo **RIPEAM** das águas regidas pelas regras locais acima citadas.

O Brasil adota um conjunto de **Regras Especiais Complementares ao RIPEAM/72**, para uso nas nossas águas interiores (rios, lagos, lagoas e canais em que ambas as margens estão em território nacional). Os aspectos principais de tais regras serão mencionados ao final deste Capítulo.

15.3 LUZES E MARCAS

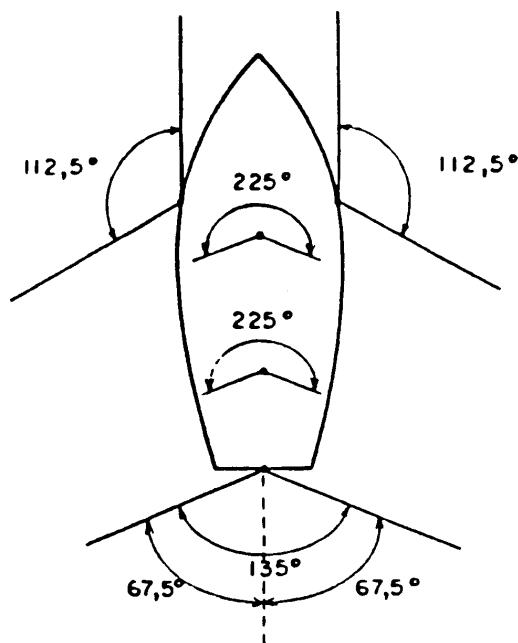
a. É IMPORTANTE ASSINALAR AS SEGUINTE REGRAS, QUE SE APLICAM ÀS LUZES E MARCAS:

1. As **luzes** devem ser exibidas **do por ao nascer do Sol** e em **períodos de visibilidade restrita**. Durante estes períodos, não devem ser exibidas outras luzes que possam perturbar a identificação, por parte de outro navio, das luzes especificadas no **RIPEAM**.
2. As regras referentes às **marcas** se aplicam ao **período diurno**.

b. SETORES DE VISIBILIDADE DAS LUZES PADRÕES DE NAVEGAÇÃO.

1. **LUZES DE BORDOS** (verde a **boreste** e encarnada a **bombordo**): devem apresentar um setor de visibilidade de 112.5°, desde a proa até 22.5° por ante a ré do través do seu respectivo bordo.
2. **LUZES DE MASTRO**: as luzes brancas contínuas de mastro, situadas sobre a **linha de centro** do navio, devem apresentar um setor de visibilidade de 225°, desde a proa até 22.5° por ante a ré do través em ambos os bordos da embarcação.
3. **LUZ DE ALCANÇADO**: a luz branca contínua de alcançado, situada tão próximo quanto possível da popa, deve ser visível num setor horizontal de 135°, sendo 67.5° para cada bordo, a partir da popa.

Os setores de visibilidade das luzes padrões de navegação são mostrados na Figura



15.1.

Figura 15.1 - Setores de visibilidade das luzes padrões de navegação

c. ALCANCES DAS LUZES PADRÕES DE NAVEGAÇÃO

Os alcances padrões mínimos das luzes de navegação são os que se seguem:

1. Em embarcações de comprimento igual ou superior a **50** metros:

LUZES DE MASTRO	6 milhas
LUZES DE BORDOS	3 milhas
LUZ DE ALCANÇADO	3 milhas

2. Em embarcações de comprimento igual ou superior a **12** metros, porém inferior a **50** metros:

LUZ DE MASTRO	5 milhas (quando o comprimento da embarcação for inferior a 20 m : 3 milhas)
LUZES DE BORDOS	2 milhas
LUZ DE ALCANÇADO	2 milhas

3. Em embarcações de comprimento inferior a **12** metros:

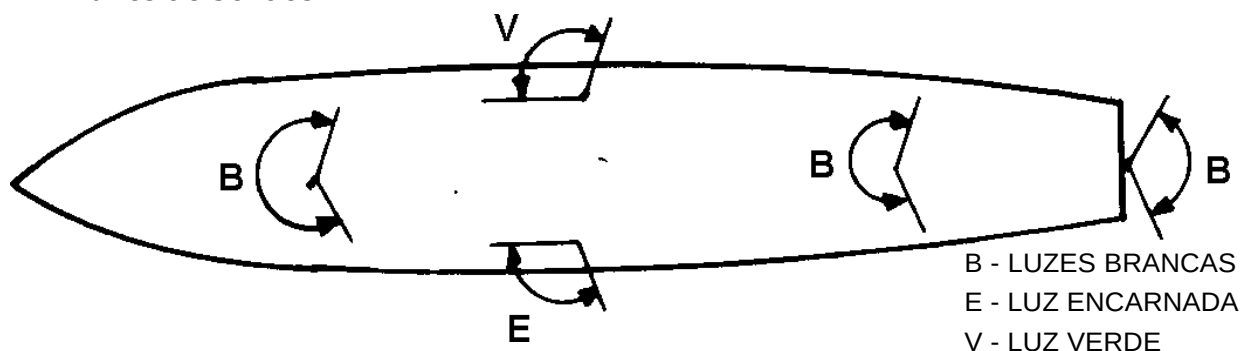
LUZ DE MASTRO	2 milhas
LUZES DE BORDOS	1 milha
LUZ DE ALCANÇADO	2 milhas

d. LUZES E MARCAS PADRÕES DE NAVEGAÇÃO PARA OS DIVERSOS TIPOS DE EMBARCAÇÃO

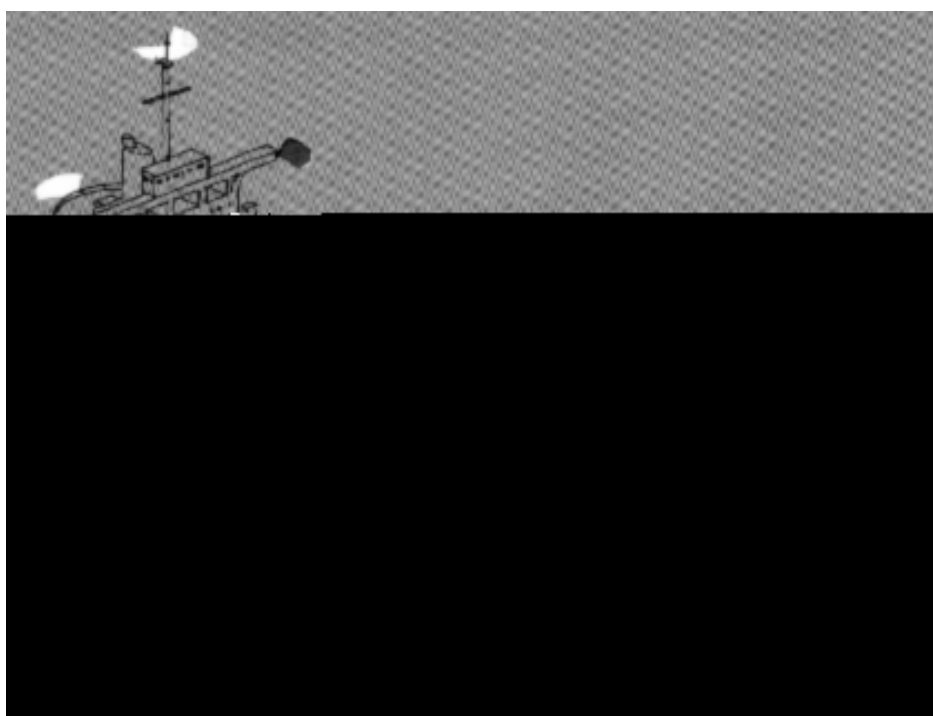
1. EMBARCAÇÃO DE PROPULSÃO MECÂNICA DE COMPRIMENTO IGUAL OU SUPERIOR A 50 METROS:

Em movimento, à noite ou sob visibilidade restrita, deve exibir:

- duas **luzes de mastro** de modo a formar um alinhamento, isto é, sendo a luz de ré mais alta que a de vante,
- **luzes de bordos**



- uma **luz de alcançado**



Estas luzes são mostradas nas Figuras 15.2 e 15.3.

Figura 15.2 -

Figura 15.3 - Embarcação de propulsão mecânica, de comprimento maior que 50 metros em movimento

2. EMBARCAÇÃO DE PROPULSÃO MECÂNICA DE COMPRIMENTO INFERIOR A 50 METROS:

Em movimento, à noite ou sob visibilidade restrita, deve exibir:

- uma **luz de mastro**
- **luzes de bordos**
- uma **luz de alcançado**

Estas luzes são mostradas nas Figuras 15.4 e 15.5(a).

Figura 15.4 - Embarcação de propulsão mecânica, menor do que 50 metros, em movimento

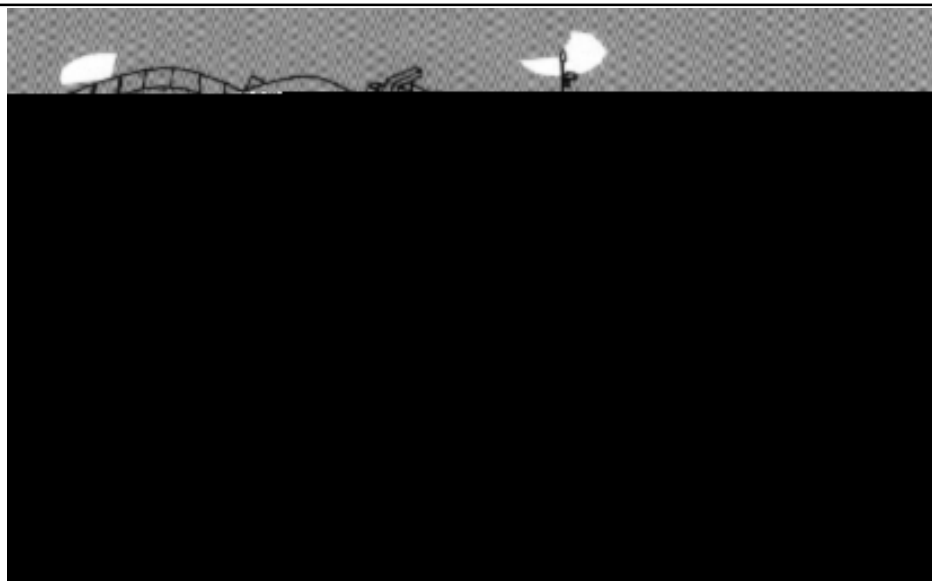


Figura 15.5 (a) - Vista de topo e de bombordo de uma embarcação de propulsão mecânica menor do que 50 metros, em movimento



NOTA: Uma embarcação de propulsão mecânica de comprimento inferior a 50 metros não é obrigada a exibir a segunda **luz de mastro**, mas poderá fazê-lo.

3. OBSERVAÇÕES

- Em embarcações de comprimento inferior a **20** metros, as **luzes de bordos** podem ser combinadas em uma única lanterna instalada sobre a linha de centro da embarcação.

Figura 15.5 (b) -

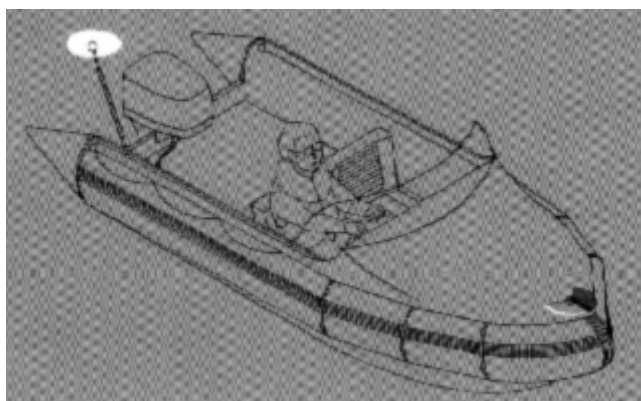


Figura 15.5 (c) -



- Uma embarcação de propulsão mecânica com menos de 12 metros de comprimento, em movimento, pode exibir apenas uma **luz circular branca** (setor de visibilidade de 360°) e **luzes de bordos** – Figura 15.5(b).
- Uma embarcação de propulsão mecânica com menos de 7 metros de comprimento, cuja velocidade máxima não exceda a 7 nós, pode exibir apenas uma **luz circular branca** (Figura 15.5(c)) e deve, se possível, também exibir **luzes de bordos**.

4. EMBARCAÇÕES A VELA EM MOVIMENTO

Uma embarcação a vela em movimento, à noite ou sob visibilidade restrita, deve exibir:

- **luzes de bordos**
- **luz de alcançado**

Figura 15.6 (a) -

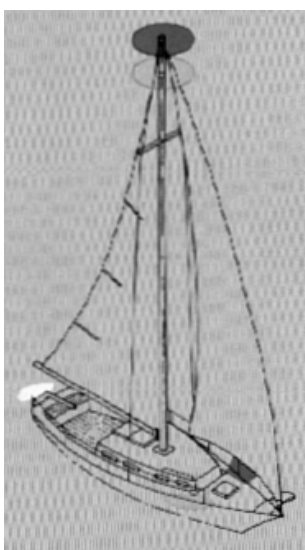
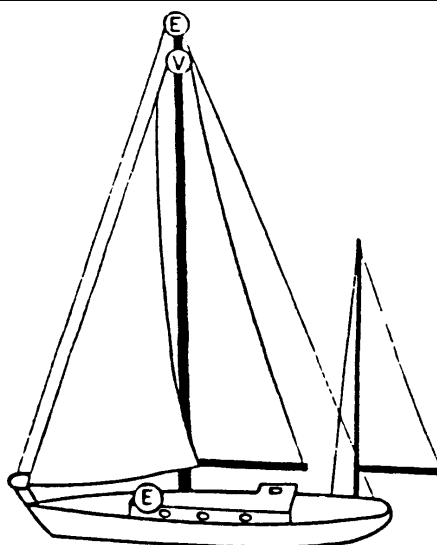
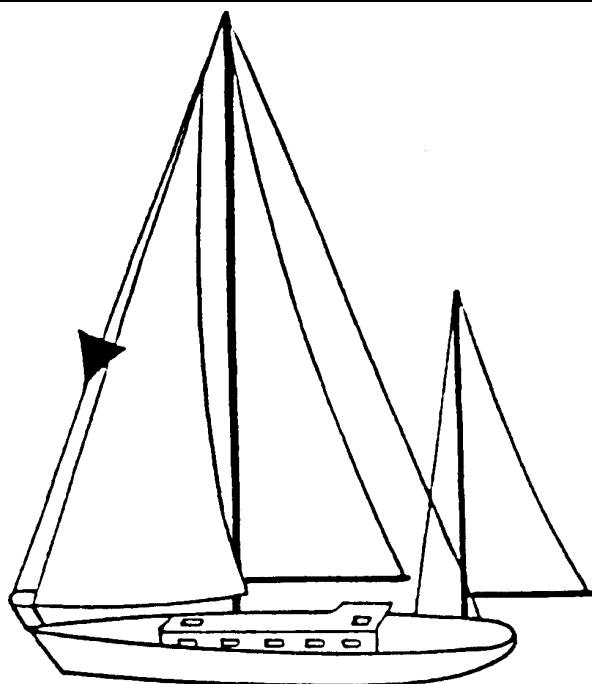


Figura 15.6 (b) -



Além das luzes acima prescritas, uma embarcação a vela em movimento pode exibir,

Figura 15.7 -



como **luzes opcionais**, no tope do mastro ou próximo deste, onde possam ser melhor vistas, **duas luzes circulares dispostas em linha vertical, sendo a superior encarnada e a inferior verde**.

Estas luzes são mostradas nas Figuras 15.6(a) e 15.6(b).

5. EMBARCAÇÃO NAVEGANDO

- Uma embarcação de propulsão mecânica com menos de 12 metros de comprimento, em movimento, pode exibir apenas uma **luz circular branca** (setor de visibilidade de 360°) e **luzes de bordos** – Figura 15.5(b).
- Uma embarcação de propulsão mecânica com menos de 7 metros de comprimento, cuja velocidade máxima não exceda a 7 nós, pode exibir apenas uma **luz circular branca** (Figura 15.5(c)) e deve, se possível, também exibir **luzes de bordos**.

4. EMBARCAÇÕES A VELA EM MOVIMENTO

Uma embarcação a vela em movimento, à noite ou sob visibilidade restrita, deve exibir:

- **luzes de bordos**
- **luz de alcançado**

Figura 15.6 (a) -

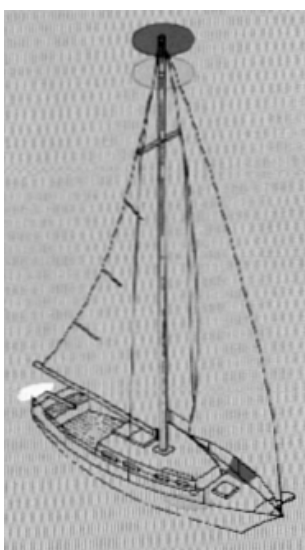
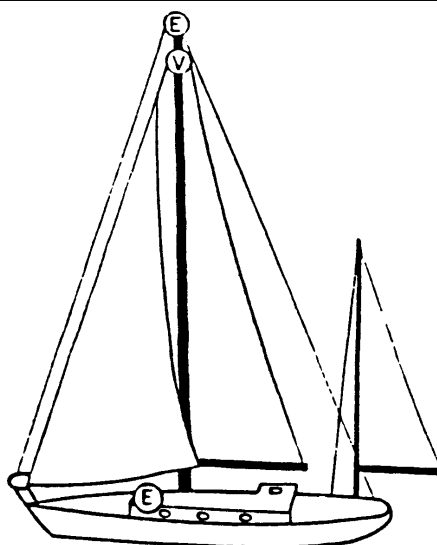
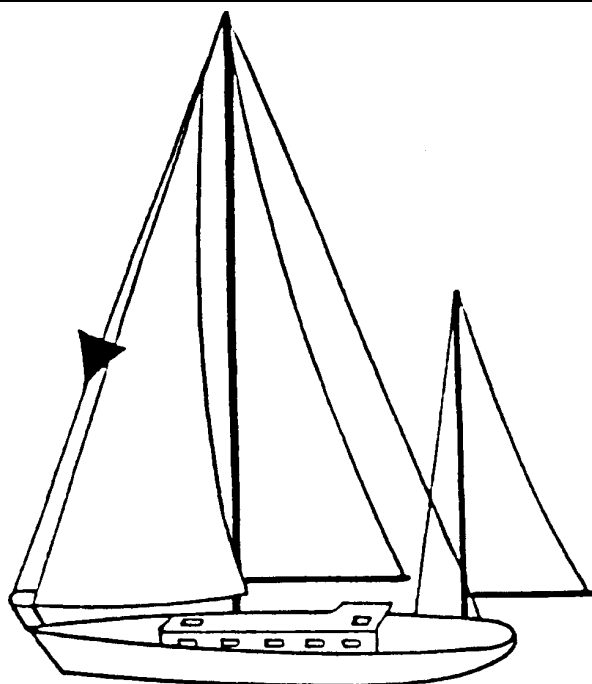


Figura 15.6 (b) -



Além das luzes acima prescritas, uma embarcação a vela em movimento pode exibir,

Figura 15.7 -



como **luzes opcionais**, no tope do mastro ou próximo deste, onde possam ser melhor vistas, **duas luzes circulares dispostas em linha vertical, sendo a superior encarnada e a inferior verde**.

Estas luzes são mostradas nas Figuras 15.6(a) e 15.6(b).

5. EMBARCAÇÃO NAVEGANDO

SOB VELA E MÁQUINA

Uma embarcação navegando a vela, quando também opera propulsão mecânica, deve exibir avante, onde possa ser melhor vista, durante o período diurno, uma marca em forma de cone, de cor preta, com o vértice para baixo, como mostrado na Figura 15.7.

À noite, ou em condição de visibilidade restrita, uma embarcação navegando sob vela e máquina deve exibir as **luzes padrões de navegação** para **embarcações de propulsão mecânica em movimento**.

6. LUZES E MARCAS PARA REBOQUE E EMPURRA

As **luzes e marcas especiais para reboque e empurra** devem ser exibidas apenas quando a embarcação estiver efetivamente engajada nestas operações. Um rebocador ou empurrador quando navegando independentemente deve exibir as luzes padrões de navegação para uma embarcação de propulsão mecânica.

– Uma **embarcação rebocando**, sendo o **comprimento do reboque** (medido a partir da popa do rebocador até a popa da última embarcação rebocada) **inferior a 200 metros**, deve exibir:

- duas **luzes de mastro brancas**, em linha vertical (setores de visibilidade de 225°, sendo 112,5° para cada bordo da proa).
- **luzes de bordos**
- **luz de alcançado**

Figura 15.8 - Embarcação rebocando pela popa, comprimento do reboque menor que 200 metros e comprimento do rebocador menor que 50 metros

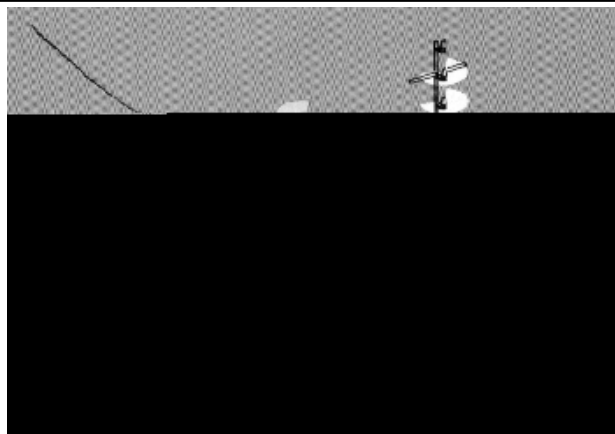
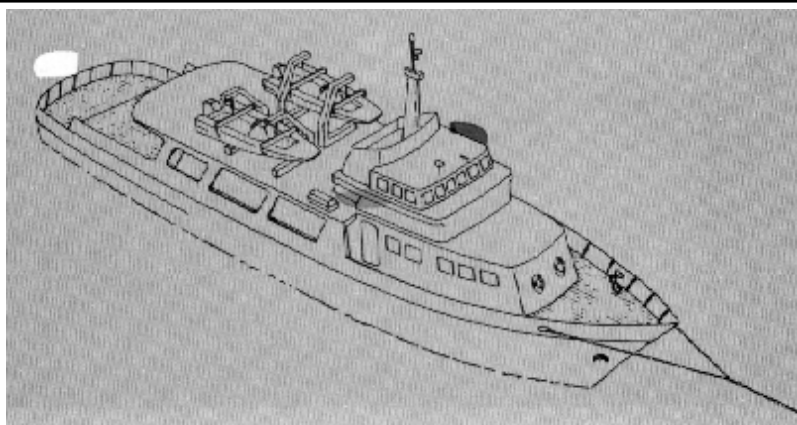


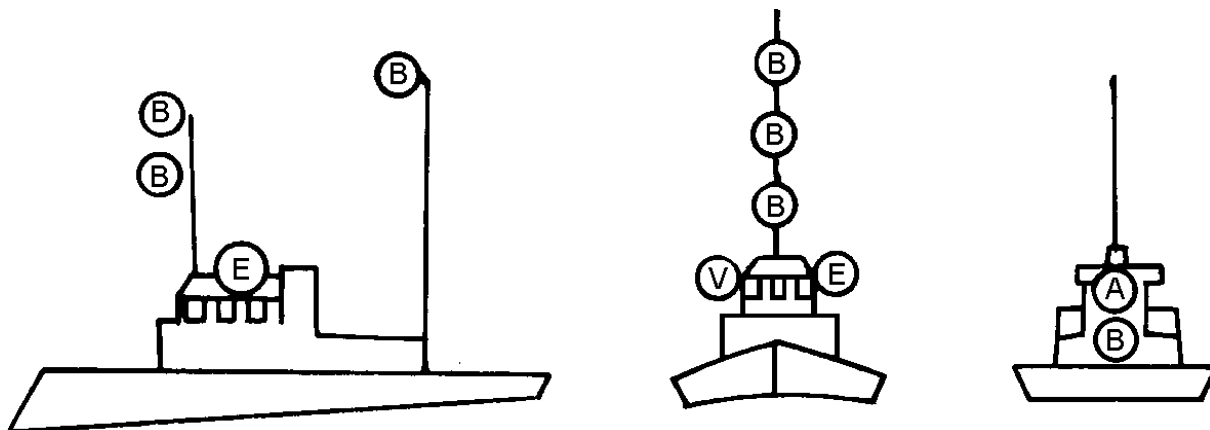
Figura 15.9 - Embarcação rebocada



- **luz de reboque**, de cor **amarela**, com as mesmas características da luz de alcançado (setor de visibilidade de 135° centrado na popa), localizada em linha vertical e acima da **luz de alcançado**.

A embarcação rebocada deve exibir:

- **luzes de bordos**



- **luz de alcançado**

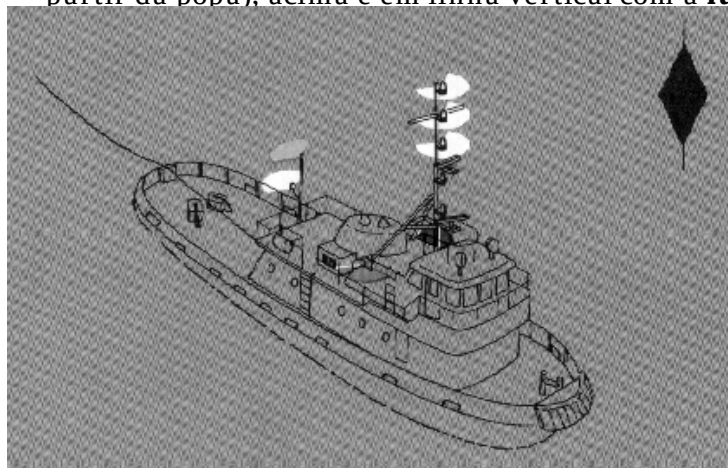
As luzes acima citadas são mostradas nas Figuras 15.8 e 15.9.

Se o comprimento do rebocador for igual ou maior que 50 metros, uma **luz de mastro** adicional deve ser exibida, a ré e mais alta que as duas luzes anteriormente mencionadas, conforme mostrado na Figura 15.10.

Figura 15.10 - Rebocador de comprimento igual ou superior a 50 metros, enbajado em faina de reboque, sendo o comprimento do reboque inferior a 200 metros

Uma **embarcação rebocando**, sendo o **comprimento do reboque superior a 200 metros**, deverá exibir, à noite ou sob visibilidade restrita:

- três **luzes de mastro brancas**, em linha vertical (setores de visibilidade de 225° , sendo 112.5° para cada bordo).
- **luzes de bordos**
- **luz de alcançado**
- **luz de reboque**, amarela, com 135° de setor de visibilidade (67.5° para cada bordo, a partir da popa), acima e em linha vertical com a **luz de alcançado**.



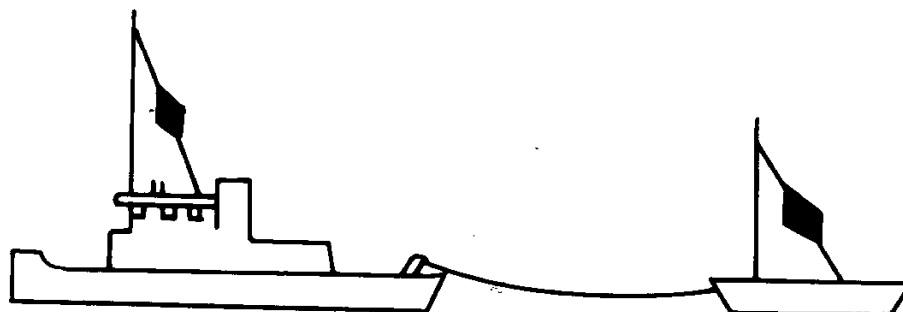
Como no caso anterior, as embarcações rebocadas devem exibir:

- **luzes de bordos**
- **luz de alcançado**

A Figura 15.11 ilustra a situação descrita.

Figura 15.11 - Embarcação (de comprimento menor que 50 metros) rebocando, sendo o comprimento do reboque superior a 200 metros

É importante notar que, se o comprimento do rebocador for igual ou superior a 50 metros, ele deverá exibir uma luz de mastro adicional, a ré e mais alta que as três luzes acima citadas.



Quando o comprimento do reboque for superior a 200 metros, tanto o rebocador quanto as embarcações rebocadas exibirão, durante o dia, uma marca formada por dois cones pretos unidos pelas bases, situada onde melhor possa ser vista, como mostrado nas Figuras 15.11 e 15.12.

Figura 15.12 - Marca diurna exibida pelo rebocador e pelas embarcações rebocadas quando o comprimento do reboque é maior que 200 metros

Embarcação de propulsão mecânica **rebocando a contrabordo:**

À noite ou sob visibilidade restrita deve exibir:

- duas **luzes de mastro brancas**, em linha vertical.

Figura 15.13 (a) - Embarcação de propulsão mecânica, rebocando a contrabordo

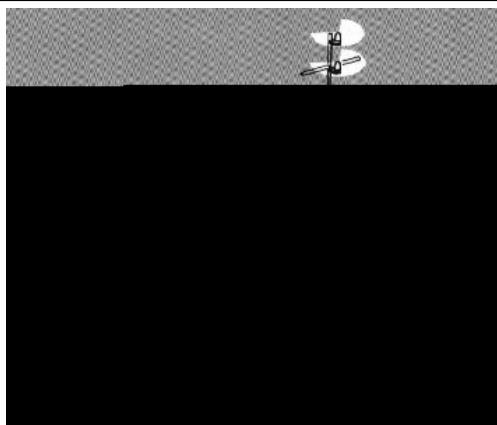


Figura 15.13 (b) - Reboque a contrabordo

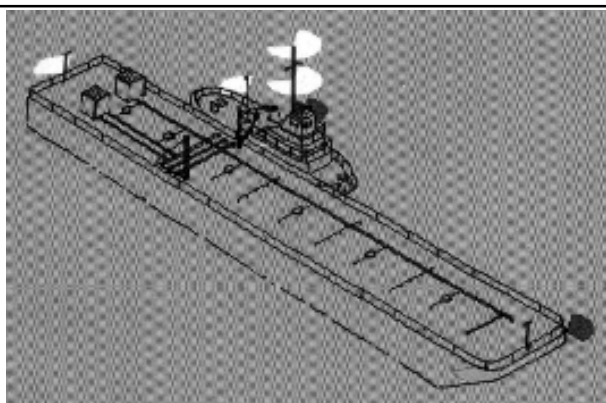
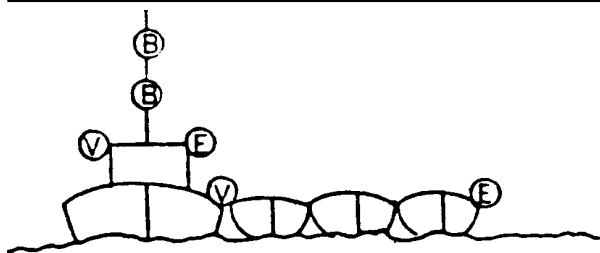


Figura 15.14 -



- luzes de bordos
- luz de alcançado

A embarcação sendo rebocada a contrabordo deve exibir **luzes de bordos** no extremo de vante e **luz de alcançado**.

As Figuras 15.13(a) e 15.13(b) ilustram o reboque a contrabordo.

Um grupo de embarcações rebocadas a contrabordo deve exibir **luzes de navegação** como se fosse uma única embarcação, conforme mostrado na Figura 15.14.

Uma **embarcação empurrando** deve exibir, à noite ou sob visibilidade restrita:

- duas **luzes de mastro** brancas, numa linha vertical
- **luzes de bordos**
- **luz de alcançado**

Se o comprimento do empurrador for igual ou maior que 50 metros, ele deve exibir uma **luz de mastro** adicional, a ré e mais alta que as duas luzes acima citadas.

Figura 15.15 (a) -

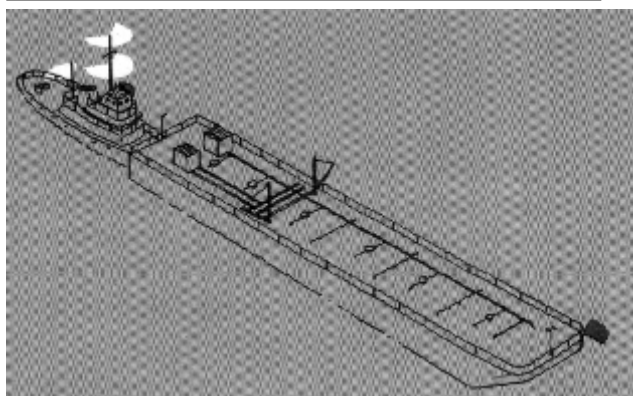
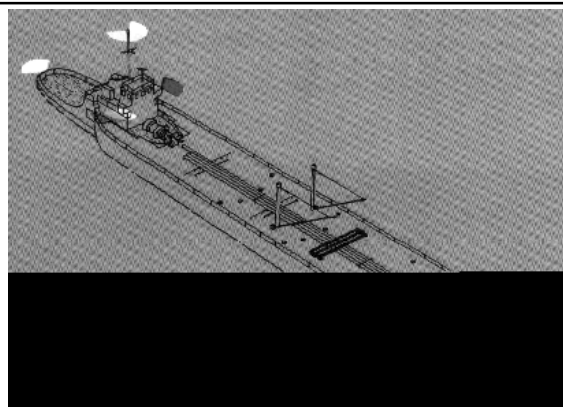


Figura 15.15 (b) -



A **embarcação sendo empurrada** deve exibir apenas **luzes de bordos**, no extremo de vante.

A Figura 15.15(a) ilustra esta situação.

Quando uma **embarcação empurradora** e uma **embarcação empurrada** estão rigidamente ligadas entre si, formando uma unidade integrada e reagindo ao mar como se fosse um só navio, elas devem ser consideradas como uma só embarcação de propulsão mecânica e exibir as luzes padrões para este tipo de embarcação (Figura 15.15(b)).

7. EMBARCAÇÕES ENGAJADAS NA PESCA

Para ser considerada uma **embarcação engajada na pesca**, a embarcação deve estar pescando com “**redes, linhas, redes de arrasto** ou qualquer outro **equipamento de pesca que restrinja sua manobrabilidade**”. Isto não inclui uma embarcação de recreio pescando de corrico ou com outros equipamentos de pesca que não restringem sua manobrabilidade.

As seguintes **regras especiais** aplicam-se às **embarcações engajadas na pesca**:

- **embarcações de propulsão mecânica e embarcações a vela** devem manter-se fora do caminho de **embarcações engajadas na pesca**.

Figura 15.16 (a) - Embarcação maior que 50 metros, engajada na pesca de arrasto, sem seguimento

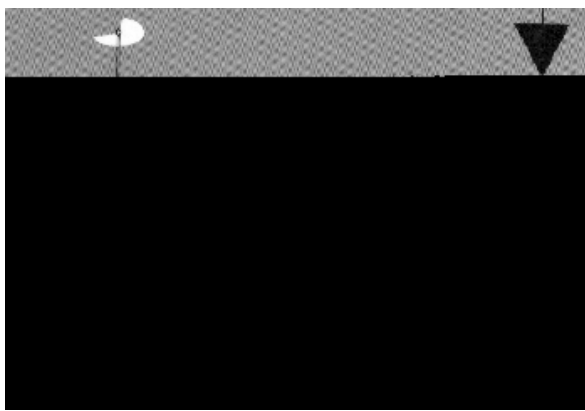
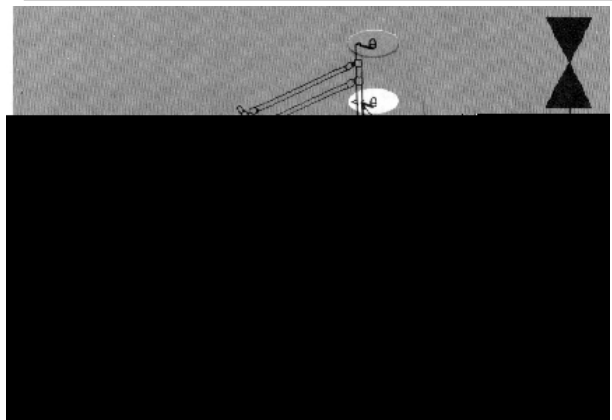


Figura 15.16 (b) - Embarcação menor que 50 metros, engajada na pesca de arrasto, com seguimento



- uma **embarcação engajada na pesca** não deve impedir a passagem de qualquer navio navegando em um **canal estreito** ou seguindo um **esquema de separação de tráfego**.
- uma **embarcação engajada na pesca** fundeada exibe apenas as **luzes de identificação de pesca**, não mostrando as luzes de embarcação fundeada.
- quando **em movimento** uma embarcação engajada na pesca exibe, além das **luzes de identificação de pesca**, as **luzes de bordos** e a **luz de alcançado**.

Figura 15.17 (a) - Embarcação engajada em pesca que não seja de arrasto, sem seguimento

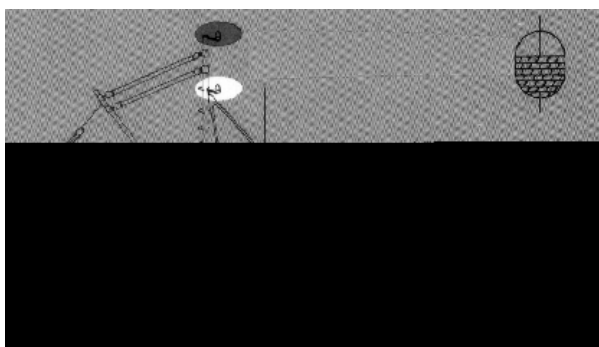
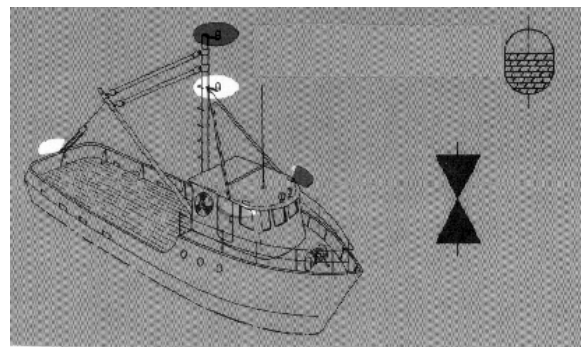


Figura 15.17 (b) - Embarcação engajada em pesca que não seja arrasto, com seguimento



Uma **embarcação engajada na pesca de arrasto**, isto é, arrastando através da água uma rede ou outro dispositivo usado como aparelho de pesca, deve exibir, durante à

7. EMBARCAÇÕES ENGAJADAS NA PESCA

Para ser considerada uma **embarcação engajada na pesca**, a embarcação deve estar pescando com “**redes, linhas, redes de arrasto** ou qualquer outro **equipamento de pesca que restrinja sua manobrabilidade**”. Isto não inclui uma embarcação de recreio pescando de corrico ou com outros equipamentos de pesca que não restringem sua manobrabilidade.

As seguintes **regras especiais** aplicam-se às **embarcações engajadas na pesca**:

- **embarcações de propulsão mecânica e embarcações a vela** devem manter-se fora do caminho de **embarcações engajadas na pesca**.

Figura 15.16 (a) - Embarcação maior que 50 metros, engajada na pesca de arrasto, sem seguimento

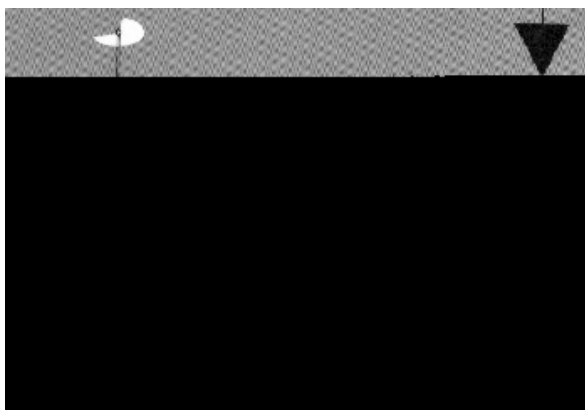
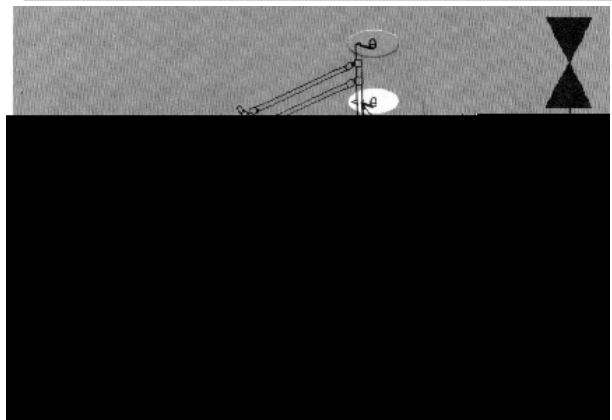


Figura 15.16 (b) - Embarcação menor que 50 metros, engajada na pesca de arrasto, com seguimento



- uma **embarcação engajada na pesca** não deve impedir a passagem de qualquer navio navegando em um **canal estreito** ou seguindo um **esquema de separação de tráfego**.
- uma **embarcação engajada na pesca** fundeada exibe apenas as **luzes de identificação de pesca**, não mostrando as luzes de embarcação fundeada.
- quando **em movimento** uma embarcação engajada na pesca exibe, além das **luzes de identificação de pesca**, as **luzes de bordos** e a **luz de alcançado**.

Figura 15.17 (a) - Embarcação engajada em pesca que não seja de arrasto, sem seguimento

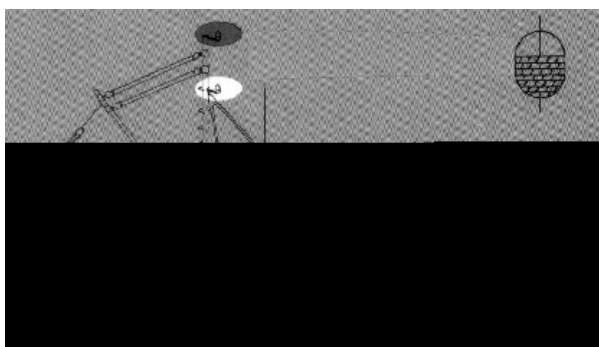
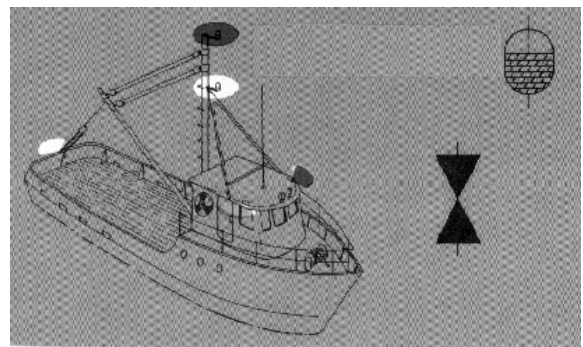


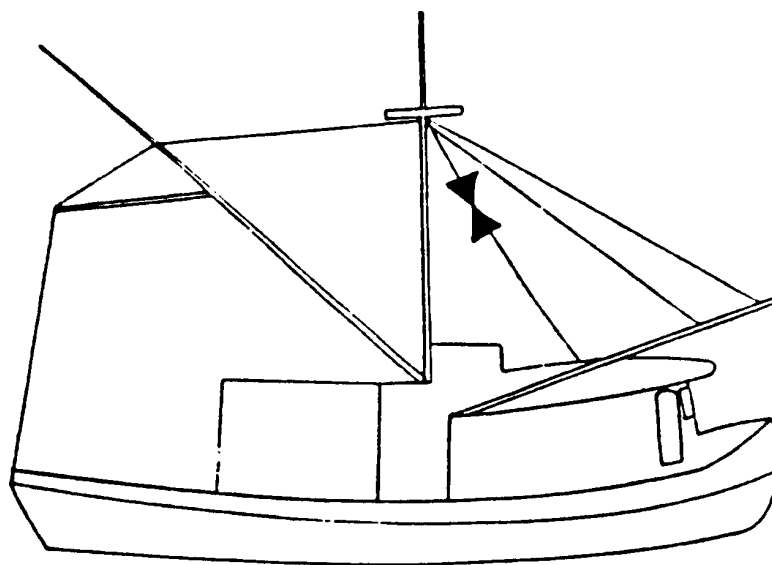
Figura 15.17 (b) - Embarcação engajada em pesca que não seja arrasto, com seguimento



Uma **embarcação engajada na pesca de arrasto**, isto é, arrastando através da água uma rede ou outro dispositivo usado como aparelho de pesca, deve exibir, durante à

noite ou em períodos de visibilidade restrita (Figuras 15.16(a) e 15.16(b)):

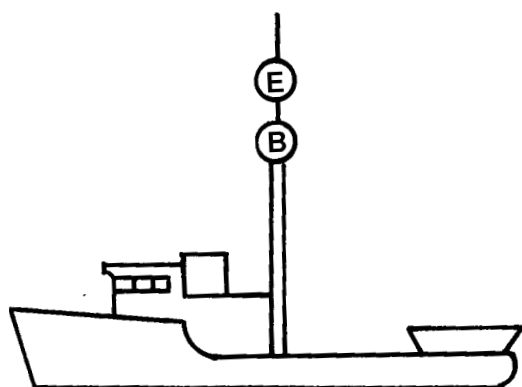
- duas luzes circulares (com setores de visibilidade de 360°) **dispostas em linha vertical**, sendo a superior **verde** e a inferior **branca**.
- quando com seguimento exibirá também **luzes de bordos** e **luz de alcançado**.



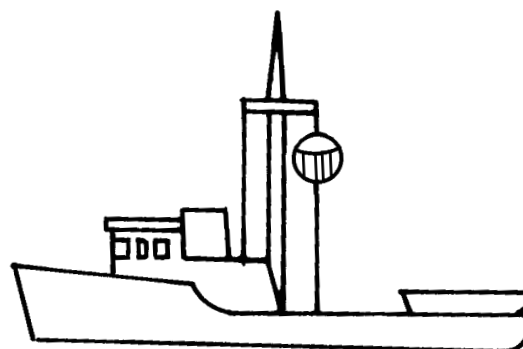
- se maior que 50 metros, a **embarcação engajada na pesca de arrasto** deverá ainda exibir uma **luz de mastro**, por ante a ré e acima da luz verde.

Uma **embarcação engajada em pesca com linha ou rede que não seja de arrasto** deve exibir (Figuras 15.17(a) e 15.17(b)):

- duas **luzes circulares** (com setores de visibilidade de 360°) **dispostas em linha verti-**



(A)



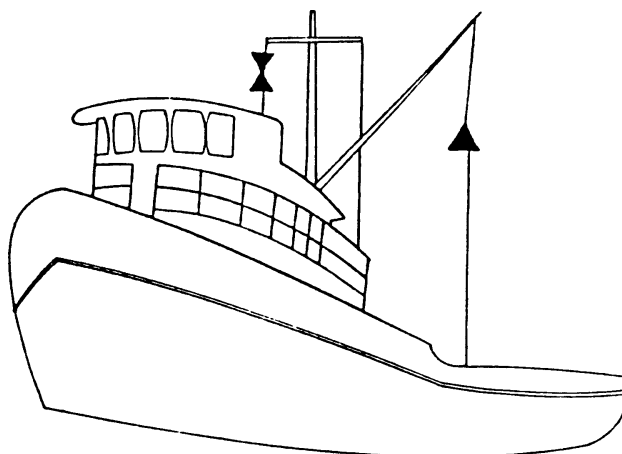
(B)

1. EMBARCAÇÃO ENGAJADA NA PESCA QUE NÃO SEJA DE ARRASTO, SEM SEGUIMENTO OU FUNDEADA (NÃO EXIBE LUZES DE BORDO E LUZ DE ANCANÇADO)
2. EMBARCAÇÃO DE COMPRIMENTO INFERIOR A 20 METROS, ENGAJADA NA PESCA, DURANTE O DIA (EXIBE UM CESTO IÇADO NO MASTRO)

cal, sendo a superior **encarnada** e a inferior **branca**.

- quando com seguimento exibirá ainda **luzes de bordos** e uma **luz de alcançado**.

Figura 15.20 - Embarcação engajada na pesca, com o aparelho se estendendo a mais de 150 metros, medidos horizontalmente a partir da embarcação, exibe a marca padrão para embarcação engajada na pesca e um cone com o vértice para cima, na direção do aparelho



- quando o equipamento de pesca se estender a mais de 150 metros, medidos horizontalmente a partir da embarcação, exibirá ainda uma **luz circular branca**, na direção do aparelho.

Figura 15.18 - Embarcação engajada na pesca (marca diurna)

Uma embarcação engajada na pesca com redes, linhas ou redes de arrasto exibirá **durante o dia** uma **marca** composta por **dois cones pretos unidos por seus vértices**, dispostos na vertical. Uma embarcação de comprimento inferior a 20 metros poderá, em lugar dessa marca, exibir um **cesto içado no mastro** (Figuras 15.18 e 15.19).

Figura 15.19

Quando o equipamento de pesca se estender a mais de 150 metros, medidos horizontalmente a partir da embarcação, a embarcação exibirá, durante o período diurno, um cone com o vértice para cima, na direção do aparelho, além da marca diurna de identificação de embarcação engajada em pesca, como na Figura 15.20.

8. EMBARCAÇÕES COM CAPACIDADE DE MANOBRA RESTRITA

A expressão “**embarcação com capacidade de manobra restrita**” designa uma embarcação que, devido à **natureza de seus serviços**, se encontra restrita em sua capacidade de manobrar como determinado pelo **RIPEAM**, estando, portanto, **incapacitada de se manter fora da rota de outra embarcação**.

A expressão “**embarcação com capacidade de manobra restrita**” inclui os casos abaixo, não se limitando a eles, entretanto:

- embarcações engajadas em serviços de colocação, manutenção ou retirada de sinais de navegação, cabos ou tubulações submarinas;
- embarcações engajadas em serviços de dragagem, levantamentos hidrográficos e oceanográficos ou trabalhos submarinos, incluindo operações com mergulhadores;

- embarcações engajadas em reabastecimento ou transferência de pessoas, provisões ou carga em viagem;
- embarcações engajadas em lançamentos ou recolhimentos de aeronaves;
- embarcações engajadas em operações de remoção de minas;
- embarcações engajadas em operação de reboque, que, por sua natureza, dificilmente permite ao rebocador e a seu reboque desviarem-se do rumo.

Figura 15.21 (a) - Embarcação com capacidade de manobra restrita, sem seguimento

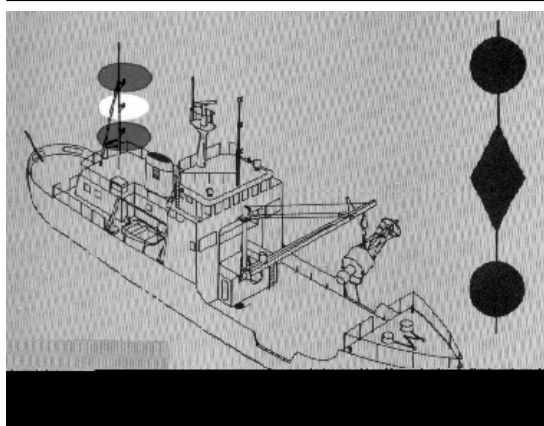
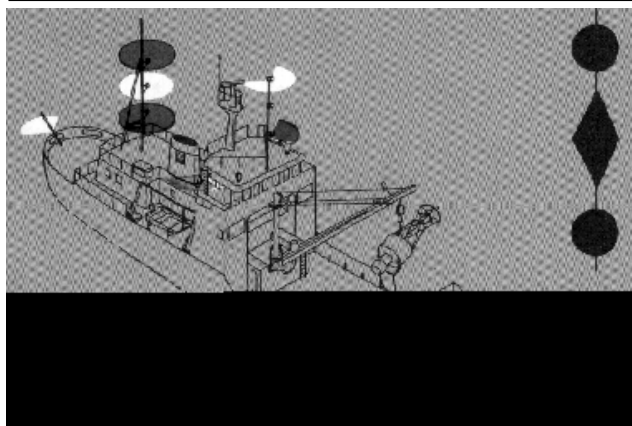


Figura 15.21 (b) - Embarcação com capacidade de manobra restrita, de comprimento menor que 50 metros, com seguimento



- embarcações engajadas em compensação de agulha magnética ou calibragem do radiogoniômetro

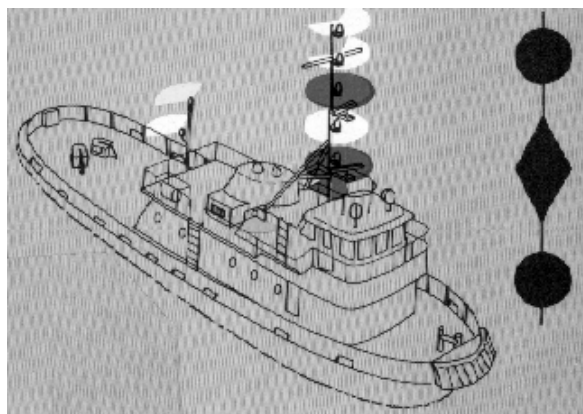
Figura 15.21 (c) - Embarcação com capacidade de manobra restrita, de comprimento inferior a 50 metros, fundeada



Uma embarcação engajada em operações de remoção de minas é considerada embarcação com capacidade de manobra restrita para os propósitos de **regras de manobra**, porém exibe luzes e marcas diferentes das outras categorias de

embarcações com capacidade de manobra restrita, conforme adiante mostrado.

LUZES E MARCAS PARA EMBARCAÇÕES COM CAPACIDADE DE

Figura 15.22 - Embarcação rebocando, incapaz de alterar o rumo do dispositivo

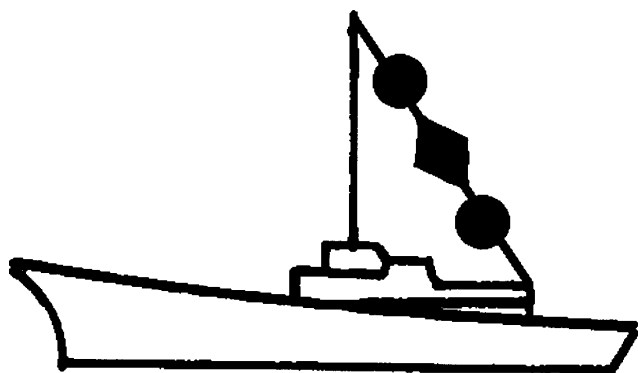
MANOBRA RESTRITA

Quando **sem seguimento**, exibirão (Figura 15.21(a)):

- três luzes circulares dispostas em linha vertical, onde possam ser melhor vistas. As luzes **superior e inferior** deverão ser **encarnadas** e a **do meio branca**.

Quando **com seguimento** as embarcações com capacidade de manobra restrita exibirão ainda (Figura 15.21(b)):

- **luz ou luzes de mastro**

Figura 15.23 - Embarcação engajada em dragagem, com seguimento, com obstrução a boreste e bombordo livre**Figura 15.24 - Embarcação com capacidade de manobra restrita (marca diurna)**

- **luzes de bordos**
- **luz de alcançado**

Quando **fundeadas**, além das luzes de identificação de embarcação com capacidade de manobra restrita, exibirão ainda as luzes para embarcação fundeada, adiante descritas (Figura 15.21 (c)).

Uma embarcação engajada em uma operação de reboque com restrição severa em sua capacidade de alterar o rumo do

dispositivo, deve, além das luzes prescritas para reboque, exibir as luzes de identificação de embarcação com capacidade de manobra restrita (luzes circulares encarnada - branca - encarnada), luzes de bordos e luz de alcançado (Figura 15.22).

Quando uma embarcação está dragando ou engajada em operações submarinas e apresenta uma obstrução, ela deve exibir as seguintes luzes, além das **luzes de identificação**

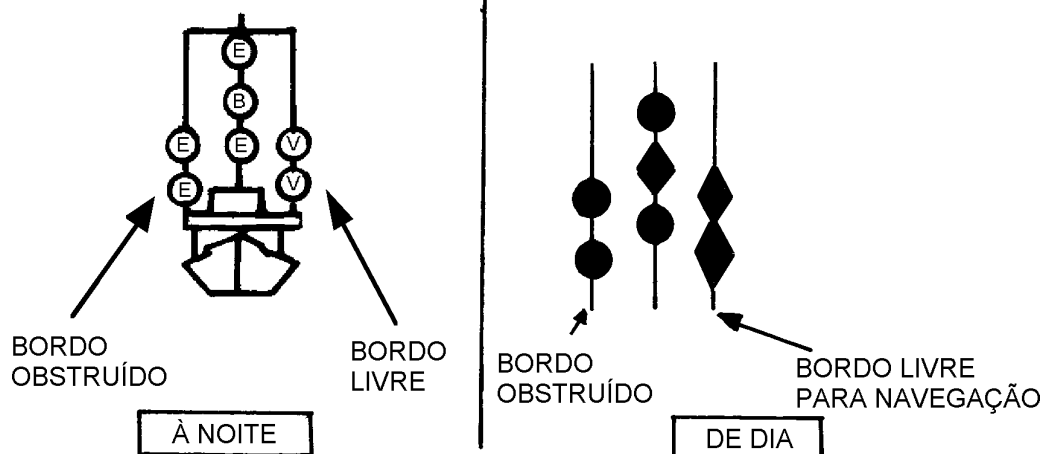
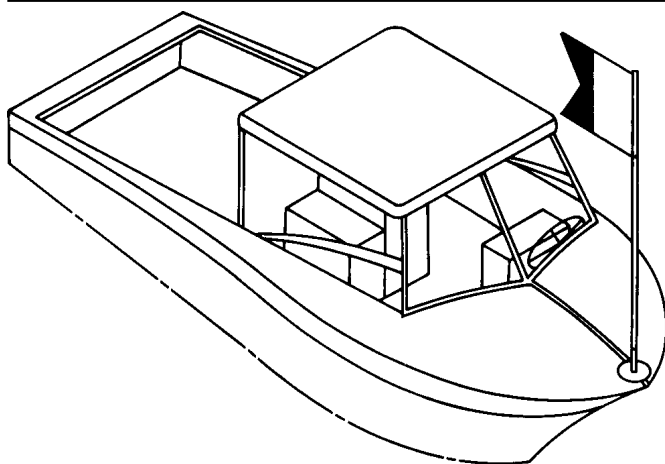


Figura 15.26 - Embarcação miúda engajada em operações com mergulhadores



de embarcação com capacidade de manobra restrita (luzes circulares encarnada - branca - encarnada):

- **duas luzes circulares encarnadas** em linha vertical no bordo no qual existe a obstrução (tais como canalizações de dragagem).
- **duas luzes circulares verdes** em linha vertical no bordo livre para navegação (Figura 15.23).

Marca diurna para embarcações com capacidade de manobra restrita: durante o **período diurno**, uma **embarcação com capacidade de manobra restrita** deve exibir, onde melhor possa ser vista, uma marca constituída por uma esfera, uma figura constituída por dois cones unidos pelas bases e uma esfera, dispostas em linha vertical, todas de cor preta. O referido sinal é mostrado na Figura 15.24.

Caso a embarcação com capacidade de manobra restrita apresente uma obstrução num dos bordos, os sinais mostrados na Figura 15.25 deverão ser exibidos durante o dia (para melhor compreensão são também apresentadas as luzes correspondentes).

Figura 15.25 -

Sempre que o porte de uma embarcação engajada em operações submarinas tornar a exibição das marcas acima citadas impraticável, deve ser exibida uma **réplica rígida da bandeira "A"** do **Código Internacional de Sinais**, colocada à altura mínima de 1 metro. Devem ser tomadas precauções a fim de assegurar sua visibilidade em todos os setores, como mostrado na Figura 15.26.

dispositivo, deve, além das luzes prescritas para reboque, exibir as luzes de identificação de embarcação com capacidade de manobra restrita (luzes circulares encarnada - branca - encarnada), luzes de bordos e luz de alcançado (Figura 15.22).

Quando uma embarcação está dragando ou engajada em operações submarinas e apresenta uma obstrução, ela deve exibir as seguintes luzes, além das **luzes de identificação**

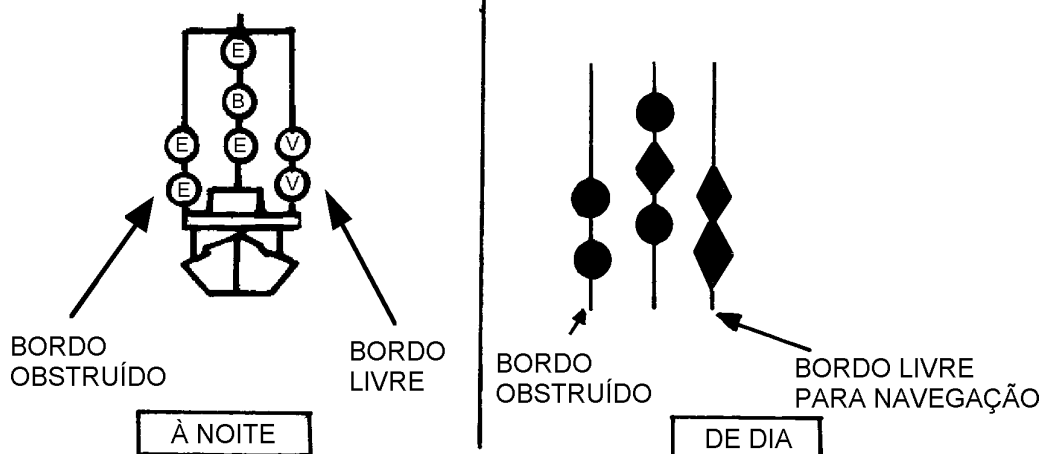
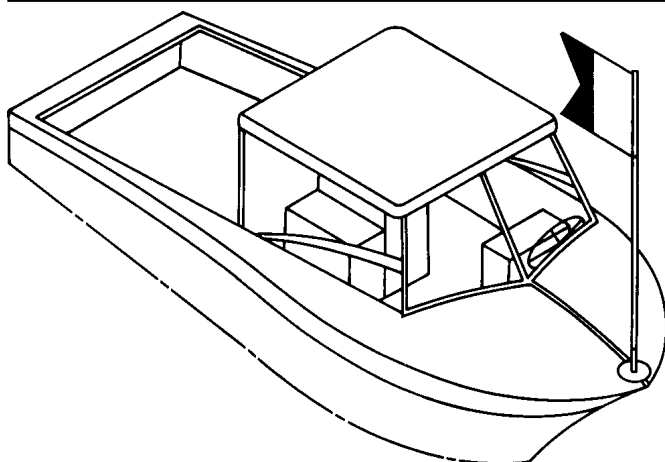


Figura 15.26 - Embarcação miúda engajada em operações com mergulhadores



de embarcação com capacidade de manobra restrita (luzes circulares encarnada - branca - encarnada):

- **duas luzes circulares encarnadas** em linha vertical no bordo no qual existe a obstrução (tais como canalizações de dragagem).
- **duas luzes circulares verdes** em linha vertical no bordo livre para navegação (Figura 15.23).

Marca diurna para embarcações com capacidade de manobra restrita: durante o **período diurno**, uma **embarcação com capacidade de manobra restrita** deve exibir, onde melhor possa ser vista, uma marca constituída por uma esfera, uma figura constituída por dois cones unidos pelas bases e uma esfera, dispostas em linha vertical, todas de cor preta. O referido sinal é mostrado na Figura 15.24.

Caso a embarcação com capacidade de manobra restrita apresente uma obstrução num dos bordos, os sinais mostrados na Figura 15.25 deverão ser exibidos durante o dia (para melhor compreensão são também apresentadas as luzes correspondentes).

Figura 15.25 -

Sempre que o porte de uma embarcação engajada em operações submarinas tornar a exibição das marcas acima citadas impraticável, deve ser exibida uma **réplica rígida da bandeira "A"** do **Código Internacional de Sinais**, colocada à altura mínima de 1 metro. Devem ser tomadas precauções a fim de assegurar sua visibilidade em todos os setores, como mostrado na Figura 15.26.

9 EMBARCAÇÕES RESTRITAS DEVIDO AO SEU CALADO



A expressão **embarcação restrita devido ao seu calado** designa uma embarcação de propulsão mecânica que, devido ao seu calado em relação à profundidade do local, ou devido às suas dimensões em relação à extensão de água navegável disponível, está com severas restrições quanto à sua capacidade de se desviar do rumo que está seguindo.

Ao se determinar a condição de **embarcação restrita devido ao seu calado**, deve ser dada a necessária consideração ao efeito da pouca água abaixo da quilha na manobrabilidade do navio e, portanto, em sua capacidade de desviar-se do rumo que está seguindo. Uma embarcação navegando com pouca água abaixo da quilha, mas com suficiente lazeira para efetuar manobras para evitar colisão, não deve ser considerada como **embarcação restrita devido ao seu calado**.

Uma **embarcação restrita devido ao seu calado** pode, além das luzes prescritas para embarcações de propulsão mecânica, exibir **três luzes circulares encarnadas** dispostas em linha vertical, ou uma marca constituída por um cilindro preto, onde melhor possam ser vistos. A Figura 15.27 mostra as luzes e a marca acima citadas.

Figura 15-27 - Embarcação restrita devido ao seu calado

Figura 15-28 - Embarcação fundeada, de comprimento igual ou superior a 50 metros

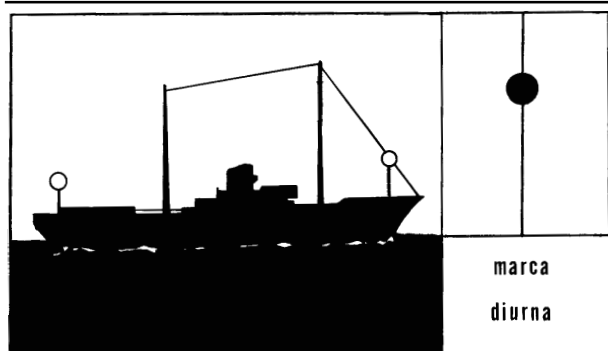
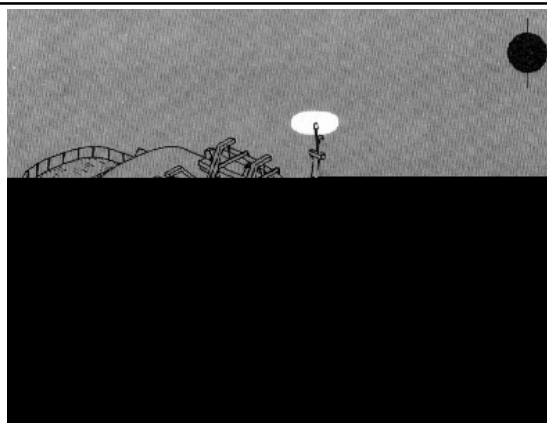


Figura 15-29 - Embarcação fundeada, de comprimento inferior a 50 metros



10. EMBARCAÇÕES FUNDEADAS

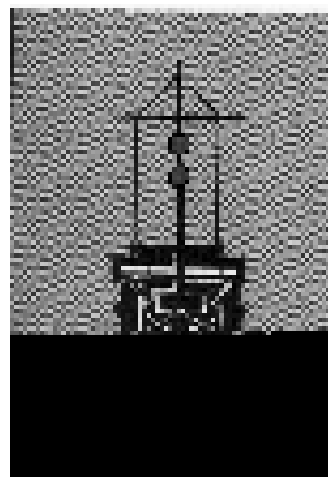
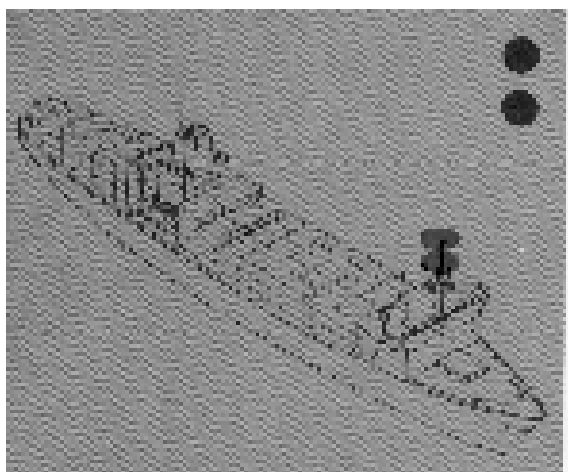
Uma **embarcação fundeada** deve exibir, onde melhor possam ser vistas:

- na **parte de vante**, uma **luz circular branca**.
- na **popa** (ou próximo dela) e **a um nível mais baixo que a luz de vante**, uma outra **luz circular branca**.

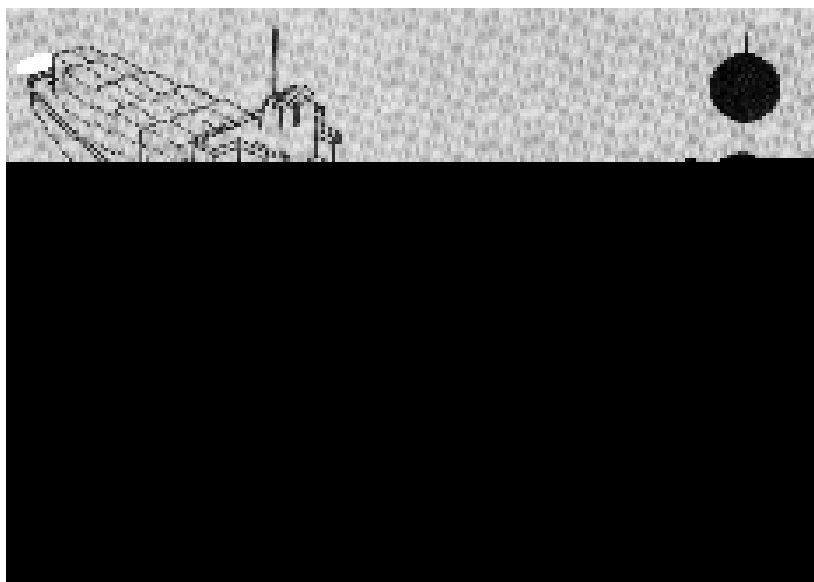
NOTAS: – Embarcações de comprimento inferior a 50 metros podem exibir, em lugar das luzes acima citadas, uma **luz circular branca**, onde melhor possa ser vista.

Uma embarcação fundeada pode e, se o seu comprimento for maior que 100 metros, deve, utilizar ainda todas as luzes de fainas disponíveis, para iluminar seus conveses.

- durante o dia, uma **embarcação fundeada** deve exibir uma **marca** constituída por uma **esfera preta**, onde melhor possa ser vista.



NOTA: Uma embarcação de comprimento inferior a 7 metros não será obrigada a exibir as luzes e a marca acima descritas, quando fundeada fora de um canal ou de uma via de acesso, de um fundeadouro ou das rotas normalmente utilizadas por outras embarcações.

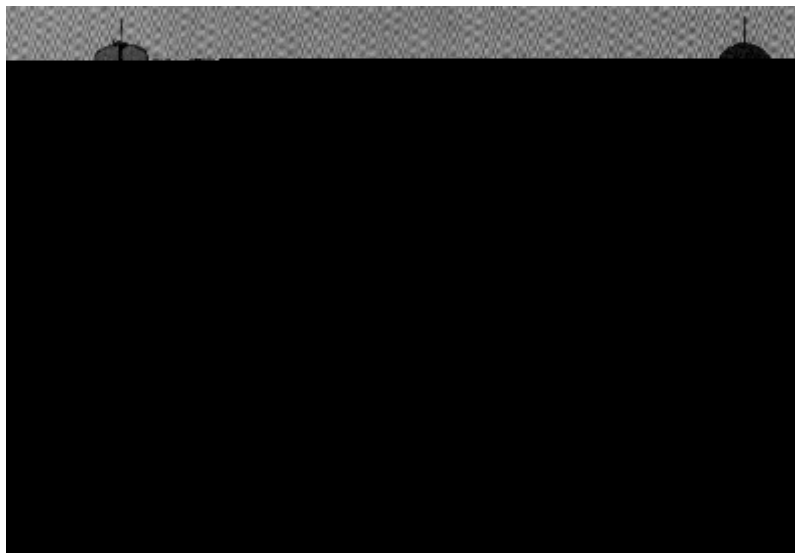


As Figuras 15.28 e 15.29 ilustram as luzes e a marca diurna para embarcações fundeadas.

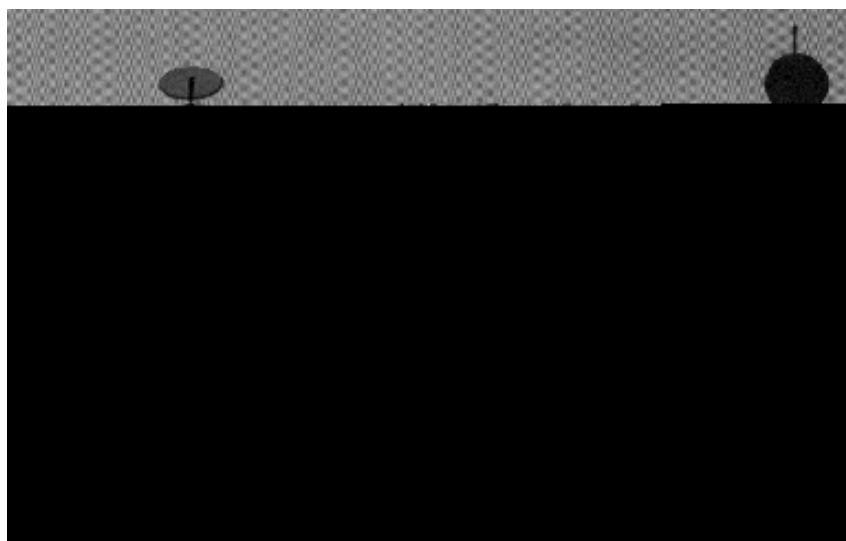
11. EMBARCAÇÕES SEM GOVERNO

A expressão **embarcação sem governo** designa uma embarcação que, por alguma circunstância excepcional, como, por exemplo, um problema no aparelho de governo ou no sistema de propulsão, encontra-se incapaz de manobrar como determinado pelo **RIPEAM**, estando, portanto, incapacitada de se manter fora da rota de outra embarcação.

Uma **embarcação sem governo** deve exhibir:



- **duas luzes circulares encarnadas** dispostas em linha vertical, onde melhor possam ser vistas.
- quando com seguimento, deve exhibir ainda **luzes de bordos** e **luz de alcançado**.



- **durante o dia**, uma **embarcação sem governo** deve exhibir uma marca constituída por duas **esferas pretas**, em linha vertical, onde melhor possam ser vistas.

Figura 15.30 (a) - Embarcação sem governo, sem seguimento

As Figuras 15.30(a) e 15.30(b) mostram as luzes e marcas para uma embarcação sem governo.

Figura 15.30 (b) - Embarcação sem governo, com seguimento

12. EMBARCAÇÃO ENCALHADA

Uma **embarcação encalhada** deve exibir:

- as **luzes prescritas para embarcações fundeadas**, anteriormente descritas.

Figura 15.32 - Embarcação de praticagem, com seguimento

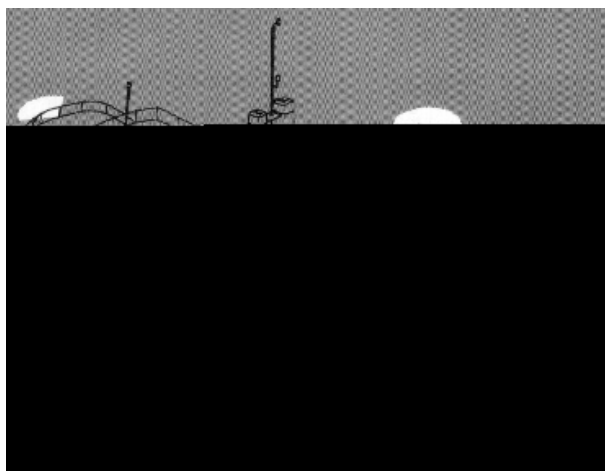
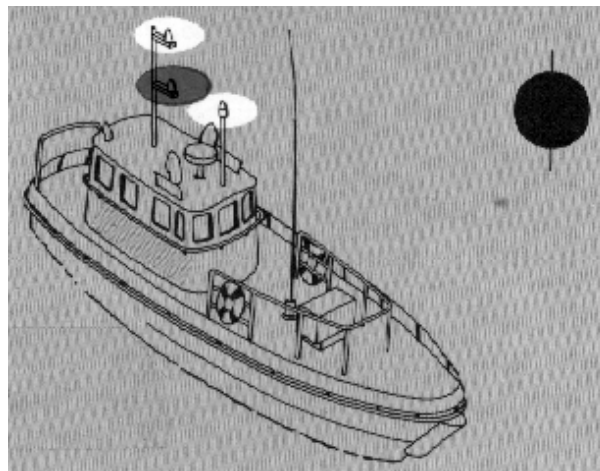


Figura 15.33 - Embarcação de praticagem, menor que 50 metros, fundeada



- **duas luzes circulares encarnadas** dispostas em linha vertical, onde melhor possam ser vistas.
- **três esferas pretas durante o período diurno**, onde melhor possam ser vistas.

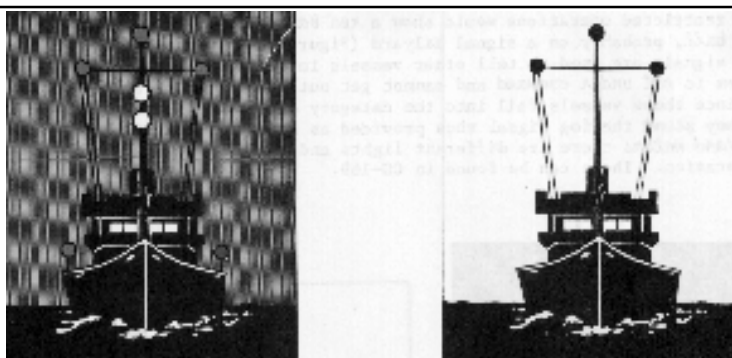
Figura 15.31 (a) - Navio encalhado (maior que 50 metros)

As Figuras 15.31(a) e 15.31(b) ilustram as luzes e marcas exibidas por uma **embarcação encalhada**.

Figura 15.31 (b) - Embarcação menor que 50 metros, encalhada

NOTA: Uma embarcação com menos de 12 metros de comprimento quando encalhada não será obrigada a exibir as luzes ou marcas acima citadas, porém deve indicar sua condição da maneira mais eficaz possível.

Figura 15.34 - Embarcação engajada em remoção de minas (comprimento maior que 50 metros).

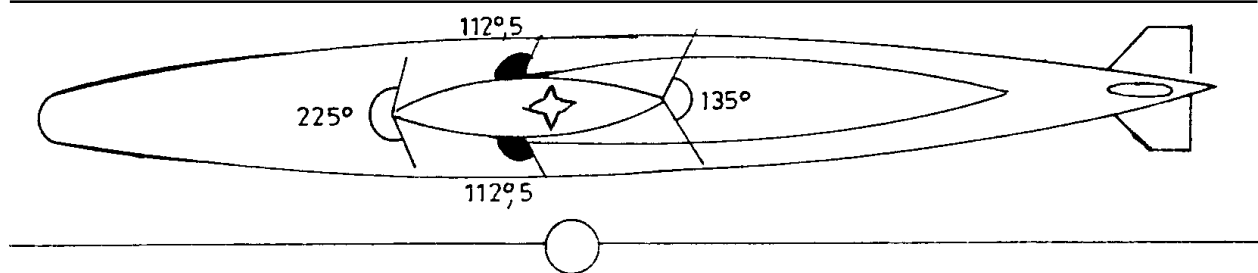


13. EMBARCAÇÕES DE PRATICAGEM

Uma **embarcação engajada em serviço de praticagem** deve exibir:

- **duas luzes circulares** dispostas em linha vertical, sendo a superior **branca** e a inferior **encarnada**, situadas no (ou próximo do) tope do mastro.
- quando em movimento, deve exibir ainda **luzes de bordos** e **luz de alcançado**.

Figura 15.34 (a) - Submarino navegando na superfície, exibindo, além das luzes previstas no RIPEAM, luz âmbar intermitente



- quando fundeada exibe, além das luzes prescritas para praticagem, a **luz (luzes) ou marca de fundeio**, anteriormente descritas.

As Figuras 15.32 e 15.33 ilustram o que foi acima descrito.

14. EMBARCAÇÕES ENGAJADAS EM OPERAÇÕES DE REMOÇÃO DE

Figura 15.35 (a)

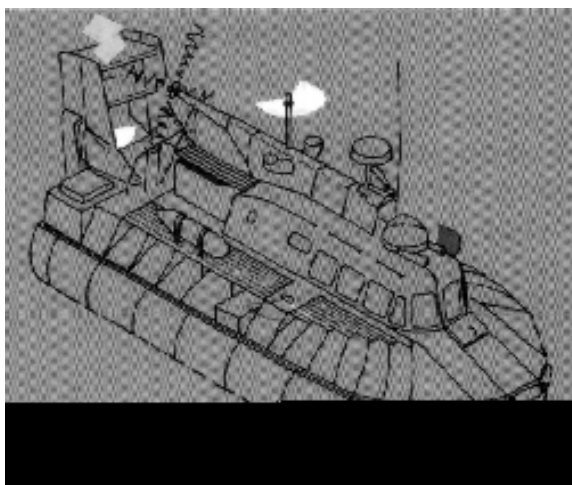
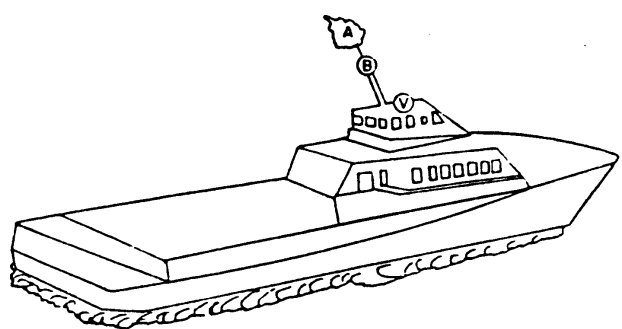


Figura 15.35 (b)



MINAS

Uma **embarcação engajada em operações de varredura ou caça de minas** deve, além das luzes prescritas para embarcação de propulsão mecânica em movimento, (ou as luzes ou marcas prescritas para uma embarcação fundeada), exibir **três luzes circulares verdes**. Uma dessas luzes deverá ser exibida próxima ao tope do mastro de vante e as duas restantes, uma em cada lais da verga do mesmo mastro. Estas luzes indicam que é perigoso para outra embarcação aproximar-se a menos de 1000 metros do varredor.