APOSTILA GRATUITA · EXAME DE MESTRE-AMADOR

PARTE 1

Navegação Costeira e Estimada

A carta náutica, agulhas e conversão de rumos, linhas de posição, navegação estimada, marés, instrumentos, publicações náuticas e auxílios à navegação.

Compilado de publicações públicas e oficiais, organizado pelos itens do programa do exame (NORMAM-211/DPC, Anexo 5-A).
Edição 2026.1 · www.capitao-amador.com

O que é este material

Este compilado reúne, para cada item do programa do Exame de Mestre-Amador (NORMAM-211/DPC, Anexo 5-A, item 2.1), o trecho de uma publicação pública da Marinha do Brasil ou da legislação federal que trata do assunto.

Nada aqui foi reescrito: cada parte reproduz, sem alteração, páginas de uma publicação pública, com o crédito e o endereço de origem na folha que abre a parte. Em caso de diferença entre uma fonte e a norma em vigor, vale a norma.

Como usar

- Cada item do programa tem uma parte, com um só texto de referência: o mais adequado ao nível da prova entre as publicações da Marinha.
- Cada parte abre com uma folha que diz o que o programa pede e qual publicação foi reproduzida.
- Estude uma parte e, em seguida, resolva as questões do mesmo assunto no simulado gratuito do site.
- As páginas reproduzidas mantêm a numeração original da publicação; a numeração do quadro abaixo é a deste PDF.

Treine com questões enquanto estuda. Ler não basta: o que fixa é resolver questões do assunto logo depois de estudá-lo.

No Telegram: t.me/capitao_amador_bot (aponte a câmera para o código ao lado)

No site: www.capitao-amador.com/mestre-amador/simulado

Programa do exame e onde estudar cada item

Coluna da direita: página deste PDF em que a parte começa (use também os marcadores do leitor de PDF).

Item do programa (NORMAM-211, Anexo 5-A)	Parte deste compilado	Pág.
Tipos e métodos de navegação; Plotagem de um ponto por coordenadas geográficas; distância entre dois pontos; rumos e marcações	O problema geral da navegação Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 1: O problema geral da navegação	**5**
Simbologia e abreviaturas usadas nas cartas náuticas brasileiras (Carta 12000, INT 1); Conhecimento e uso da carta náutica	A carta náutica Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 2: Projeções cartográficas e a carta náutica (2.1 a 2.4, 2.6 a 2.8 e apêndice A: projeção de Mercator, escala, uso, interpretação e atualização da carta; problemas-tipo)	**23**
Conversão de rumos e marcações; Determinação do desvio da agulha por alinhamento, curva de desvio da agulha, declinação magnética; Instrumentos náuticos: agulhas (magnética e giroscópica)	Agulhas náuticas e conversão de rumos e marcações Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 3: Agulhas náuticas. Conversão de rumos e marcações (3.1, 3.2 e 3.3.3 a 3.3.5: agulha magnética, declinação, desvio, conversões e agulha giroscópica)	**63**

Plotagem de um ponto por linhas de posição; Determinação da posição por marcações simultâneas; Problemas de navegação costeira com utilização da carta	Navegação costeira: linhas de posição Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 4: A posição no mar. Navegação costeira (4.1 a 4.3 e 4.5: derrota, linhas de posição, determinação da posição e técnicas da navegação costeira)	**91**
Navegação estimada; Influência da corrente e do vento; Problemas de navegação estimada com utilização da carta	Navegação estimada: corrente e vento Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 5: Navegação estimada	**115**
Determinação da posição por marcações sucessivas	Posição por marcações sucessivas Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 6: Determinação da posição por marcações sucessivas	**133**
Comportamento das marés; Conhecimento das curvas de marés; Uso de Tábuas de Marés	Marés e Tábuas das Marés Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 10: Marés e correntes de maré (10.1.1 a 10.1.5 e início de 10.1.9: conceitos, tipos e elementos da maré e Tábuas das Marés)	**145**
Instrumentos náuticos: odômetro (de fundo e de superfície); prumo de mão; alidades; Conceitos básicos de funcionamento e utilização do ecobatímetro	Instrumentos náuticos e ecobatímetro Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 11: Instrumentos náuticos (11.1 a 11.3, 11.5 e 11.6: medida de direções, de velocidade e distância percorrida, de profundidades e instrumentos de plotagem)	**158**
Conhecimento e uso das publicações de auxílio à navegação	Publicações náuticas Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 12: Publicações náuticas (12.1, 12.3 a 12.5, 12.7 e 12.11: Carta 12000, Roteiro, Lista de Faróis, Tábuas das Marés e Avisos aos Navegantes)	**189**
Utilização de auxílios visuais à navegação (faróis, faroletes, boias e balizas); Sistema de Balizamento Marítimo da IALA região B, sinais sonoros e luminosos	Auxílios visuais à navegação e balizamento Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 13: Auxílios à navegação (13.1 a 13.3 e apêndice C: auxílios visuais, características das luzes e sistema de balizamento da IALA)	**201**

Fontes reproduzidas

Publicação	Endereço de origem
Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 1: O problema geral da navegação Altineu Pires Miguens · Diretoria de Hidrografia e Navegação, vol. I, 2ª revisão, 2023	https://www.marinha.mil.br/dhn/npublicacoes

Para baixar à parte, no site da Marinha

Publicações gratuitas que o programa cita e que não são reproduzidas aqui (o Centro de Hidrografia da Marinha condiciona a redistribuição a autorização).

Publicação	Endereço
Carta 12000 (INT 1): símbolos, abreviaturas e termos das cartas náuticas DHN/CHM, 5ª ed., 2022	https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/u57564/carta-12000-5a-ed-2022.indd_.pdf
Tábuas das Marés (previsão por porto) Centro de Hidrografia da Marinha; um PDF de três páginas por porto	https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare
Lista de Faróis DHN/CHM, 40ª ed., 2026-2027	https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/2026-06/LF-40ED-2026-2027-completa-compactado.pdf
Avisos aos Navegantes (folheto quinzenal) Centro de Hidrografia da Marinha	https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-segnav-aviso-aos-navegantes-tela/avisos-aos-navegantes

Este compilado não é publicação oficial. Os textos pertencem aos seus autores e órgãos de origem, indicados em cada parte, e são reproduzidos sem alteração para fins de estudo, com distribuição gratuita. Confira sempre a edição em vigor no endereço de origem.

PARTE 1

O problema geral da navegação

O QUE O PROGRAMA PEDE

- Tipos e métodos de navegação
- Plotagem de um ponto por coordenadas geográficas; distância entre dois pontos; rumos e marcações

FONTE REPRODUZIDA NESTA PARTE

Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 1: O problema geral da navegação
Altineu Pires Miguens · Diretoria de Hidrografia e Navegação, vol. I, 2ª revisão, 2023
https://www.marinha.mil.br/dhn/npublicacoes

Terminou esta parte? Resolva questões do assunto.
Telegram: t.me/capitao_amador_bot
Simulado no site: www.capitao-amador.com/mestre-amador/simulado

1 O PROBLEMA GERAL DA NAVEGAÇÃO

1.1 DEFINIÇÃO

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 um veículo com segurança, dirigindo e controlando os seus movimentos, 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 categorias como navegação fluvial e navegação polar.

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

Por sua vez, as Normas da Autoridade Marítima para Navegação e Cartas Náuticas (NORMAM 28), estabelecidas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), dispõem que:

A Navegação surgiu quando o homem começou a deslocar-se sobre a água em rústicas embarcações, uma arte. Entretanto, logo elementos de ciência foram incorporados. Hoje, a Navegação conserva aspectos de ambos. É uma ciência, pois envolve o desenvolvimento e a 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".

1.2 PLANEJAMENTO DA VIAGEM

Como visto no item anterior, a Navegação *"é o processo de planejamento, acompanhamento e controle do movimento de uma embarcação de um ponto a outro, com segurança"*. Assim, o desenvolvimento do planejamento para a viagem, bem como o contínuo monitoramento do progresso e da posição do navio ou embarcação durante a execução de tal planejamento, é de importância essencial para a otimização de recursos, para a salvaguarda da vida humana no mar, para a segurança e a eficiência da navegação e para a proteção do meio ambiente marinho.

A necessidade de planejamento da viagem se aplica a todos os tipos de navios e embarcações. Existem vários fatores que podem impedir a navegação segura de qualquer navio ou embarcação, bem como fatores adicionais que podem trazer riscos à navegação de determinados navios, em razão de suas dimensões ou que transportam cargas perigosas. Esses fatores deverão ser levados em consideração na preparação do planejamento e no seu subsequente monitoramento.

O planejamento da viagem inclui: avaliação, ou seja, a coleta de todas as informações relevantes para a viagem; detalhamento de toda a viagem de porto a porto, incluindo os trechos que requeiram a presença de um prático, o que subsidiará a elaboração de um plano de viagem;

execução do plano de viagem; e acompanhamento do progresso do navio na implementação do plano. Esses componentes do planejamento da viagem são analisados a seguir.

1.2.1 Avaliação

Todas as informações relevantes para a viagem devem ser levadas em consideração no planejamento da viagem, tais como:

a. com relação ao navio ou embarcação, as condições gerais de navegabilidade, de estabilidade, dos equipamentos e equipagens; limitações operacionais; calado permitido nos canais de acesso e nos portos; características de manobra, incluindo quaisquer restrições;

b. quaisquer características especiais da carga (especialmente se perigosa) e sua distribuição, estiva e acondicionamento a bordo do navio;

c. disponibilidade de uma tripulação competente e bem preparada para realizar a viagem;

d. certificados e documentos atualizados referentes ao navio, aos seus equipamentos, à tripulação, aos passageiros e à carga;

e. cartas náuticas precisas e atualizadas a serem empregadas na viagem, levando em consideração todos e quaisquer avisos-rádio permanentes ou temporários existentes que abranjam a derrota;

f. roteiros e demais publicações de auxílio à navegação oficiais e atualizadas; e

g. qualquer informação adicional atualizada e relevante, incluindo:

- atlas de correntes e marés e tábuas de marés;
- dados climatológicos, hidrográficos e oceanográficos, bem como outras informações meteorológicas apropriadas;
- disponibilidade de informações meteorológicas provenientes de Serviço Meteorológico Marinho oficial, reconhecido pela Organização Meteorológica Mundial (OMM);
- sistemas de monitoramento existentes ao longo da derrota, serviços de tráfego de navios e medidas de proteção ambiental marítima;
- volume de tráfego que provavelmente será encontrado durante a viagem e/ou na aproximação de terra;
- se houver emprego de prático, informações relativas à praticagem e local de embarque e desembarque;
- informações portuárias disponíveis, incluindo as relativas à disponibilidade de dispositivos e equipamentos de resposta a emergências em terra; e
- quaisquer itens adicionais pertinentes ao tipo de navio ou de sua carga, em razão de áreas específicas que o navio irá atravessar e ao tipo de viagem a ser realizada.

Assim, uma avaliação geral da viagem deve ser feita com base nas informações acima. Essa avaliação deve fornecer uma indicação clara de todas as áreas de perigo; das áreas onde será possível navegar com segurança; e de quaisquer áreas onde se aplicam restrições de interesse à proteção ambiental marinha.

1.2.2 Plano de viagem

Com base na avaliação mais completa possível, um plano detalhado de viagem deve ser preparado, o qual deve cobrir toda a derrota, de porto a porto.

O plano detalhado de viagem deve incluir os seguintes componentes:

a. o traçado da derrota pretendida da viagem em cartas náuticas de escala apropriada, devendo ser indicadas todas as áreas de precaução e de perigo, as rotas de tráfego comuns de navios mercantes, os esquemas de separação de tráfego, as áreas abrangidas pelos sistemas de controle de tráfego e quaisquer áreas onde se aplicam restrições de navegação e de proteção ambiental marinha, como as *Areas To Be Avoided (ATBA)*[1];

b. os principais elementos para garantir a salvaguarda da vida humana no mar, a segurança e eficiência da navegação e a proteção do meio ambiente marinho durante a viagem. Tais elementos devem incluir, mas não se limitar a:

- velocidade de segurança, tendo em conta a proximidade de perigos para a navegação ao longo da rota pretendida, as características de manobra da embarcação e o seu calado em relação à profundidade disponível;
- alterações de velocidade necessárias durante a derrota, quando podem existir limitações devido à passagem noturna, restrições de maré ou aumento do calado devido ao efeito squat[2];
- "folga abaixo da quilha" (FAQ), que é o espaço mínimo exigido sob a quilha em áreas críticas, com profundidade restrita para a navegação, normalmente em canais portuários e áreas de aproximação, definido e divulgado pela Autoridade Portuária local;
- posições na derrota onde uma mudança de velocidade do navio é necessária;
- pontos de guinada (mudança de rumo) na derrota, levando-se em consideração a "curva de giro" do navio na velocidade planejada, bem como os efeitos esperados dos ventos, das correntes e correntes de maré;
- o método e a frequência de determinação da posição, incluindo opções primárias e secundárias, e a indicação das áreas onde a precisão da posição é crítica e a confiabilidade máxima deve ser obtida;
- uso dos esquemas de tráfego obrigatório e dos serviços de tráfego de navios, quando disponíveis;
- precauções relativas à proteção do meio ambiente marinho; e
- plano(s) de contingência como ação alternativa para colocar o navio em águas seguras ou para prosseguir a um porto de refúgio ou ancoradouro seguro, em caso de emergência que determine o abandono do plano de viagem, levando em consideração os dispositivos e equipamentos de resposta a emergências em terra existentes e a natureza da carga e da própria emergência.

Os detalhes do plano de viagem devem ser corretamente registrados, conforme for apropriado, em meio físico e/ou digital, e o plano deve ser amplamente divulgado, de forma

[1] ***Area To Be Avoided*** (ATBA) é uma área de limites definidos, representada na carta náutica, em que a navegação é particularmente perigosa ou é excepcionalmente importante para evitar acidentes e que deve ser evitada por todos os navios, ou por certas classes de navios, por razões de perigo excepcional ou fatores ecológicos e ambientais especialmente sensíveis.

[2] O efeito **squat** é o fenômeno hidrodinâmico pelo qual um navio movendo-se rapidamente em águas rasas cria uma área de baixa pressão sob a quilha, fazendo-o aproximar-se mais do fundo que o esperado, resultando em aumento do calado.

clara e precisa, por meio de um *briefing*, pelo Comandante ou Encarregado de Navegação, a todos os membros da tripulação envolvidos.

O plano de viagem, bem como os seus detalhes, deve ser aprovado pelo Comandante do navio antes do início da viagem.

1.2.3 Execução

Tendo finalizado o plano de viagem, assim que a hora estimada de partida (***Estimated Time of Departure* – ETD**) e a hora estimada de chegada (***Estimated Time of Arrival* – ETA**) possam ser determinadas com razoável precisão, a viagem deve ser executada de acordo com o planejamento estabelecido.

Iniciada a viagem, os seguintes fatores devem ser levados em consideração na execução do plano:

a. a confiabilidade e as condições dos equipamentos empregados para a navegação do navio;

b. os horários estimados de chegada em pontos críticos quanto à altura e à direção das marés;

c. as condições meteorológicas (particularmente em áreas sabidamente afetadas por períodos frequentes de baixa visibilidade), bem como as previsões de tempo, no transcurso da derrota;

d. as condições de luminosidade diurna ou noturna quando da aproximação e passagem próxima a pontos de perigo à navegação, e quaisquer efeitos que tais condições possam causar na precisão da determinação da posição; e

e. as condições de tráfego, especialmente em pontos focais de navegação, onde normalmente são fixados esquemas de separação de tráfego.

É importante para o Comandante considerar se qualquer circunstância particular como, por exemplo, a previsão de visibilidade restrita em uma área onde a determinação da posição por meios visuais em um ponto crítico é uma característica essencial da navegação, introduz um perigo inaceitável para a condução do navio e, portanto, se esse trecho da viagem deve ser executado sob tais condições. O Comandante também deve considerar em quais pontos específicos da viagem pode haver a necessidade de utilizar pessoal adicional no Passadiço/ Convés ou na Praça de Máquinas.

1.2.4 Monitoramento

Nessa fase do planejamento é acompanhada a execução da viagem, verificando-se principalmente o posicionamento do navio e os horários de guinada e de outros eventos definidos no plano. Se necessário, poderão ser utilizados os planos contingentes ou introduzidas alterações ao que foi planejado originalmente.

O plano de viagem deve estar disponível, por todo o decurso da derrota, no Passadiço para permitir aos Oficiais de Quarto o seu acesso imediato, bem como a todos os demais documentos e referências que o compõem.

O progresso do navio, de acordo com o plano de viagem, deve ser monitorado continuamente. Quaisquer mudanças feitas no plano devem ser baseadas nos conceitos dessas diretrizes, formalmente registradas e amplamente disseminadas.

1.3 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 em que se navega da costa ou do perigo mais próximo, como estabelecido na NORMAM 28/DHN:

a. NAVEGAÇÃO EM ÁGUAS RESTRITAS: é a navegação que se pratica em portos e suas proximidades, em barras, baías, canais, rios, lagos, lagoas, proximidades de perigos ou quaisquer outras situações em que a manobra do navio é limitada pela estrita configuração da costa ou da topografia submarina, levando-se em consideração, também, os aspectos físicos do navio ou embarcação, como o calado, principalmente. É este, também, o tipo de navegação utilizado quando se navega à distância da costa (ou do perigo mais próximo) menor que 3 milhas sendo, portanto, o tipo que exige maior precisão.

b. NAVEGAÇÃO COSTEIRA: é aquela realizada entre portos, afastada de até 50 milhas náuticas da costa, mas não inferior a 3 milhas, ou em águas com até 200 metros de profundidade, o que ocorrer primeiro.

c. NAVEGAÇÃO OCEÂNICA: é a navegação realizada fora da área de costa, além do limite de 200 metros de profundidade ou de 50 milhas náuticas de terra, o que ocorrer primeiro.

O tipo de navegação praticado, associado à distância ao perigo mais próximo e, portanto, à velocidade do Navio, condiciona o intervalo entre a observação de posições (considerando as posições pretéritas, onde a plotagem é posterior à obtenção das referências), bem como a precisão requerida, de maneira a dirimir o risco que o Navio possa correr entre os "marques" ou "*tops*" (momentos de posicionamento). Embora não haja limites rígidos, os valores apresentados na Figura 1.1 dão uma ideia dos requisitos de precisão e da frequência mínima de determinação de posições para os três tipos básicos de navegação.

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:

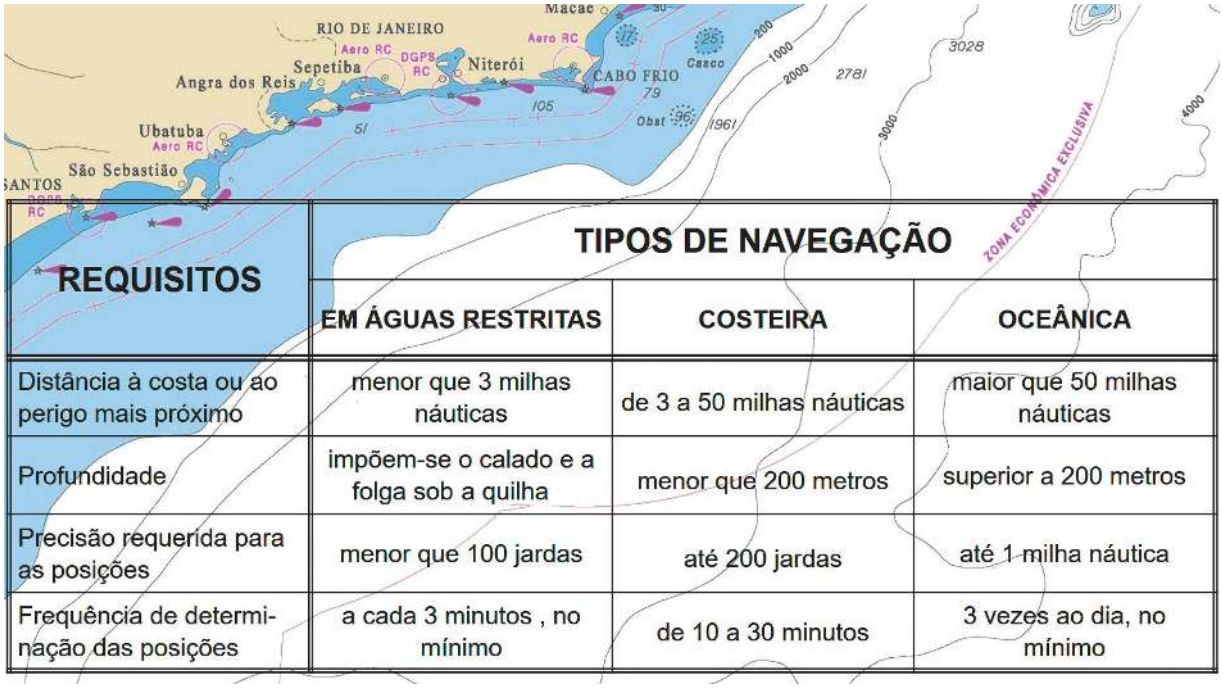
- **Navegação visual** – em que a posição é determinada por meio de observações visuais de pontos em terra e/ou de auxílios à navegação representados na carta náutica;

- **Navegação astronômica** – em que a posição é determinada por meio de observações visuais dos astros;

- **Navegação eletrônica** – em que a posição é determinada por meio de informações obtidas de equipamentos eletrônicos, tais como radar ou satélite (GNSS)[3]; e

- **Navegação estimada** – em que a posição é determinada por meio da previsão da posição futura do navio, a partir de uma posição conhecida, utilizando o rumo e a velocidade na superfície, e o intervalo de tempo entre as posições e a corrente, caso conhecida.

Figura 1.1 – Tipos de Navegação e Requisitos



REQUISITOS	TIPOS DE NAVEGAÇÃO		
	EM ÁGUAS RESTRITAS	COSTEIRA	OCEÂNICA
Distância à costa ou ao perigo mais próximo	menor que 3 milhas náuticas	de 3 a 50 milhas náuticas	maior que 50 milhas náuticas
Profundidade	impõem-se o calado e a folga sob a quilha	menor que 200 metros	superior a 200 metros
Precisão requerida para as posições	menor que 100 jardas	até 200 jardas	até 1 milha náutica
Frequência de determinação das posições	a cada 3 minutos , no mínimo	de 10 a 30 minutos	3 vezes ao dia, no mínimo

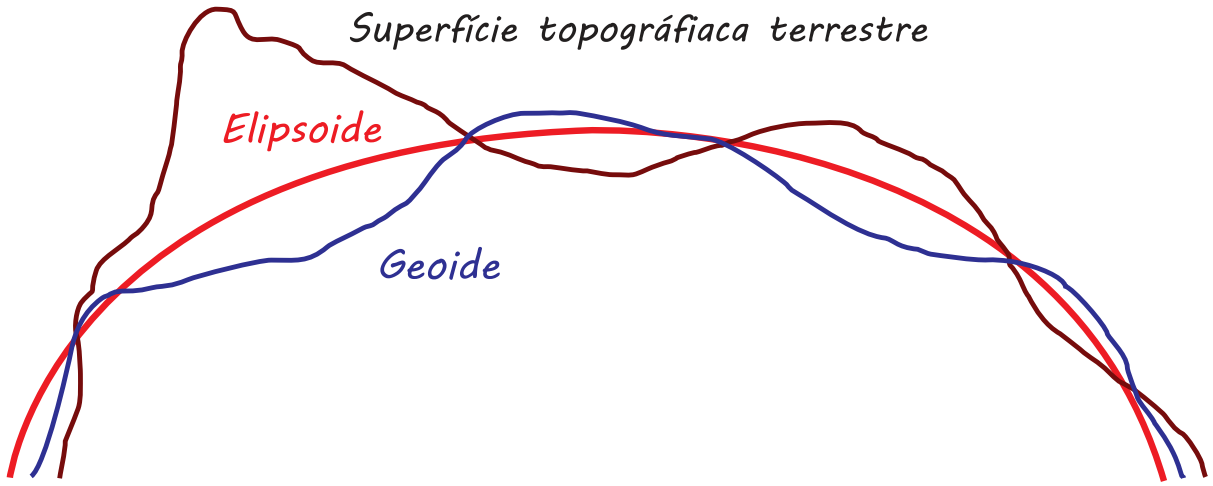
1.4 A FORMA DA TERRA. A ESFERA TERRESTRE

Primeiramente o homem imaginou a Terra como uma superfície plana, pois era assim que ele a 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, concebeu-se o **GEOIDE**, que seria o sólido formado pela superfície do nível médio dos mares, supondo-o recobrindo toda a Terra, prolongando-se através dos continentes (Figura 1.2). Dessa forma, o geoide é uma superfície equipotencial coincidente com o nível médio do mar, mas que dada a heterogeneidade da crosta terrestre, ainda é uma superfície irregular sem representação matemática.

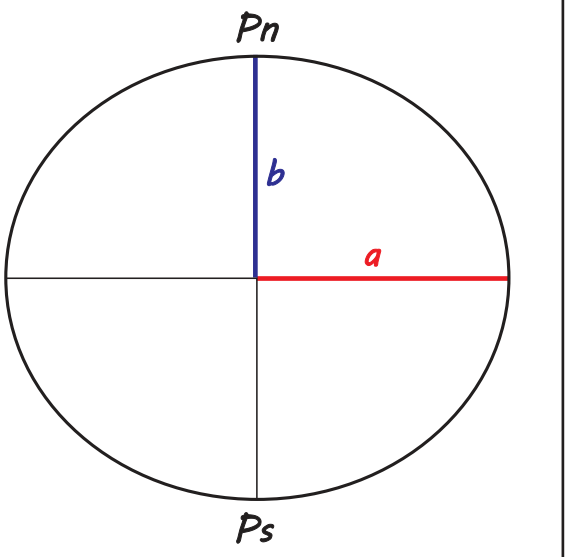
[3] Sistema de Navegação Global por Satélite (*Global Navigation Satellite System* - GNSS).

Figura 1.2 – Forma da Terra



Assim, medições geodésicas precisas, realizadas no século XIX e no início do século XX, estabeleceram, como a superfície teórica que mais se aproxima da forma real da Terra, o **ELIPSOIDE DE REVOLUÇÃO**, que é o sólido gerado pela rotação de uma elipse em torno do eixo dos polos (Figura 1.3).

Figura 1.3 – Elipsoide de Revolução



A geometria do elipsoide de revolução é composta pelos seguintes parâmetros, e decorrentes fórmulas, como abaixo discriminados:

- **semi-eixo maior (a)**
- **semi-eixo menor (b)**

$$f = (a-b)/a$$

- **achatamento (f)**
- **excentricidade (e)**

$$e = \sqrt{(a^2 - b^2)/a^2}$$

O Brasil adotou o Elipsoide Internacional de Hayford como um sistema de referência geodésica[4] até o final da década de 1960, tendo o vértice[5] Córrego Alegre como ponto datum[6]. Esse sistema, denominado de Sistema Geodésico de Referência Córrego Alegre, foi utilizado pela DHN como referência para a construção de suas cartas náuticas.

A partir de 1979, oficialmente, o Brasil adotou o Sistema Geodésico Regional SAD-69, em conjunto com a grande maioria dos países da América do Sul, por recomendação do Comitê de Geodésia reunido na XI Reunião Panamericana de Consulta sobre Cartografia, em 1969. Esse sistema geodésico de referência, que tinha como ponto datum o vértice Chuá, foi, progressivamente, adotado pela DHN para as suas atividades cartográficas.

O advento dos satélites artificiais, há mais de 35 anos, possibilitou o desenvolvimento prático dos sistemas de referência geocêntricos, como por exemplo o WGS84, cujo ponto de referência (ponto datum) é o seu próprio centro geométrico, ou seja, o centro de massa da Terra (geocentro). O WGS84 foi estabelecido pelo *U.S. Department of Defense* (DoD) como um sistema de referência geodésico global, desde 1960, com o objetivo de fornecer o posicionamento e navegação em qualquer parte do mundo, através de informações espaciais. Ele é o sistema de referência das efemérides operacionais do sistema GPS e é adotado, atualmente, pela DHN e por todos os demais Serviços Hidrográficos estrangeiros, por recomendação da Organização Hidrográfica Internacional, na construção das cartas náuticas.

Os parâmetros definidores de cada um dos três sistemas, acima mencionados, são:

Parâmetros	Córrego Alegre	SAD69	WGS84
Elipsoide	Internacional 1924 - Hayford	Internacional 1967	WGS84
Achatamento (f)	1 / 297,00	1 / 298,25	1 / 298,257223563
Semi-eixo maior (a)	6.378.388,000	6.378.160,000	6.378.137,000
Datum	Vértice Córrego Alegre	Vértice Chuá	Geocentro da Terra

Os parâmetros de outros elipsoides de referência podem ser encontrados no Apêndice 3 ao Volume III.

A diferença de um elipsoide de revolução para uma superfície esférica é, porém, muito pequena; por esta razão, a **ESFERA** é adotada como **SUPERFÍCIE TEÓRICA DA TERRA** nos cálculos da navegação astronômica e de derrotas ortodrômicas.

[4] Sistemas de referência são utilizados para descrever as posições de objetos. Quando é necessário identificar a posição de uma determinada informação na superfície da Terra são utilizados os **Sistemas de Referência Geodésicos**. Estes, por sua vez, estão associados a uma superfície que mais se aproxima da forma da Terra, e sobre a qual são desenvolvidos todos os cálculos das suas coordenadas.

[5] Um **vértice** geodésico é um marco fixo que indica uma posição cartográfica exata e forma parte de uma rede de triangulação com outros vértices geodésicos.

[6] O **ponto datum** é o ponto de referência a partir do qual a representação gráfica dos paralelos e meridianos, e consequentemente de todo o resto que for desenhado na carta náutica, está relacionada e é proporcional.

1.5 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).

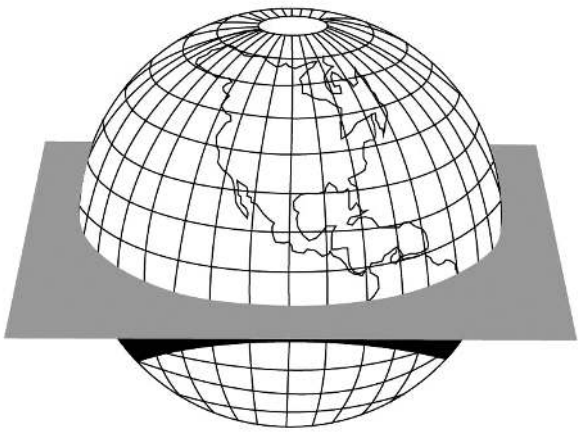
POLOS: são os pontos em que o eixo da Terra intercepta a superfície terrestre. O **Polo Norte** é o que se situa na direção da Estrela Polar (α URSA MINORIS); e o **Polo Sul** é o ponto de interceptação do eixo da Terra oposto ao Polo Norte.

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.

PLANO EQUATORIAL: é o plano perpendicular ao eixo de rotação da Terra e contém o seu centro (Figura 1.4).

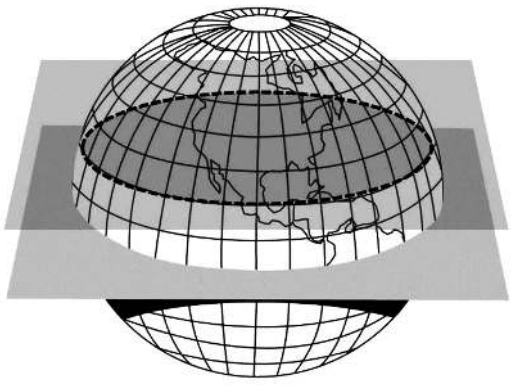
Figura 1.4 – Plano Equatorial e o Equador



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**.

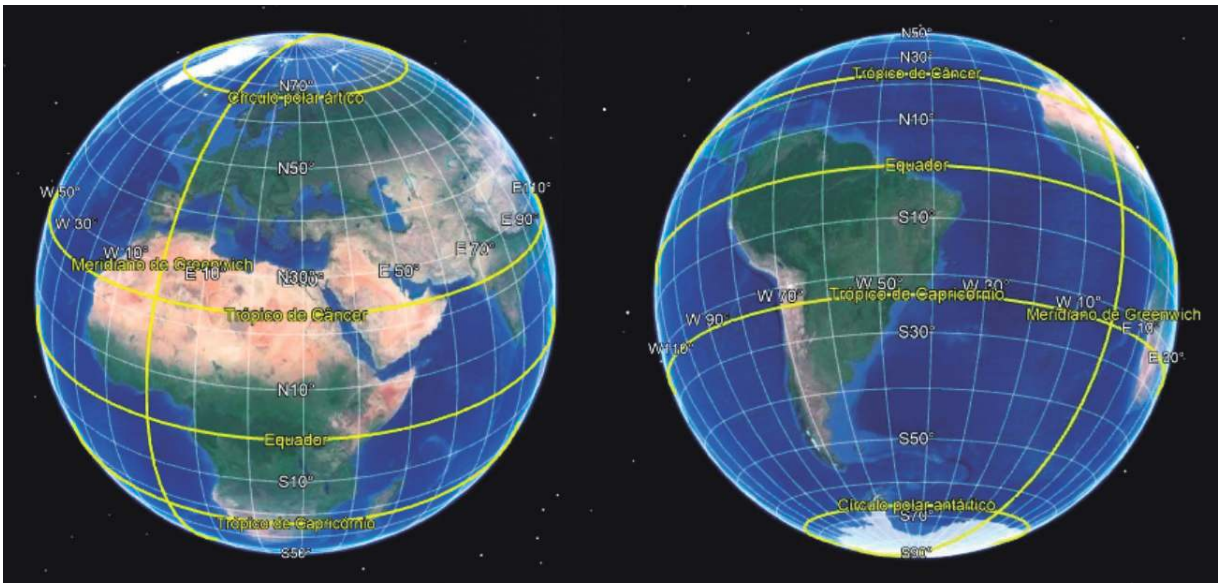
PARALELOS: são **círculos menores** paralelos ao Equador e, portanto, perpendiculares ao eixo da Terra. Seus raios são sempre menores que o do Equador (Figura 1.5).

Figura 1.5 – Paralelos



Entre os paralelos distinguem-se o **TRÓPICO DE CÂNCER** (paralelo de 23,5º de Latitude Norte), o **TRÓPICO DE CAPRICÓRNIO** (paralelo de 23,5º de Latitude Sul), o **CÍRCULO POLAR ÁRTICO** (paralelo de 66,5º de Latitude Norte) e o **CÍRCULO POLAR ANTÁRTICO** (paralelo de 66,5º de Latitude Sul), como destacados na Figura 1.6. Os paralelos materializam a direção E–W.

Figura 1.6 - Equador, Trópicos e Círculos Polares



MERIDIANOS: são os círculos máximos que contêm os polos da Terra, como os representados na Figura 1.6, sendo o principal o **MERIDIANO DE GREENWICH** (em destaque). Os meridianos marcam a direção N–S.

1.6 A POSIÇÃO NA TERRA. SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

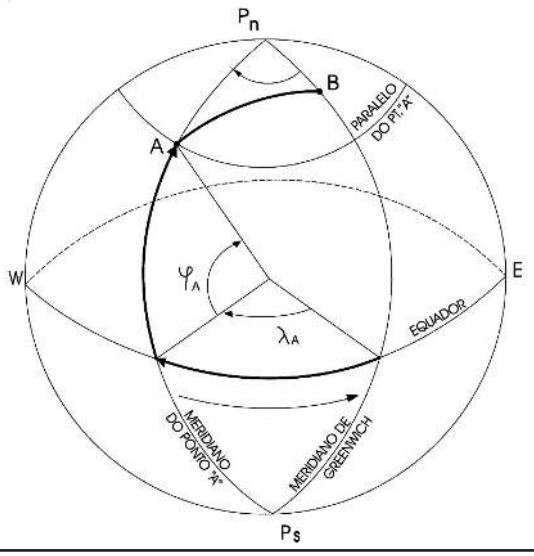
LATITUDE de um lugar, cujo símbolo é a letra grega **φ**, é o arco de meridiano compreendido entre o **Equador** e o **Paralelo do Lugar**. Conta-se de 0º a 90º para o Norte ou para o Sul do Equador.

LONGITUDE de um lugar, cujo símbolo é a letra grega **λ**, é o arco do Equador, ou o ângulo no Polo, compreendido entre o **Meridiano de Greenwich** e o **Meridiano do Lugar**. Conta-se de 0º a 180º para Leste ou para Oeste de Greenwich.

O **Meridiano de Greenwich**, que serve de referência para contagem das Longitudes, é denominado como **PRIMEIRO MERIDIANO**.

DIFERENÇA DE LATITUDE entre dois lugares (símbolo **Δφ**): 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,

Figura 1.7 – Principais Linhas, Planos e Pontos do Globo Terrestre. Sistema de Coordenadas Geográficas



respectivamente, de mesmo nome ou de nomes contrários. Assim, por exemplo, a diferença de latitude entre um ponto A, situado sobre o paralelo de 30ºN, e um ponto B, situado sobre o paralelo de 45ºN, será de 15º. Ademais, costuma-se indicar, também, o **sentido** da diferença de Latitude. Desta forma, dir-se-ia que a $\Delta\varphi$ de A para B é de 15ºN, ao passo que a $\Delta\varphi$ de B para A seria de 15ºS.

LATITUDE MÉDIA entre dois lugares (símbolo $\boldsymbol{\varphi_m}$): é a Latitude correspondente ao paralelo médio entre os paralelos que passam pelos dois lugares. Seu valor é obtido pela semissoma ou semidiferença das Latitudes dos dois lugares, conforme eles estejam 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 30ºN) e B (Latitude 45ºN) é φ_m = (30ºN + 45ºN)/2 = 37,5ºN . A Latitude média entre um ponto C (Latitude 40ºN) e um ponto D (Latitude 12ºS) será φ_m = (40ºN + 12ºS)/2 = 14ºN.

DIFERENÇA DE LONGITUDE entre dois lugares (símbolo $\boldsymbol{\Delta\lambda}$): 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 um ponto E (Longitude 045ºW) e um ponto F (Longitude 075ºW) será de 30ºW. No entanto, invertendo o sentido, a diferença de Longitude entre F e E seria de 30ºE. A diferença de Longitude entre um ponto G (Longitude 015ºW) e um ponto H (Longitude 010ºE) será de 25ºE.

1.7 DISTÂNCIAS NA SUPERFÍCIE DA TERRA. A MILHA NÁUTICA (OU MILHA MARÍTIMA). ORTODROMIA E LOXODROMIA.

1.7.1 A Milha Náutica

A distância entre dois pontos na superfície da Terra é a separação espacial entre eles, expressa pelo comprimento do menor arco de círculo máximo que os une. Em navegação, as distâncias são normalmente medidas em milhas náuticas.

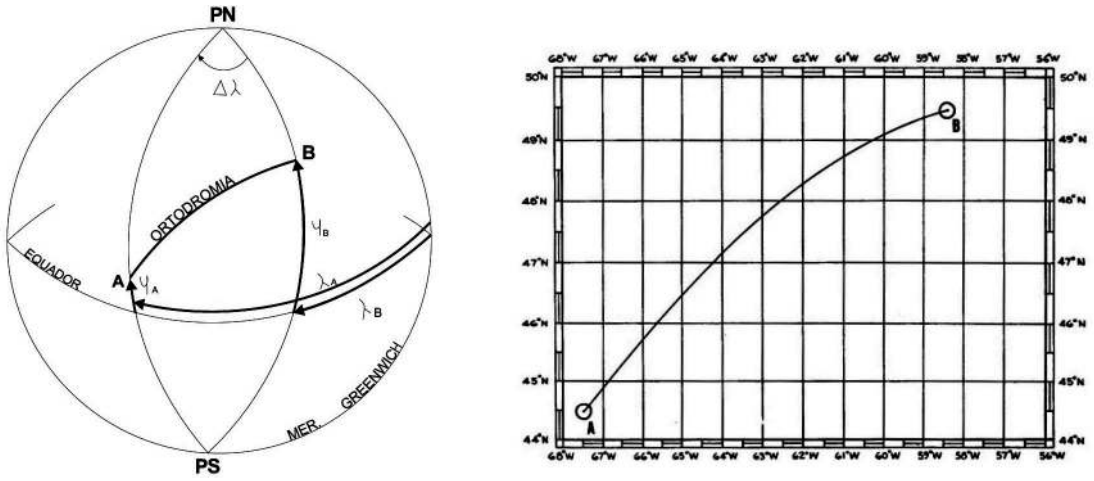
MILHA NÁUTICA (ou **MILHA MARÍTIMA**) é o comprimento do **arco de meridiano** que subtende um **ângulo de 1 minuto** cujo vértice posiciona-se no centro da Terra. Mais resumidamente, pode-se definir a milha náutica como sendo o comprimento do arco de 1' de Latitude. Contudo, o comprimento do arco de 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 **1.852 metros**, independentemente da Latitude do lugar. Pode-se, então, definir uma milha náutica como o comprimento do arco de um minuto de meridiano terrestre e dizer que seu valor é de 1.852 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 1 milha).

1.7.2 Ortodromia e Loxodromia

ORTODROMIA é qualquer segmento de um círculo máximo da esfera terrestre. É, assim, a menor distância entre dois pontos na superfície da Terra (Figura 1.8).

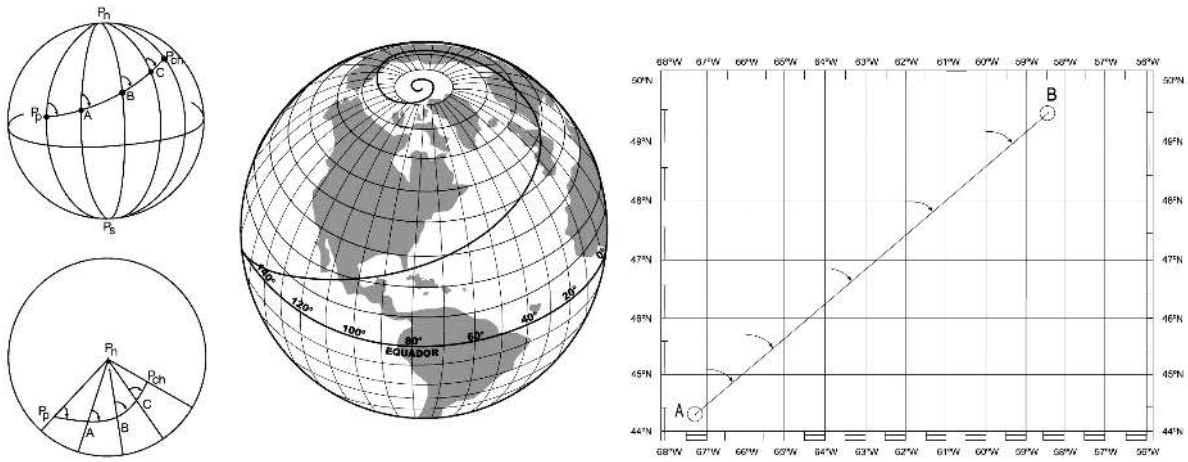
Figura 1.8 – Ortodromia (Arco de Círculo Máximo)



na Esfera Terrestre **na Carta de Mercator**

LOXODROMIA é a linha que intercepta os vários meridianos segundo um ângulo constante (Figura 1.9).

Figura 1.9 – Loxodromia ou Linha de Rumo



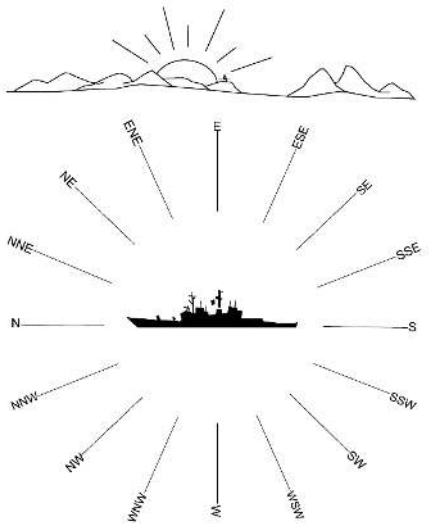
na Esfera Terrestre **na Carta de Mercator**

Embora a menor distância entre dois pontos na superfície da Terra seja uma **ortodromia** – que é o arco do círculo máximo que passa por dois pontos –, em navegação é quase sempre mais conveniente navegar por uma **loxodromia**, isto é, por uma **LINHA DE RUMO**, na qual a direção da proa do navio corta todos os meridianos sob um mesmo ângulo.

1.8 A DIREÇÃO NO MAR. RUMOS E MARCAÇÕES.

DIREÇÃO, na superfície da Terra, é a linha que liga dois pontos com uma orientação. A Figura 1.10 apresenta as direções **CARDEAIS**, **LATERAIS** (ou **INTER-CARDEAIS**) e **COLATERAIS**, comumente referidas em navegação. Todas as direções mostradas são **Direções Verdadeiras**, isto é, têm como referência o **Norte Verdadeiro**.

Figura 1.10 – Direções



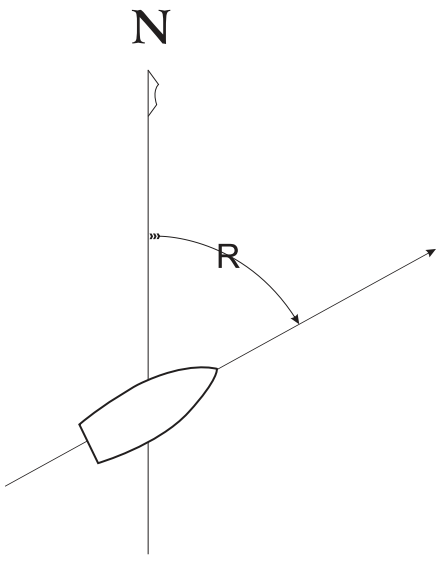
CARDEAIS	N, S, E e W
LATERAIS	NE, SE, NW e SW
COLATERAIS	NNE, ENE, ESSE, SSE, NNW, WNW, WSW e SSW

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 seja, é o ângulo horizontal entre uma direção de referência e a proa do navio. Os rumos são medidos de 000º a 360º, no sentido do movimento dos ponteiros de um relógio, a partir da **DIREÇÃO DE REFERÊNCIA** (Figura 1.11).

As duas direções de referência de navegação mais utilizadas são o **NORTE VERDADEIRO** (ou **GEOGRÁFICO**) e o **NORTE MAGNÉTICO**.

As direções a bordo são materializadas, respectivamente, por equipamentos como o **Giroscópio** (**Agulha Giroscópica**) e a **Agulha Magnética**. Assim, tem-se as referências **NORTE DA GIRO** (que, em geral, pode ter um desvio em relação ao Norte Verdadeiro) e **NORTE DA AGULHA** (que possui diferentes desvios em relação ao Norte Magnético, conforme o Rumo em que se navegue, que constituem, quando plotados, a Curva de Desvio da Agulha Magnética).

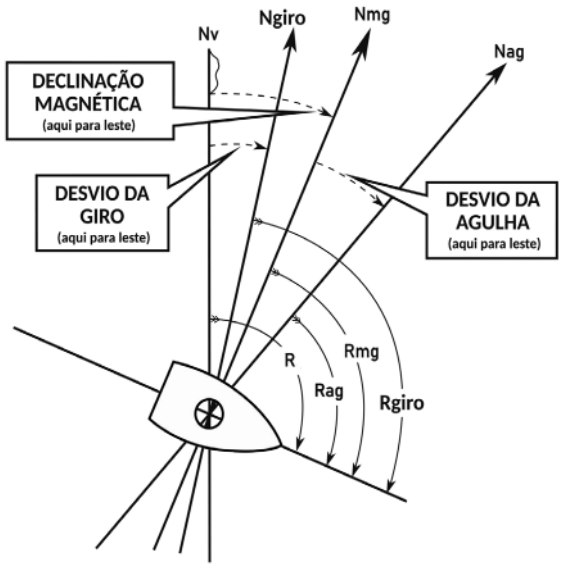
Figura 1.11 – Rumo



Assim, conforme a Direção de Referência em relação à qual é medido, o rumo denomina-se (Figura 1.12):

- **RUMO VERDADEIRO (Rv)**
- **RUMO DA AGULHA (Rag)**
- **RUMO MAGNÉTICO (Rmg)**
- **RUMO DA GIRO (Rgiro)**

Figura 1.12 – Rumos Verdadeiro, da Agulha, Magnético e da Giro



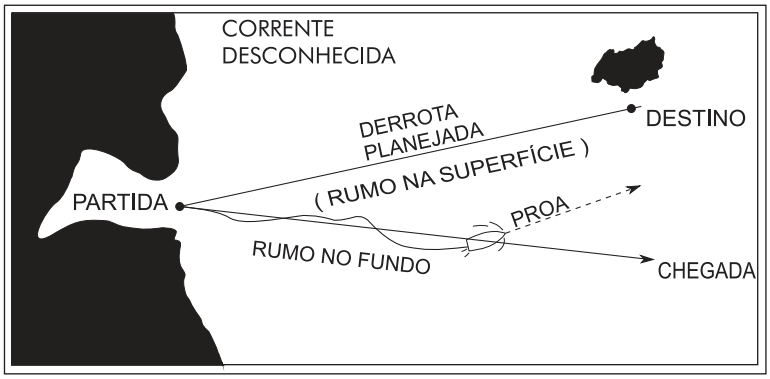
Também relacionados aos conceitos acima apresentados, podem ser definidos os seguintes elementos:

- **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 do timoneiro, etc.

- **RUMOS PRÁTICOS:** quando se navega em rios, canais estreitos ou águas confinadas, é comum orientar-se por referências de terra, e não por rumos dados pelas agulhas, magnética ou giroscópica. Estas direções, nas quais o navio deve governar para manter-se safo de perigos, são denominadas "Rumos Práticos".

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, efeito esse que, na realidade, representa a resultante da ação de diversos agentes tais como: vento, correntes e outros. Assim, surge o conceito de **RUMO NO FUNDO**, como a direção resultante referida ao Norte Verdadeiro, realmente navegada, desde o ponto de partida até o ponto de chegada num determinado momento. Normalmente, o Rumo no Fundo é a composição do **RUMO NA SUPERFÍCIE** junto àquele provocado pelo efeito da corrente (**RUMO DA CORRENTE**), conforme mostrado na Figura 1.13.

Figura 1.13 – Rumo na Superfície e no Fundo



As abreviaturas utilizadas são:

- **RUMO VERDADEIRO: R ou Rv**
- **RUMO MAGNÉTICO: Rmg**
- **RUMO DA GIRO: Rgiro**
- **RUMO DA AGULHA: Rag**

- **RUMOS PRÁTICOS: Rp**
- **RUMO NO FUNDO: Rfd**

A precisão adotada é de 0,5º. Um rumo deve ser sempre escrito com três algarismos em sua parte inteira. Exemplos: 045º; 072º; 180º; 347,5º; 233,5º.

MARCAÇÃO é o ângulo horizontal entre a linha que une o ponto no navio, a partir do qual se faz a observação do objeto marcado, e um outro objeto em uma determinada Direção de Referência.

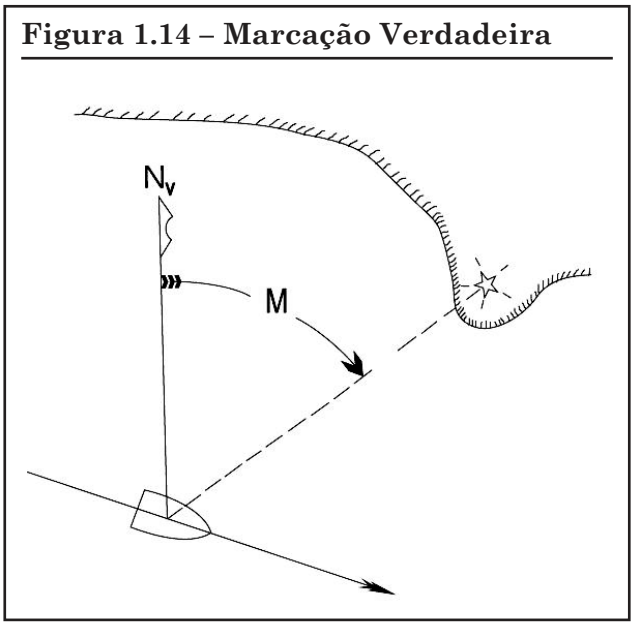
Esta Direção de Referência pode ser:

- **NORTE VERDADEIRO (ou GEOGRÁFICO)**
- **NORTE MAGNÉTICO**
- **NORTE DA GIRO**
- **NORTE DA AGULHA**
- **PROA DO NAVIO**

Conforme seja a Direção de Referência, a marcação será denominada:

- **MARCAÇÃO VERDADEIRA (M ou Mv)**: é o ângulo horizontal entre o Norte Verdadeiro e a linha que une o ponto de observação no navio ao objeto marcado, medido de 000º a 360º, no sentido do movimento dos ponteiros de um relógio, a partir do Norte Verdadeiro (Figura 1.14). Ela é obtida a partir do documento cartográfico ou da leitura da Agulha Giroscópica combinada a seu desvio.

Figura 1.14 – Marcação Verdadeira



- **MARCAÇÃO MAGNÉTICA (Mmg)**: é o ângulo horizontal entre o Norte Magnético e a linha que une o ponto de observação no navio ao objeto marcado, medido de 000º a 360º, no sentido horário, a partir do Norte Magnético. É obtida a partir do documento cartográfico ou da leitura da Agulha Magnética combinada a seu desvio.

- **MARCAÇÃO DA GIRO (Mgiro)**: ângulo horizontal entre o Norte da Giro e a linha que une o ponto de observação no navio ao objeto marcado, medido de 000° a 360°, no sentido horário, a partir do Norte da Giro, desviado do Norte Verdadeiro.

- **MARCAÇÃO DA AGULHA (Mag)**: é o ângulo horizontal entre o Norte da Agulha e a linha que une o navio ao objeto marcado, medido de 000º a 360º, no sentido horário, a partir do Norte da Agulha, desviado do Norte Magnético de acordo com a Curva de Desvio da Agulha Magnética.

- **MARCAÇÃO RELATIVA (Mr)**: é o ângulo horizontal entre a Proa e a linha que une o ponto de observação no navio ao objeto marcado, medido de 000º a 360º, no sentido horário, a partir da Proa. Na Figura 1.15, tem-se as Marcações Relativas do ponto A (135º), do ponto B (180º), do ponto C (270º) e do ponto D (340º). Somando-se o Rumo à Marcação Relativa

obtêm-se a Marcação Verdadeira (Mv = Mr + R). Tem-se, então: Mv_A = 180º; MvB = 225º; MvC = 315º; e MvD = 025º.

- **MARCAÇÃO POLAR (Mp)**: é medida a partir da proa para Boreste (BE) ou para Bombordo (BB), de 000º a 180º. Recebe sempre uma designação (BE ou BB), tal como mostrado na Figura 1.16.

Figura 1.16 – Marcação Polar

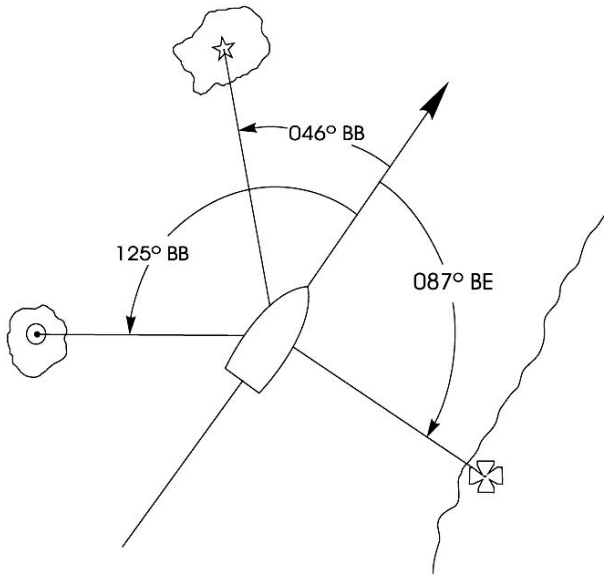
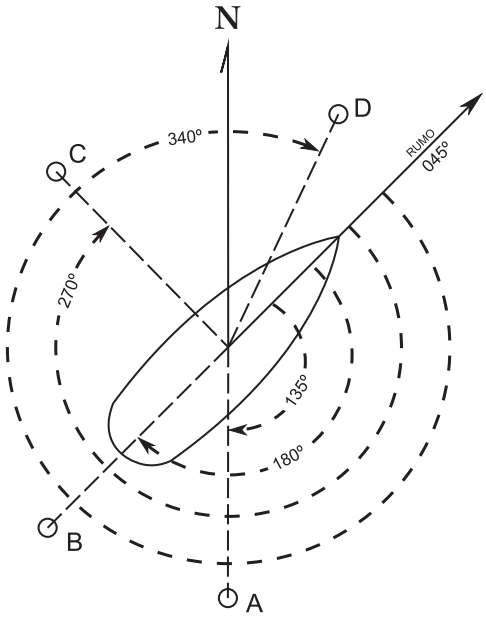


Figura 1.15 – Marcação Relativa

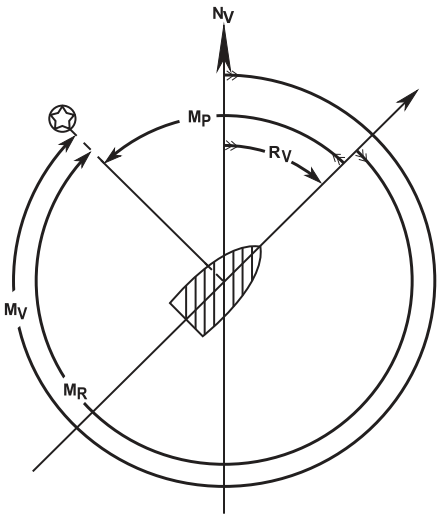


Como exemplo, na Figura 1.17, um navio, no Rumo Verdadeiro (Rv) 045º, marca um farol exatamente no través de BB, isto é, na Marcação Polar (Mp) 090º BB. É possível, então, obter a Marcação Relativa (Mr) e a Marcação Verdadeira (Mv) do farol:

Mp = 090º BB → Mr = 270º

Mv = Mr + R = 270º + 045º = 315º

Figura 1.17 – Exemplo de Marcação Polar



Tal como os Rumos, as Marcações também devem ser sempre escritas com três algarismos em sua parte inteira. A aproximação a ser usada também é de 0,5º. Exemplos: M = 082º; M = 033,5º; M = 147º.

PARTE 2

A carta náutica

O QUE O PROGRAMA PEDE

- Simbologia e abreviaturas usadas nas cartas náuticas brasileiras (Carta 12000, INT 1)
- Conhecimento e uso da carta náutica

FONTE REPRODUZIDA NESTA PARTE

Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 2: Projeções cartográficas e a carta náutica (2.1 a 2.4, 2.6 a 2.8 e apêndice A: projeção de Mercator, escala, uso, interpretação e atualização da carta; problemas-tipo)

Altineu Pires Miguens · Diretoria de Hidrografia e Navegação, vol. I, 2ª revisão, 2023
https://www.marinha.mil.br/dhn/npublicacoes

A Carta 12000 completa é gratuita no site da Marinha: o endereço está no quadro de publicações para baixar à parte.

Terminou esta parte? Resolva questões do assunto.
Telegram: t.me/capitao_amador_bot
Simulado no site: www.capitao-amador.com/mestre-amador/simulado

2 PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS E A CARTA NÁUTICA

2.1 O PROBLEMA DA REPRESENTAÇÃO DA TERRA SOBRE UMA SUPERFÍCIE PLANA

Antes de apresentar o problema da representação da Terra sobre uma superfície plana, 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 é especialmente confeccionada 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**.

Voltando ao propósito inicial do presente Capítulo, 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 a construção de um globo de proporções exageradas (em um globo de 1,28 m de diâmetro, por exemplo, a escala é de aproximadamente 1/10.000.000, o que não permite representar detalhes inferiores a 2 km). 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 elipsoide) não é desenvolvível no plano.

Assim, são utilizados **SISTEMAS DE PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS** como métodos para representar a superfície de uma esfera (ou de um elipsoide), no todo ou em parte, sobre uma superfície plana. O processo consiste em transferir pontos da superfície da esfera (ou elipsoide) 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

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.[1]

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] Escala é uma relação entre o tamanho real de algo e sua representação física, seja num documento em papel ou num ambiente digital. Dessa forma, pode-se dizer que cartas de pequena escala são aquelas que apresentam poucos detalhes geográficos, em detrimento da representação de uma grande área, como uma carta geral do mundo. Por outro lado, as cartas de grande escala são aquelas que apresentam uma grande quantidade de detalhes geográficos, onde são representadas pequenas áreas, como baías, ilhas, portos e canais, como as cartas náuticas de aproximação de portos.

a. representação dos ângulos sem deformação e, em decorrência disso, manutenção da verdadeira forma das áreas a serem representadas (conformidade);

b. inalterabilidade das dimensões relativas das mesmas (equivalência);

c. constância das relações entre as distâncias dos pontos representados e as distâncias dos seus correspondentes na superfície da Terra (equidistância);

d. representação dos círculos máximos por meio de linhas retas;

e. representação das loxodromias (linhas de rumo) por linhas retas; e

f. facilidade de obtenção das coordenadas geográficas dos pontos e, de modo oposto, 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 área, 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 azimute. 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**.

As **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**.

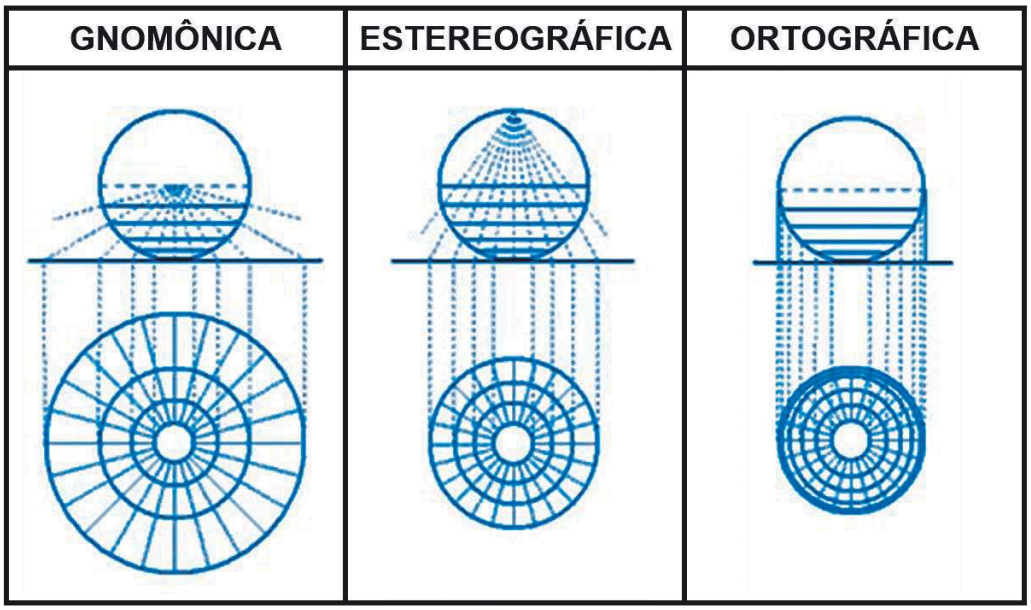
O ponto de vista é sempre considerado como situado sobre a direção da vertical do ponto central da porção da superfície da Terra que se deseja representar e pode estar disposto a qualquer distância do centro da Terra, desde o infinito até coincidente com esse próprio centro. Porém, ele é geralmente situado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

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

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

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

Figura 2.1 – Projeções Perspectivas



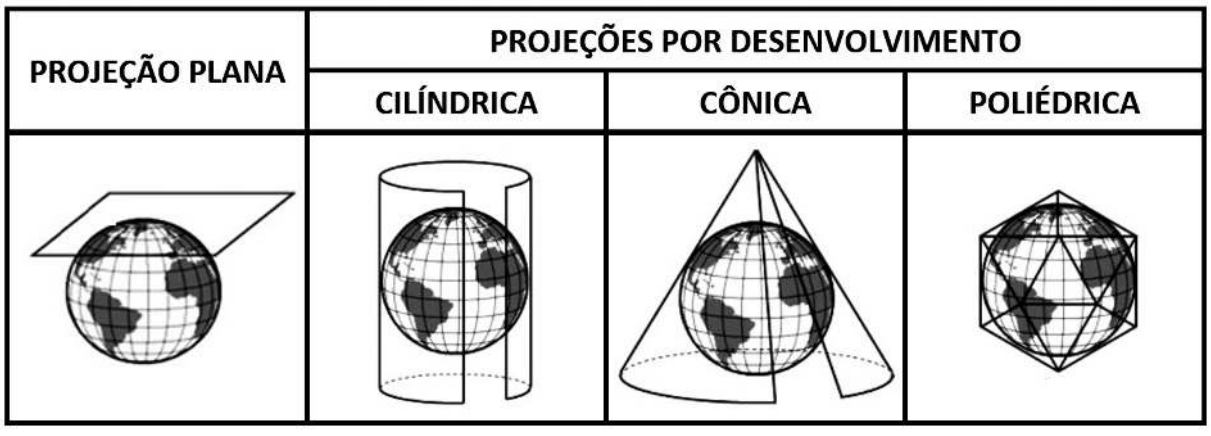
As **projeções pseudo-perspectivas** são projeções perspectivas nas quais se recorre a algum artifício, de maneira a obter-se determinada propriedade. Um exemplo desse tipo de projeção é a projeção cilíndrica equatorial estereográfica, na qual o ponto de vista não fica fixo, mas vai percorrendo o Equador, situando-se sempre no antimeridiano 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 – Projeção Plana e Projeções por Desenvolvimento



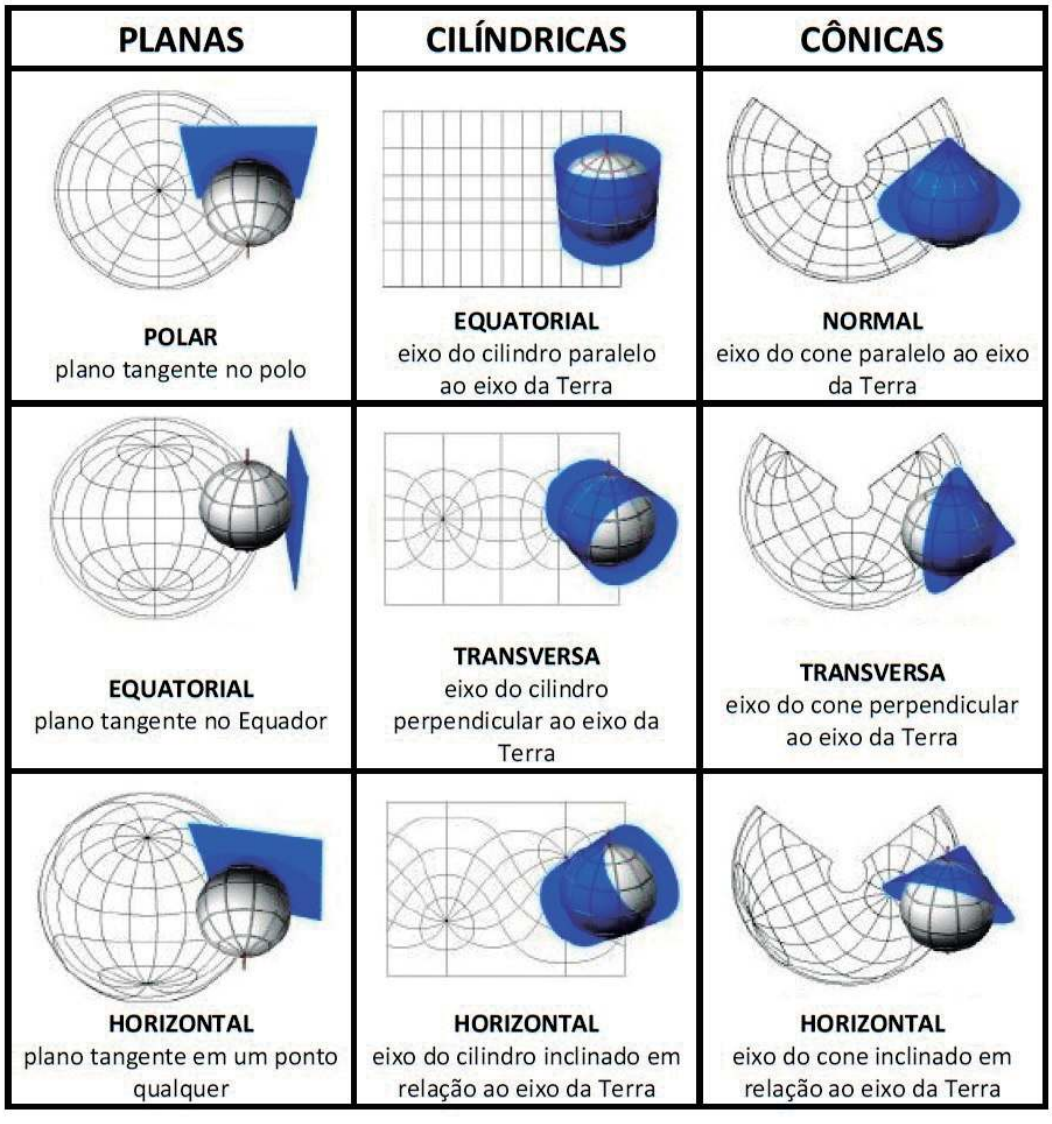
A projeção é então dita plana, quando a superfície de projeção é um plano. Esse plano poderá ser tangente ou secante à superfície da Terra. A projeção plana é geralmente chamada azimutal, em virtude de os azimutes em torno do ponto de tangência serem representados sem deformações. As projeções azimutais são também chamadas zenitais.

A projeção por desenvolvimento é aquela em que a superfície de projeção é uma superfície desenvolvível. De acordo com a natureza dessa superfície desenvolvível, as projeções desse tipo classificam-se 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 polo da projeção; e, no caso das projeções por desenvolvimento, segundo a posição do eixo da superfície cônica ou cilíndrica, conforme apresentadas na Figura 2.3.

Figura 2.3 – Classificação das Projeções Segundo a Situação da Superfície de Projeção



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

a. **polares** – ponto de tangência no polo; e o eixo da Terra perpendicular ao plano de projeção;

b. **equatoriais ou meridianas** – ponto de tangência no equador; eixo da Terra paralelo ao plano de projeção; e plano de projeção paralelo ao plano de um meridiano; e

c. **horizontais ou oblíquas** – ponto de tangência em um ponto qualquer da superfície da Terra; e eixo da Terra inclinado em relação ao plano de projeção.

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

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

b. **equatoriais** – eixo do cilindro paralelo ao eixo da Terra;

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

d. **transversas ou meridianas** – eixo do cilindro perpendicular ao eixo da Terra; e

e. **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: equidistantes, equivalentes, conformes e afiláticas.

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

A condição de equidistância só é obtida em determinada direção e, de acordo com essa direção, as projeções equidistantes se subclassificam em:

a. **equidistantes meridianas**, que são aquelas em que há equidistância segundo os meridianos;

b. **equidistantes transversais**, que são aquelas que apresentam equidistância segundo os paralelos; e

c. **equidistantes azimutais** ou **equidistantes ortodrômicas**, que são aquelas que não apresentam distorções nos círculos máximos que passam pelo ponto de tangência. As projeções equidistantes azimutais são sempre projeções planas.

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.

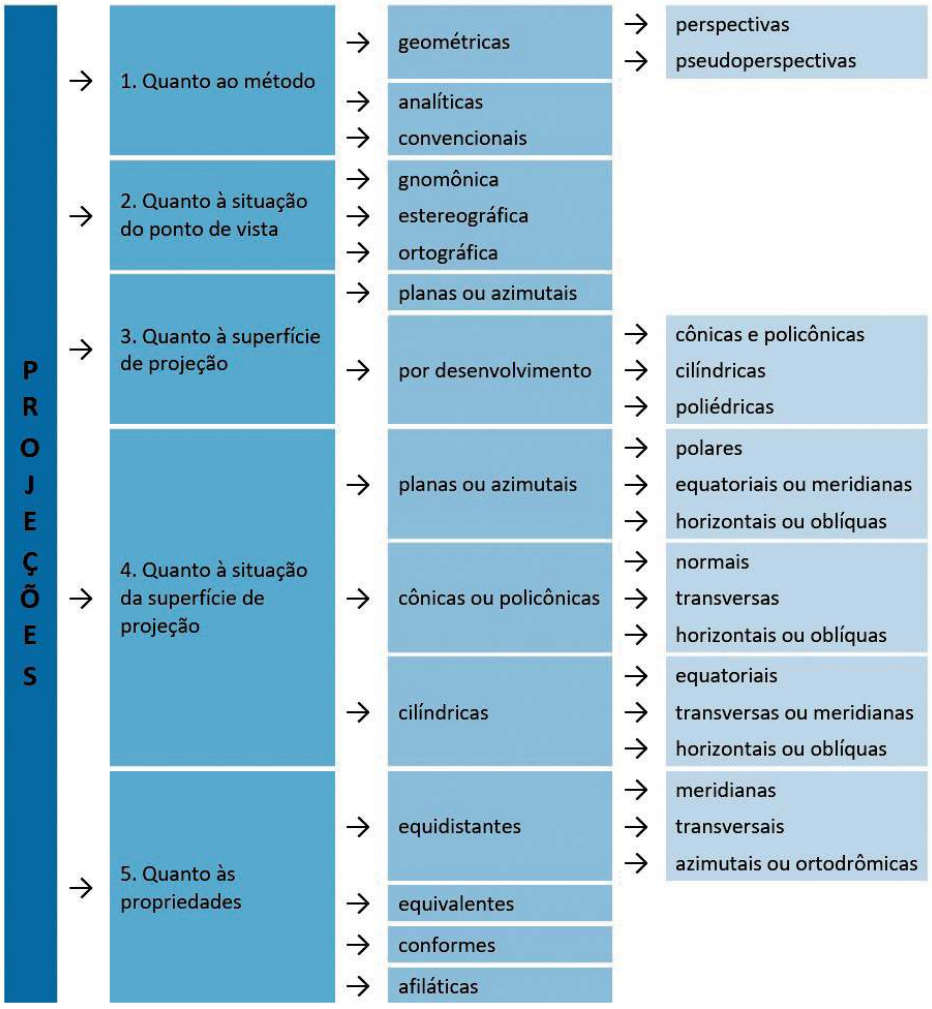
As **projeções conformes** são as que não deformam os ângulos e, em decorrência dessa propriedade, também não deformam a representação das pequenas áreas.

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 a sua extensão.

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 será explicado.

A Figura 2.4 apresenta um sumário das diversas classificações dos sistemas de projeções.

Figura 2.4 – Sumário das Classificações das Projeções



2.3.1 Designação dos Sistemas de Projeções

De 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.

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

a. natureza da superfície de projeção adotada (plano, cilindro ou cone);

b. situação da superfície de projeção em relação à superfície da Terra; e

c. classificação da projeção quanto à propriedade que conserva.

Desse modo, dir-se-á: projeção cônica normal equidistante meridiana; projeção plana polar gnomônica; projeção cilíndrica transversa conforme; etc.

2.4 O EMPREGO DA PROJEÇÃO DE MERCATOR NA CARTOGRAFIA NÁUTICA

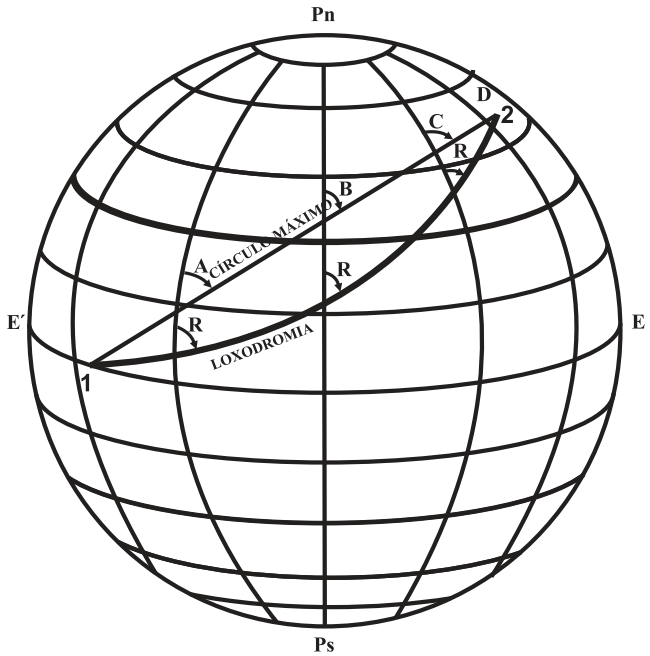
2.4.1 A Projeção de Mercator

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 azimute. Esta linha é o rumo, a loxodromia ou curva loxodrômica.

A Figura 2.5 apresenta a ortodromia e a loxodromia traçadas na Esfera Terrestre entre os pontos 1 e 2. A ortodromia (círculo máximo) representa, assim, a menor distância entre os referidos pontos, mas forma com os sucessivos meridianos ângulos diferentes (A ≠ B ≠ C ≠ D), enquanto a loxodromia, embora não seja a menor distância entre os pontos, corta todos os meridianos segundo um mesmo ângulo (R), que é igual ao rumo entre os pontos 1 e 2.

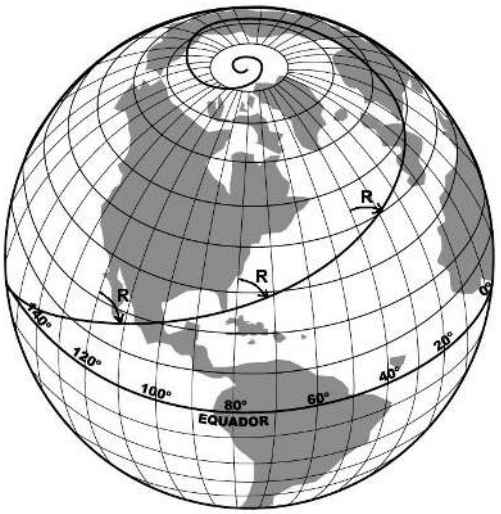
Figura 2.5 – Ortodromia e Loxodromia na Esfera Terrestre



Conforme mencionado no Capítulo anterior, a loxodromia tem a forma de uma espiral sobre a esfera e tende para os polos, exceto no caso dos meridianos, paralelos e Equador (Figura 2.6).

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, que leva o nome latino do seu idealizador, Gerhard Krämer (Gerardus Mercator), cartógrafo nascido em Flanders, em 1512. Mercator publicou, em 1569, sua Carta Universal (planisfério), na qual as loxodromias eram representadas por linhas retas.

Figura 2.6 - Linha de Rumo ou Loxodromia



2.4.2 Classificação da Projeção de Mercator

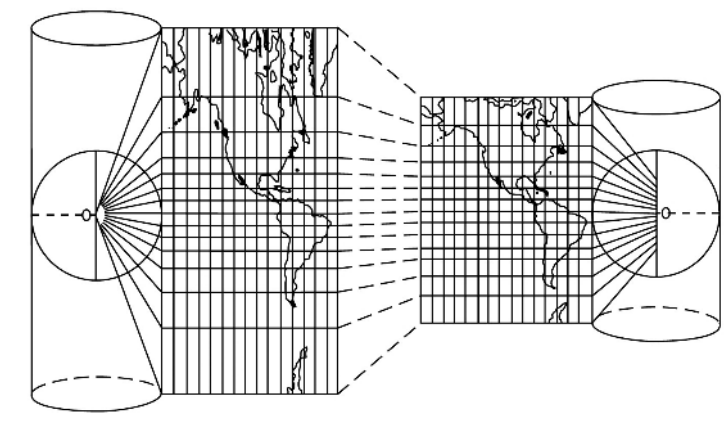
A Projeção de Mercator pertence à classe das projeções por desenvolvimento cilíndrico e à categoria das projeções conformes. Da condição de conformidade, isto é, da inexistência de deformações angulares, surge a propriedade de manutenção da forma das pequenas áreas.

A Projeção de Mercator é uma modalidade equatorial das projeções cilíndricas, isto é, o cilindro é considerado tangente à superfície da Terra no Equador (vide a Figura 2.3). Portanto, a **Projeção de Mercator** é classificada como uma **projeção cilíndrica equatorial conforme**, em razão de que é:

- **cilíndrica**, por ser a superfície de projeção um cilindro, ou seja, a superfície da terra (ou parte dela) é projetada em um cilindro;
- **equatorial**, por ser o cilindro tangente à superfície da Terra no Equador; e
- **conforme**, em razão dos ângulos serem representados sem deformação, permitindo que as formas das pequenas áreas se mantenham, o que faz com que a projeção também seja denominada como ortomorfa.

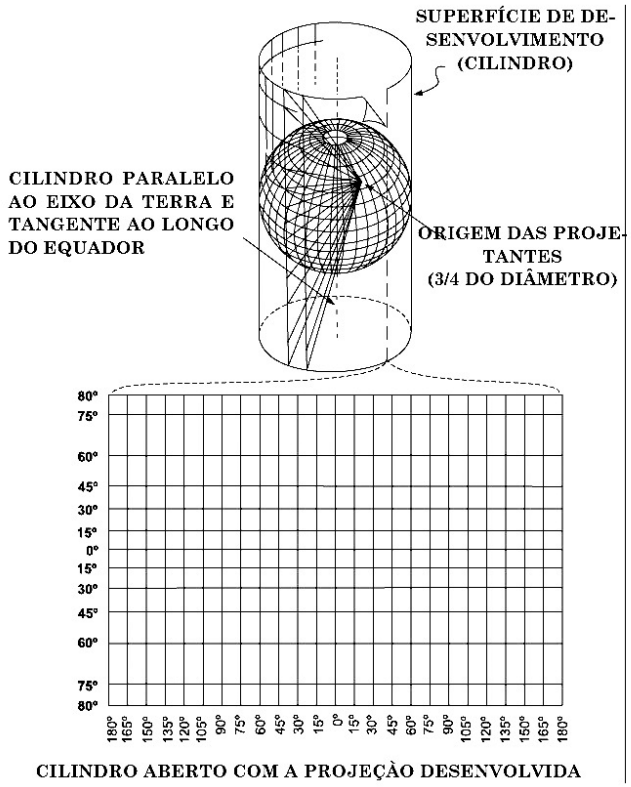
Na realidade, a Projeção de Mercator é uma projeção convencional e, portanto, não obedece a um conceito geométrico definido, embora seja inspirada em uma projeção cilíndrica. A Figura 2.7 apresenta as diferenças e semelhanças entre a Projeção de Mercator (projeção cilíndrica equatorial conforme) e uma projeção cilíndrica gnomônica.

Figura 2.7 – Projeções Cilíndricas



A Figura 2.8 ilustra o desenvolvimento da Projeção de Mercator, bem como apresenta as suas características.

Figura 2.8 – Projeção de Mercator – desenvolvimento e características



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

2.4.3 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 cardeais numa Carta de Mercator;

3) é fácil plotar um ponto numa Carta de Mercator conhecendo suas coordenadas geográficas (Latitude e Longitude);

4) é fácil determinar as coordenadas de qualquer ponto representado numa Carta de Mercator;

5) 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;

6) as linhas de rumo ou loxodromias são representadas por linhas retas; e

7) facilidade de construção (construção por meio de elementos retilíneos).

b. Limitações da Projeção de Mercator:

1) deformação excessiva nas altas latitudes;

2) impossibilidade de representação dos polos; e

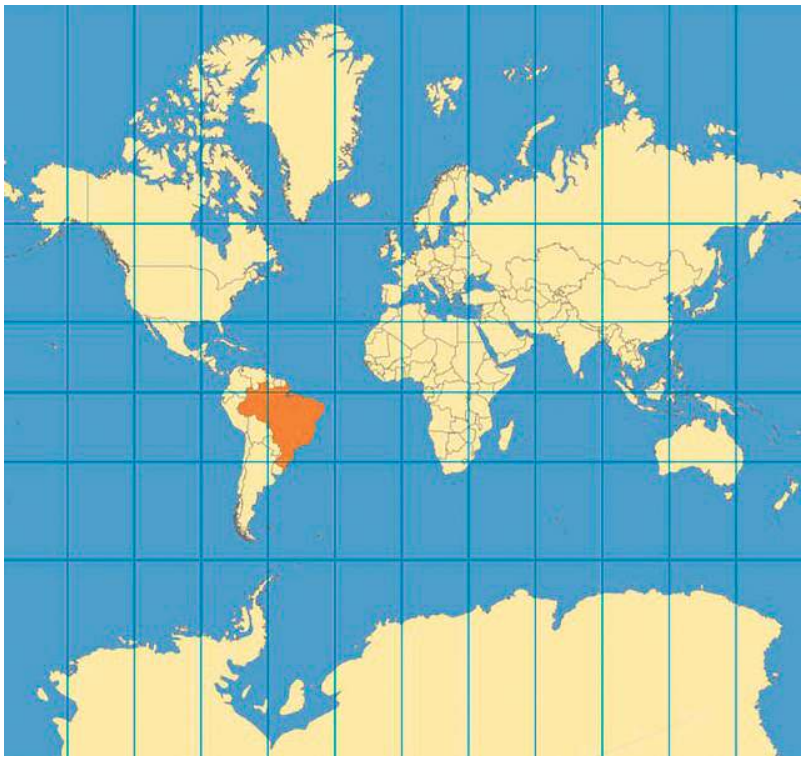
3) círculos máximos, exceto o Equador e os meridianos, não são representados por linhas retas (limitação notável nas Cartas de Mercator de pequena escala, representando uma grande área).

2.4.4 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 o Brasil, apesar de o nosso país ter uma área quatro vezes maior, como ser observado na Figura 2.9.

Figura 2.9 – Mapa-múndi na Projeção de Mercator

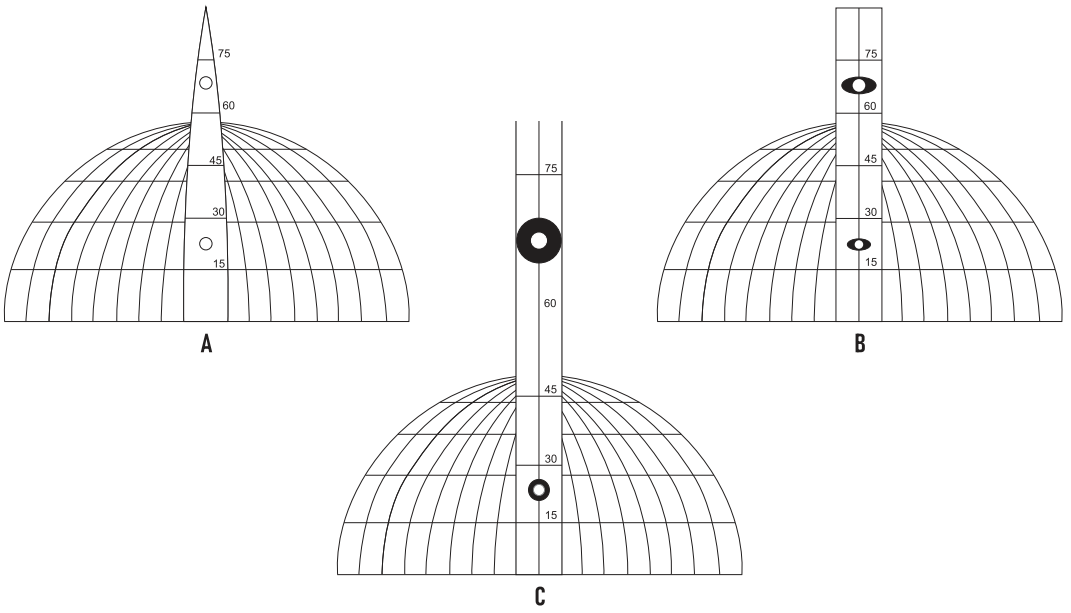


Fonte: IBGE – Atlas Geográfico Escolar

A Figura 2.10 ajuda na compreensão desta característica da projeção. No esboço 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. No esboço B, esticaram-se horizontalmente os dois meridianos exteriores de forma a ficarem paralelos. 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 no esboço C.

Figura 2.10 – A Projeção de Mercator e as Latitudes Crescidas



Pode-se 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). Nasce daí, então, um conceito muito importante, que 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. Desse modo, 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.

2.4.5 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[2] dos meridianos um ângulo constante e igual ao seu azimute.

[2] "Transformada", em Geometria, é a curva deduzida de outra, segundo determinada lei. Na presente situação, a transformada do meridiano é a representação de um meridiano qualquer (que é um círculo máximo) no plano da projeção de Mercator como uma "curva" reta.

Figura 2.24 – Projeções utilizadas em Cartografia Náutica

	MERCATOR	LAMBERT	GNOMÔNICA
Paralelos	Linhas retas horizontais	Arcos de círculos concêntricos	Curvas (seções de cone) exceto Equador
Meridianos	Linhas retas verticais, perpendiculares ao Equador	Linhas retas, raios dos paralelos, convergindo para o polo	Linhas retas
Conforme	Sim	Sim	Não
Círculos máximos	Linhas curvas (exceto Meridianos e Equador)	Linhas aproximada-mente 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	Navegação costeira, estimada e eletrônica	Determinação da derrota ortodrômica

2.6 UTILIZAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE UMA CARTA NÁUTICA

2.6.1 A Carta Náutica

A **carta náutica** é um documento cartográfico que resulta de levantamentos hidrográficos de áreas oceânicas, mares, baías, rios, canais, lagos, lagoas, ou qualquer outra massa d'água navegável e se destina a servir de base à navegação aquaviária. É publicada oficialmente sob a autoridade de um governo por meio de um serviço hidrográfico por ele autorizado ou por uma outra instituição governamental. Ela é geralmente construída na projeção de Mercator e representa 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, altitudes e pontos notáveis aos navegantes, linhas de costa e de contorno das ilhas, elementos de marés, correntes, magnetismo e outras indicações necessárias à segurança da navegação.

A carta náutica possui duas formas possíveis de apresentação: em papel e digital. As Normas Técnicas para construção das cartas náuticas, tanto em papel quanto digital, são estabelecidas pela Organização Hidrográfica Internacional (OHI).

Na qualidade de Serviço Hidrográfico nacional, cabe à Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), por meio do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), produzir e manter atualizadas todas as cartas náuticas em Águas Jurisdicionais Brasileiras.

A **carta náutica em papel**, em acordo ao atual estado da arte de sua produção, não é mais reimpressa em grandes tiragens, mas sim utiliza o processo de "impressão sob demanda" (*print-on-demand*). Quando o cliente realiza a compra de uma carta, a mesma é impressa e entregue atualizada, até o último Aviso aos Navegantes naquela data. As cartas náuticas em papel, publicadas pela DHN, são disponibilizadas para venda pela Empresa Gerencial de Projetos Navais (EMGEPRON), por meio de um Posto de Venda localizado na DHN ou por meio de *e-commerce* no seu sítio na internet (https://cartasnauticasbrasil.com.br).

A **carta náutica digital** é empregada em sistemas informatizados destinados à navegação aquaviária. Pode ser de dois tipos: eletrônica (vetorial) e Raster. A eletrônica é comumente conhecida como ENC (*Electronic Navigational Chart*) e a Raster como RNC (*Raster Navigational Chart*). O acrônimo IENC (*Inland Electronic Navigational Chart*) designa a carta náutica eletrônica específica para águas interiores.

A **carta náutica eletrônica (ENC)** é um banco de dados, padronizado quanto ao seu conteúdo, estrutura e formato, produzida por ou sob a autoridade de um Governo, Serviço Hidrográfico autorizado ou outra instituição governamental relevante, para uso em um **Sistema Eletrônico de Informação e Exibição de Cartas Náuticas** e em conformidade com os padrões da OHI. No Brasil, a exemplo das cartas náuticas em papel, cabe à DHN, por meio do CHM, produzir e manter atualizadas todas as ENCs nacionais. Uma ENC contém todas as informações cartográficas necessárias para uma navegação segura e pode conter informações suplementares além daquelas contidas na carta em papel (por exemplo, rotas recomendadas) que podem ser consideradas necessárias para uma navegação segura.

As ENC são disponibilizadas exclusivamente por intermédio de distribuidores internacionais dos Centros de Coordenação Regional / *Regional ENC Coordination Centres* (RENC): *International Centre for ENC's* (IC-ENC), operado pelo Serviço Hidrográfico do Reino Unido (www.ic-enc.org), e o PRIMAR, operado pelo Serviço Hidrográfico da Noruega (https://www.primar.org). A EMGEPRON, como empresa vinculada ao PRIMAR, além das cartas náuticas brasileiras em papel, também disponibiliza para venda[3] toda e qualquer ENC oficial (produzida por um Serviço Hidrográfico oficial), inclusive as da DHN, no mesmo sítio acima citado.

As **cartas náuticas Raster** (**RNC**) são disponibilizadas gratuitamente para download no formato NOAA-BSB versão 3.0, no sítio da internet do CHM (https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-segnav/cartas-raster). A sua utilização não dispensa o uso concomitante das cartas náuticas em papel, atualizadas até o último Aviso aos Navegantes.

2.6.2 Escala da Carta

Como visto, em uma carta de Mercator a escala de longitudes é constante, enquanto 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 (Latitude Média) da área abrangida. Este é, de fato, o único

[3] Na realidade, as ENCs não são vendidas e sim licenciadas para uso pelo Distribuidor, com validade de emprego por um determinado tempo, conforme contrato estabelecido.

paralelo representado sem deformações de escala, ou seja, a escala natural, na realidade, só é perfeitamente válida ao longo deste paralelo.

A 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 ideia da relação existente entre o trecho da Terra abrangido pela carta e sua representação na mesma. Quanto maior o denominador da escala, menor ela será.

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

EXEMPLOS:

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

$$\begin{array}{l} 1\ mm \rightarrow 100.000\ mm = 100\ m \\ x\ mm \rightarrow 500\ m \end{array} \rightarrow \quad x = \frac{500}{100} = 5\ mm$$

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

$$\begin{array}{l} 1\ mm \rightarrow 25.000\ mm = 25\ m \\ x\ mm \rightarrow 500\ m \end{array} \rightarrow \quad x = \frac{500}{25} = 20\ mm$$

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

$$\begin{array}{l} 1\ mm \rightarrow 25.000\ mm = 25\ m \\ 15\ mm \rightarrow x\ m \end{array} \rightarrow \quad x = 25\ m \times 15 = 375\ m$$

Quanto maior a escala de uma carta, mais detalhada pode ser a representação do trecho da Terra por ela abrangido. A escala 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 e "grande" escala. Estas classificações têm por finalidade indicar o tipo de carta, mais do que propriamente a escala real, que poderá variar de área para área.

Assim, conforme a publicação ***S-4 – Regulations of the IHO for International (INT) Charts and Chart Specifications of the IHO,*** da OHI, tem-se:

Pequena escala	navegação oceânica (alto-mar)	→ menor que 1:2.000.000
Média escala	travessia (passagem)/aterragem	→ 1:2.000.000 – 1:350.000
	cabotagem (navegação costeira)	→ 1:350.000 – 1:75.000
Grande escala	aproximação de portos / águas costeiras	→ 1:75.000 – 1:30.000
	portos /ancoradouros / canais estreitos	→ maior que 1:30.000
	atracação	→ escalas muito grandes

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 da posição do navio na carta, a um mesmo erro gráfico podem corresponder desde algumas dezenas de metros, na carta de maior escala, até muitos décimos de milha, na carta de menor escala, o que é muito importante, principalmente nas proximidades da costa ou de perigo.

Com relação à produção das ENC, da mesma forma, uma escala é designada para a sua construção de acordo com a natureza da fonte dos dados sobre os quais são baseadas. Elas também são alocadas para uma faixa de propósito de navegação relacionada com esta fonte. Essa condição é análoga a uma série de cartas em papel cobrindo a mesma área, variando de "cartas de pequena escala" para "planos de grande escala". De acordo com a publicação **S-65 – *Electronic Navigational Charts (ENCs) – Production, Maintenance and Distribution Guidance***, da OHI, há seis faixas diferentes de propósitos de navegação (as variações de escala são apenas indicativas), como mostrado a seguir:

PROPÓSITO	ÁREA	ESCALA
1	Oceânica	→ menor que 1:1.499.999
2	Geral	→ 1:350.000 a 1:1.499.999
3	Costeira	→ 1:90.000 a 1:349.999
4	de Aproximação	→ 1:22.000 a 1:89.999
5	de Porto	→ 1:4.000 a 1:21.999
6	de Atracação	→ maior que 1:4.000

Em razão dos critérios de classificação das cartas náuticas pelas escalas que elas abrangem, como acima apontados, as cartas náuticas em papel e as ENC publicadas pela DHN são designadas, conforme o **III Plano Cartográfico Náutico Brasileiro**, como:

EM PAPEL	ENCs	ESCALA
Cartas Oceânicas		→ de 1:3.500.000 a 1:10.000.000
Cartas Gerais	ENCs Gerais (BR2)	→ 1:1.000.000
Cartas Costeiras	ENCS Costeiras (BR3)	→ 1:300.000
Cartas de Aproximação	ENCs de Aproximação (BR4)	→ 1:75.000 a 1:100.000
Cartas De Porto	ENCs de Porto (BR5)	→ maior que 1:30.000
	ENCs de Atracação (BR6)	

2.6.3 Principais Elementos Representados em uma Carta Náutica em Papel

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. Título

O título da Carta Náutica traz informações importantes, que devem ser lidas com atenção. Os elementos do título são apresentados na seguinte ordem, conforme apresentado na Figura 2.25:

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; e
- COSTA SUL: do Cabo Frio ao Arroio Chuí.

Figura 2.25 – Título da Carta Náutica 21100 (INT 4194)



Na Figura 2.25, que apresenta o título da Carta Náutica Nº 21100 (INT 4194), 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 2.25: **"DO CABO ORANGE À PONTA TUCUMÃ"**.

3. Unidade de medida das profundidades: **"PROFUNDIDADES EM METROS"**.

4. Escala natural e paralelo de referência: **"ESCALA 1:300.000 (3º 30')"**. 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.

5. Novamente retorna à informação sobre a unidade de medida das profundidades, mas agora com a menção genérica ao "datum vertical" usado na carta: **"Profundidades em metros reduzidas aproximadamente ao nível da baixa-mar média de sizígia"**. Nas

cartas náuticas brasileiras, 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.

6. Unidade de medida das altitudes e plano de referência usado como origem: **"Altitudes em metros acima do nível médio do mar"**. As altitudes nas cartas náuticas brasileiras são medidas em metros, tendo como origem o Nível Médio do mar.

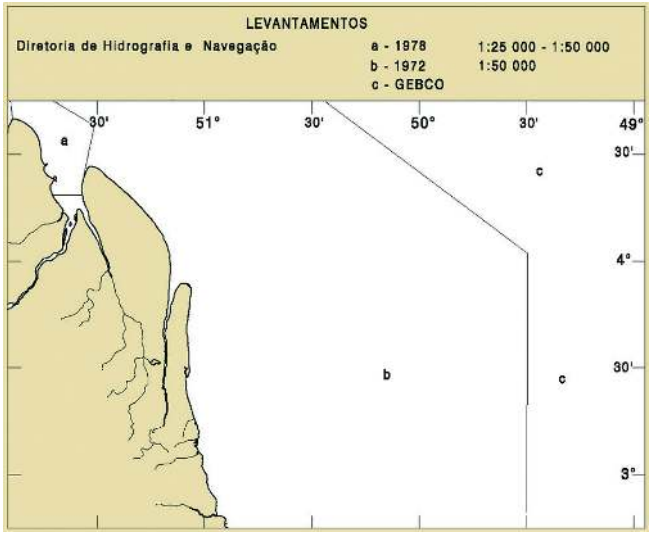
7. O "datum horizontal" sobre às quais as coordenadas geográficas de qualquer ponto representado ou obtido sobre a carta náutica estão referenciadas: **"Posições: referidas ao Datum WGS-84"**. Esta informação tornou-se muito importante após o advento dos sistemas de navegação por satélite, que fornecem posições referidas ao Sistema Geodésico Mundial (WGS). Muitas vezes, especialmente nas cartas náuticas de grande escala, para plotar as posições-satélite referidas a um datum regional ou local são necessárias correções, que devem ser informadas em nota de precaução inserida na carta.

8. Sistema de balizamento da IALA adotado na carta náutica: **"Sinais de navegação: Sistema de Balizamento Marítimo da IALA – Região B"**.

9. Identificação da projeção usada na carta náutica: **"Projeção: Mercator"**.

10. Informações sobre os dados dos Levantamentos Hidrográficos que deram origem à carta: **"Levantamentos: Ver o Diagrama de Levantamentos quanto às informações que possam afetar o uso desta carta"**. Dados mais completos constam dos Diagramas de Levantamentos ou Diagramas de Confiabilidade, que serão adiante explicados. Em relação à Carta 21100 (INT 4194), utilizada como exemplo, o seu Diagrama de Levantamentos é apresentado na Figura 2.26. 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 náuticas mais antigas podem estar desatualizadas, devido a modificações no relevo submarino por causas naturais (assoreamento, erosão, etc.) ou provocadas pelo homem (dragagem, aterros, etc.).

Figura 2.26 – Diagrama de Levantamentos – Carta 21100 (INT 4194)



c. Notas de Precaução e Explanatórias

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

d. Informações sobre Marés e Correntes

Também podem constar das Cartas Náuticas informações sobre marés e correntes, como mostrado, a título de exemplo, na Figura 2.27. Tais informações são importantes para o planejamento e a condução da navegação e serão detalhadamente estudadas no Capítulo 10.

Figura 2.27 - Informações sobre a Maré - Carta 21100 (INT 4194)

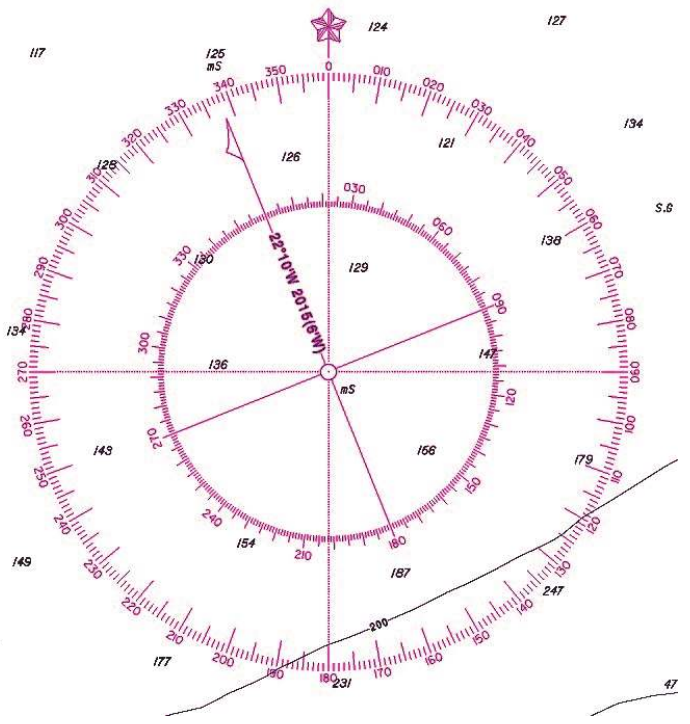
INFORMAÇÕES SOBRE A MARÉ

Lugar	Lat N	Long W	Alturas em metros acima do NR					
			HWF&C	MHWS	MHWN	MLWN	MLWS	MSL
Cassiporé	3°51'	51°08'	7h10min	2,8	2,4	0,8	0,4	1,6

e. Rosa-dos-Ventos ou Rosa-dos-Rumos

A Carta Náutica apresenta uma ou mais rosas-dos-rumos, 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-dos-rumos verdadeiros aparece sempre o valor da declinação magnética, junto com o ano a que se refere e sua variação anual, sendo representada, também, a rosa-dos-rumos magnéticos (Figura 2.28).

Figura 2.28 – Rosa-dos-Rumos Verdadeiros e Rosa-dos- Rumos Magnéticos



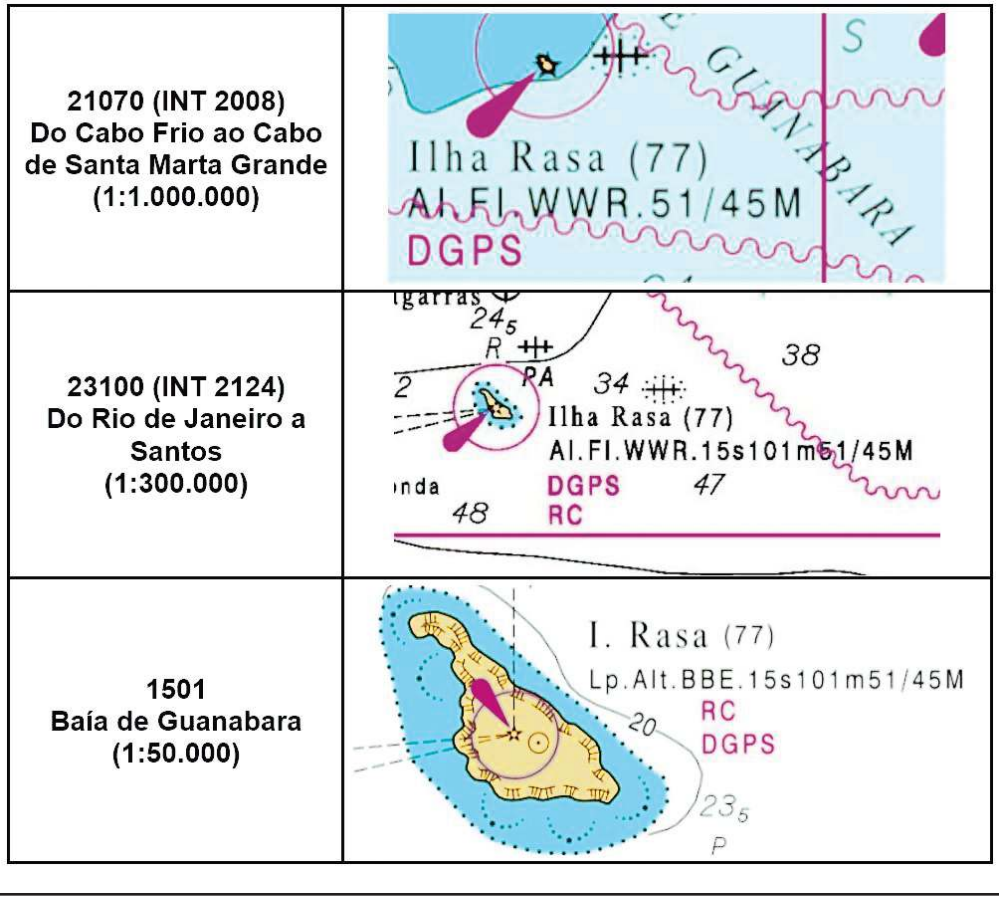
f. Auxílios à Navegação

Os faróis, faroletes, radiofaróis, luzes de alinhamento, luzes particulares notáveis, balizas, boias cegas e luminosas, equipamentos RACON e demais auxílios à navegação são representados na carta náutica, com simbologia própria, registrada na **Carta Nº 12.000 – Símbolos, Abreviaturas e Termos usados nas Cartas Náuticas (INT 1 – *Symbols, Abbreviations and Terms used on Charts*)**.

Como exemplo, a Figura 2.29 apresenta as informações (altitude do foco, características das luzes, alcance) do Farol da Ilha Rasa, contidas em três diferentes cartas náuticas em papel, em diferentes escalas. Observe que as informações sobre as características das luzes nas cartas internacionais (cartas INT) encontram-se em inglês, cujos significados são: AI.

(*alternating*); FI. (*flashing*); e WWR (*white white red*). Na carta 1501, exclusivamente nacional, as informações encontram-se em português. Por sua vez, algumas informações sobre os faróis poderão ser omitidas à medida que a escala da carta diminui. Na Figura 2.29, observa-se que a informação sobre a altitude do foco (101m) não é apresentada na carta de menor escala, a 21070 (INT2008).

Figura 2.29 – Características das luzes do Farol da Ilha Rasa, como informadas nas cartas náuticas em papel



A **Lista de Faróis (DH2)** é uma publicação de auxílio à navegação editada pela DHN, de acordo com as Resoluções Técnicas da OHI. Ela contém todas as informações sobre faróis, aerofaróis, barcas-faróis, faroletes, balizas, boias luminosas e luzes particulares ou de obstáculos aéreos que interessam aos navegantes, existentes na costa, nos rios, nas lagoas e nas ilhas do Brasil, assim como nas costas e ilhas dos países estrangeiros que possuam suas terras representadas nas cartas náuticas brasileiras.

g. 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, píeres, 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 interessem aos navegantes, com o cuidado de que o excesso de informações topográficas não oculte ou dificulte a visualização dos detalhes ou dados relevantes à navegação.

h. 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 de igual profundidade (isóbatas);
- 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 (boias, balizas, luzes de alinhamento, sinais de cerração ou especiais, etc.);
- barcas-faróis ou boias "lanby" (*large automatic navigational buoys*);
- fundeadouros e áreas de fundeio;
- boias 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 de petróleo e outras instalações *offshore*;
- indicações de correntes;
- vãos livres de pontes ou cabos aéreos;
- cabos, dutos e canalizações submarinos;
- áreas de exercícios, de restrição ou de exclusão à navegação;
- eclusas; e
- milha medida e demais informações essenciais à segurança da navegação.

i. Outros elementos representados nas Cartas Náuticas

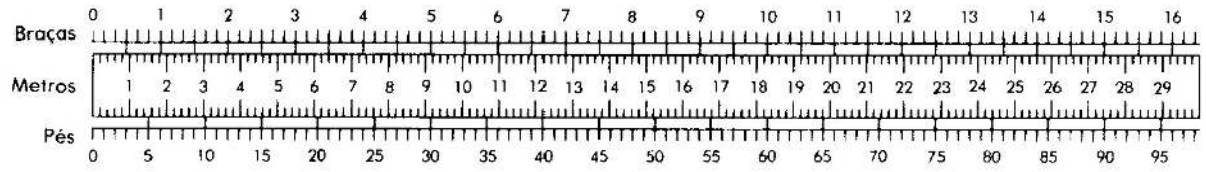
Outros elementos de interesse do navegante, tais como: vistas panorâmicas da costa (Figura 2.30), escala logarítmica de velocidade e escala de conversão de unidades de profundidade (Figura 2.31), também podem ser inseridos na carta náutica em papel.

Figura 2.30 – Vista Panorâmica da Costa



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 1º, 2º ou 3º. Estas linhas são rotuladas com o valor da declinação e sua variação anual.

Figura 2.31 – Tabela de Conversão de Unidades



j. Diagramas de Levantamentos e Diagramas de Zona de Confiança

I – DIAGRAMAS DE LEVANTAMENTOS

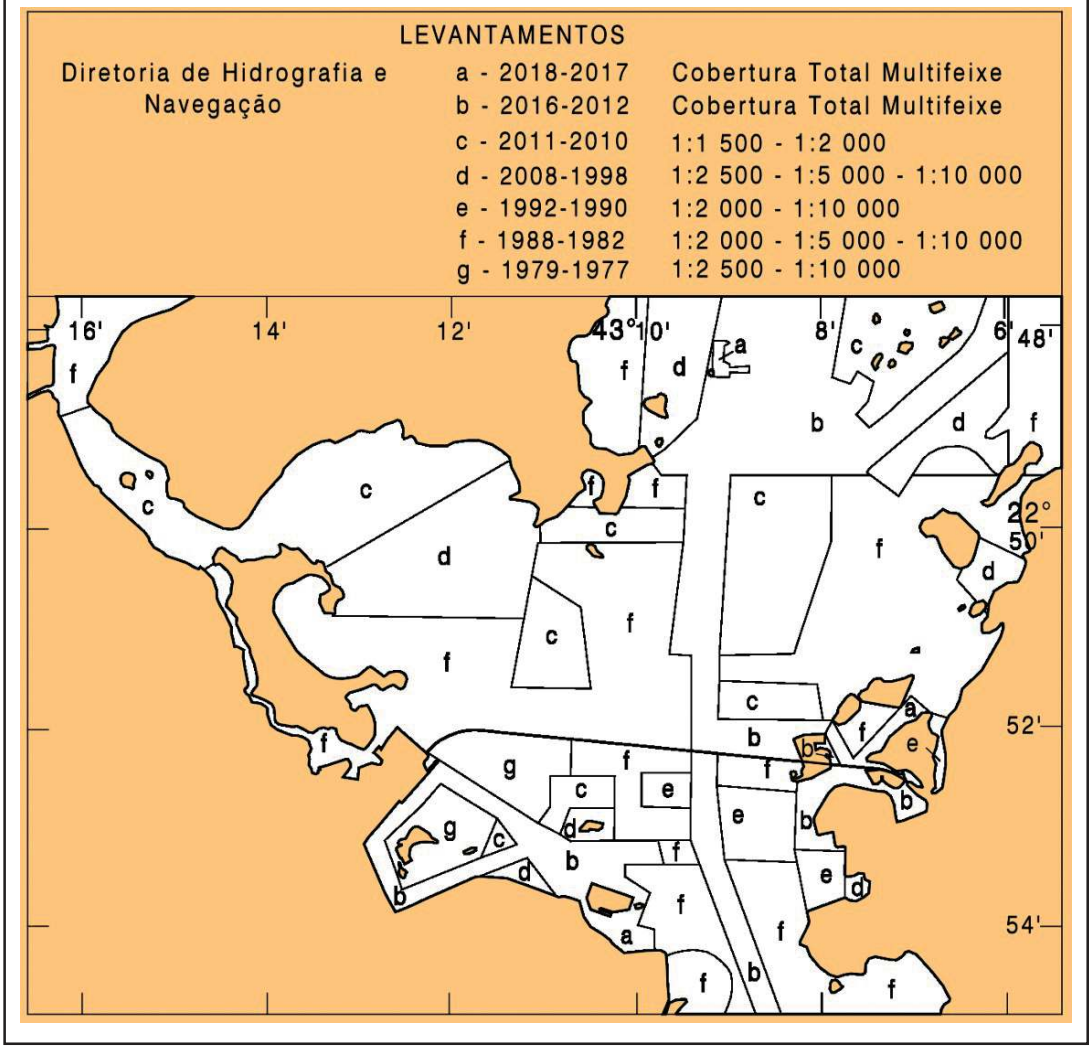
Todas as cartas náuticas com escala de 1:500.000 e maiores devem conter um Diagrama de Levantamentos que indique aos navegantes os limites, as datas, as escalas e outras informações sobre os levantamentos que deram origem à carta.

Um exemplo de Diagrama de Levantamentos simplificado pode ser visualizado na Figura 2.26, já apresentada. Por sua vez, um Diagrama de Levantamentos completo pode ser visualizado na Figura 2.32, referente à Carta 1512 – Porto do Rio de Janeiro.

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 quanto ao grau de confiança que devam depositar na adequação e precisão das profundidades e posições cartografadas.

As especificações para a construção do Diagrama de Levantamentos estão contidas na publicação S-4 da OHI, já mencionada.

Figura 2.32 – Diagrama de Levantamentos da Carta 1512 - Porto do Rio de Janeiro



II – DIAGRAMAS DE ZONA DE CONFIANÇA (ZOC)

O Diagrama de Zonas de Confiança (ZOC) permite que o navegante avalie a qualidade dos dados hidrográficos (profundidades) lançados na carta náutica, de acordo com as especificações para a sua construção na publicação S-4 da OHI.

Os Diagramas ZOC podem ser utilizados tanto nas cartas náuticas em papel quanto nas cartas digitais (ENCs), em razão de que as definições das Categorias de Zonas de Confiança (CATZOC), utilizadas na publicação S-4, são derivadas diretamente da publicação **S-52 – *Specifications for Chart Content and Display Aspects of ECDIS***, da OHI, que estabelece os padrões de produção e leitura dos dados de uma carta digital (ENC).

A qualidade dos dados do levantamento hidrográfico é avaliada de acordo com seis categorias: cinco categorias de qualidade para os dados avaliados (A1, A2, B, C e D) e uma sexta categoria (U) para os dados que não foram avaliados. Essa avaliação da qualidade dos dados hidrográficos e classificação em zonas (categorias) é baseada em uma combinação de:

a. acurácia da posição;

b. acurácia da profundidade; e

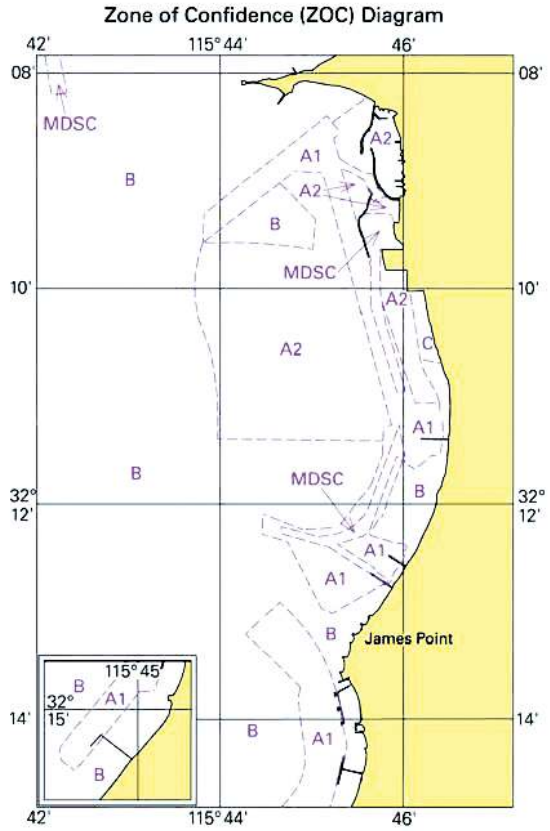
c. cobertura do fundo do mar (certeza da detecção de características significativas).

As categorias ZOC mais altas, A1 e A2, exigem ensonificação ou varredura total do fundo do mar e padrões de acurácia muito altos que só foram alcançados em razão de uma tecnologia disponível a partir de 1980. Portanto, muitas rotas marítimas que até agora foram consideradas como adequadamente pesquisadas podem apresentar uma Classificação ZOC B. Pode-se esperar que os levantamentos modernos de áreas críticas carreguem a classificação ZOC A2, enquanto o ZOC A1 cobrirá apenas as áreas pesquisadas sob condições excepcionalmente rigorosas, por razões muito especiais.

A Figura 2.33 apresenta um modelo de Diagrama de Confiança (ZOC), que é utilizado como exemplo na publicação S-4 da OHI.

A DHN só emprega os Diagramas ZOC nas cartas digitais (ENC).

Figura 2.33 – Diagrama de Confiança (ZOC)



ZOC CATEGORIES
(For details see Australian Notice to Mariners No 25)

ZOC	POSITION ACCURACY	DEPTH ACCURACY	SEAFLOOR COVERAGE
A1	±5m	=0·50m + 1%d	All significant seafloor features detected.
A2	±20m	=1·00m + 2%d	All significant seafloor features detected.
B	±50m	=1·00m + 2%d	Uncharted features hazardous to surface navigation are not expected but may exist.
C	±500m	=2·00m + 5%d	Depth anomalies may be expected.
D	Worse than ZOC C	Worse than ZOC C	Large depth anomalies may be expected.
U	Unassessed - The quality of the bathymetric data has yet to be assessed.		
MDSC	Maintained Depth See Chart		

k. Símbolos e Abreviaturas

Para a correta interpretação e utilização de uma carta náutica é necessário conhecer a **Carta 12.000 – Símbolos, Abreviaturas e Termos usados nas Cartas Náuticas (INT 1 – *Symbols, Abbreviations and Terms used on Charts*)**, a qual, na realidade, é uma publicação.

A Carta 12.000 (INT 1) é baseada nas "Especificações de Cartas da OHI", que se consolidaram durante a XII Conferência Hidrográfica Internacional realizada em Mônaco, 1982. Ela contém a coletânea completa de símbolos e abreviaturas que são utilizados nas cartas náuticas nacionais e internacionais, produzidas pelo CHM e editadas pela DHN.

Um exemplo de símbolos que são empregados nas cartas náuticas, referentes às informações das profundidades, pode ser observado na Figura 2.34.

A Carta 12.000 pode ser obtida na página da internet do CHM, por meio do link: https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/u1974/carta12000.pdf

Figura 2.34 – Carta 12000 (simbologia para profundidades)

Profundidades — *Depths*

Generalidades — *General*				
1	*ED*	Existência duvidosa *Existence doubtful*		417 424,3
2	*SD*	Sondagem duvidosa *Sounding doubtful*		417 424,4
3.1	*Rep*	Comunicado, mas não confirmado *Reported, but not confirmed*	*Com*	417 424,5
3.2	*Rep (2003)*	Comunicado (ano), mas não confirmado *Reported with year of report, but not confirmed*	*Com (2003)*	
4	184 212	Profundidade ou perigo comunicado, mas não confirmado (apenas em cartas de pequena escala) *Reported, but not confirmed sounding or danger (on small scale charts only)*		S 4 Part C 404,3

Sondagens — *Soundings* Plano de referência para profundidades — *Plane of reference for depths* → H Plano de referência para alturas — *Plane of reference for heights* → H				
10	12 9_7	Profundidade na posição verdadeira *Sounding in true position*		403,1 410 412 412,1
11	(4_8) + (12) 3375	Profundidade fora de posição *Sounding out of position*		412 412,1 412,2
12	(4_7)	Profundidade mínima em canal estreito *Least depth in narrow channel*		412 412,1 412,2
13	200	Fundo não alcançado pelo ecobatímetro *No bottom found at depth shown*		412,3
14	12 9_7	Profundidades pouco confiáveis ou obtidas de levantamentos em pequena escala *Soundings which are unreliable or taken from a smaller scale source*		412,4 417,3
15		Profundidades negativas (estirâncio) *Drying heights above charts datum*		413 413,1 413,2

l. USO DAS CORES

Todas as cartas náuticas devem ser impressas em, no mínimo, quatro cores: preto, magenta, bege (ou cinza) e azul. Cores adicionais também podem ser usadas se forem necessárias para esclarecer alguma complexidade ou peculiaridade da navegação local. As especificações para o emprego de cores na carta náutica são obtidas na publicação S-4 da OHI.

PRETO

A cor preta deve ser usada, normalmente, para:

1) todos os detalhes que fornecem a estrutura cartográfica básica das cartas (por exemplo: borda, reticulado, título); e

2) todos os recursos físicos (sólidos), incluindo informações de profundidade.

O uso da cor preta é a escolha padrão. Onde nenhuma cor é especificada para um recurso, ele deve ser mostrado em preto.

MAGENTA

A cor magenta deve ser usada, normalmente, para:

1) chamar a atenção para símbolos cujas características possuem um significado que se estende além de sua localização imediata, podendo ser, por exemplo:

- local de embarque de prático (e quaisquer Notas associadas);
- grupo de luzes;
- locais de observação de marés e correntes de marés; e
- estações rádio e de radar, como círculos e abreviaturas a elas associadas.

2) distinguir informações sobrepostas às características físicas que não impliquem qualquer obstrução física permanente. Isso inclui símbolos, legendas associadas, abreviações e notas de advertência que indiquem:

- rotas de balsas;
- áreas de exercício submarino e rotas de trânsito;
- áreas de exercício de tiro e outras áreas de prática militar;
- limites do gelo marinho;
- áreas de despejo, onde as dragas lancem depósitos de areia e cascalho;
- cabos submarinos e áreas de cabos;
- dutos e áreas de dutos submarinos (porém, esgotos e emissários, bem como qualquer duto que possa ser uma obstrução física à navegação, devem ser em preto);
- áreas diversas onde a fundeio e/ou pesca são proibidas (leitos de corais, destroços históricos 'protegidos', etc.);
- áreas restritas e proibidas, como zonas de segurança em torno de instalações *offshore*;
- "áreas a serem evitadas" (IMO "*Areas To Be Avoided*");
- áreas minadas;
- áreas controladas próximas de instalações militares;

- esquemas de separação de tráfego;
- limites de vigilância por radar;
- áreas de fundeio e berços designados, incluindo números de berços em boias, cais e ancoradouros;
- áreas de aterragem de hidroaviões;
- limites de área de pesca e áreas de psicultura;
- limites de águas territoriais;
- limites do porto e estaleiro, fronteiras alfandegárias em "portos livres";
- Rosas-dos-ventos;
- linhas isogônicas;
- referências a outras cartas náuticas e seus limites;
- número da carta INT;
- informações como "PROFUNDIDADES EM METROS", "'DATUM WGS 84" e possivelmente outras notas marginais que requeiram destaque;
- tabelas; e
- símbolos de facilidades de pequenas embarcações.

BEGE (AMARELO) OU CINZA

A cor bege (amarela) ou cinza deve ser usada, normalmente, como tom da parte de terra. Se forem usadas somente quatro cores, a cor deve ser cuidadosamente selecionada de modo que uma cor satisfatória, para as áreas de estirâncio, seja derivada da impressão da tonalidade da terra sobre a tonalidade azul das águas rasas.

AZUL

A cor azul deve ser usada para enfatizar as águas rasas. Duas (ou mais) variações de tonalidade azul podem ser usadas para mostrar diferentes faixas de profundidade de águas rasas, em que a tonalidade mais escura mostre as águas mais rasas. A tonalidade azul pode ser combinada com aquela usada para terra, para produzir uma cor apropriada para áreas de estirâncio. O azul também pode ser usado para contornos de profundidade, especialmente em áreas de representação batimétrica complexas.

VERDE

A cor verde pode ser usada como uma tonalidade para as áreas de estirâncio. Essa cor também pode ser usada, em vez da magenta, para informações e limites ambientais.

2.6.4 As Cartas Náuticas Digitais. Peculiaridades

As ENC, como já visto, são categorizadas de acordo com seu propósito de uso, que guarda correlações com as escalas das cartas em papel. A publicação S-57 (*IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data*) da OHI, que descreve a estrutura de dados utilizada pelas ENC, estabelece os seguintes propósitos de uso para as cartas náuticas eletrônicas:

1 – Oceânica;

2 – Geral;

3 – Costeira;

4 – Aproximação;

5 – Porto; e

6 – Atracação.

A nomenclatura dos arquivos das ENC é composta da seguinte forma: **AAPXXXXX**, onde:

AA – é o código da agência produtora, definido na publicação S-66 (*List of Data Producer Codes*) da OHI. No caso do Brasil, é utilizado o código BR;

P – propósito de uso (de 1 a 6), conforme apresentado acima; e

XXXXX – 5 caracteres alfanuméricos. No caso das ENC brasileiras, os caracteres são associados à numeração das respectivas cartas em papel e/ ou planos, sempre que possível.

São exemplos:

NÚMERO DA ENC	TÍTULO	CARTA EM PAPEL
BR2 21030	DE FORTALEZA A NATAL	21030
BR3 23100	DO RIO DE JANEIRO A SÃO SEBASTIÃO	23100
BR4 00221	BARRA NORTE DO RIO AMAZONAS	221
BR5 4020A	PORTO DE SANTARÉM	4020A
BR5 01401	PORTOS DE VITÓRIA E TUBARÃO	1401
BR6 01401	PORTO DE VITÓRIA	PLANO 1401

Ampliando-se as definições sobre as cartas digitais, como apresentadas no item 2.6.1, pode-se estabelecer:

a) **Carta Náutica Eletrônica** / *Electronic Navigational Chart* (**ENC**) e **Carta Náutica Eletrônica para águas interiores** (*Inland* ENC ou **IENC**) – é o arquivo vetorial que apresenta as informações cartográficas náuticas a partir de um banco de dados. A representação dos elementos cartográficos nas ENC é feita por um "vetor" composto por coordenadas específicas, não perdendo a qualidade de resolução com o aumento ou diminuição da escala de apresentação. A imagem é, assim, uma apresentação das informações contidas no banco de dados, que pode ser alterada de acordo com a necessidade. Dessa forma, permitem ao utilizador interagir com os seus elementos, que podem ser, dentre outros fins, utilizados na programação para gerar alarmes visuais ou sonoros, a fim de evitar perigos à navegação. Por tais atributos, a ENC é considerada uma carta náutica "inteligente". Os dados dessas cartas seguem padrões de codificação e normalmente são criptografados, para garantir sua incorruptibilidade, conforme preconizado pela OHI. A ENC difere da IENC no que diz respeito a sua utilização. A ENC é utilizada para navegação sob a Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS) e a IENC para navegação em águas interiores, não contempladas pela SOLAS; e

b) **Carta Náutica Raster** / *Raster Navigational Chart* (**RNC**) – é a imagem digitalizada e georreferenciada de uma carta náutica em papel. Em outras palavras, são imagens formadas por uma matriz de pontos (*bitmap*), onde cada ponto ou pixel é associado a uma posição geográfica. As RNC são normalmente produzidas no formato BSB, padrão da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), ou ARCS, padrão do *United Kingdom Hydrographic*

Office (UKHO). Como a concepção da RNC consiste de um arquivo digital similar ao de uma carta náutica, na sua versão em papel, ela não é considerada uma "carta inteligente", como a ENC, não permitindo, por exemplo, o operador interagir com seus elementos. Além disso, para qualquer tipo de alteração, visando à sua atualização, é necessária a substituição do arquivo digital da RNC, como um todo, ou a alteração de parte da imagem no arquivo digital, através de instruções, envolvendo arquivos "pesados" e ações não muito simples de serem executadas.

Deve-se observar que as cartas náuticas digitais oficiais, seja ENC, IENC ou RNC, requerem a existência de um Sistema Eletrônico de Exibição de Cartas Náuticas, para que as informações nelas inseridas possam ser visualizadas. Assim, um Sistema Eletrônico de Exibição de Cartas Náuticas é um equipamento eletrônico que, basicamente, opera por meio da integração de diversas informações, entre as quais as recebidas por um sistema de posicionamento eletrônico (como os satelitais GPS e GLONASS) e as existentes nas cartas náuticas digitais, possibilitando a visualização da navegação, em tempo real, em um monitor (*display*).

Dentre os Sistemas Eletrônicos de Exibição de Cartas Náuticas existentes, destacam-se:

a) **Sistema Eletrônico de Apresentação de Cartas e Informações / *Electronic Chart Display and Information System* (ECDIS)** – é um sistema, certificado periodicamente, utilizado para integrar as informações necessárias à navegação às informações das ENC. O Sistema Eletrônico de Cartas Náuticas (*System Electronic Navigational Chart* - SENC) constitui-se no seu banco de dados interno, onde são armazenadas as ENC, suas atualizações e outras informações. Caso um trecho da derrota não disponha de ENC, o ECDIS poderá apresentar uma RNC, passando a operar no modo *Raster Chart Display System* (RCDS). O ECDIS cumpre especificações estabelecidas por resoluções da Organização Marítima Internacional – OMI (*Intenational Maritime Organization* – **IMO**) e seu emprego, conforme especificado na SOLAS[4]; e

b) **Sistemas de Cartas Eletrônicas / *Electronic Chart System* (ECS)** – são sistemas de navegação genéricos, que não cumprem as especificações estabelecidas pela IMO. Existem quatro classes de ECS, cujos requisitos são estabelecidos pela *Radio Technical Commission for Maritime Services* (RTCM): A, B, C e D. Os padrões RTCM para um ECS contemplam quatro classes, que variam de acordo com seus níveis de funcionalidade. São eles:

1. RTCM ECS classe A: destinam-se à operação como back-up de um ECDIS e como auxílio à navegação para navios que operam em áreas marítimas. Devem exibir informações de cartas náuticas digitais e possuir a capacidade de planejamento, monitoramento e gravação de uma viagem;

2. RTCM ECS classe B: destinam-se à operação como auxílio à navegação para navios que operam em áreas marítimas. Não são obrigados a ter todas as capacidades de navegação de um ECS classe A, mas devem exibir informações de cartas náuticas digitais e possuir a capacidade de planejamento, monitoramento e gravação de uma viagem;

3. RTCM ECS classe C: destinam-se à plotagem e ao monitoramento da posição dos navios que geralmente operam em águas interiores. Não são obrigados a ter todas as capacidades de um ECS classe B, como o planejamento e o monitoramento de uma viagem, mas devem exibir informações de cartas náuticas digitais; e

[4] **SOLAS -** ***International Convention for the Safety of Life at Sea,*** **1974/1988.** A Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar tem por propósito estabelecer os padrões mínimos para a construção de navios, para a dotação de equipamentos de segurança e proteção, para os procedimentos de emergência e para as inspeções e emissão de certificados.

4. RTCM ECS classe D: destinam-se à plotagem da posição dos navios que operam em águas interiores. Não são obrigados a ter todas as capacidades de um ECS classe C, ou ainda de planejar uma viagem e de monitorar a posição do navio. Por outro lado, devem exibir informações de cartas náuticas digitais e possuir a capacidade de plotar a posição do navio.

2.7 CONFIANÇA E PRECISÃO DA CARTA NÁUTICA

As cartas náuticas brasileiras publicadas pela DHN são um dos motivos de orgulho do nosso país, pela qualidade da tecnologia empregada, reconhecida pelos demais Serviços Hidrográficos de todo o mundo e pela Organização Hidrográfica Internacional (OHI). Mesmo assim, o navegante deve evitar confiar cegamente na carta náutica e ser capaz de avaliar a confiança que ela pode inspirar.

O valor de uma carta depende, principalmente, da precisão do levantamento hidrográfico em que é baseada, sendo esse fato tanto mais sensível quanto maior for a escala da carta. As datas dos levantamentos, que são sempre informadas nos Diagramas de Levantamentos, ou as categorias de confiança, contidas nos Diagramas ZOC, constituem um bom guia para se estimar a acurácia da posição e do valor da profundidade lançada na carta. 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.

Em certas áreas, 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 frequentados e em suas proximidades, em nenhum levantamento hidrográfico, até agora executado, o exame do fundo foi suficientemente 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 pelo 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, executado em um levantamento hidrográfico. Nesse processo, uma embarcação ou navio conserva-se sobre determinadas linhas planejadas e obtém a profundidade, por meio de uma sondagem (sonora) com ecobatímetro, sobre uma área diminuta, que representa o relevo submarino de uma faixa de pouca largura. 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 serem de maior escala, 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 nelas representados, 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.

Por conseguinte, as linhas de sondagem devem sempre ser consideradas como representando o relevo submarino apenas nas suas proximidades imediatas, exceto nas cartas náuticas mais recentes, sondadas com o uso de ecobatímetro multifeixe ou sonar de varredura lateral, onde o fundo marinho pode chegar a ter 100% de ensonificação em toda a área sondada.

Qualquer nota inserida na Carta Náutica deve ser lida com atenção, pois traz informações relevantes, impossíveis de serem representadas graficamente. As notas de precaução são especialmente importantes, merecendo todo o cuidado.

Se houver uma derrota aconselhada traçada na carta, o navio deverá navegar sobre ela. As derrotas aconselhadas representadas em certas Cartas Náuticas de grande escala devem ser interpretadas conforme a definição adotada pela OHI, que estabelece: "derrota aconselhada é uma linha indicada na carta náutica, que foi especialmente investigada, para assegurar que está livre de perigos, e ao longo da qual se recomenda às embarcações navegar".

Finalmente, é oportuno recordar que, em qualquer tipo de navegação, deve-se utilizar sempre a carta náutica de maior escala disponível, que representará com maior grau de detalhe a topografia do fundo, os perigos existentes, os pontos notáveis e os auxílios à navegação.

2.8 ATUALIZAÇÃO DAS CARTAS NÁUTICAS

a. Correção das Cartas Náuticas em papel 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 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 12.000 da DHN;
- os acréscimos devem ser feitos de maneira a não prejudicar qualquer informação já existente na carta;
- as informações canceladas ou corrigidas em caráter permanente devem ser riscadas à tinta vermelha, 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)/21). 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/ano do aviso – devem ser cobertos com tinta vermelha na data de entrada em vigor como permanente.

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

b. Correção das ENC a Bordo

Como já apresentado, a ENC é um arquivo digital (ou um banco de dados), cujas informações da representação cartográfica contidas na carta náutica podem ser visualizadas por intermédio do ECDIS. Como a carta em papel, a ENC também precisa ser atualizada sempre que alguma alteração deva ser introduzida na carta, decorrente de uma modificação na representação cartográfica ou de interesse à segurança da navegação, divulgada por meio de Aviso aos Navegantes.

No entanto, diferentemente da carta em papel, a atualização não poderá ser feita sobre a ENC, mas sim atualizando o seu arquivo digital original, introduzido no ECDIS, por um novo arquivo, fornecido pelo Distribuidor de ENCs, do qual o navegante obteve a licença para o seu uso. Essa atualização é feita pelo navegante, de modo informatizado, por meio do ECDIS onde a ENC encontra-se instalada, e deve ser fornecida com a brevidade que se faça necessária, a fim de que a atualização da ENC seja num tempo compatível ao de uma carta em papel. Essa atualização poderá ser fornecida pelo Distribuidor de ENCs por meio de um arquivo digital, se viável, ou por meio da *World Wide Web* (internet) via satélite, sendo extremamente relevante se o navio dispuser dessa facilidade no mar.

O processo de atualização das ENCs obriga que todos os Serviços Hidrográficos (SH) que as produzem mantenham-nas constantemente atualizadas e que a cada modificação (ou atualização) elas sejam encaminhadas ao RENC associado ao SH, que as validará[5]. Após validadas, o RENC as encaminharão para distribuição aos seus respectivos Distribuidores, que serão os responsáveis últimos por fazer chegar aos navegantes essa atualização.

[5] Validação é o processo, baseado nos padrões de verificação estabelecidos pela S-58 (*ENC Validation Checks*), que tem por propósito garantir que os dados de uma célula ENC estejam em conformidade com as normas estabelecidas pela OHI para a construção da ENC, de acordo com o Apêndice B.1 (*Product Specifications*) da publicação S-57 (*IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data*), o qual permitirá que uma ENC validada tenha uma correta apresentação em um ECDIS.

Nota sobre o LA-RENC

Em parceria com o *International Centre for Electronic Navigational Charts* (IC-ENC), a DHN implementou o Escritório Regional de Coordenação de Cartas Náuticas Eletrônicas na América Latina (LA-RENC - *Latin American IC ENC Regional Office*) nas instalações da Base de Hidrografia da Marinha em Niterói, tendo sido inaugurado em 21 de junho de 2016.

A primeira etapa da implementação foi o treinamento pelo IC-ENC da equipe do LA-RENC nas práticas de qualidade de Cartas Náuticas Eletrônicas (ENC). Os requisitos rigorosos do IC-ENC, em termos de desempenho do pessoal e competência, foram alcançados durante os treinamentos, possibilitando o LA-RENC atingir uma plena capacidade operacional assim que efetivado.

A principal razão para o estabelecimento de um escritório na América Latina era a de prover suporte à produção e validação de ENC para os membros do IC-ENC nesta região. Os benefícios adicionais estavam relacionados com o fuso horário e a facilidade com o idioma espanhol. No entanto, em razão do elevado nível operacional que o LA-RENC atingiu logo nos seus primeiros anos, hoje, ele realiza a validação não só de ENCs da América Latina, bem como de todos os demais países associados ao IC-ENC, numa proporção próxima a de 50% de ENCs latino-americanas e 50% de outras áreas.

Quando da criação do LA-RENC, o IC-ENC dispunha somente de um Escritório Regional, o IC-ENC *Australia*, que foi estabelecido em 2005 e é hospedado pelo *Australian Hydrographic Service* (AHS).

Por sua vez, na mesma época da criação do LA-RENC, foi também criado o IC-ENC *North America* em parceria com a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), dos Estados Unidos da América.

c. 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 náutica em papel 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. As cartas náuticas impressas na condição de *Print-on-Demand* devem ser consideradas, no ato de sua aquisição, como uma reimpressão única daquela carta náutica e completamente atualizada com relação aos Avisos aos Navegantes anteriormente divulgados. Quanto às ENCs, o processo de reimpressão não se aplica, mas, como visto acima, a cada alteração que a ENC venha a sofrer, um novo arquivo digital é criado, validado e enviado ao navegante, em substituição ao arquivo anterior.

APÊNDICE "A" AO CAPÍTULO 2

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 (Figura 2A.1 - Miniatura da Carta Nº 52 – Arquipélago de Fernando de Noronha), o ponto A, cujas coordenadas são: Lat. 03º 51,0' S; e Long. 032º 30,6' W.

Sequência de Operações:

1. Marcam-se os valores da Latitude e Longitude nas escalas respectivas (cuja menor divisão, neste caso, é de 1 décimo de minuto).

2. Com a RÉGUA PARALELA (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.

Observação:

Pode-se, também, traçar primeiramente 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 paralela, 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:

Lat_1 = 3° 47,5' S

Lat_2 = 3° 54,5' S

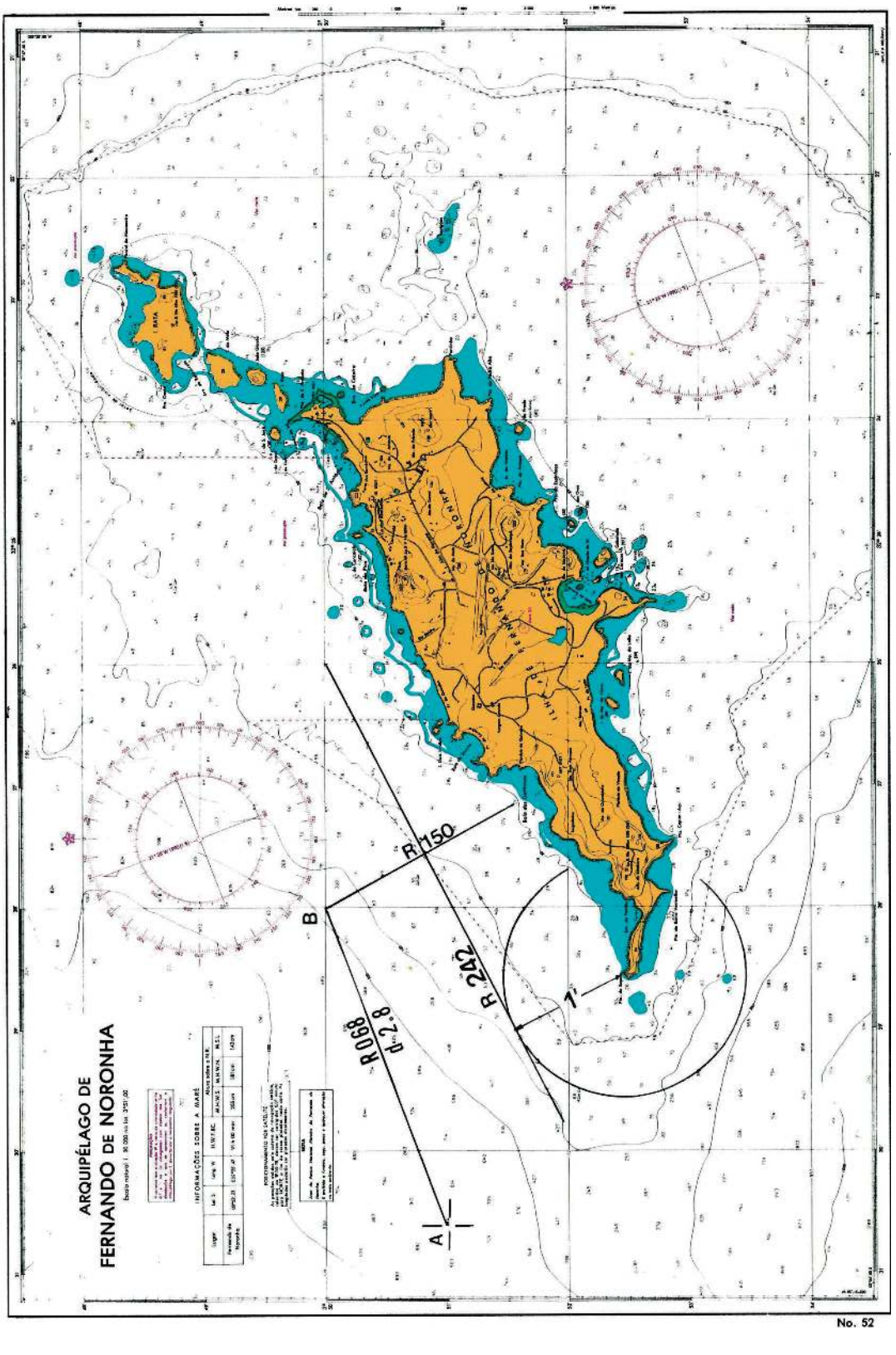
ΣLat_{1-2} = 7° 42,0' → Lat md = (ΣLat_{1-2}) /2 = 3° 51,0' S

3. Qual a Escala Natural da Carta Nº 52?

Resposta:

1:30.000 na Lat. 3º 51,0' S (lida no título da Carta).

Figura 2A.1 – Miniatura da Carta Nº 52 - Arquipélago de Fernando de Noronha



B. DADO UM PONTO NA CARTA, DETERMINAR AS SUAS COORDENADAS

Exemplo:

Determinar, na Carta Nº 52 (Figura 2A.1), as coordenadas geográficas (Latitude e Longitude) do farol Ilha Rata – Lp B 15s 63m 16M.

Sequência de Operações:

1. Com o auxílio da RÉGUA PARALELA, 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.

Observação:

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. 03º 48,76' S; e Long. 032º 23,21' W

Perguntas correlatas:

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

Resposta:

Branca (B) – vide a Carta No 12.000 – INT1 – SÍMBOLOS E ABREVIATURAS (Seção IP).

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

Resposta:

Luz de Lampejos curtos (Lp.) – vide a Carta No 12.000 (INT1) – SÍMBOLOS E ABREVIATURAS (Seção IP).

3. Qual a altitude do foco e o alcance luminoso do farol Ilha Rata?

Resposta:

Altitude do foco: 63 metros

Alcance luminoso: 16 milhas náuticas

C. TRAÇAR UM RUMO A PARTIR DE UM PONTO PLOTADO NA CARTA

Exemplo:

A partir do ponto de coordenadas Lat. 03º 50,0' S, Long. 032º 28,0' W, traçar o Rumo Verdadeiro R = 150º.

Sequência de Operações:

1. Como visto, só se traçam na carta RUMOS VERDADEIROS. Então, transporta-se para o ponto de origem, a partir da ROSA DOS RUMOS VERDADEIROS mais próxima, com o auxílio da régua paralela, a direção 150º e traça-se o rumo.

2. Precaução: cuidado para não traçar a recíproca (neste caso, 330º).

3. Sobre a linha traçada, escreve-se: R 150 (vide a Figura 2A.1).

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 = 21º 25' W, em 1990 (vide Figura 2A.1).

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 (R mg) correspondente ao Rumo Verdadeiro R = 150º?

Resposta:

R mg = 171,5º (lido na Rosa dos Rumos Magnéticos 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. 03º 51,0' S; e Long. 032º 30,6' W

B: Lat. 03º 50,0' S; e Long. 032º 28,0' W

Sequência 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 paralela (ou o "PARALLEL PLOTTER"), com o que fica determinada a direção a ser seguida entre os dois pontos.

3. Movendo adequadamente a régua paralela ao longo da carta, transporta-se a direção determinada para o centro da Rosa dos Rumos Verdadeiros mais próxima.

4. Lê-se, então, na graduação da Rosa, no sentido correto, o valor do Rumo Verdadeiro.

5. Finalmente, escreve-se o valor do Rumo sobre a linha traçada entre os dois pontos, precedido pela abreviatura R; no caso em questão, R 068 (Rumo Verdadeiro = 068º).

Perguntas:

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

Resposta:

R = 248º

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 Nº 52 (Figura 2A.1) 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 a necessária compensação de rumo.

E. DADOS DOIS PONTOS, DETERMINAR A DISTÂNCIA ENTRE ELES

Exemplo:

Determinar a distância entre os pontos A e B do exemplo anterior.

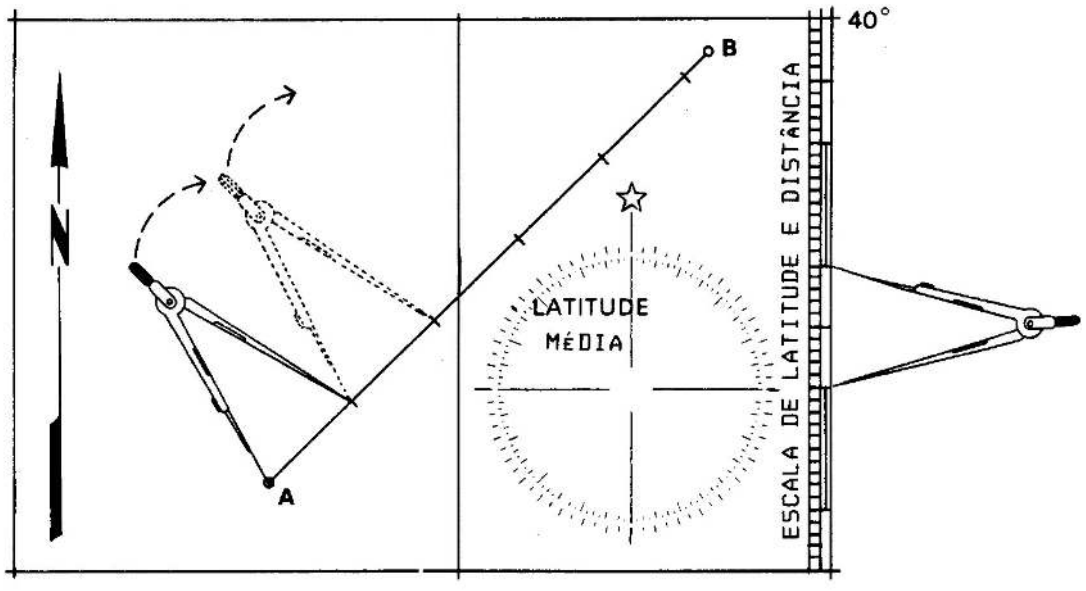
Sequência de Operações:

1. Após plotar os pontos na Carta (se for o caso), deve-se uni-los por uma linha reta, com o auxílio da régua de paralelas.

2. Em seguida, verifica-se a possibilidade de alcançá-los com uma única abertura do compasso de navegação. Neste caso, ajusta-se esta abertura no compasso e faz-se a medida da distância na escala de latitudes (nunca na escala de longitudes), em torno da Latitude Média entre os dois pontos (ou seja, na altura aproximada dos paralelos dos dois pontos).

3. Caso não seja possível medir a distância entre os dois pontos com uma só abertura do compasso, mede-se por somatório de várias aberturas, tendo o cuidado de usar sempre a escala de latitudes na altura da Latitude Média de cada segmento (Figura 2A.2).

Figura 2A.2 - Medição de Distância em uma Carta de Mercator



4. Após obter o valor da distância, registra-se o mesmo sob a linha que une os dois pontos, precedido da abreviatura d. Neste caso, d = 2,8 M.

Perguntas:

1. Qual o significado do símbolo constituído por um ferro tipo almirantado, representado na baía de Santo Antônio?

Resposta:

Fundeadouro recomendado – vide a Carta Nº 12.000 (INT1), Seção IN.

2. Qual a distância entre o farol Fernando de Noronha (Lat. 03º 52,48' S, Long. 032º 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 Nº 52?

Resposta:

143 cm (obtida do quadro de INFORMAÇÕES SOBRE A MARÉ, inserido na Carta Nº 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. 03º 50,0' S, Long. 032º 26,0' W, passar a 1,0 M da ponta da Sapata, na extremidade SW da ilha de Fernando de Noronha.

Sequência 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 paralela, transporta-se a direção da tangente traçada para o centro da Rosa dos Rumos Verdadeiros mais próxima e lê-se o valor do Rumo, na graduação da Rosa.

6. Finalmente, escreve-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 = 242º.

PARTE 3

Agulhas náuticas e conversão de rumos e marcações

O QUE O PROGRAMA PEDE

- Conversão de rumos e marcações
- Determinação do desvio da agulha por alinhamento, curva de desvio da agulha, declinação magnética
- Instrumentos náuticos: agulhas (magnética e giroscópica)

FONTE REPRODUZIDA NESTA PARTE

Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 3: Agulhas náuticas. Conversão de rumos e marcações (3.1, 3.2 e 3.3.3 a 3.3.5: agulha magnética, declinação, desvio, conversões e agulha giroscópica)

Altineu Pires Miguens · Diretoria de Hidrografia e Navegação, vol. I, 2ª revisão, 2023
https://www.marinha.mil.br/dhn/npublicacoes

Terminou esta parte? Resolva questões do assunto.

Telegram: t.me/capitao_amador_bot
Simulado no site: www.capitao-amador.com/mestre-amador/simulado

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 000º a 360º, 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, os **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 Passadiço, denominada **Agulha de Governo**; outra no Tijupá (em local mais livre de influências magnéticas), denominada **Agulha Padrão**.

Figura 3.1 – Rosa Circular da Agulha

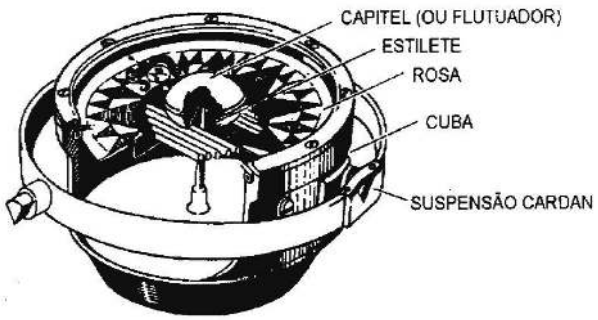


Uma Agulha Magnética, tradicional, consiste de uma Rosa Circular, graduada de 000º a 360º (Figura 3.1), apoiada no seu centro, livre para girar em torno de um eixo vertical (estilete), flutuando em uma cuba cheia de um líquido, que pode ser uma mistura de água e álcool (para não congelar) ou um destilado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

Um conjunto de ímãs 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**. A cuba é feita em material não-magnético 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 ímãs 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).

Figura 3.2 – Agulha Magnética



Atualmente, é também empregada a bordo a bússola de fluxo magnético (**Fluxgate Compass**), que será apresentada no item 3.2.8.

3.2.2 Vantagens e Limitações

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

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:

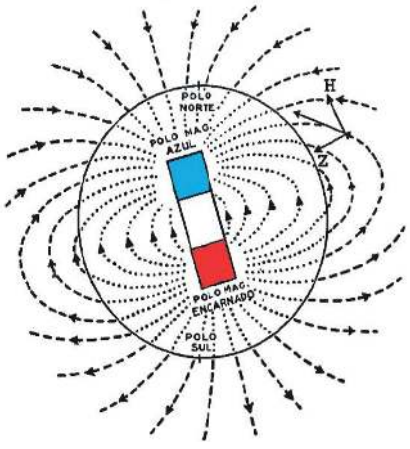
- a Agulha Magnética indica o Norte Magnético, em lugar do Norte Verdadeiro (ou Geográfico);
- é afetada por material magnético ou equipamentos elétricos;
- tem diferentes desvios, portanto diferentes compensações, conforme a orientação do navio (proa) dentro do campo magnético terrestre;
- não é tão precisa e fácil de usar como uma Agulha Giroscópica;
- normalmente, suas informações não podem ser transmitidas com facilidade para outros equipamentos e sistemas (e.g. radares ou ECDIS); e
- 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

A Terra pode ser considerada um grande ímã, tendo dois Polos Magnéticos de polaridades opostas (**Polo Norte Magnético** e **Polo Sul Magnético**). Os Polos Magnéticos não coincidem com os Polos Verdadeiros ou Geográficos (Figura 3.3). Eles se movimentam lentamente, no decorrer dos anos, bem como não são diametralmente opostos como os polos geográficos.

Figura 3.3 – Campo Magnético Terrestre



Se a Terra fosse composta de material magnético homogeneamente distribuído, as linhas de força de seu campo magnético seriam Círculos Máximos, que passariam pelos Polos 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 Polos Magnéticos.

Considerando o campo magnético terrestre em um determinado local decomposto segundo o horizonte e a vertical do lugar (Figura 3.3), 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 polos 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 valor diminui à medida que a Latitude aumenta (tornando-se nulo no polo magnético), o desempenho da Agulha Magnética fica prejudicado nas altas Latitudes (maiores que 60º).

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 polos apontados para um determinado polo magnético terrestre.

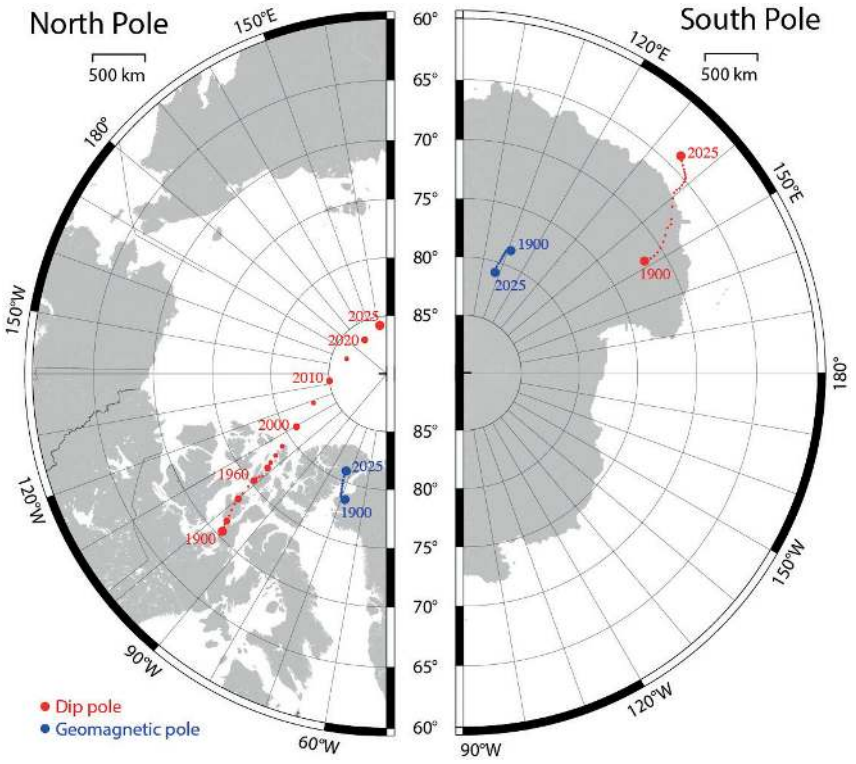
É costume pintar nas agulhas magnéticas (e nas barras magnéticas), também por convenção, de encarnado a metade que contém o Polo Norte (Polo Norte da Agulha) e de azul a que contém o Polo Sul (Polo Sul da Agulha). Uma vez que os polos opostos se atraem, a parte azul das agulhas será atraída pela parte correspondente ao Polo Norte Magnético da Terra. Assim, convencionou-se representar em azul a extremidade Norte do ímã simbólico do campo magnético terrestre e em encarnado a extremidade Sul.

A Figura 3.4 apresenta o "passeio" (deslocamento) dos Polos Magnéticos (*Dip poles*), para o período de 1900 a 2025. Na Figura, os Polos Magnéticos Norte e Sul estão representados na cor encarnada. O Polo Norte Magnético estava localizado em 2020, conforme o *Britsh Geological Survey*, na Lat. 86,5 N e Long. 162,8 W. O Polo Sul Magnético estava localizado sobre a Antártica, na posição Lat. 64,1° S e Long. 135,9° E.

Consta, também, da Figura 3.4 um outro dipolo magnético (teórico), baseado no modelo global denominado como *International Geomagnetic Reference Field* (IGRF), que passaria pelo centro da Terra, em sua representação do campo magnético, definindo um eixo que cruza a superfície da Terra em dois pontos antípodas. Esses pontos são chamados de Polos Geomagnéticos (*Geomagnetic poles*), representados na cor azul. Esses Polos Geomagnéticos não possuem relevância para a navegação marítima.

Informações complementares sobre o deslocamento dos Polos Magnéticos, bem como as coordenadas geográficas de suas posições, podem ser obtidas na página do *Britsh Geological Survey*, na internet, no endereço: www.geomag.bgs.ac.uk/education/poles.html.

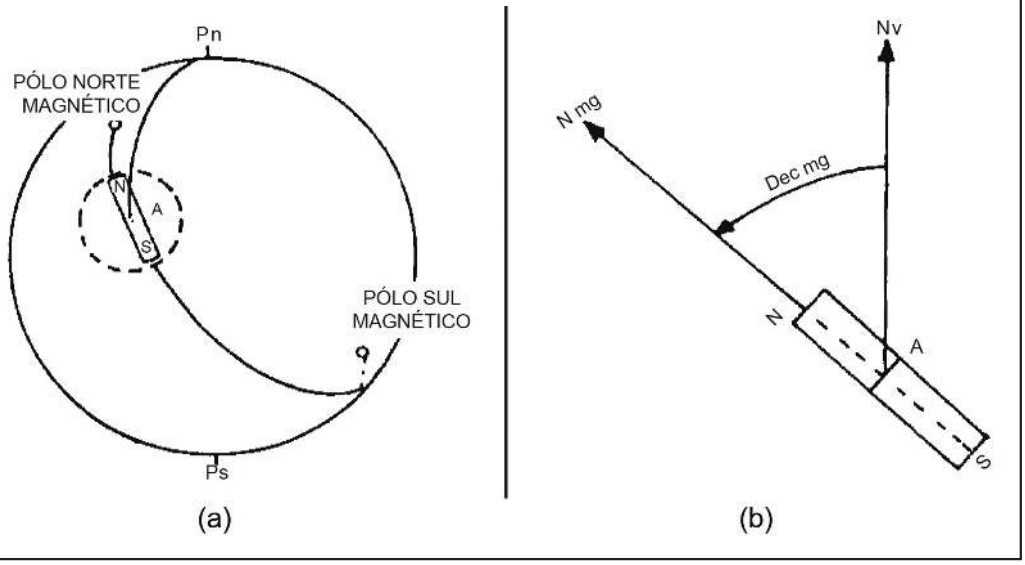
Figura 3.4 – Deslocamento dos Polos Magnéticos



b. Conceito de Declinação Magnética

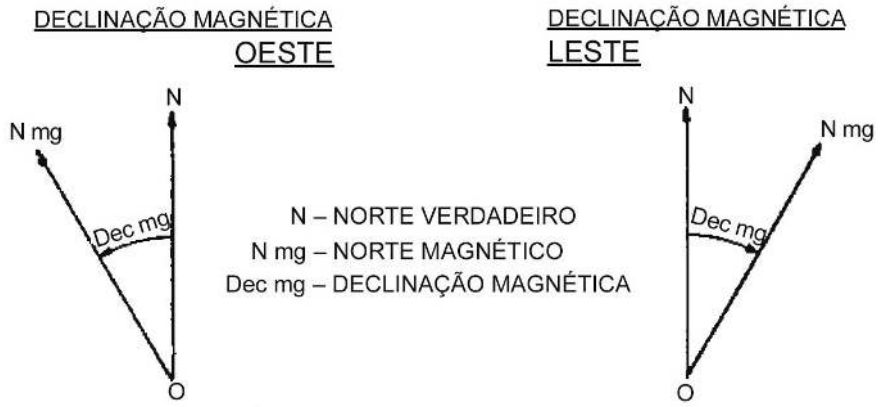
Em operação, uma Agulha Magnética tende a orientar-se segundo o Meridiano Magnético que passa pelo local (Figura 3.5a). A diferença em direção entre o Meridiano Magnético e o Meridiano Verdadeiro (ou Geográfico), em um determinado lugar, é denominada Declinação Magnética (Dec mg). Da mesma forma, pode-se dizer que a Declinação Magnética em um determinado local é o ângulo entre o Norte Verdadeiro e o Norte Magnético no local (Figura 3.5b).

Figura 3.5 – 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 3.6). A Declinação Magnética varia de local para local na superfície da Terra, em virtude das irregularidades das linhas de força do campo magnético terrestre. Ademais, enquanto os Polos Verdadeiros (ou Geográficos) são fixos, os Polos Magnéticos da Terra variam de posição. Desta forma, a Declinação Magnética de um local também varia ao longo do tempo.

Figura 3.6 – Conceito de Declinação Magnética



As Cartas Náuticas informam ao navegante, para as áreas nelas representadas, os valores da Declinação Magnética e de sua Variação Anual (Figura 3.7).

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 3.8, produzida em conjunto pela NOAA/NCEI e CIRES, publicada em 2019, podendo ser acessada no endereço: https://ngdc.noaa.gov/geomag/WMM

Figura 3.7 – Declinação Magnética e sua Variação Anual

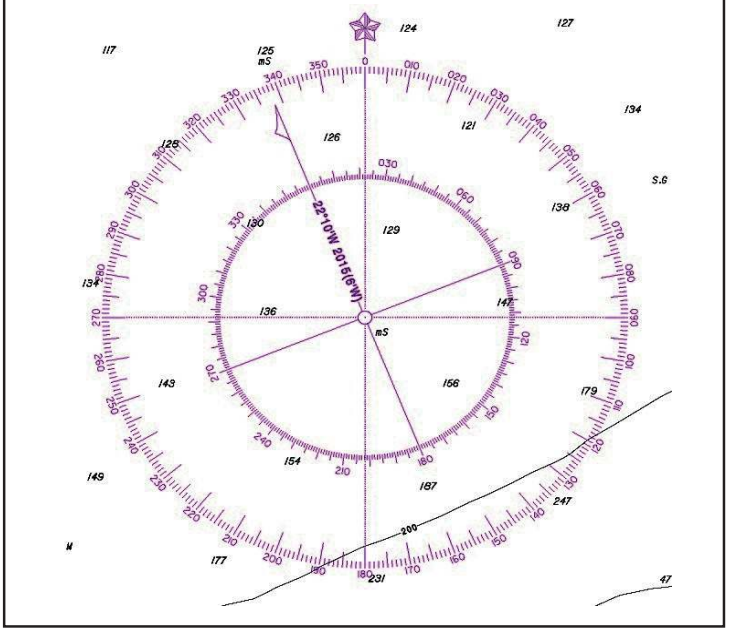
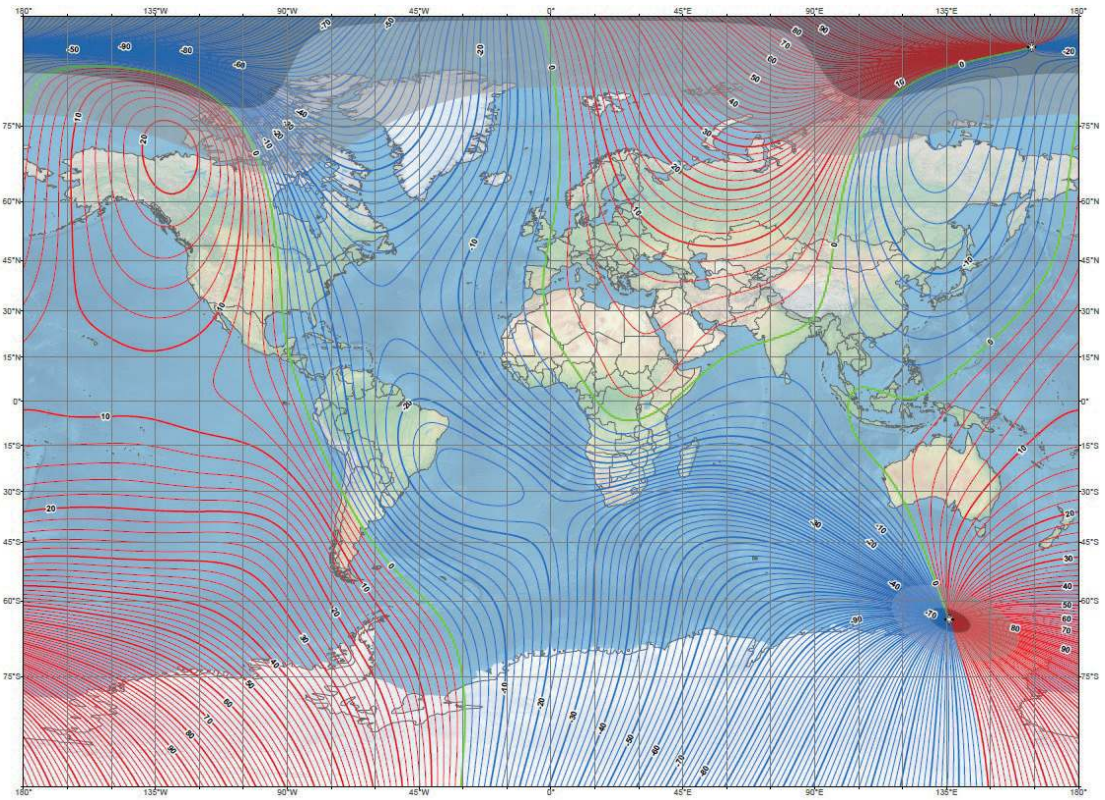


Figura 3.8 – Carta de Declinação Magnética



3.2.4 Desvio da Agulha

a. Condições que uma Agulha Magnética tradicional deve satisfazer

Uma boa agulha deve ser "sensível" e "estável". A agulha deve ser sensível, para que acuse qualquer variação da proa do navio, e deve ser estável para que indique firmemente a proa, mesmo nas guinadas rápidas, e não se desloque sob a ação do balanço, caturro, trepidação, etc. Estas duas condições, até certo ponto antagônicas, são conseguidas dando-se 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 navios ou embarcações.

b. Perturbações da Agulha. Desvios

Uma agulha magnética tradicional 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.

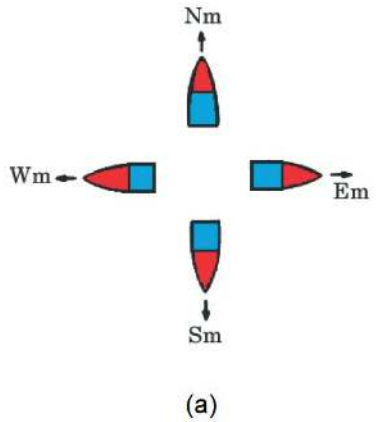
As massas de **ferro duro** (fortemente carburadas, tais como aços e ferros fundidos) adquirem, durante a construção dos navios, uma magnetização por influência do campo

magnético terrestre. Essa magnetização, acentuada durante a construção pelas vibrações e choques a que então as massas estão sujeitas, pouco se altera no futuro, evoluindo, salvo circunstâncias 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 3.9a). 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 choques ou trepidações anormais.

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 magnético terrestre no local onde o navio se encontra, variando, assim, com o rumo e com o lugar onde se navega (Figura 3.9b).

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 compensadores, como também são chamados, estão instalados na bitácula e são, em geral, constituídos por ímãs permanentes, barras e esferas de ferro doce.

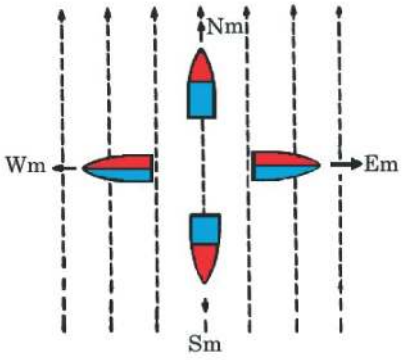
Figura 3.9 – Magnetismo Permanente e Magnetismo Induzido



(a)

MAGNETISMO PERMANENTE

Depende apenas da Proa em que foi construído e do valor do campo magnético da Terra no local da construção. A magnetização não se altera posteriormente com o Rumo do Navio.



(b)

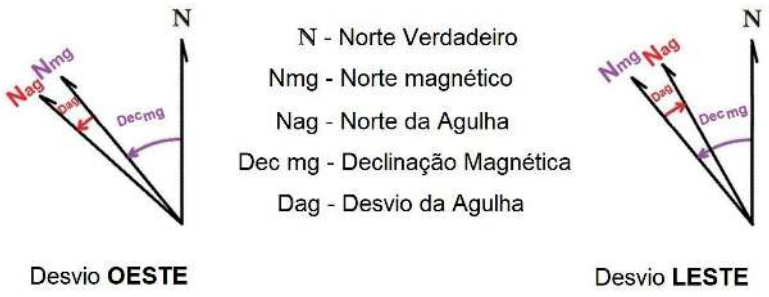
MAGNETISMO INDUZIDO

Depende da Proa do Navio e do local onde se encontra. A magnetização altera-se quase que instantaneamente com a mudança de Rumo do Navio.

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 direção, 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 3.10.

Figura 3.10 – 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-se a Figura 3.11, na qual se supõe todo o material magnético do navio concentrado em um bloco, colocado na proa (simbolizado por um quadrado na referida Figura).

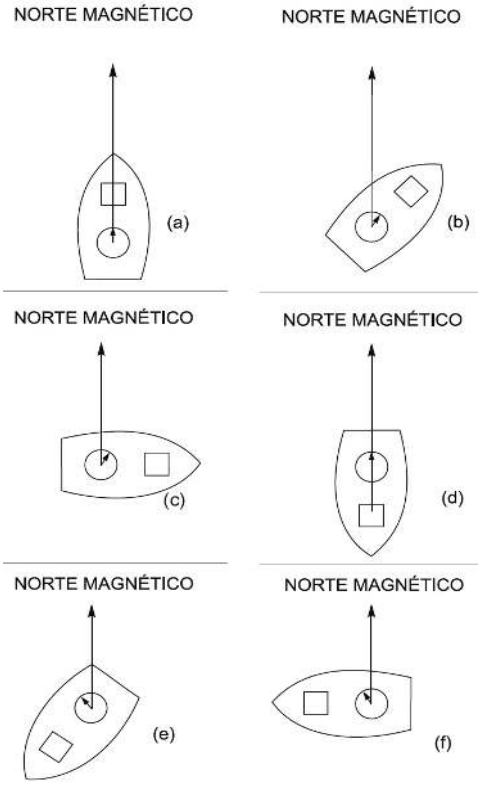
Na situação (a), o navio está aproado ao Norte Magnético (Rmg = 000º). A linha norte–sul da Agulha Magnética (representada por uma seta, no interior de um círculo, que simboliza a Rosa da Agulha) tende a orientar-se pelo meridiano magnético. Tal tendência, nessa proa, é reforçada pelo campo magnético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

Na situação (b), com o navio no Rmg 045º, o Norte Magnético continua a atrair a linha norte–sul da Agulha, a qual, porém, passa a ser atraída também para a direção 045º 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 daí um pequeno Desvio da Agulha (Dag) para leste (E).

Na situação (c), com o navio no Rmg 090º, pelas mesmas razões o Desvio da Agulha para a direção leste aumenta, alcançando o valor máximo.

Em (d), com o navio no Rmg 180º, o Desvio da Agulha volta a ser nulo, embora a força de orientação

Figura 3.11 – Desvio da Agulha



da Agulha se reduza, pelo fato de a atração do campo magnético terrestre e a do campo magnético do navio serem exatamente opostas.

Nas situações (e) e (f), por razões semelhantes às já explicadas, surge um Desvio da Agulha para a direção oeste (W), que alcança o valor máximo em (f), com o navio no Rmg 270º.

Embora de uma forma bastante simplificada (principalmente porque o magnetismo do navio nunca está concentrado em um único ponto), a figura 3.11 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 DE DESVIOS** e uma **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, quedas de raios, tempestades magnéticas;
- Proximidade de terra cujo solo contenha material magnético;
- Proximidade de outros navios;
- Aumento da temperatura dos ferros a bordo, especialmente da chaminé; e
- Choques violentos devidos a abalroamento, encalhe, tiros de artilharia, etc.

d. Compensação da Agulha Magnética

A operação de compensação da Agulha visa 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).

Quando um novo navio é incorporado, o Desvio da Agulha Magnética, em qualquer proa, não deve ser superior a 3º. Após essa primeira compensação, a Agulha Magnética deve ser compensada a cada dois anos, no máximo, sendo que, a partir dessa segunda compensação, e assim em diante, o Desvio em qualquer proa não deverá exceder de 5º. O procedimento para compensação está detalhado no Apêndice a este Capítulo.

Na Marinha Mercante, a atividade de compensação das Agulhas Magnéticas e emissão dos respectivos Certificados é fiscalizada pela Diretoria de Portos e Costas (DPC). Conforme normatizado pela DPC, a compensação deve ser realizada por um Perito em Compensação de Agulhas Magnéticas, que tenha sido habilitado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) para realizar este serviço.

e. Tabela e Curva de Desvios

Depois de compensada a Agulha Magnética, 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 3.12).

Figura 3.12 – Certificado de Compensação da Agulha Magnética

CERTIFICADO DE COMPENSAÇÃO DE AGULHA MAGNÉTICA

NAVIO GUARÁ AGULHA ☐ Padrão ☒ Governo

marca RITCHIE
modelo ES-1
número -

DATA: 12/07/1990

LOCAL RJ

Degaussing ☐ ligado ☒ desligado

Diâmetro 15 cm Rosa 19 cm Cuba

EXAME EFETUADO NA AGULHA

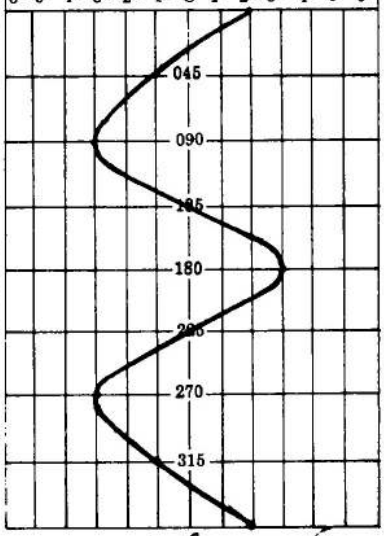
MÉTODO UTILIZADO
☐ Comparação com a Giro
☐ Azimute do Sol
☒ Alinhamentos
☐ Defletor

	SIM	NÃO
ESFERA DE BARLOW	X	
BARRA DE FLINDERS	X	
EXCENTRICIDADE		X
SENSIBILIDADE	X	
ESTABILIDADE	X	

TABELA DE DESVIOS

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		

CURVA DE DESVIOS



COMANDANTE

OFICIAL QUE COMPENSOU

DHN-0108

f. Métodos para determinação dos Desvios da Agulha e preparo da Tabela e da Curva de Desvios

A operação de determinação dos Desvios é denominada de "Regulamento da Agulha" ou "Calibragem da Agulha". Quando se conhecem perfeitamente os Desvios de uma Agulha, diz-se que ela está regulada ou calibrada. Os métodos mais frequentemente utilizados para determinação dos Desvios e preparo da Tabela e da Curva de Desvios são:

1. comparação com a Agulha Giroscópica;

2. alinhamentos;

3. marcação de um ponto distante; e

4. azimutes de astros.

Qualquer que seja o método utilizado, ao proceder à determinação dos Desvios, o navio deve estar compassado e nas condições normais de navegação. As observações efetuam-se em proas equidistantes (15º, 30º ou 45º), geralmente no decorrer de giros completos do navio. Os Desvios devem ser determinados com a precisão de 0,5º. 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); e

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 comparações, deve ser novamente verificado o Desvio da Giro.

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

Exemplo:

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

Solução:

R mg	Dec mg	R gi
000º	20º W	340º
045º	20º W	025º
090º	20º W	070º
135º	20º W	115º
180º	20º W	160º
225º	20º W	205º
270º	20º W	250º
315º	20º W	295º

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

AGULHA GIROSCÓPICA	AGULHA MAGNÉTICA
R gi = 340º	R ag = 002º
R gi = 025º	R ag = 044º
R gi = 070º	R ag = 087º
R gi = 115º	R ag = 135º
R gi = 160º	R ag = 183º
R gi = 205º	R ag = 225º
R gi = 250º	R ag = 267º
R gi = 295º	R ag = 314º

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

Solução:

R mg	R ag	D ag
000º	002º	2º W
045º	044º	1º E
090º	087º	3º E
135º	135º	0o
180º	183º	3º W
225º	225º	0o
270º	267º	3º E
315º	314º	1º E

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 (equidistantes de 15º, 30º ou 45º) 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 (Mmg) do alinhamento 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, do tipo "bolha" ou de teto), serão necessários vários alinhamentos para determinação dos Desvios. Nestas condições, o ideal é dispor de alinhamentos cujos valores sejam próximos de:

- NORTE–SUL MAGNÉTICO;
- LESTE–OESTE MAGNÉTICO; ou
- RUMO QUADRANTAL (NE–SW MAGNÉTICO; NW–SE MAGNÉTICO).

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

i. Determinação dos Desvios por marcação 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 boia ou fundeado e se conheça exatamente a sua posição (obtida por outros meios, como, por exemplo, por segmentos capazes ou pelo radar).

O objeto escolhido deve:

- Ser bem visível e definido;
- Estar representado na Carta; e
- 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 0,5º).

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-se o valor da Declinação Magnética apresentado na Carta (corrigido para o ano, se for o caso). 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 (equidistantes de 15º, 30º ou 45º). 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

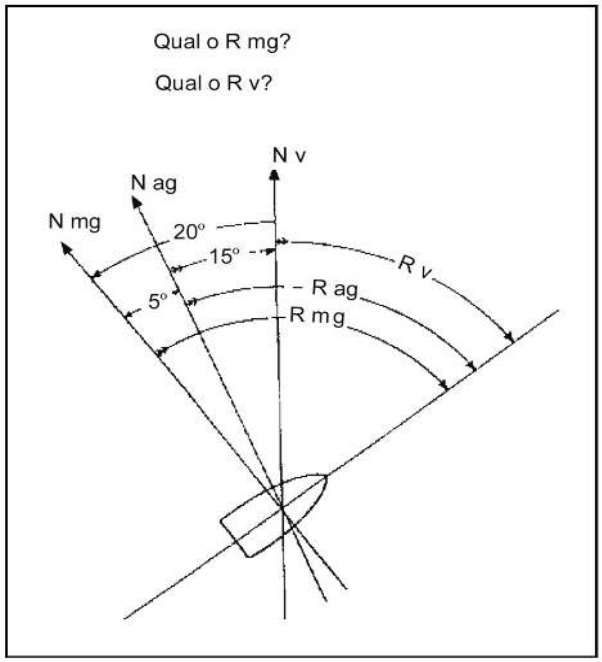
É um procedimento típico de Navegação Astronômica e será explicado posteriormente, no Capítulo 31 (VOLUME II).

3.2.5 Conversão de Rumos e Marcações

Quando da necessidade de conversão de Rumos e Marcações, é importante recordar sempre que:

- só se traçam na Carta Marcações 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 e devem ser obtidos da Curva de Desvios da Agulha; e
- nas situações de conversão de Rumos e Marcações, os valores da Declinação Magnética, do Desvio da Agulha, dos Rumos e das Marcações devem ser aproximados a 0,5º (meio grau).

Figura 3.13 – Conversão de Rumos



A solução da conversão de Rumos e Marcações fica muito facilitada se for traçado, para cada caso, o diagrama correspondente ("calunga"), como ilustrado na Figura 3.13, que resolve a seguinte questão, como exemplo:

Em um local onde o valor da Declinação Magnética (Dec mg) é 20ºW, o navio governa no Rumo da Agulha (Rag) 085º. Sabendo-se que, para esta proa, o valor do Desvio da Agulha (Dag) é de 5º E, determinar o Rumo Magnético (Rmg) e o Rumo Verdadeiro (Rv).

Solução:

Rag = 085º

Rmg = Rag Dag = 085º + 5º (E) ∴
Rmg = 090º

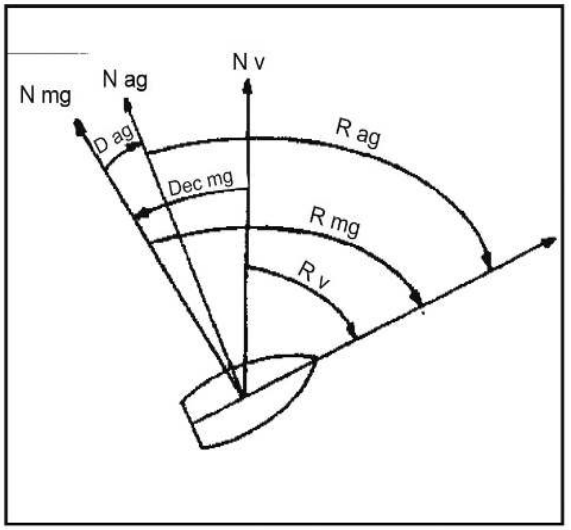
Rv = Rmg Dec mag = 090º - 20º (W) ∴
Rv = 070º

a. Conversão de Rumos

Para a solução dos exemplos a seguir, deve-se utilizar a Tabela e a Curva de Desvios contidas na Figura 3.12:

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

Figura 3.14 – Conversão de Rumos



Solução:

Acompanhar a solução pela Figura 3.14.

a) Rv = 075º e Dec mag = 15º W

Rmg = Rv Dec mag = 075º + 15º (W) ∴

R mg = 090º

b) da Figura 3.12 tem-se Dag = 3º E

Rag = Rmg ± Dag = 090º - 3º (E) ∴

Rag = 087º

2. Em 2021, um veleiro navegando nas proximidades da costa do Rio de Janeiro governa no Rumo da Agulha (Rag) 160º. Sabe-se, pela carta náutica da área (Figura 3.7) que a Declinação Magnética é de 22º 10' W (2015) e a variação anual é de 6' W. Qual o Rumo Magnético (Rmg) correspondente? Qual o Rumo Verdadeiro (Rv) correspondente?

Solução:

a) entrando-se na Curva de Desvios (Figura 3.12) com o Rumo da Agulha (Rag) = 160º (como se fosse o Rumo Magnético), obtém-se Dag = 2ºW.

Rmg = Rag ± Dag = 160º - 2º (W) = 158º → **Rmg = 158º**

b) como obtido na carta, a Dec mg é 22º 10' W (2015) e a variação anual é 6' W.

O incremento anual de 2015 para 2021 é de 6 anos, onde tem-se: 6 (anos) x 6' W = 36' W.

Assim, a Dec mag em 2021 é:

Dec mag (2015) ± incremento (6 anos) = 22º 10' W + 36' W = 22º 46' W = 22,8º W 23º W
c) o Rv é igual a Rmg ± Dec mag (2021)
Rv = 158º - 23º (W) = 135º → **Rv = 135º**

3. Um navegante, em 2021, deseja partir das proximidades da costa do Rio de Janeiro e governar exatamente no Rumo Sul Magnético (180º mg). Qual o valor do Rumo Verdadeiro correspondente? Qual o valor do Desvio da Agulha? Qual o valor do Rumo da Agulha correspondente?

Solução:

a) o valor da Declinação Magnética, em 2021, das proximidades da costa do Rio de Janeiro foi obtido no exemplo anterior: Dec mg (2021) = 23º W.

b) Rv = Rmg ± Dec mg = 180º - 23º (W) = 157º → **Rv = 157º**

c) o valor do Dag é obtido a partir da Curva de Desvios (Figura 3.12), onde tem-se, para o Rmg igual a 180º, o valor de 3º W → **Dag = 3º W**

d) Rag = Rmg ± Dag = 180º + 3º W = 183º → **Rag = 183º**

4. Um navegante, em 2021, deseja governar do farol da Ilha Rasa para o farol de Maricás, ambos localizados nas proximidades da costa do Rio de Janeiro, e obtém na Carta Náutica o Rumo Verdadeiro entre os dois pontos: Rv = 078º. 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:

a) o valor da Declinação Magnética, em 2021, das proximidades da costa do Rio de Janeiro foi obtido em exemplo anterior: Dec mg (2021) = 23º W.

b) Rmg = Rv ± Dec mg = 078º + 23º (W) = 101º → **Rmg = 101º**

c) o valor do Dag é obtido a partir da Curva de Desvios (Figura 3.12), onde tem-se, para o Rmg igual a 101º, o valor de 2,5º E → **Dag = 2,5º E**

d) Rag = Rmg ± Dag = 101º - 2,5º (E) = 98,5º → **Rag = 98,5º**

b. Conversão de Marcações observadas com a Agulha Magnética

Para conversão de Marcações da Agulha em Marcações Verdadeiras, é necessário conhecer o Rumo do navio, 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.

Exemplos:

1. Uma embarcação, navegando nas proximidades da costa do Rio de Janeiro, em 2021, no Rumo da Agulha (Rag) 110º, marca o farol da Ilha Rasa na Marcação da Agulha (Mag) 327º. Qual o Desvio da Agulha a ser empregado na Conversão da Marcação? Qual a Marcação Magnética (Mmg) correspondente? Qual o valor da Declinação Magnética a ser utilizado no cálculo? Qual a Marcação Verdadeira (Mv) a ser traçada na carta? Qual o Rumo Verdadeiro (Rv) da embarcação?

Solução:

a) o valor do Dag é obtido a partir da Curva de Desvios (Figura 3.12), onde tem-se, para o Rmg igual a 110º, o valor de 2º E → **Dag = 2º E**

b) Mmg = Mag ± Dag = 327º + 2o (E) = 329º → **Mmg = 329º**

c) o valor da Declinação Magnética, em 2021, das proximidades da costa do Rio de Janeiro foi obtido em exemplo do item anterior: **Dec mg (2021) = 23º W**

d) Mv = Mmg ± Dec mg = 329º - 23º (W) = 306o → **Mv = 306o**

e) Rv = Rag ± Dec mg ± Dag = 110º - 23º (W) + 2º (E) = 89º → **Rv = 89º**

2. A Marcação Verdadeira do farol de Maricás é 075º. Considerando-se que a embarcação está no Rumo da Agulha (Rag) 180º, em 2021, qual a Marcação Magnética (Mmg) correspondente? Qual o Desvio da Agulha (Dag) a ser considerado? Qual é a Marcação da Agulha (Mag) correspondente? Qual o Rumo Verdadeiro (Rv) em que navega a embarcação?

Solução:

a) considerando-se que o valor da Declinação Magnética, em 2021, nas proximidades da costa do Rio de Janeiro, é 23º W, então: Mmg = Mv ± Dec mg = 075º + 23º (W) = 098º → **Mmg = 098º**

b) o valor do Dag é obtido a partir da Curva de Desvios (Figura 3.12), onde tem-se, para o Rag igual a 180º, o valor de 3º W → **Dag = 3º W**

c) Mag = Mmg ± Dag = 098º + 3o (W) = 101º → **Mag = 101º**

d) Rv = Rag ± Dec mg ± Dag = 180o - 23o (W) - 3º (W) = 154º → **Rv = 154º**

3. Um veleiro, navegando do Rio de Janeiro para Cabo Frio, em 10/01/2021, às 0940, no Rumo da Agulha (Rag) 110º, obtém as seguintes Marcações da Agulha:

- Farol da Ponta Negra: Mag = 072º; e
- Farol de Maricás: Mag = 345º

Qual o Rumo Verdadeiro da embarcação? Qual a Marcação Verdadeira do farol Ponta Negra? Qual a Marcação Verdadeira do farol Maricás?

Solução:

a) o valor do Dag é obtido a partir da Curva de Desvios (Figura 3.12), onde tem-se, para o Rag igual a 110º, o valor de 2º E.

b) o valor da Declinação Magnética, em 2021, nas proximidades da costa do Rio de Janeiro, é 23º W.

c) Rv = Rag ± Dec mg ± Dag = 110º - 23º (W) + 2º (E) = 89º → **Rv = 89º**

d) Mv (Farol da Ponta Negra) = Mag ± Dec mg ± Dag = 072º - 23º (W) + 2º (E) = 51º → **Mv = 51º**

e) Mv (Farol de Maricás) = Mag ± Dec mg ± Dag = 345º - 23º (W) + 2º (E) = 324º → **Mv = 324º**

3.2.6 Registro das Agulhas Magnéticas

Para registro de todos os elementos sobre as Agulhas Magnéticas do navio, a DHN publica o "Livro das Agulhas Magnéticas" (DN-12), 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 fixada 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

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 3.15a, sendo montadas em bitáculas semelhantes à apresentada na Figura 3.15b. Alguns navios têm a Agulha Magnética do tipo *fluxgate compass*, que será tratada adiante.

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 3.15 – Agulha Magnética e Bitácula



(a)



(b)

Além destas, existem também a bordo Agulhas Magnéticas para as embarcações miúdas do navio (Figura 3.16a), que são geralmente portáteis.

Figura 3.16 – Agulha Magnética portátil e esférica (de "bolha")



(a)



(b)

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 embutidas na antepara (Figura 3.16b). 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.

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.

Outro tipo de Agulha Magnética é a agulha de mão, utilizada para tomar marcações, como algumas apresentadas na Figura 3.17. Como visto, a Agulha de Governo, por sua posição a bordo, normalmente não permite a observação de marcações. Além disto, se for uma agulha esférica, ela não possibilitará a utilização de um círculo azimutal ou alidade para obtenção de marcação.

Figura 3.17 – Exemplos de Agulhas Magnéticas de mão



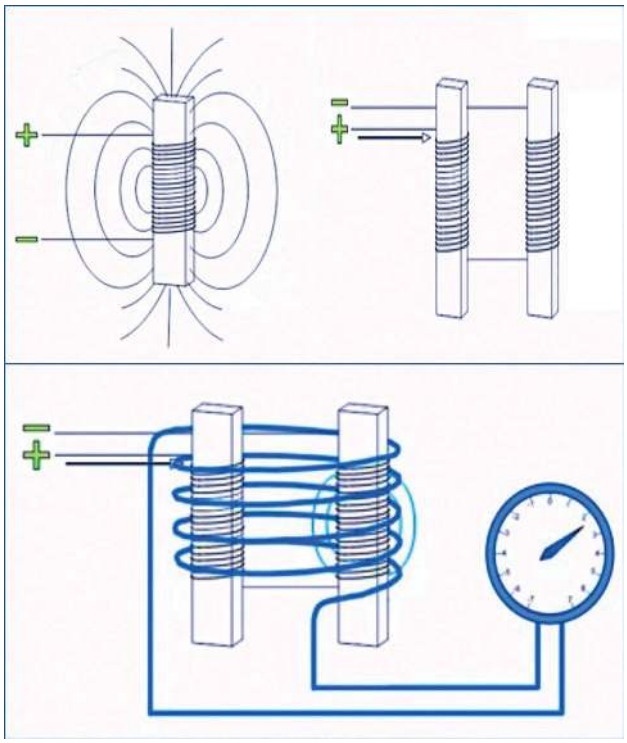
3.2.8 Bússolas de Fluxo Magnético

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

Os sensores do tipo *fluxgate* datam do final da década de 1930, porém seu desenvolvimento se deu durante o período da Segunda Guerra Mundial com sua utilização como detectores de submarinos.

O princípio do funcionamento das Bússolas de Fluxo Magnético pode ser descrito da seguinte forma (Figura 3.18):

Figura 3.18 - Bússola de Fluxo Magnético (*fluxgate compass*)



a) uma bobina de excitação, enrolada sobre o núcleo de material ferromagnético (na Figura 3.18 representado por duas barras) é alimentada com tensão alternada. Em cada uma das barras que constituem o núcleo são criados campos magnéticos que alternam suas polaridades com a mesma frequência de excitação e, uma vez que têm orientações opostas, cancelam-se. Em cada ciclo de excitação, o núcleo é levado à saturação magnética em uma e, posteriormente, noutra polaridade;

b) o núcleo, até atingir a saturação, isto é, alcançar o máximo de sua capacidade em se magnetizar, carreia o fluxo magnético gerado pela bobina e o eventual fluxo magnético externo (daí o nome portal de fluxo ou *fluxgate*); e

c) outra bobina (bobina de detecção), enrolada sobre o núcleo como um todo, traduz em oscilações de tensão as variações de campo magnético surgidas da excitação. Assim, as flutuações de tensão que não forem devido às variações do campo magnético induzido serão proporcionais à componente do campo externo naquela direção. O acréscimo de outros núcleos, colocados de forma ortogonal entre si, possibilita a detecção das demais componentes do campo magnético terrestre.

A apresentação das leituras das Bússolas de Fluxo Magnético é digital ou feita em um "mostrador analógico", eletronicamente reproduzido (Figura 3.19). As Agulhas de Fluxo Magnético são muito precisas (0.5°) e, além disso, o seu sinal digitalizado pode ser facilmente transmitido para outros equipamentos e sistemas (e.g. radar, Piloto Automático e ECDIS) ou para indicadores remotos (repetidoras).

Figura 3.19 – Bússola de Fluxo Magnético (mostradores analógico e digital)



Em contraste com os procedimentos envolvidos na compensação das Agulhas Magnéticas tradicionais, a Bússola de Fluxo Magnético demanda um procedimento bastante simples. De modo resumido, deve-se inicializar o equipamento no modo de auto compensação e efetuar dois giros completos com o navio, no sentido horário ou anti-horário.

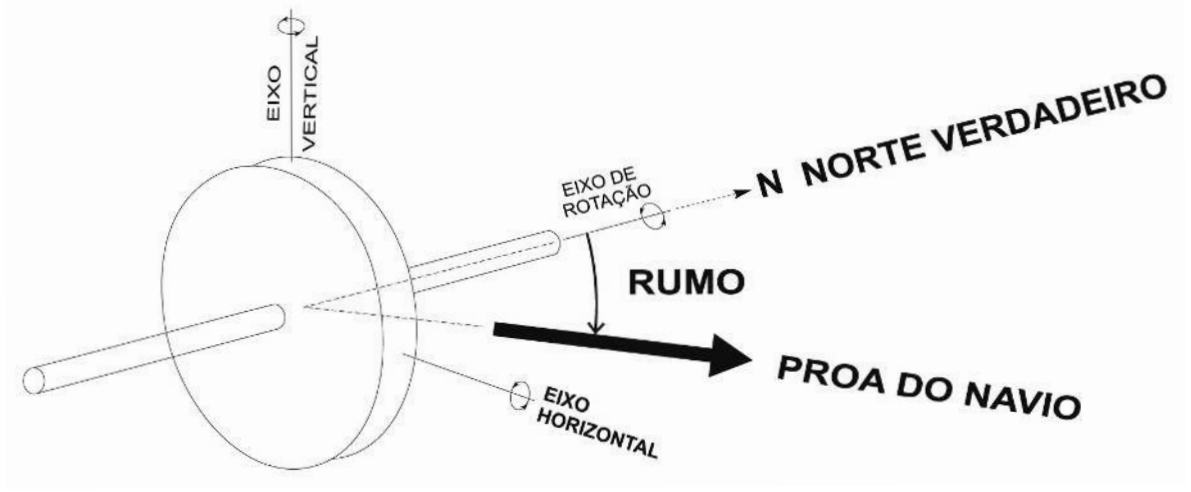
3.3 AGULHA GIROSCÓPICA

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 do século XX. Avanços paralelos foram feitos 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.

A Agulha Giroscópica é, essencialmente, um giroscópio "busca-meridiano", cujo eixo de rotação permanece alinhado com os meridianos terrestres, sendo 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 3.20).

Figura 3.20 – Fundamento da Agulha Giroscópica



As Agulhas Giroscópicas são utilizadas a bordo, não apenas como referência para obtenção de rumos e marcações (para governo e observação de Linhas de Posição para navegação), mas também para prover dados de direção para Sistemas de Armas e Sistemas Integrados de Navegação.

Os princípios dos quais depende a operação das Agulhas Giroscópicas são brevemente explicados neste Capítulo, apenas para capacitar o navegante a entender o conceito básico

A direção do movimento de precessão é obtida girando-se a direção da força de 90º 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.

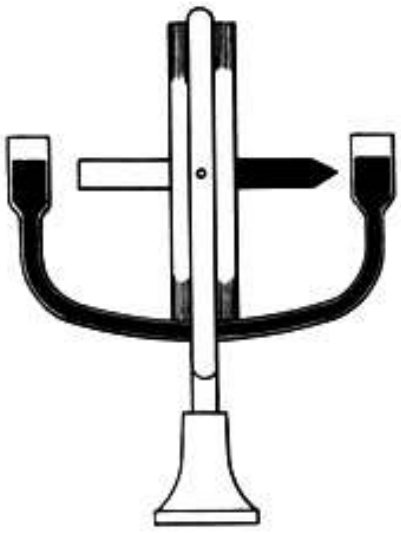
3.3.3 Agulhas Giroscópicas

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 diversos tipos diferem quanto ao modo de efetuar essa estabilização.

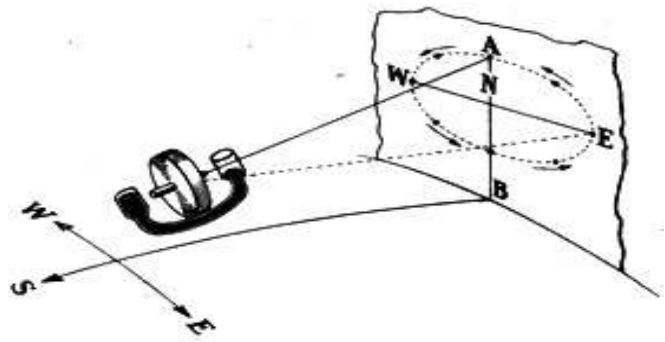
Nas agulhas SPERRY, a estabilização é feita por meio do balístico de mercúrio, sendo os reservatórios de cada par ligados por tubos comunicantes que ficam orientados com o Norte–Sul da agulha. A Figura 3.26 mostra um esquema do balístico de mercúrio (que, na figura, é apresentado como um único par) e 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 3.26 – Balístico de Mercúrio



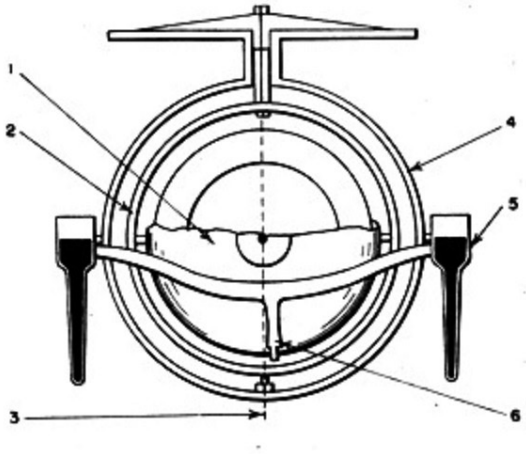
Desta maneira, o movimento da ponta norte não será mais uma circunferência e sim uma elipse bastante alongada (Figura 3.27) e o tempo para descrevê-la será de somente 84 minutos (este é o período que um pêndulo simples teria se o seu comprimento fosse igual ao raio da Terra). O giroscópio pendular ainda não serve como agulha porque não se estabiliza no meridiano.

Figura 3.27 – Giroscópio Pendular não Amortecido



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 3.28).

Figura 3.28 – Elementos da Agulha Giroscópica

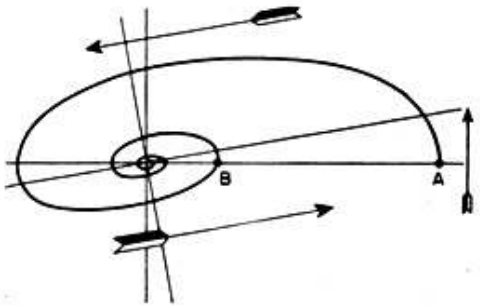


1. Caixa do rotor
2. Anel vertical
3. Eixo vertical de suspensão
4. Anel exterior (anel fantasma)
5. Balístico de mercúrio
6. Ligação excêntrica (entre o balístico de mercúrio e a caixa do rotor)

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

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 3.29). 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 (86 x 3 = 268 minutos 4,5 horas, aproximadamente) antes de o navio suspender.

Figura 3.29 – Espiral do Eixo de Rotação com Amortecimento



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 do meridiano 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 e, portanto, direcional. É como se um pêndulo estivesse ligado ao rotor, fazendo com que seu eixo de rotação abaixasse logo que iniciasse a elevação 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 modo 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 Agulhas Giroscópicas.

Quando uma Agulha Giroscópica (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. Quanto mais próxima estiver do Norte verdadeiro, mais rápida será sua orientação.

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 diminui até zero nos Polos. Assim, a força que mantém o eixo de rotação do giroscópio alinhado com os meridianos terrestres é grande em latitudes baixas e médias, mas diminui nas altas latitudes, à medida que se aproxima dos Polos.

Em latitudes além de 70º 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 70º (Norte ou Sul). Em latitudes da ordem de 75º a 80º, a maioria das Agulhas Giroscópicas apresenta grandes erros. A cerca de 85º 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 latitudes 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, piloto automático, Sistemas Integrados de Navegação (e.g. ECDIS e ECS) e Sistemas de Armas.

LIMITAÇÕES:

- Exige uma fonte constante de energia elétrica e é sensível às flutuações de energia.
- Está sujeita a avarias próprias de equipamentos complexos e requer manutenção adequada, feita por técnicos especializados.
- Ocorrência de erros de desvio do Meridiano Verdadeiro a partir de latitudes maiores que 70° (Norte ou Sul).

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 000º a 360º, que, por meio de 3 servomecanismos 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 3.30 - Repetidora da Agulha Giroscópica (NHo TAURUS)



A Repetidora da Giro é montada em um pedestal denominado Peloro (Figura 3.30). Para a obtenção de Marcações, instala-se um Círculo Azimutal sobre a Repetidora. Para visar objetos distantes, pode ser usada na Repetidora, em vez do Círculo Azimutal, uma Alidade Telescópica.

O Círculo Azimutal (Figura 3.31) é instalado sobre a Repetidora, livre para girar em torno do centro da Rosa graduada. Possui um par de visores, a fenda de visada e a mira com retículo. Para obtenção 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.

Figura 3.31 – Círculo Azimutal



PARTE 4

Navegação costeira: linhas de posição

O QUE O PROGRAMA PEDE

- Plotagem de um ponto por linhas de posição
- Determinação da posição por marcações simultâneas
- Problemas de navegação costeira com utilização da carta

FONTE REPRODUZIDA NESTA PARTE

Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 4: A posição no mar. Navegação costeira (4.1 a 4.3 e 4.5: derrota, linhas de posição, determinação da posição e técnicas da navegação costeira)

Altineu Pires Miguens · Diretoria de Hidrografia e Navegação, vol. I, 2ª revisão, 2023
https://www.marinha.mil.br/dhn/npublicacoes

Terminou esta parte? Resolva questões do assunto.

Telegram: t.me/capitao_amador_bot
Simulado no site: www.capitao-amador.com/mestre-amador/simulado

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:

a) Cartas Náuticas (de escalas variadas, desde Cartas Gerais até Cartas de Pequenos Trechos ou Cartas Particulares, de portos ou aproximações);

b) Roteiros, Lista de Faróis e Lista de Auxílios-Rádio;

c) Tábuas das Marés, Cartas ou Tábuas de Correntes de Maré;

d) Cartas-piloto;

e) Cartas Especiais (Cartas de Derrotas, Cartas para Navegação Ortodrômica);

f) Almanaque Náutico e outras Tábuas Astronômicas;

g) Catálogos de Cartas e Publicações; e

h) Avisos aos Navegantes.

As Publicações Náuticas (ou Publicações de Auxílio à Navegação) citadas serão apresentadas 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. Ademais, é conveniente anotar ao lado de cada ponto o **ETD** e/ou o **ETA**[1] previstos, calculado com base na velocidade de avanço, ou **SOA**[2], 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, junto com as Cartas Náuticas mostrando o traçado da Derrota, antes da realização do *briefing* para todos os membros da tripulação envolvidos.

A Figura 4.1 apresenta, como exemplo, uma tabela com os dados de uma derrota costeira, do Rio de Janeiro a Natal; e a Figura 4.2 apresenta o traçado dessa derrota, em uma Carta de Grande Trecho.

Figura 4.1 – Planejamento da Derrota

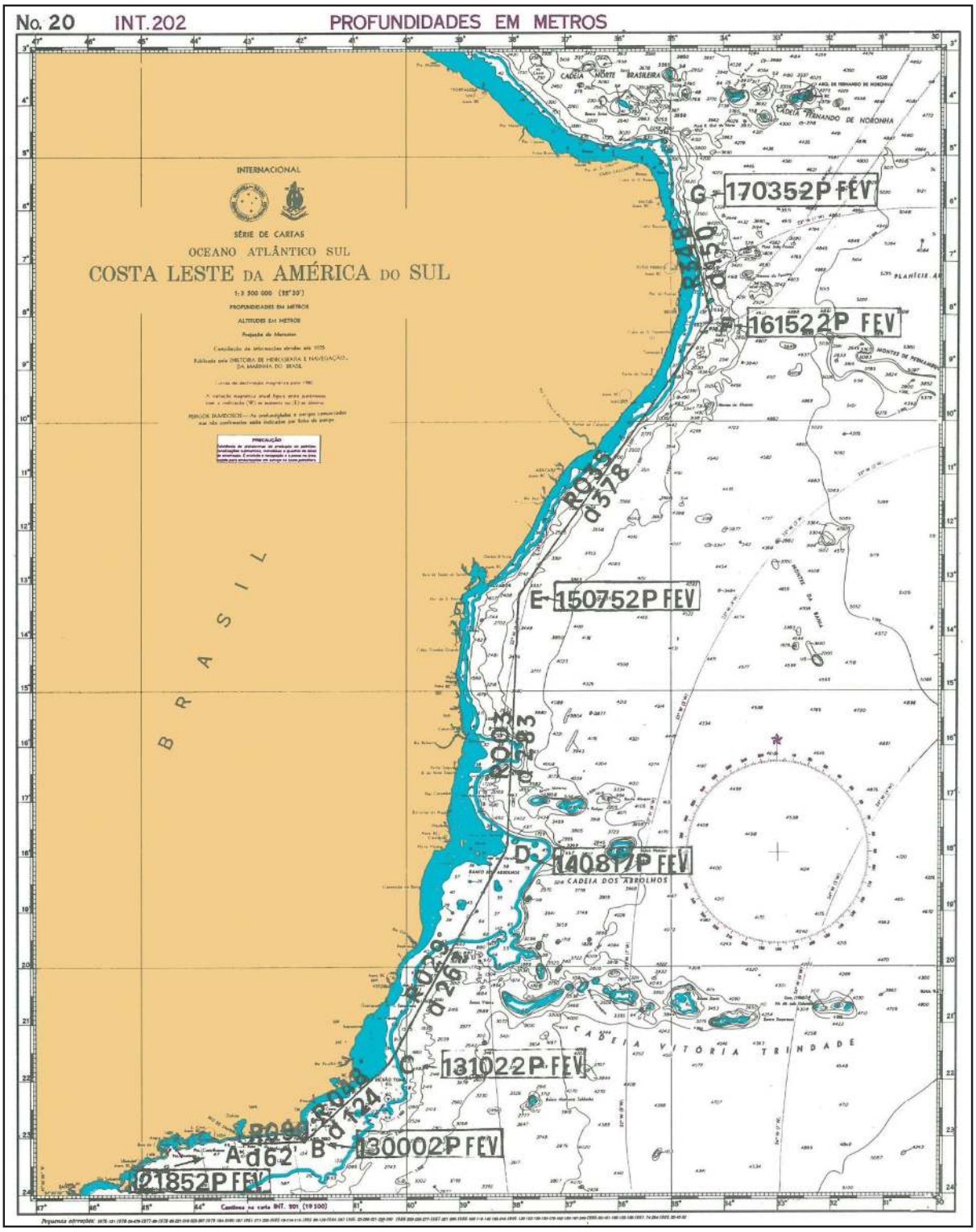
DERROTA DE: RIO DE JANEIRO			PARA: NATAL			SOA: 12 NÓS	
PONTO	COORDENADAS		P/PROX. PONTO		ETD/ETA	ETE (DURAÇÃO DO TRAJETO)	OBSERVAÇÕES
	LAT. (S)	LONG. (W)	RUMO	DIST.			
RIO	xxx	xxx	RP	17,2'	121600P FEV	02h 52m	SOA = 6 NÓS
ALFA	23° 10,0'	043° 06,0'	090°	62,0'	121852P FEV	05h 10m	PARTIDA
BRAVO	23° 10,0'	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

Notas: ETE → *Estimated Time Enroute* (duração do trajeto); e

RP → Rumos Práticos.

[1] Conforme já apresentado no Capítulo 1, subitem 1.2.3: Hora Estimada de Partida (**Estimated Time of Departure –ETD**) e Hora Estimada de Chegada (**Estimated Time of Arrival – ETA**).
[2] Idem, no subitem 1.9: Velocidade de Avanço (**Speed of Advance – SOA**).

Figura 4.2 – Traçado da Derrota



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, 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);
- Circunferências de Igual Distância;
- Circunferências dos Segmentos Capazes; e
- Linhas de Igual Profundidade (Isóbatas).

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 1032, 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 isóbatas, 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.

Em navegação costeira costuma-se identificar a LPD obtida, registrando-se sobre a linha de posição a hora correspondente à observação (escrita com 4 dígitos: os dois primeiros indicativos da hora e os dois últimos representativos dos minutos) e abaixo da LPD o valor da marcação (ou distância) determinada.

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

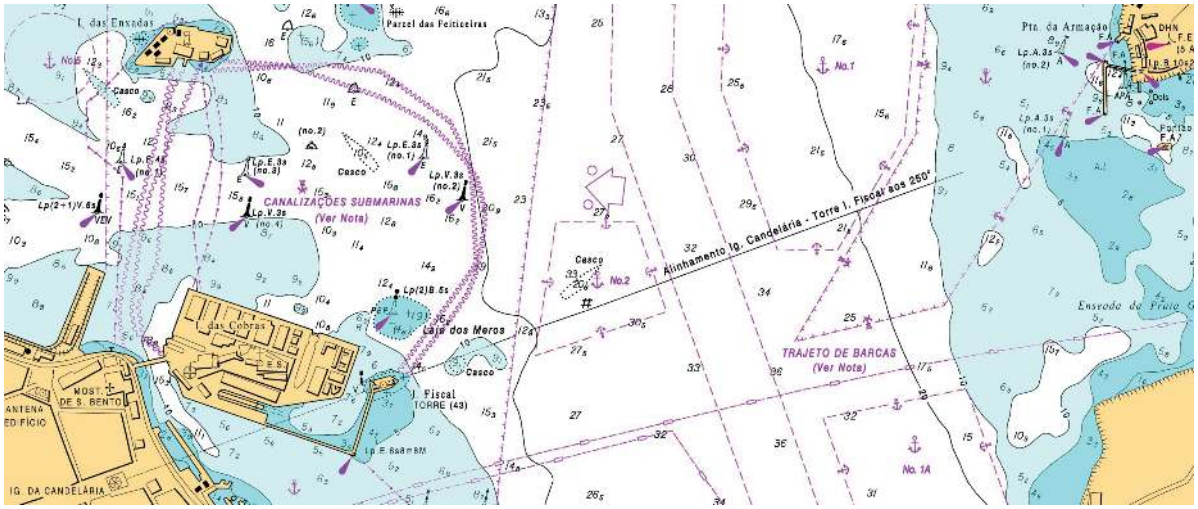
a. LDP ALINHAMENTO (Figuras 4.3 e 4.4)

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 que devem ser observadas, nesse caso:

- 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.

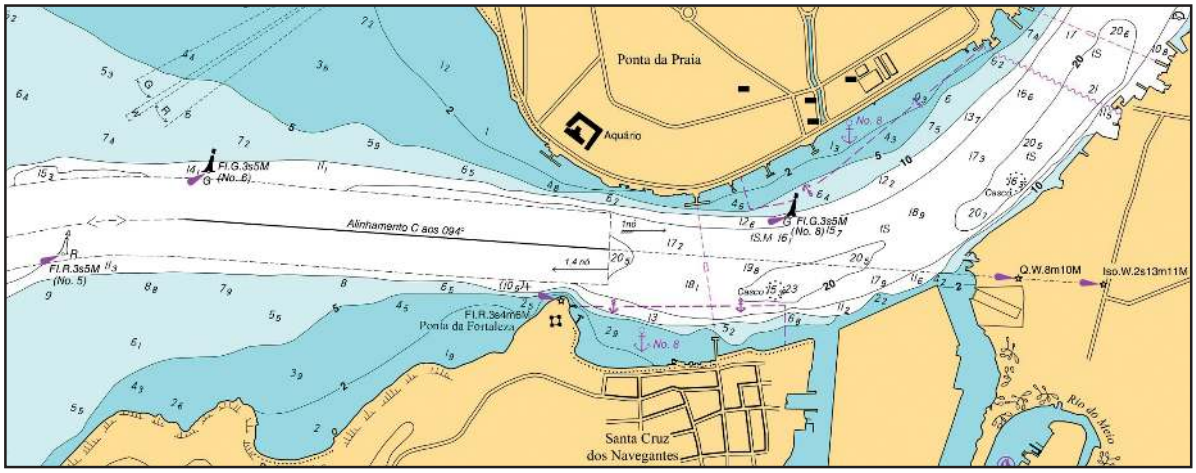
Figura 4.3 – Linha de Posição: Alinhamento Ig. Candelária – Torre I. Fiscal (Carta 1511)



A Figura 4.3 apresenta o Alinhamento Candelária – Ilha Fiscal, representado na Carta Náutica 1511 – Barra do Rio de Janeiro.

Além do seu uso normal na navegação, os alinhamentos são muito utilizados em sinalização náutica, para indicar ao navegante onde governar, mantendo-se a salvo dos perigos, especialmente em canais estreitos. A Figura 4.4 apresenta um exemplo bem característico dessa situação, como o Alinhamento "C" representado na Carta Náutica 1713 – Porto de Santos (Parte Sul).

Figura 4.4 – Linha de Posição: Alinhamento "C" – Carta Náutica 1713 – Porto de Santos (Parte Sul)

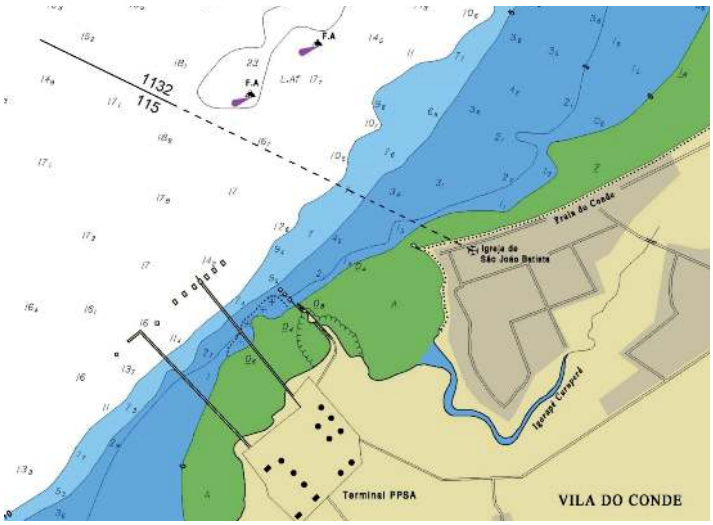


Os dois alinhamentos (Figuras 4.3 e 4.4), como muitos outros aqui não citados, por serem de amplo conhecimento e emprego dos navegantes, são comumente representados nas cartas náuticas. Outros alinhamentos, no entanto, que atendem plenamente às condições essenciais acima apontadas, e que não estão traçados nas cartas, podem e devem ser usados como uma LDP, sem qualquer restrição.

b. LDP MARCAÇÃO VISUAL (Figura 4.5)

É, talvez, a LDP mais utilizada em navegação costeira e em águas restritas.

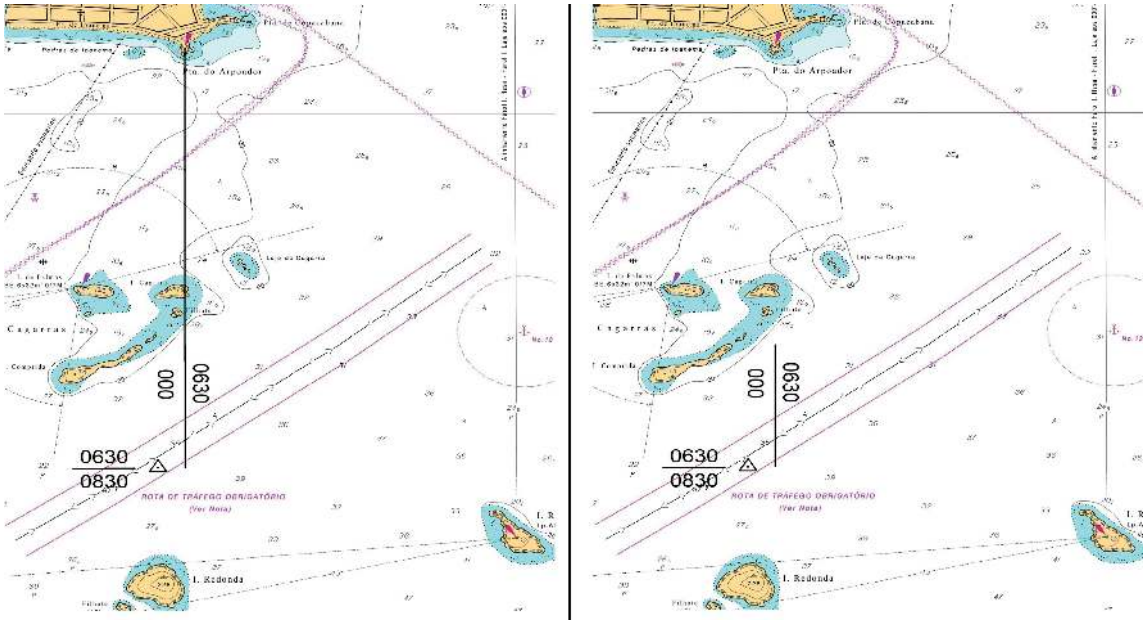
Figura 4.5 – Linha de Posição: Reta de Marcação (trecho da Carta 321 - Vila do Conde)



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.

Recomenda-se que a Reta de Marcação seja traçada apenas nas proximidades da posição estimada do navio, a fim de não "congestionar visualmente" a Carta Náutica. Se todas as marcações observadas fossem prolongadas até o objeto marcado, a Carta ficaria confusa, com um emaranhado de traçados, podendo confundir o navegante. A Figura 4.6 apresenta exemplos de lançamentos correto e incorreto de uma LDP de Marcação na carta náutica.

Figura 4.6 – Traçado da LDP na Carta Náutica



Os dados obtidos pelo Navio, no momento da observação, representados no exemplo contido na Figura 4.6, são:

Hora	Ponto observado	LDP	Odômetro
0630	Farolete da Ponta do Arpoador	Mv = 000o	083,0

c. LDP CIRCUNFERÊNCIA DE IGUAL DISTÂNCIA (Figura 4.7)

Traça-se na Carta Náutica a LDP Circunferência de Igual 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 ocorre 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.

Os dados obtidos pelo Navio, no momento da observação, representados no exemplo contido na Figura 4.7, são:

Figura 4.7 – Linha de Posição: Circunferência de Igual Distância



Hora	Ponto observado	LDP	Odômetro
1030	Ponta de Cabo Frio	Dist. = 10’	324,7

d. LDP LINHA DE IGUAL PROFUNDIDADE (ISÓBATA)

Quando se mede uma profundidade a bordo, define-se uma linha de posição, pois pode-se dizer que o navio estará em algum ponto da **ISÓBATA** (Linha de Igual Profundidade) correspondente à profundidade obtida.

A Isóbata 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 ou do ECDIS, por exemplo).

O emprego da isóbata como LDP só tem valor real em áreas onde o relevo submarino é bem definido, apresentando uma variação regular, além de que, obrigatoriamente, deve-se levar em consideração as informações contidas no Diagrama de Levantamentos ou de Confiabilidade, constante da Carta Náutica em papel, ou no Diagrama de Zona de Confiança, constante da Carta Náutica Eletrônica (ENC), conforme apresentados no Capítulo 2.

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 a isóbata, é indispensável ter em mente que os ecobatímetros indicam, muitas vezes, o fundo abaixo da quilha. Portanto, para se obter a profundidade real, nesse caso, é necessário somar o calado do navio ao valor indicado pelo equipamento.

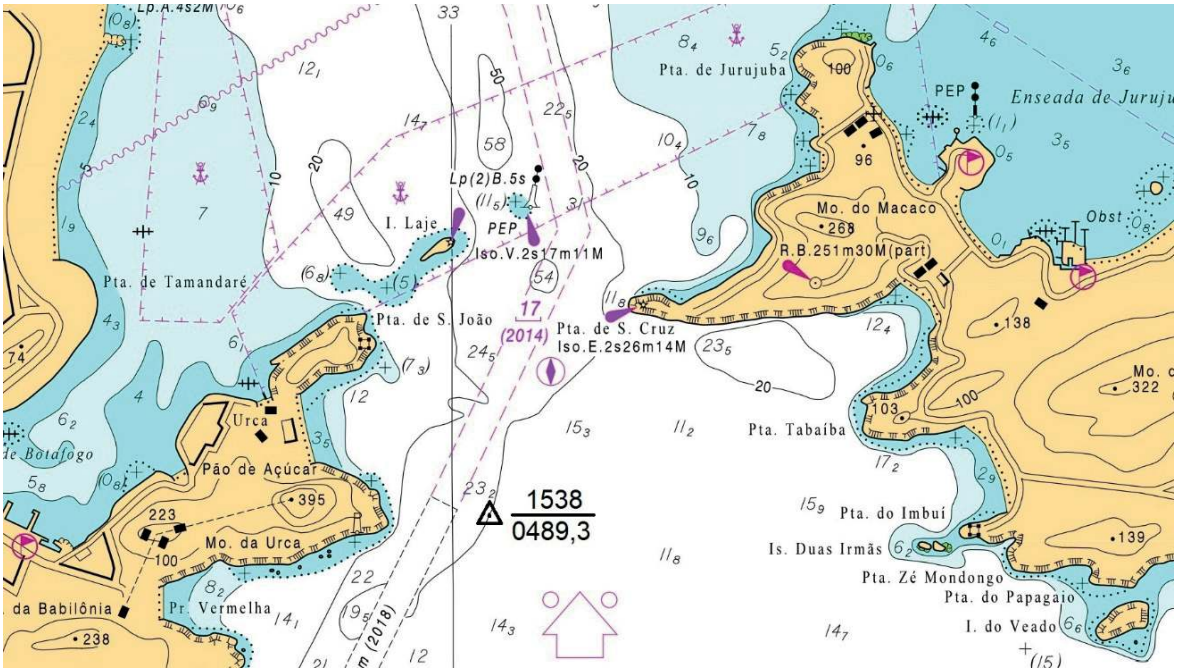
Por sua vez, se for desejada uma maior precisão, será necessário reduzir a profundidade obtida ao Nível de Redução da Carta, subtraindo dessa profundidade a altura da maré, no instante de sua medição (para um melhor entendimento, vide o Capítulo 10).

Na Figura 4.8, por exemplo, que apresenta um trecho da Carta 1501 – Baía de Guanabara, se o navio sondou 20 metros (valor já corrigido do calado e da altura da maré no instante observado), ele estará, nesse instante, sobre a **isóbata de 20 metros** representada na Carta Náutica da área, em área próxima à sua posição estimada.

Os dados obtidos pelo Navio, no momento da observação, representados no exemplo contido na Figura 4.8, são:

Hora	Elemento Observado	LDP	Odômetro
1538	**Profundidade de 20m**	**Isobatimétrica 20**	**489,3**

Figura 4.8 – Linha de Posição: Linha de Igual Profundidade (Isóbata)

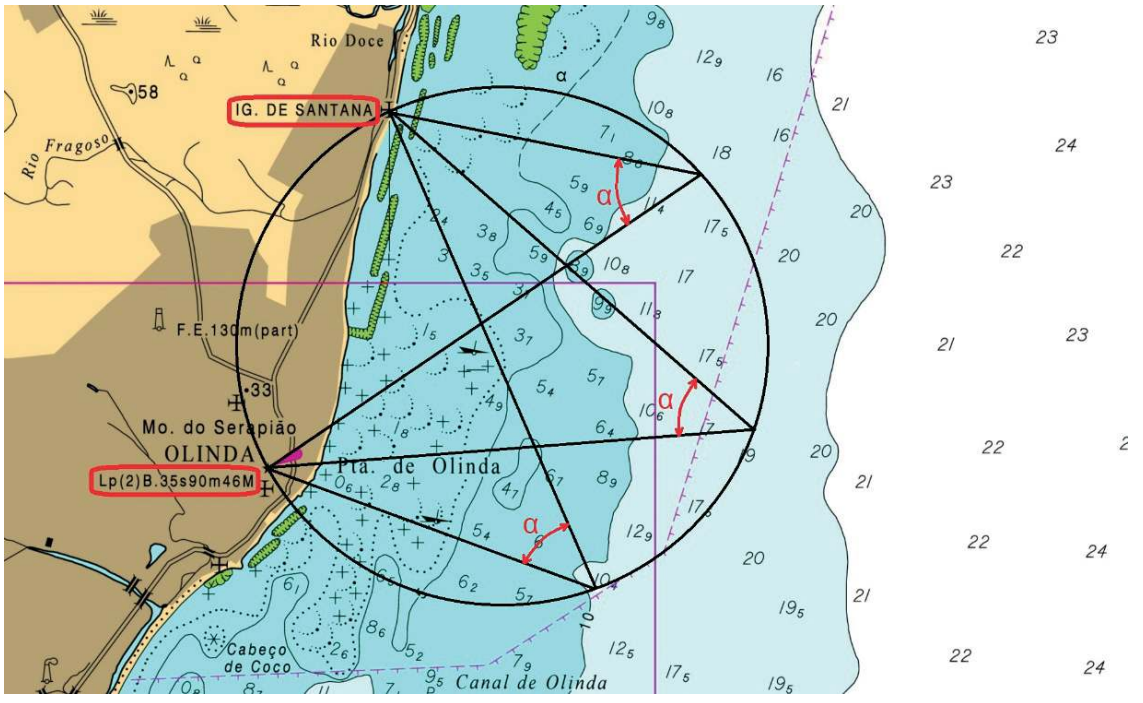


e. LDP SEGMENTO CAPAZ (Figura 4.9)

A observação do **ÂNGULO HORIZONTAL** entre dois pontos notáveis representados na Carta Náutica permite o traçado de uma LDP, que será uma circunferência (**SEGMENTO CAPAZ**) que passa pelos dois pontos e sobre a qual se encontra o Navio.

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

Figura 4.9 – Linha de Posição: Segmento Capaz



4.3 DETERMINAÇÃO DA POSIÇÃO NO MAR

Uma única 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 náutica, de observações sucessivas de um mesmo ponto, ou de pontos distintos.

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 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:

a) meios de que o navio (ou embarcação) dispõe;

b) precisão requerida (que depende, por sua vez, da distância da costa ou do perigo mais próximo); e

c) número de pontos notáveis disponíveis (e representados na carta náutica) para observação visual ou identificáveis pelo radar.

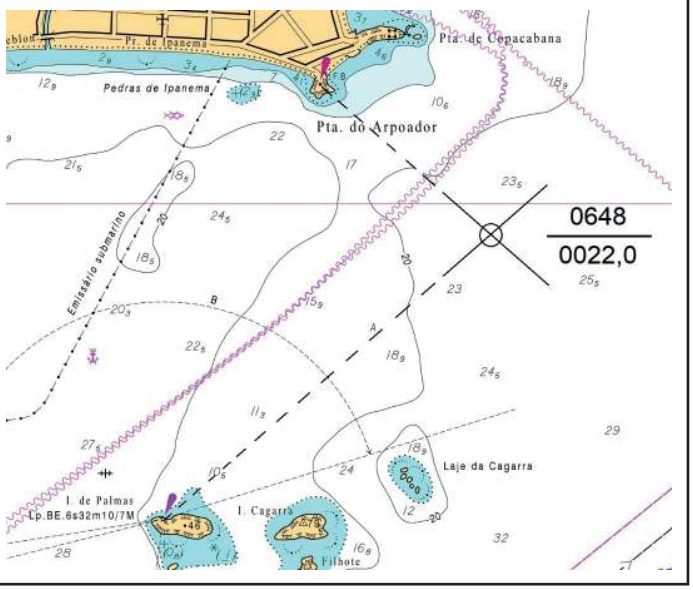
4.3.1 Métodos para Determinação da Posição

a. Posição por Duas Marcações Visuais (Simultâneas)

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 da observação e o odômetro, conforme mostrado na Figura 4.10.

Figura 4.10 – Posição por Duas Marcações Visuais



O símbolo adotado para representar uma posição determinada é uma pequena circunferência, centrada no ponto obtido, ou seja, na interseção (cruzamento) das LDP, como apresentado na Figura 4.10.

Os dados obtidos pelo Navio no momento da observação, representados no exemplo da Figura 4.10, são:

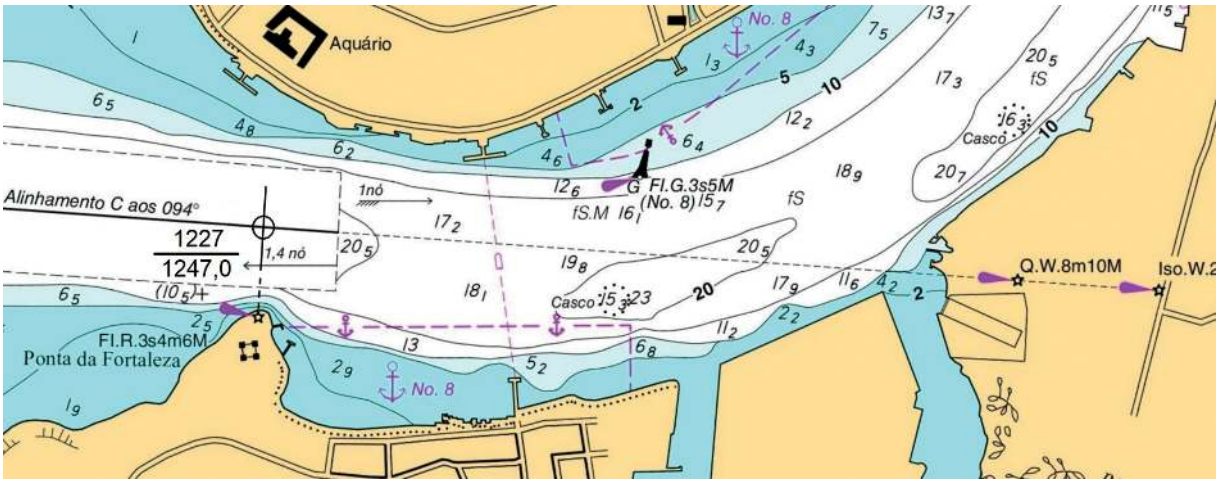
Hora	Objeto Visado	Marcação	Odômetro
0648	Fte. Pta. do Arpoador	311º	0022,0
	Farol I. de Palmas	229º	

b. Posição por Alinhamento e Marcação Visual

É, também, uma combinação de LDP bastante empregada na prática da navegação costeira ou em águas restritas, como apresentada na Figura 4.11.

Oferece algumas vantagens especiais, tais como: boa precisão e o fato de o alinhamento não necessitar de qualquer instrumento para sua observação. Nesse caso, 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.

Figura 4.11 – Posição por Alinhamento e Marcação Visual



Os dados obtidos pelo Navio, demandando o Porto de Santos (SP), no momento da observação, representados no exemplo da Figura 4.11, são:

Hora	Objeto Visado	Marcação	Odômetro
1227	Alinhamento C	094º	1247,0
	Fte. Pta. da Fortaleza	184º (través BE)	

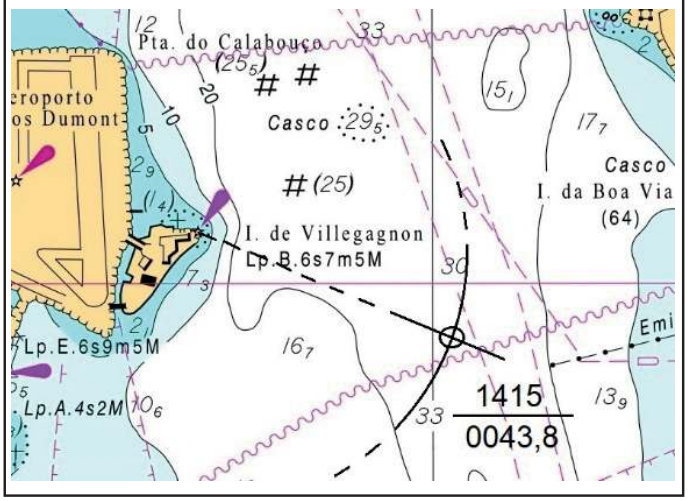
c. Posição por Marcação e Distância de um Mesmo Objeto

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 os tipos de LDP apresentam boa precisão.

Os dados obtidos pelo Navio, demandando o Porto do Rio de Janeiro (RJ) no momento da observação, representados no exemplo da Figura 4.12, são:

Figura 4.12 – Posição por Marcação e Distância de um Mesmo Objeto



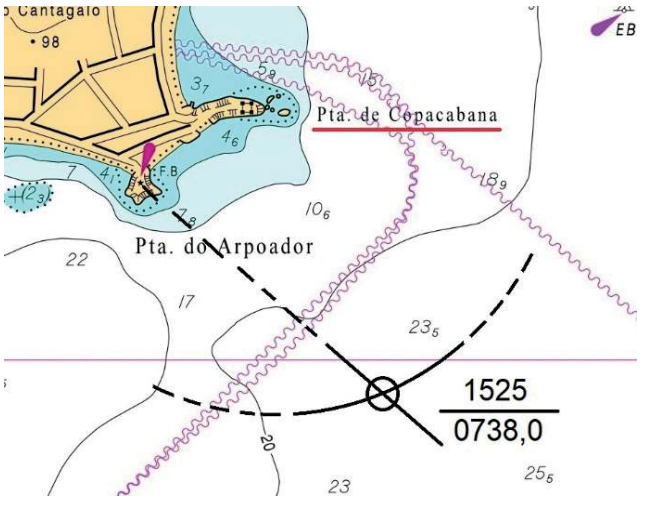
Hora	Objeto Visado	Marcação	Distância	Odômetro
1415	Fte. Ilha de Villegagnon	293º	0,75 MN	0043,8

d. Posição por Marcação de um Objeto e Distância de Outro

Método empregado quando não é possível obter a marcação e a distância de um mesmo objeto. Na Figura 4.13, por exemplo, o Farolete da Ponta do Arpoador, embora notável e bem definido para uma marcação visual, está interiorizado e situado em um local que não produziria uma boa distância-radar, o que se obtém, então, da Ponta de Copacabana (a pedra mais a Leste).

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. No entanto, escolhendo-se pontos próximos, como apresentados na Figura 4.13, o possível erro poderá ser mitigado.

Figura 4.13 – Posição por Marcação de um Objeto e Distância de Outro



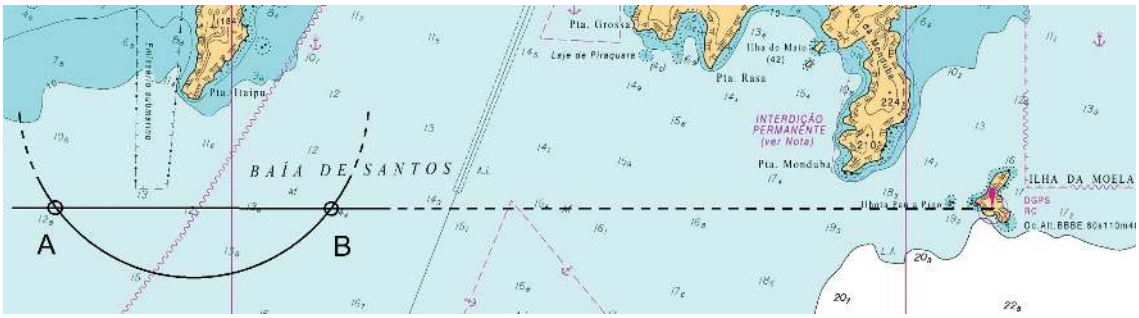
Os dados obtidos pelo Navio, representados no exemplo da Figura 4.13, são:

Hora	Objeto Visado	Marcação	Distância	Odômetro
1525	Fte. Pta. do Arpoador	311º	-	0738,0
	Pta. de Copacabana (pedra + E)	-	1,0 MN	

4.3.2 Posição por duas LDP – Possibilidade de Ambiguidade

A posição determinada por apenas duas LDP pode conduzir a uma ambiguidade, como apresentada na Figura 4.14. O Navio está na posição A ou B?

Figura 4.14 – Posição por Interseção de Duas LDP - Possibilidade de Ambiguidade



Os dados obtidos pelo Navio, representados no exemplo da Figura 4.14, são:

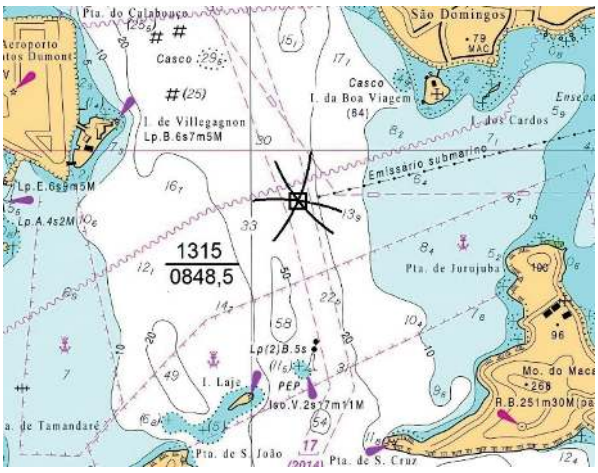
Hora	Objeto Visado	Marcação	Distância	Odômetro
0845	Farol da Ilha da Moela	090º	-	0104,5
	Ponta Itaipu	-	1,6 MN	

Por isso, sempre que possível, é conveniente obter uma terceira LDP, que eliminará qualquer possibilidade de ambiguidade, como mostrado nas Figuras 4.15 e 4.16.

Figura 4.15 – Posição por Três Marcações Visuais



Figura 4.16 – Posição por Três Distâncias



Os dados obtidos pelo Navio, representados no exemplo das Figura 4.15 e 4.16, são:

Hora	Objeto Visado	Marcação	Distância	Odômetro
1315	Fte. Ilha de Villegagnon	295º	0,95 MN	0848,5
	I. da Boa Viagem (Igreja)	052º	-	
	I. Da Boa Viagem (pta SW)	-	0,83 MN	
	Fte. I. Laje	193º	0,97 MN	

Conforme mencionado, 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, como apresentadas nas Figuras 4.15 e 4.16.

4.3.3 Outros Métodos de Determinação da Posição

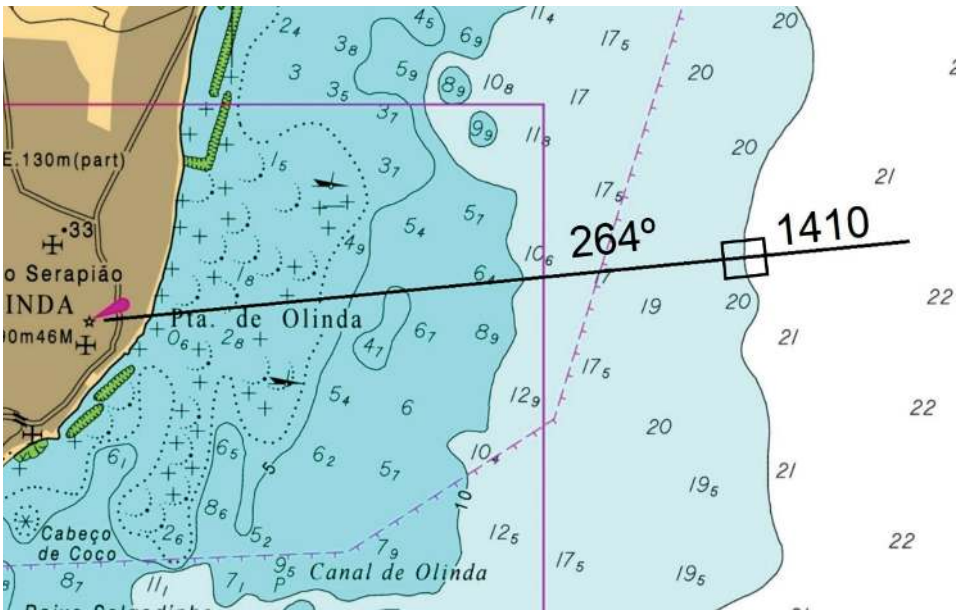
Além dos métodos anteriores que são mais comuns, outros podem ser utilizados para determinação da posição em navegação costeira, tais como:

a. Posição por Marcação e Profundidade

Embora pouco preciso, pode fornecer um ponto razoável, na falta de alternativas. Para este método, é conveniente escolher uma profundidade correspondente a uma das isóbatas representadas na Carta. Além disso, melhores resultados são obtidos quando a marcação corta a isóbata o mais perpendicularmente possível.

Na Figura 4.17, o navio marcou o farol aos 264° e, simultaneamente, sondou 20 metros com o ecobatímetro. A posição estará na interseção da reta de marcação com a isóbata de 20 metros, representada na carta.

Figura 4.17 – Posição por Marcação e Profundidade



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

a. Planejamento e traçado da derrota

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 condições para fazer face a qualquer imprevisto.

Uma vez que na fase anterior, quando da **obtenção dos parâmetros da derrota**, foram estipuladas as margens de segurança da derrota, inclusive as decorrentes das decisões do Comandante (por exemplo, distâncias a manter da linha de costa e dos eventuais perigos cartografados), o planejamento da derrota consiste, basicamente, em:

I. seleção das Cartas Náuticas e Publicações de Auxílio à Navegação necessárias;

II. seleção das Cartas-Piloto necessárias;

III. verificação, pelos "Avisos aos Navegantes", se as Cartas Náuticas estão atualizadas, assim como as Publicações de Auxílio à Navegação;

IV. 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 maré predominantes; e
- estudo do porto de destino e dos portos e abrigos alternativos, para uma possível arribada (devendo também serem selecionadas as Cartas Náuticas destes locais).

V. 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.

VI. determinação e registro nas Cartas dos Rumos, Distâncias, Velocidades de Avanço e ETA (hora estimada de chegada) relativos aos diversos pontos de inflexão da derrota;

VII. cálculo das horas do nascer e do pôr-do-Sol e das horas do nascer e do pôr da Lua, para as noites em que deverá ser avistada terra ou navegar costeiro (a Lua às vezes ajuda, outras vezes prejudica a visibilidade); e

VIII. observar se o afastamento da costa e dos perigos estão de acordo com o estipulado na fase anterior, ou se precisam ser reestudados, devido, por exemplo, à interdição de áreas ou adensamento tráfego.

b. Execução da derrota costeira

I. determinação periódica da posição do navio, a intervalos de tempo pequenos (de 10 a 30 minutos, em média):

- posições obtidas por interseção de duas ou mais LDP obtidas por sistemas visuais ou eletrônicos;

- 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), as distâncias por ângulo vertical (obtidas pelo uso do sextante ou estadímetro) e a navegação por segmentos capazes (ângulos horizontais);

- no caso de sistemas eletrônicos, usam-se principalmente na navegação costeira as distâncias e marcações radar e sistemas de navegação por satélite GPS;

- as posições podem ser determinadas por LDP simultâneas ou sucessivas; e

- uso eventual da LDP "profundidade", obtida através do ecobatímetro.

II. previsão da posição futura do navio, recorrendo-se às técnicas da navegação estimada, seguindo as "regras para navegação estimada" (vide o Capítulo 5);

III. nova determinação da posição do navio; e

IV. confronto do Ponto Observado e do Ponto Estimado para um mesmo instante, a fim de:

- determinar os elementos da corrente (rumo e velocidade); e

- corrigir o Rumo e a velocidade, para seguir a derrota previamente estabelecida, com a velocidade de avanço planejada, compensando a corrente.

V. 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 à navegação, auxílios à navegação, contornos da costa, pontos notáveis, etc. Assim, como norma, devem ser utilizadas 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 (grande e média escala) deve ser sempre complementada com a leitura do Roteiro, bem como de outras publicações náuticas, como a Carta 12.000 (INT1 – Símbolos, Abreviaturas e Termos), 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

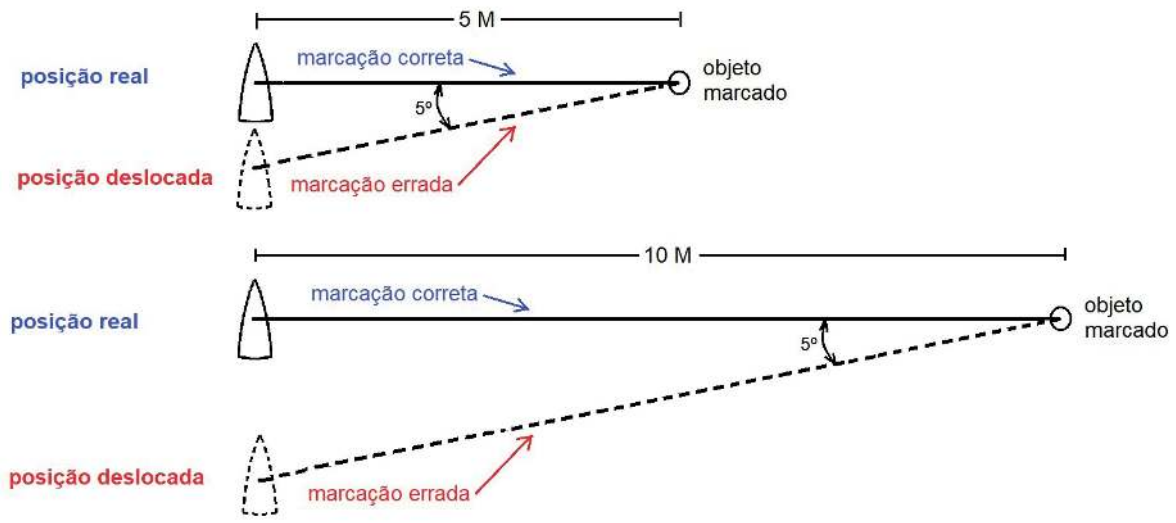
Ao ser obtida uma posição pelo cruzamento de LDP (marcações, alinhamentos ou distâncias), é necessário que o navegante avalie a **precisão** e a **confiança** que pode depositar no **ponto observado**. Para garantir bons resultados, é necessário, entre outras precauções, tomar alguns cuidados na escolha dos pontos de apoio à navegação utilizados.

Os principais cuidados a serem observados são:

a. identificar corretamente os pontos visados, tanto no terreno como na carta náutica. 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.

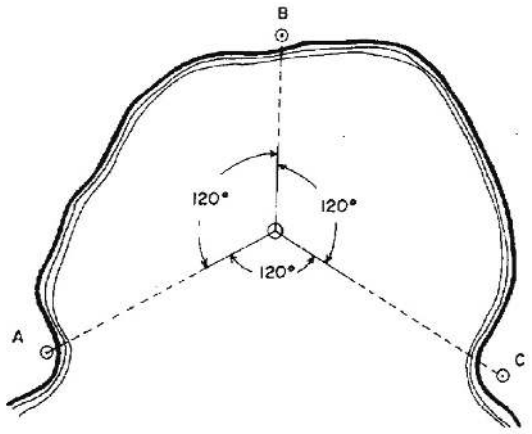
b. evitar pontos muito distantes, em face do aumento do erro linear em função do erro angular. Realmente, deve-se dar preferência a pontos mais próximos, a fim de minimizar os efeitos de erros nas LDP, conforme mostrado na Figura 4.33. Um mesmo erro de observação, por exemplo, irá provocar um erro na posição tanto maior quanto mais distante estiver o objeto marcado.

Figura 4.33 – Técnica da Navegação Costeira: Cuidados na Escolha dos Pontos



c. selecionar os pontos de modo a obter um ângulo de cruzamento favorável entre as LDP (Figura 4.34). 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°/n, sendo n o número de LDP (ou de pontos visados, quando as LDP são retas de marcação ou alinhamentos).

Figura 4.34 – Cuidados na Escolha dos Pontos



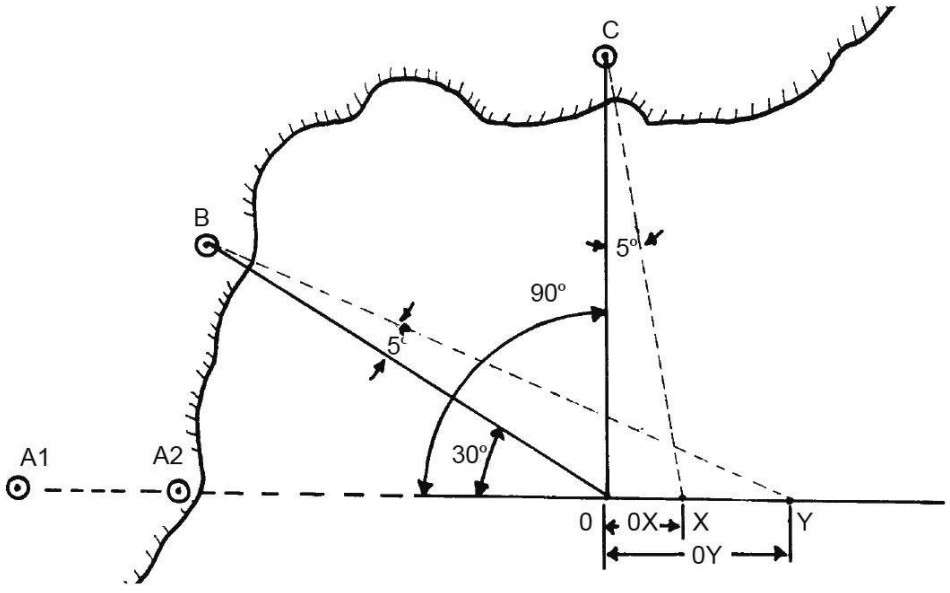
Selecionar os pontos de modo a obter ângulos de cruzamento favoráveis.

a. Utilizando dois pontos, o ângulo de cruzamento ideal entre as LDP é de 90°.

b. No caso de interseção de três LDP, o ângulo de cruzamento ideal é de 120° (quando se visam pontos por ambos os bordos) ou 60° (quando todos os pontos estão situados dentro de um arco de 180°, como no caso em que um navio se desloca ao longo de uma costa).

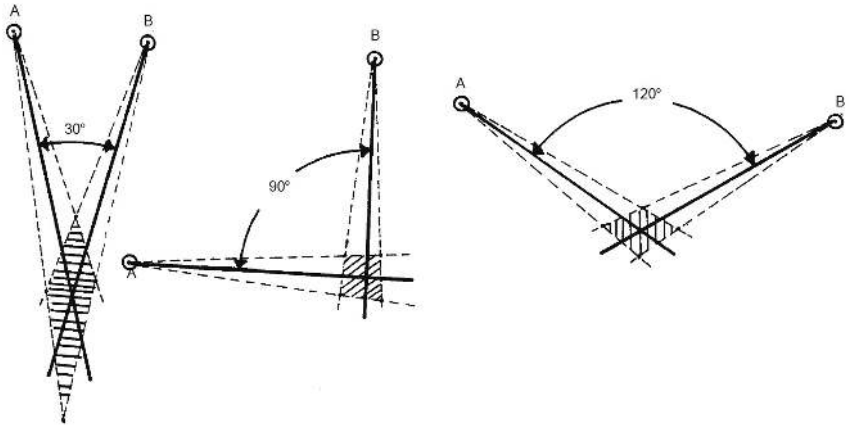
O efeito do ângulo de cruzamento das LDP na precisão da posição está ilustrado na Figura 4.35. Nessa figura, o navio encontra-se sobre o ALINHAMENTO A1–A2 (portanto, não há erro nesta LDP, que não necessita de qualquer instrumento para observação) e sua posição real é o ponto O. Se, para determinar a 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 4.35 – Posição por Interseção de Duas LDP



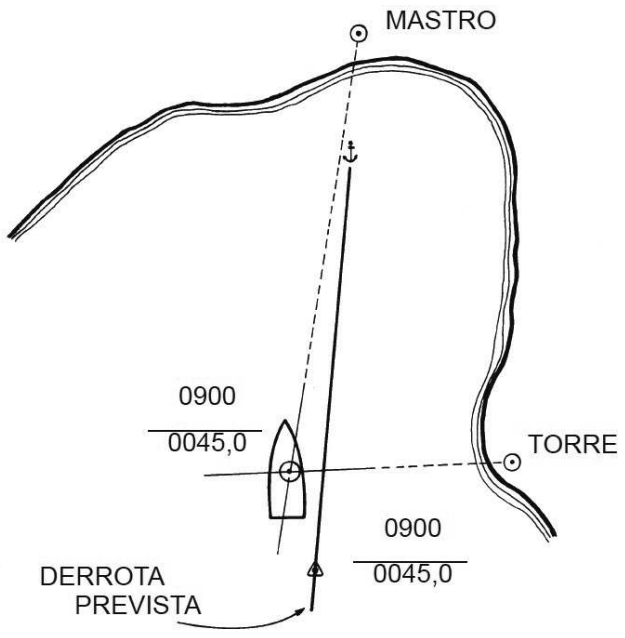
Na Figura 4.36, observa-se que a área de incerteza da posição torna-se maior à medida que o ângulo de cruzamento entre as LDP cresce ou decresce em relação ao ângulo ótimo de 90°. Com um ângulo de cruzamento de 90°, o efeito de um erro de 5° nas LDP é minimizado. Em termos numéricos, pode-se afirmar que, quando se determina a posição por interseção de duas LDP, devem ser evitados ângulos de cruzamento menores que 30° ou maiores que 150°. Na Figura 4.36, são apresentados, graficamente, os efeitos de um possível erro de ± 5° nas marcações de dois objetos com ângulos de cruzamento de 30°, 90° e 120°.

Figura 4.36 – Área de Incerteza da Posição



d. utilizando duas retas de marcação, visar, 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)



e. para evitar erros de identificação, sempre que um novo ponto começar a ser utilizado, cruze-o 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 náutica (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).

f. 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:

- não simultaneidade das marcações;
- erros na observação de uma ou mais marcações;
- desvio da giro ou da agulha não detectado ou de valor errado;
- erro na identificação dos objetos marcados;
- erros de plotagem; ou
- erro na carta (erro na representação cartográfica: pontos mal posicionados).

Se o **triângulo de incerteza**:

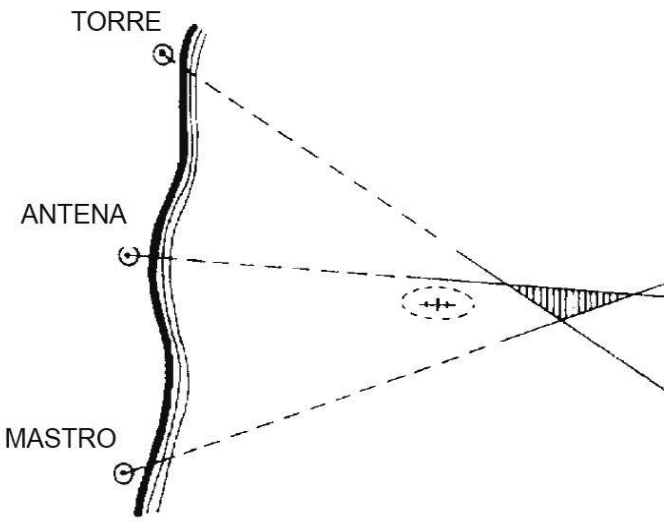
a) for **pequeno**, adota-se o seu centro para a posição do navio;

b) for **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; e

c) for **grande**, abandona-se a posição e determina-se outra imediatamente.

Se a posição for obtida por interseção de quatro LDP, poderá ser gerado um **quadrilátero de incerteza**, e o procedimento adotado deve ser idêntico ao acima descrito.

Figura 4.38 – Posição pela Interseção de Três Linhas de Posição: Triângulo de Incerteza

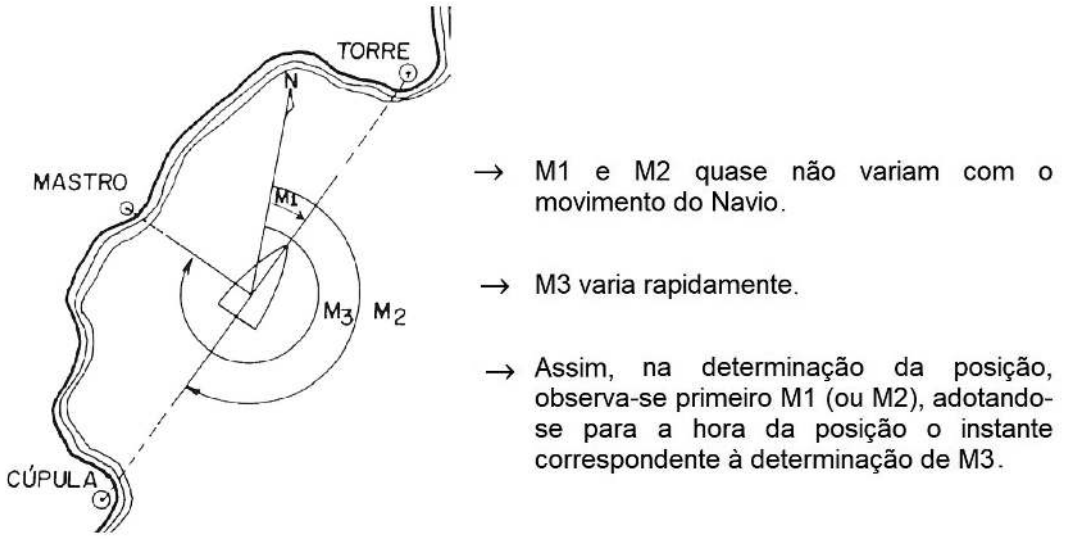


4.5.5 Sequência de Observação de Marcações e Distâncias na Navegação Costeira

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 sequência 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.

Figura 4.39 – Sequência 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 por quem 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 para a posição a hora e o odômetro correspondentes à primeira marcação.

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:

a) 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 4.40; ou

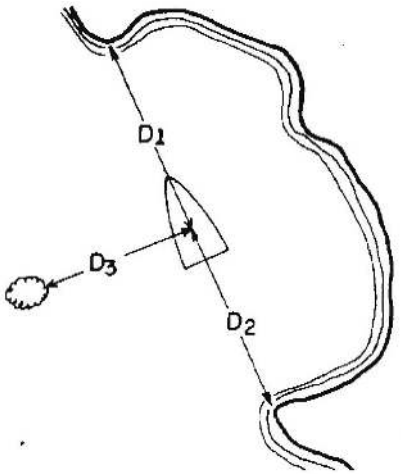
b) determinar primeiro as distâncias a pontos situados próximos da proa (ou popa) e depois as distâncias para pontos próximos ao través, adotando para a posição a hora e o odômetro correspondentes à primeira distância medida.

Figura 4.40 – Sequência de Observação de Distâncias

→ D3 varia lentamente com o movimento do Navio.

→ D1 e D2 variam rapidamente.

→ Assim, na determinação da posição, observa-se primeiro D3 e por último D1 (ou D2), adotando-se para a hora da posição o instante correspondente à determinação de D1 (ou D2).



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, o impresso DHN-0622-4 – Registro de Ocorrências da Navegação, também conhecido como "Folha N-2", conforme o exemplo mostrado na Figura 4.41. Estes registros constituem um documento legal do navio.

O modelo pode ser acessado para impressão na página da intranet do CHM, no endereço:

"https://www.chm.mb/dados-do-segnav-publicacoes/carta-sar-e-impressos".

Figura 4.41 – Registro de Ocorrências da Navegação (Folha N-2)

REGISTRO DE OCORRÊNCIAS DA NAVEGAÇÃO

NAVIO : NHo BARÃO DE TEFFÉ Cruzeiro : RIO - CAPE TOWN Ano . 2021 Fuso . - 3 (P)

DIA / MÊS	HORA	RUMOS Verd.	Giro	Pad.	Gov.	Odômetro	Objeto marcado ou observado	Marcação ou azimute verdadeiro	Dist. ou Δ a	COORDENADAS	Sondagem / Tensa	OBSERVAÇÕES
09/05	1900	280	281	301	297	0940.0	ALINHAMENTO	354			100 m	
							RASA - P. AÇÚCAR					
	2030	280	281	301	297	0962.5	I. REDONDA (TOPE)		15.7'			
							I. RASA GUARATIBA		15.0'			
	2233	261	262	282	279	0985.5	CASTELHANOS	279				
							LAJE MARAMBAIA	323				
							RASA GUARATIBA	052				
	2327	236	237	257	255	1000.8	LAJE MARAMBAIA	031				
							CASTELHANOS	294				
10/05	0002	236	237	257	255	1007.9	CASTELHANOS	326				
	0028	236	237	257	255	1012.5	CASTELHANOS	353		φ = 23° 23,0' S		
										λ = 044° 08,3' W		

DHN-0622-4
309 - IV - 2021 (Reimpressão)

CT von Hoonholtz
Enc. de Navegação

PARTE 5

Navegação estimada: corrente e vento

O QUE O PROGRAMA PEDE

- Navegação estimada
- Influência da corrente e do vento
- Problemas de navegação estimada com utilização da carta

FONTE REPRODUZIDA NESTA PARTE

Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 5: Navegação estimada
Altineu Pires Miguens · Diretoria de Hidrografia e Navegação, vol. I, 2ª revisão, 2023
https://www.marinha.mil.br/dhn/npublicacoes

Terminou esta parte? Resolva questões do assunto.
Telegram: t.me/capitao_amador_bot
Simulado no site: www.capitao-amador.com/mestre-amador/simulado

5 NAVEGAÇÃO ESTIMADA

5.1 CONCEITO DE NAVEGAÇÃO ESTIMADA

Navegação estimada é o método para determinar a posição provável do navio, recorrendo-se somente às características do seu movimento, a partir de uma posição conhecida, ou seja, ela consiste na aplicação da equação que relaciona distância, velocidade e tempo ao movimento do navio. No método convencional, o movimento do navio é caracterizado pelo rumo verdadeiro e pela distância percorrida, obtidos através das informações da agulha e do odômetro, respectivamente. Na língua inglesa, esse tipo de navegação, limitada ao conhecimento do rumo e velocidade (sobre a água) do navio é chamada *Dead Reckoning* (DR) e as posições assim obtidas DR *Positions*.

O **ponto estimado** é, quando obtido deste modo, uma posição aproximada, porque, inclusive, não leva em consideração os efeitos da corrente (que será vista adiante como a resultante de diversas causas) sobre o movimento do navio.

Se for considerado o efeito da corrente, obter-se-á uma posição mais precisa, denominada **estimada corrigida**. Embora de maior precisão, a posição assim obtida ainda é aproximada.

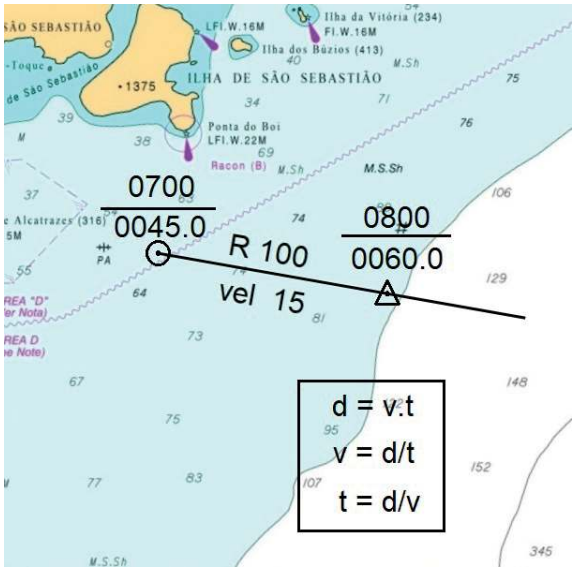
Um erro muito comum aos que têm pouca vivência no mar é minimizar a importância da navegação estimada convencional, diante da simplicidade de seus cálculos. Na verdade, se o mar fosse um meio líquido estático, ela seria muito simples. Como não é, a prática da estima exige muito mais do navegante que os demais métodos pois inclui o "sentimento" sobre o

movimento real do navio, diante dos ambientes em que se desloca, ou seja, o ar e o mar. Usar a navegação estimada, mesmo paralelamente a outros tipos de navegação, auxilia na prevenção de erros grosseiros, propiciando a permanente crítica e contribuindo para a manutenção da consciência situacional.

Por outro lado, o fato de a navegação estimada não depender de meios exteriores ao navio confere-lhe uma especial relevância, na medida em que independe de condições atmosféricas favoráveis (indispensáveis, por exemplo, para a navegação astronômica, navegação por métodos visuais ou, até mesmo, para o bom funcionamento de alguns sistemas de radionavegação) e de informações provenientes de fontes externas.

5.2 PLOTAGEM DO PONTO ESTIMADO

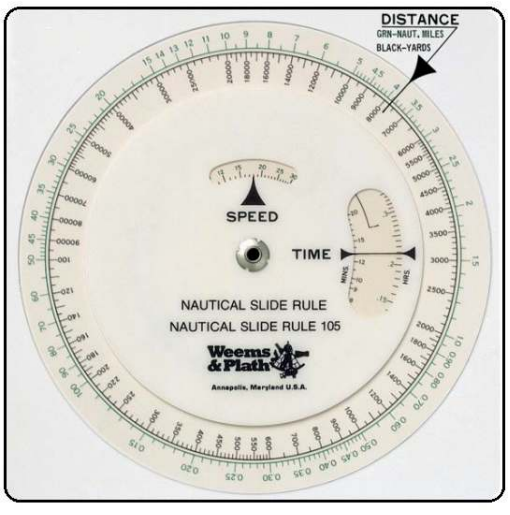
Figura 5.1 – Navegação Estimada



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.

Na Figura 5.1, vê-se 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 0700 horas), o navio governou no rumo verdadeiro R = 100º, com velocidade de 15 nós. Às 0800 horas, a posição estimada do navio estará sobre a linha de rumo = 100º e a uma distância de 15 milhas da posição de 0700 horas (pois, em 1 hora, um navio a 15 nós navega 15 milhas). Observe que a velocidade de 15 nós usada no exemplo é uma velocidade que não leva em conta o que se convencionou chamar de efeito da corrente (desconhecido no exemplo); portanto, é a velocidade à superfície, que é usada como velocidade no fundo à guisa de aproximação.

Figura 5.2 – Régua de Cálculo Náutica



Para resolver os problemas que envolvem distância, velocidade e tempo, o navegante pode utilizar calculadoras e ábacos, a exemplo do mostrado na Figura 5.2 (Régua de Cálculo Náutica), nos quais, entrando-se com dois elementos entre os três acima citados (distância, velocidade e tempo), obtém-se o valor do terceiro elemento.

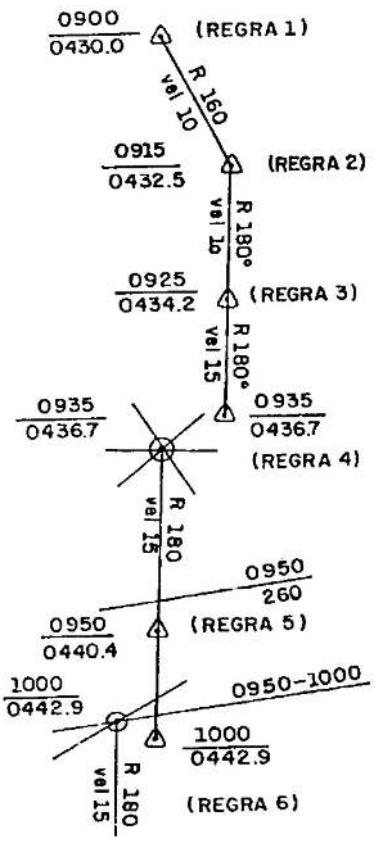
Além disso, devem ser ainda mencionadas as seguintes práticas empregadas na resolução dos problemas que envolvem velocidade, tempo e distância:

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"; e

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

Figura 5.3 - As seis regras da Navegação Estimada



São seis as regras para a navegação estimada, conforme indicadas a seguir e ilustradas na Figura 5.3:

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; e

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 5.3 (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 exigirem.

A Figura 5.4 mostra o exemplo de plotagem de uma navegação estimada efetuada por um navio entre 0800 horas e 1200 horas, cumprindo as regras anteriormente enunciadas, conforme o seguinte registro de ocorrências da navegação do navio:

0800 – Farol ALFA 270º/6M – Suspendeu, no rumo 090º. Velocidade 15 nós.

0900 – Velocidade reduzida para 10 nós, a fim de evitar um barco à vela.

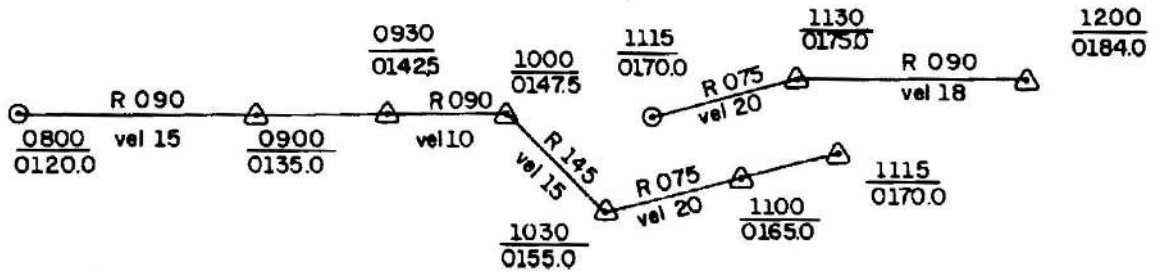
1000 – Rumo alterado para 145º, velocidade aumentada para 15 nós.

1030 – Rumo alterado para 075º, velocidade aumentada para 20 nós.

1115 – Posição determinada – Farol BRAVO 020º/7M.

1130 – Rumo alterado para 090º, velocidade reduzida para 18 nós.

Figura 5.4 – Exemplo de plotagem na navegação estimada



5.4 FATORES QUE INFLUENCIAM A POSIÇÃO ESTIMADA

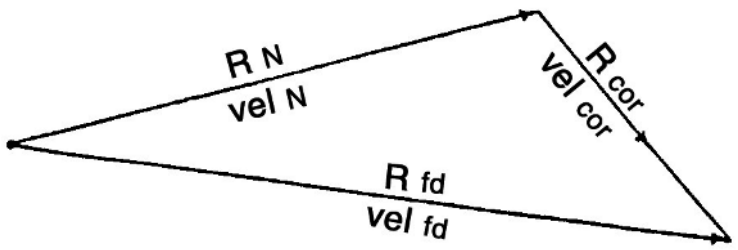
Até agora considerou-se que o navio percorreu exatamente o rumo verdadeiro traçado, mantendo rigorosamente a mesma velocidade, e, também, a velocidade na superfície foi a mesma que a efetivamente desempenhada no fundo. Assim, não foram levados em conta vários fatores que podem ter alterado o movimento do navio, tais como:

- correntes marítimas;
- correntes de maré;

- efeito do vento;
- estado do mar (ação das vagas, fazendo a proa tomar direções diferentes do rumo desejado);
- mau governo (efeito das guinadas exageradas na frequência ou na amplitude, que o timoneiro inábil eventualmente possa fazer para manter o rumo);
- pequenas diferenças de RPM entre os eixos (para navios com mais de um eixo);
- pequenas diferenças de velocidade;
- banda e trim; e
- desvio da agulha não detectado ou mal determinado.

Na prática da navegação costeira, emprega-se o termo "corrente" como a resultante de todos estes fatores sobre o movimento do navio (Figura 5.5).

Figura 5.5 – O Triângulo de Corrente



5.5 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 (**vel_{fd}**) – 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.

Velocidade da corrente (**vel_{cor}**) – é o efeito combinado provocado pelos fatores mencionados 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 maré.

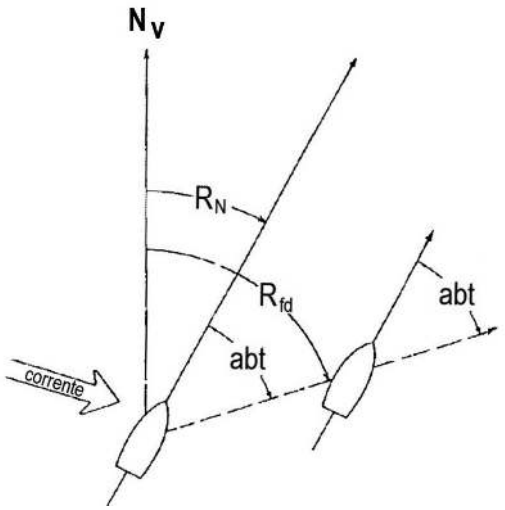
Rumo na superfície (**R_N**) – ou, simplesmente, **Rumo** (**R**) é, conforme já visto, o ângulo entre o Norte Verdadeiro e a direção na qual se governa o navio (em relação à superfície), contado de 000º a 360º, no sentido horário, a partir do Norte Verdadeiro.

Rumo no fundo ($\mathbf{R_{fd}}$) – é o ângulo entre o caminho efetivamente percorrido pelo navio (projetado sobre o fundo do mar) e o Norte Verdadeiro, contado de 000º a 360º, a partir do Norte Verdadeiro, no sentido horário.

Rumo da corrente ($\mathbf{R_{cor}}$) – é a direção do movimento resultante do efeito combinado de todos os fatores mencionados no item 5.4, medida com relação ao Norte Verdadeiro, no sentido horário. O termo é, também, empregado para indicar, isoladamente, a direção do deslocamento da massa líquida por efeito da corrente marítima (ou pela ação conjunta desta com as correntes de maré). O rumo da corrente é a direção para onde flui a corrente, contada a partir do Norte Verdadeiro, de 000º a 360º, no sentido horário.

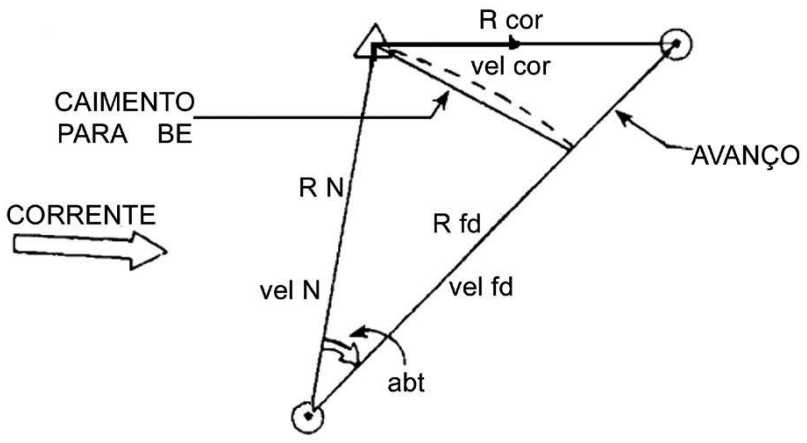
Abatimento (**abt**) – é o ângulo entre o rumo na superfície ($\mathbf{R_N}$) e o rumo no fundo ($\mathbf{R_{fd}}$). É contado para BE ou para BB, a partir do rumo na superfície (Figura 5.6).

Figura 5.6 – Abatimento (abt)



Caimento, avanço e atraso – quando se compara uma posição observada com a estimada para um mesmo momento, a distância entre os dois pontos é o efeito da corrente. Esta distância pode ser decomposta em duas componentes: a primeira, denominada avanço (ou atraso), é obtida pelo rebatimento do ponto estimado sobre o rumo no fundo e, consequentemente, igual à diferença das distâncias percorridas no fundo e na superfície; e a segunda, denominada caimento, é igual à corda compreendida pelo arco do rebatimento (Figura 5.7).

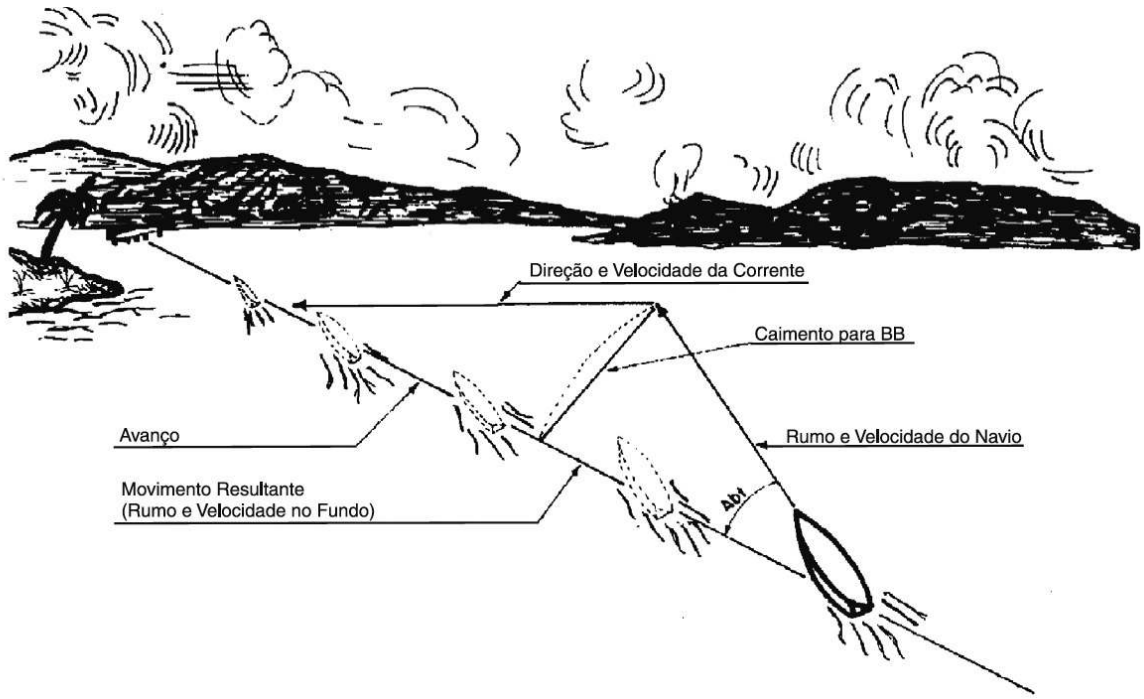
Figura 5.7 – Caimento e Avanço



Há **avanço** quando a distância percorrida no fundo é maior que a distância percorrida na superfície, ou seja, quando $vel_{fd} > vel_N$, e **atraso** quando $vel_{fd} < vel_N$. Evidentemente que, em termos vetoriais, ter-se-á sempre $vel_{cor} = vel_{caimento} + vel_{avanço}$.

Os conceitos acima definidos estão apresentados na Figura 5.8.

Figura 5.8 – Triângulo de Corrente e Termos Correlatos



Posição estimada – posição (presente) obtida pela aplicação, a partir de uma posição observada, de vetores definidos pelo rumo do navio e pela distância em relação à superfície.

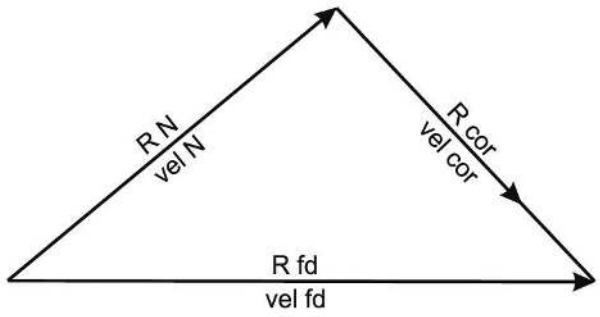
Posição estimada corrigida – posição (presente) obtida pela aplicação, a partir de uma posição observada, de vetores definidos pelo rumo no fundo e pela distância percorrida em relação ao fundo, supondo que o vetor de corrente obtido permanecerá idêntico após a sua observação.

Posição carteada – é a posição (futura) que se prevê que o navio ocupará em horas futuras. Dependendo da navegação em curso, poderá tomar como base uma posição observada, estimada ou estimada corrigida. Para ser plotada, poderá ser considerada ou não a corrente, dependendo dos elementos que o navegante dispuser. Se a corrente foi determinada com critério, o navegante não deverá omiti-la na carteação dos próximos pontos, adotando, então, a premissa de que o navio irá se deslocar com o rumo e a velocidade, em relação ao fundo, obtidos considerando, portanto, que se manterão os efeitos do vetor corrente previamente calculado. A posição carteada é bastante útil como antecipação dos eventos que deverão ocorrer nas próximas horas, para alertar o pessoal de serviço (faróis que irão "boiar", variações sensíveis nas isóbatas, proximidades de perigo, etc.). É representada por um pequeno traço cortando o rumo, com a indicação da hora.

5.6 O TRIÂNGULO DE CORRENTE

O triângulo de corrente e seus elementos podem ser visualizados na Figura 5.9.

Figura 5.9 – O Triângulo de Corrente: Real e Estimado



Assim, a partir do triângulo de corrente, pode-se ter:

a. TRIÂNGULO DE CORRENTE (REAL):

Conhecidos:

- rumo e velocidade do navio (R_N, vel_N).
- rumo e velocidade no fundo (R_{fd}, vel_{fd}), obtidos por duas posições determinadas.

Determinados:

- rumo e velocidade da corrente (R_{cor}, vel_{cor}).

b. TRIÂNGULO DE CORRENTE (ESTIMADO):

Conhecidos:

- rumo e velocidade do navio (R_N, vel_N).
- rumo e velocidade estimados da corrente (R_{cor}, vel_{cor}), obtidos de Cartas-Piloto, de Tábuas ou Cartas de Correntes de Maré, de outros documentos náuticos ou de observação direta, no período imediatamente anterior.

Determinados:

- rumo e velocidade no fundo (R_{fd}, vel_{fd}) previstos.

O Triângulo Estimado de corrente admite também outras variações, tais como:

a) conhecendo-se o rumo e a velocidade estimados da corrente (R_{cor}, vel_{cor}) e o rumo e a velocidade no fundo (R_{fd}, vel_{fd}) desejados, podem ser determinados o rumo e a velocidade na superfície (R_N, vel_N) a serem usados; e

b) conhecendo-se o rumo e a velocidade estimados da corrente (R_{cor}, vel_{cor}), o rumo no fundo desejado (Rfd) e a velocidade na superfície a ser adotada (vel_N), podem ser determinados o rumo do navio (R_N) a ser adotado e a velocidade de avanço resultante no fundo (vel_{fd}).

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** ($\mathbf{R_{fd}}$, $\mathbf{vel_{fd}}$).

Vetor superfície – definido, em direção, pelo **rumo verdadeiro** e, em grandeza, pela **velocidade em relação à superfície** ($\mathbf{R_N}$, $\mathbf{vel_N}$).

Vetor corrente – definido pela **direção para onde flui a corrente** e pela sua **velocidade** ($\mathbf{R_{cor}}$, $\mathbf{vel_{cor}}$).

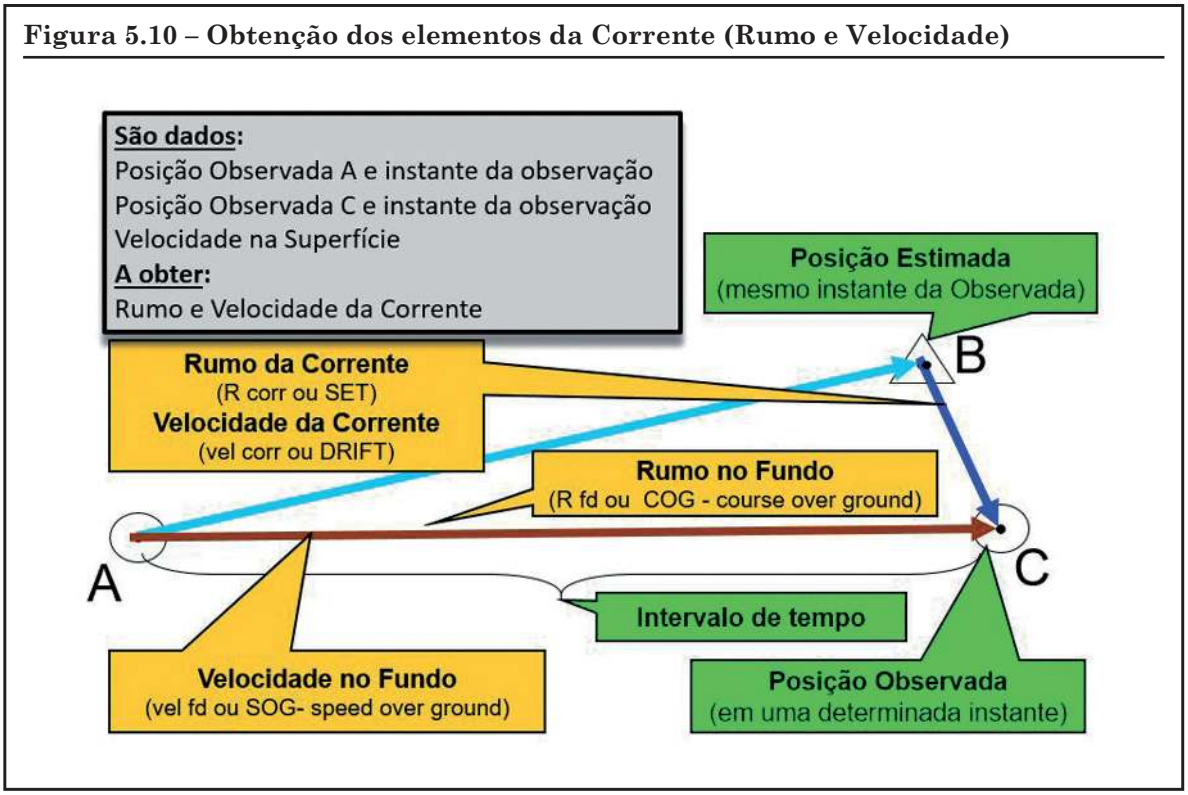
5.7 RESOLUÇÃO GRÁFICA DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS DO TRIÂNGULO DE CORRENTE

Sendo três os vetores e, portanto, seis os elementos que os constituem, os problemas consistem em determinar dois elementos, diante de quatro conhecidos.

Os tipos de problemas mais usuais apresentam-se sob as seguintes formas:

a. determinação do rumo da corrente ($\mathbf{R_{cor}}$) e da velocidade da corrente ($\mathbf{vel_{cor}}$), tendo-se duas posições observadas (Figura 5.10).

Figura 5.10 – Obtenção dos elementos da Corrente (Rumo e Velocidade)



Exemplo (Figura 5.11):

Investindo a barra do Rio de Janeiro, vindo de SW, sua posição observada de 0300 é Lat 23º 05,0'S Long 043º 19,0'W. O rumo verdadeiro é R_N = 055º, velocidade vel_N = 9,0 nós. Às 0400, a posição é novamente determinada, obtendo-se Lat 23º 00,0'S Long 043º 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 traça-se o rumo verdadeiro (Rumo na Superfície) 055º.

3. Plota-se a posição estimada de 0400, sobre a linha de rumo traçada (055º) 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.

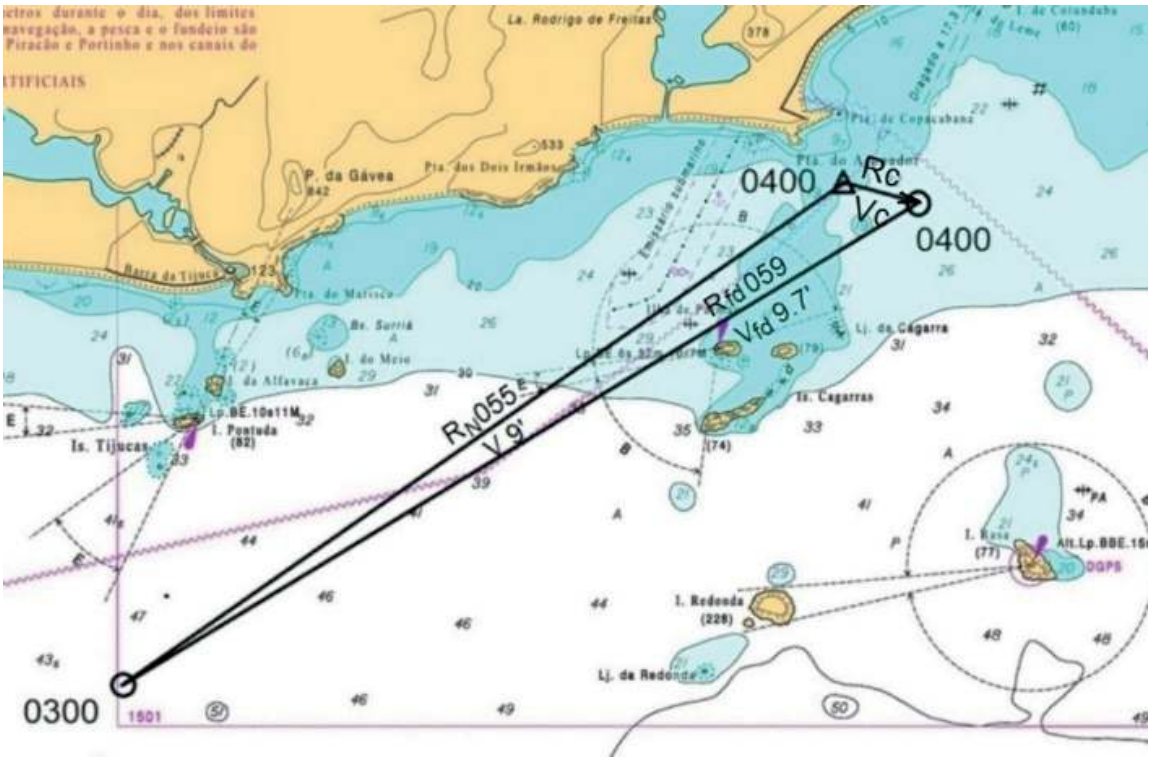
5. O vetor que une as posições estimada e observada de 0400 representa o efeito da corrente no período 0300–0400.

6. O rumo da corrente (R_{cor}) é a própria direção do vetor, no sentido posição estimada – posição observada (R_{cor} = 101º).

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} = 059º. 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.

Figura 5.11 – Exemplo: Obtenção dos elementos da Corrente (Rumo e Velocidade)



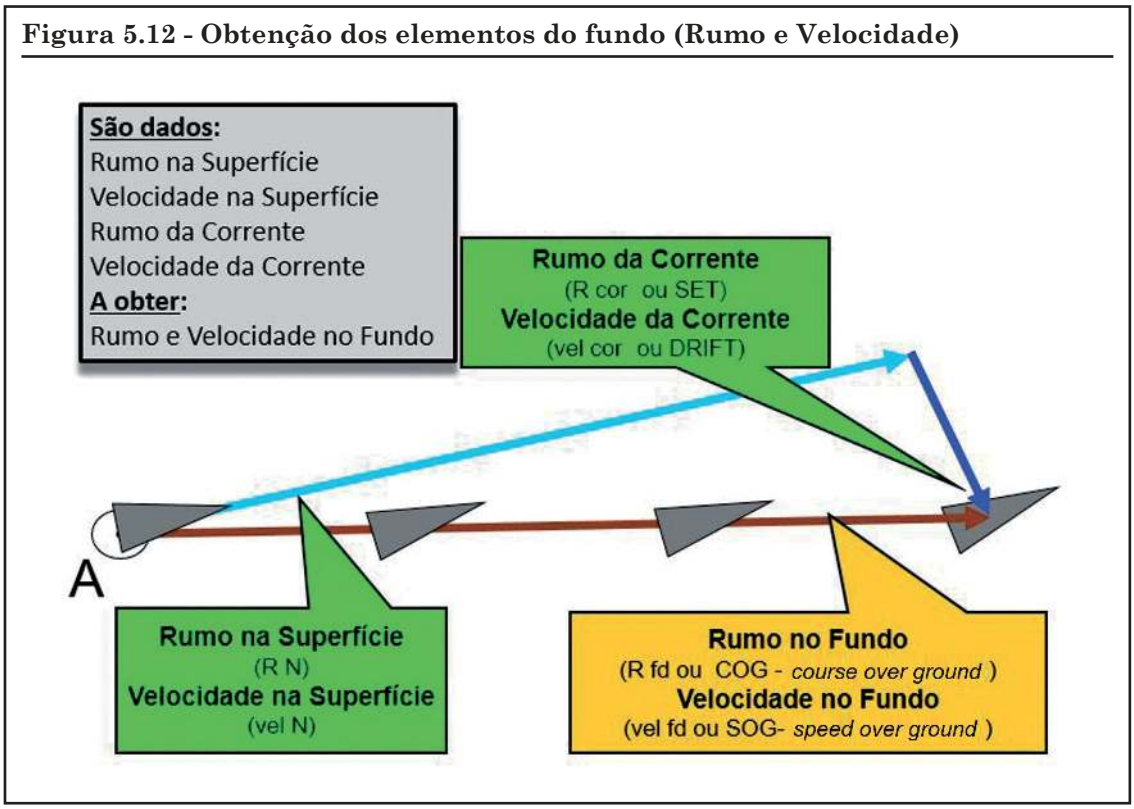
9. Pode-se afirmar, ainda, que, no intervalo 0300–0400, houve:

- um ABATIMENTO de 4º 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 (Figura 5.12).

Figura 5.12 - Obtenção dos elementos do fundo (Rumo e Velocidade)



Exemplo (Figura 5.13):

Às 1300, na posição observada Lat. 23º 06,0'S Long. 043º 03,0'W, o navio assume o rumo verdadeiro R_N = 315º, velocidade vel_N = 8 nós. Sabe-se que existe na área uma corrente cujos elementos são: R_{cor} = 270º, 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.

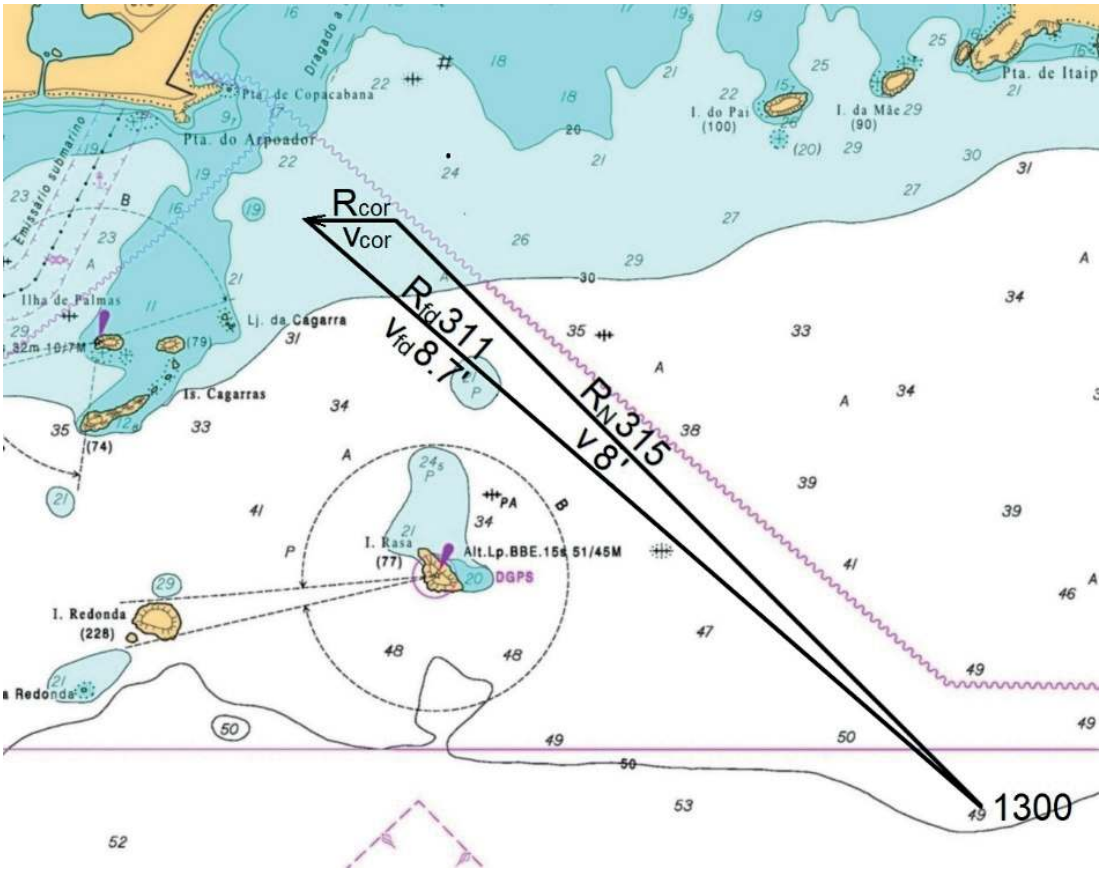
Solução:

1. Plota-se a posição de 1300 e traça-se o rumo verdadeiro R_N = 315º. 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} = 270º, vel_{cor} = 1 nó).

3. Unindo-se a posição de 1300 ao ponto assim obtido, determinam-se o R_{fd} = 311º e a vel_{fd} = 8,7 nós (rumo e velocidade no fundo estimados).

Figura 5.13 - Exemplo: Obtenção dos elementos no fundo (Rumo e Velocidade)



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.

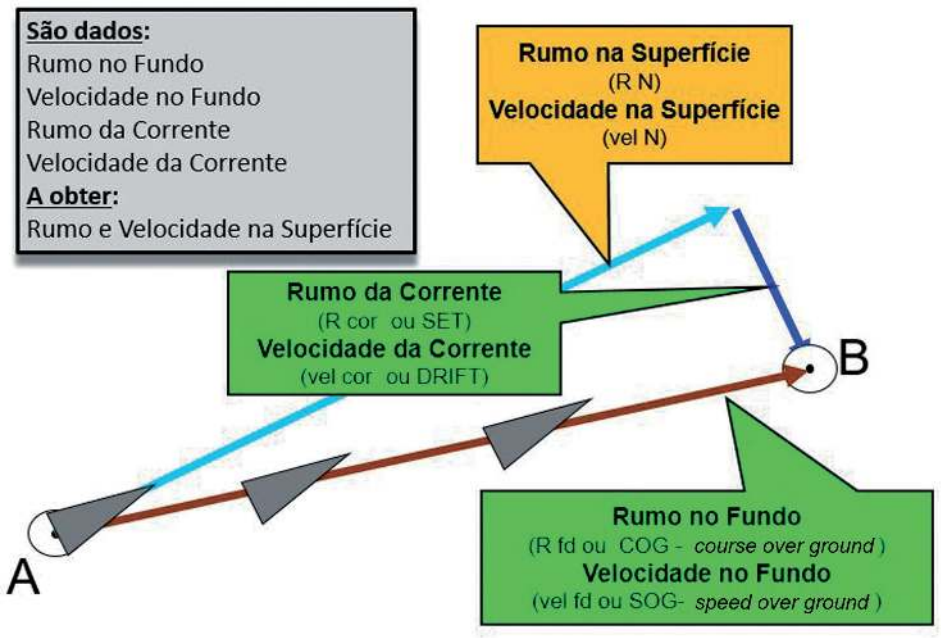
A necessidade de previsão do R_{fd} e da vel_{fd} é bastante encontrada na prática, pois é rotineiro os navios informarem com antecedência o seu ETA (*estimated time of arrival* ou hora estimada de chegada), baseado no qual as autoridades do porto de destino tomarão uma série de providências, como prático, 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 da velocidade na superfície, conhecendo-se os elementos da corrente e o rumo e a velocidade no fundo desejados (Figura 5.14).

Exemplo (Figura 5.15):

A posição observada do navio às 1500 é Lat. 23º 05,0'S Long. 043º 02,0'W. O navio deseja estar na posição Lat. 22º 59,0'S Long. 043º 10,0'W, onde receberá o prático, exatamente às 1600. Sabendo-se que existe na área uma corrente cujos elementos são R_{cor} = 270º, vel_{cor} = 1,0 nó, determinar o rumo verdadeiro (R_N) e a velocidade (vel_N) que o navio deve assumir.

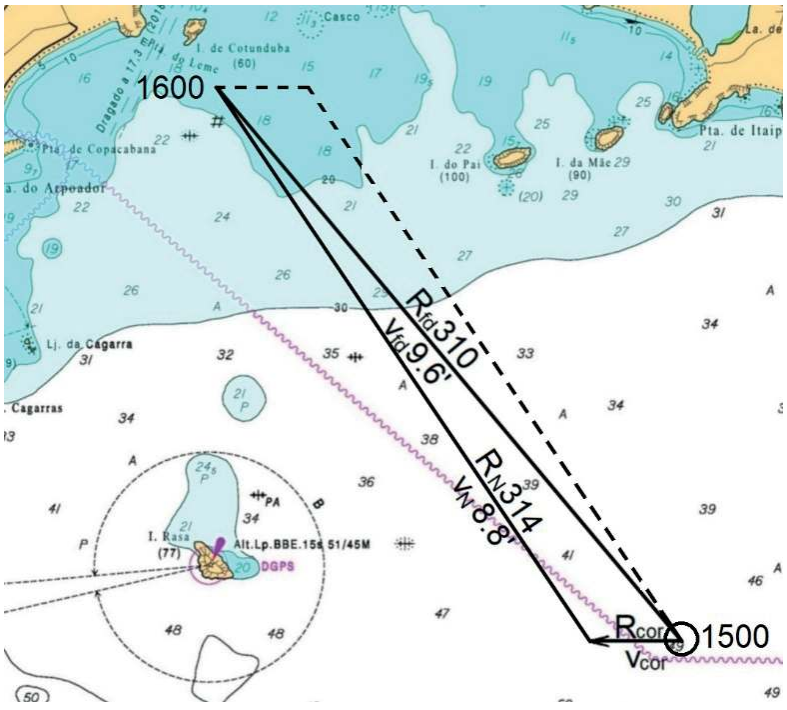
Figura 5.14 - Obtenção dos elementos na superfície (Rumo e Velocidade)



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} = 310º, vel_{fd} = 9,6 nós.

Figura 5.15 - Exemplo: Obtenção dos elementos na superfície (Rumo e Velocidade)

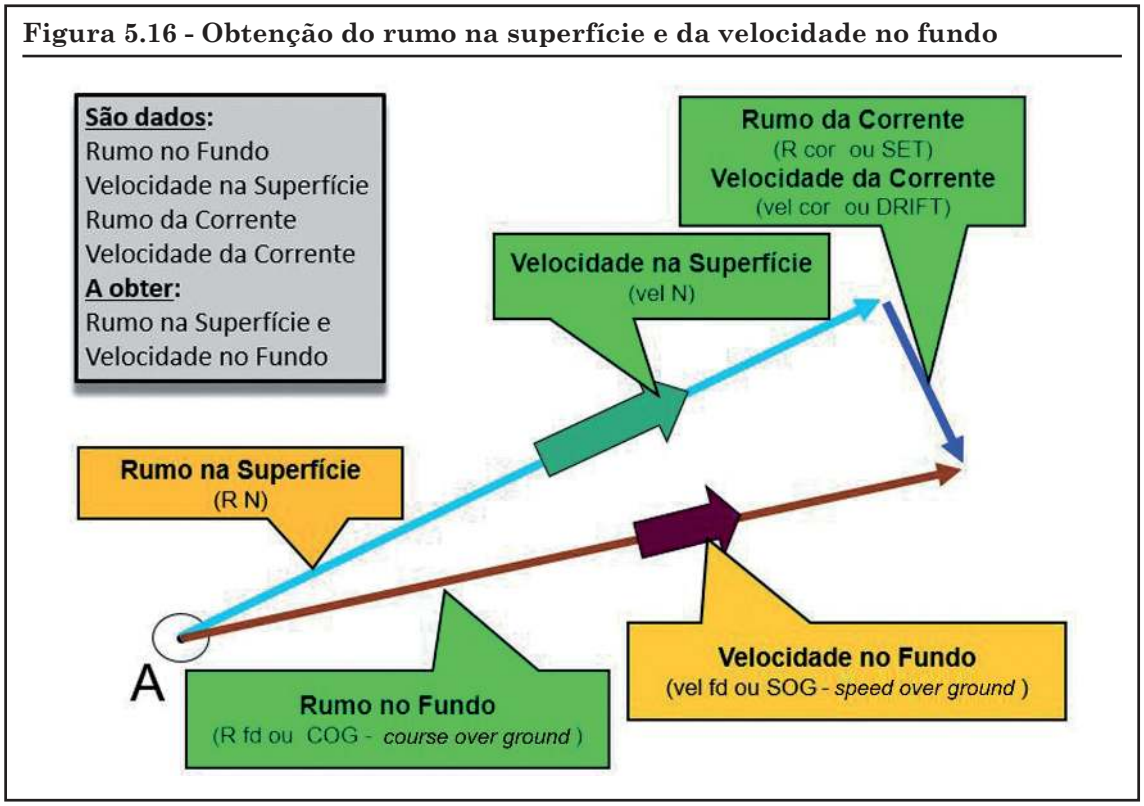


2. Aplica-se, ao ponto inicial, o vetor corrente, no sentido R_{cor} = 270º e com grandeza igual a 1,0 milha (pois a vel_{cor} = 1,0 nó e o intervalo de tempo é de 1 hora), e arma-se o triângulo da estima (ou triângulo de corrente).

3. Lê-se, então, na Carta, o vetor superfície, que interliga a extremidade do vetor corrente ao ponto desejado, obtendo-se R_N = 314º, vel_N = 8,8 nós.

d. determinação do rumo na superfície e da velocidade no fundo, conhecendo-se as características da corrente, a velocidade na superfície e o rumo no fundo (Figura 5.16).

Figura 5.16 - Obtenção do rumo na superfície e da velocidade no fundo



Esta situação ilustra o caso em que apenas um dos vetores tem os seus dois elementos conhecidos, ao passo que, dos outros dois vetores, conhece-se apenas um dos elementos de cada.

Exemplo (Figura 5.17):

Às 1000, a posição observada do navio (ponto A) é Lat. 23º 05,0'S Long. 043º 18,0'W. A velocidade do navio é de 6 nós e não pode ser alterada, em virtude de uma avaria de máquinas. O navio deseja alcançar o ponto B, mostrado na Figura 5.17, situado no alinhamento farol Rasa–farol Laje. Sabendo-se que existe na área uma corrente cujos elementos são:

R_{cor} = 100º, vel_{cor} = 1,5 nó, determinar:

- o rumo verdadeiro (R_N) em que o navio deve governar;
- a velocidade no fundo (vel_{fd}) com que o navio deve deslocar-se; e
- o ETA (hora estimada de chegada) 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 = 072º.

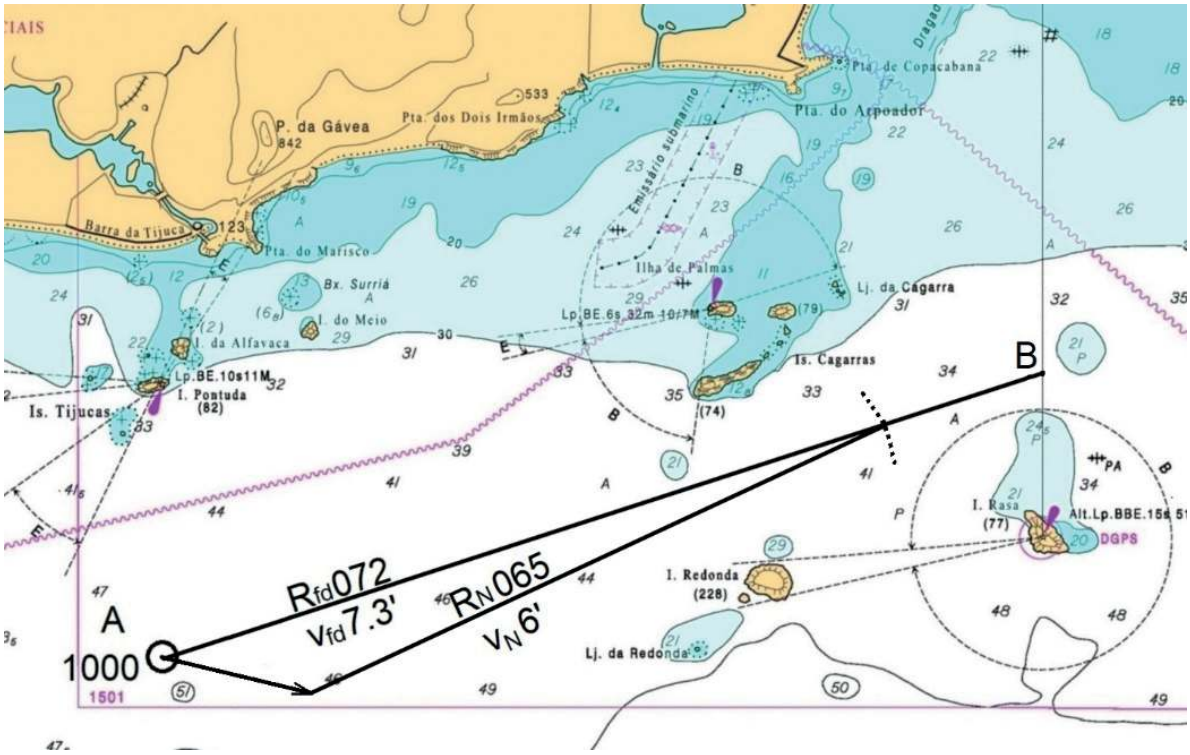
2. Ainda na posição observada de 1000, traça-se o vetor corrente (R_{cor} = 100º, vel_{cor} = 1,5 nó). Da extremidade do vetor corrente, aplica-se a grandeza do vetor superfície, isto é, vel_N = 6 nós e, com esta abertura no compasso, corta-se o R_{fd} obtendo-se, assim, o último vértice do triângulo de corrente.

3. O R_N e a vel_{fd} são lidos diretamente na carta, obtendo-se: R_N = 065º; e vel_{fd} = 7,3 nós. O R_N será a ordem a ser dada ao Timoneiro, e a vel_{fd} permitirá cumprir 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, que é de 74 minutos (01 hora e 14 minutos).

5. Portanto, o ETA no ponto B será às 1114.

Figura 5.17 – Exemplo: Obtenção do rumo na superfície e da velocidade no fundo

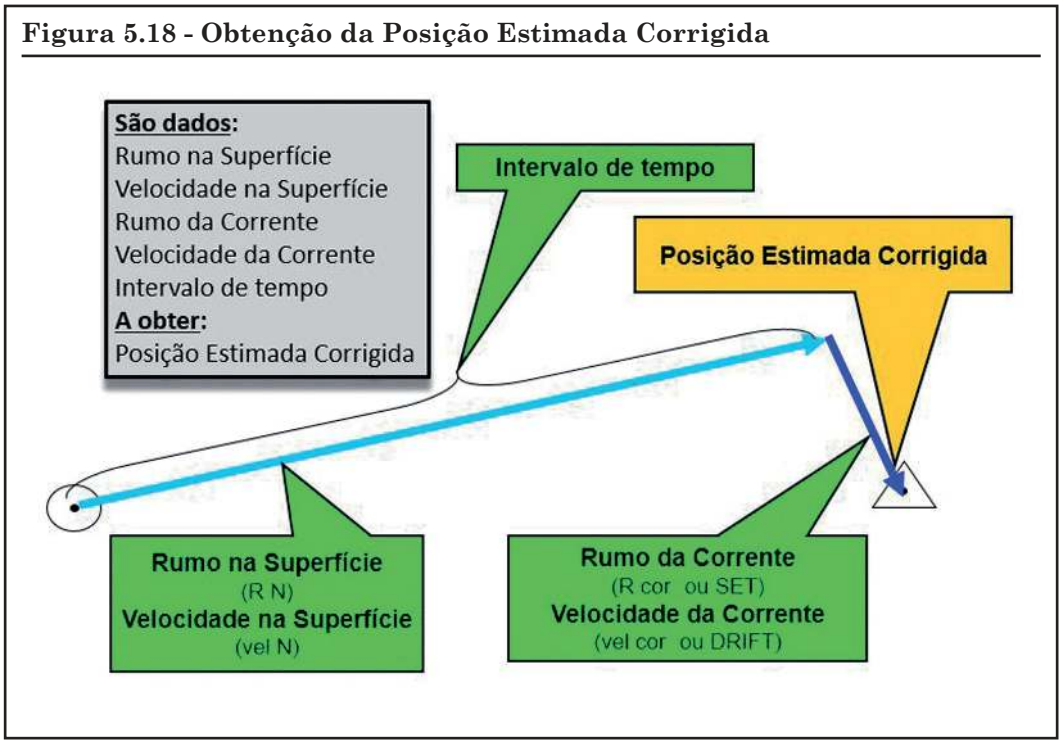


e. determinação da posição estimada corrigida (Figura 5.18).

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.

Figura 5.18 - Obtenção da Posição Estimada Corrigida

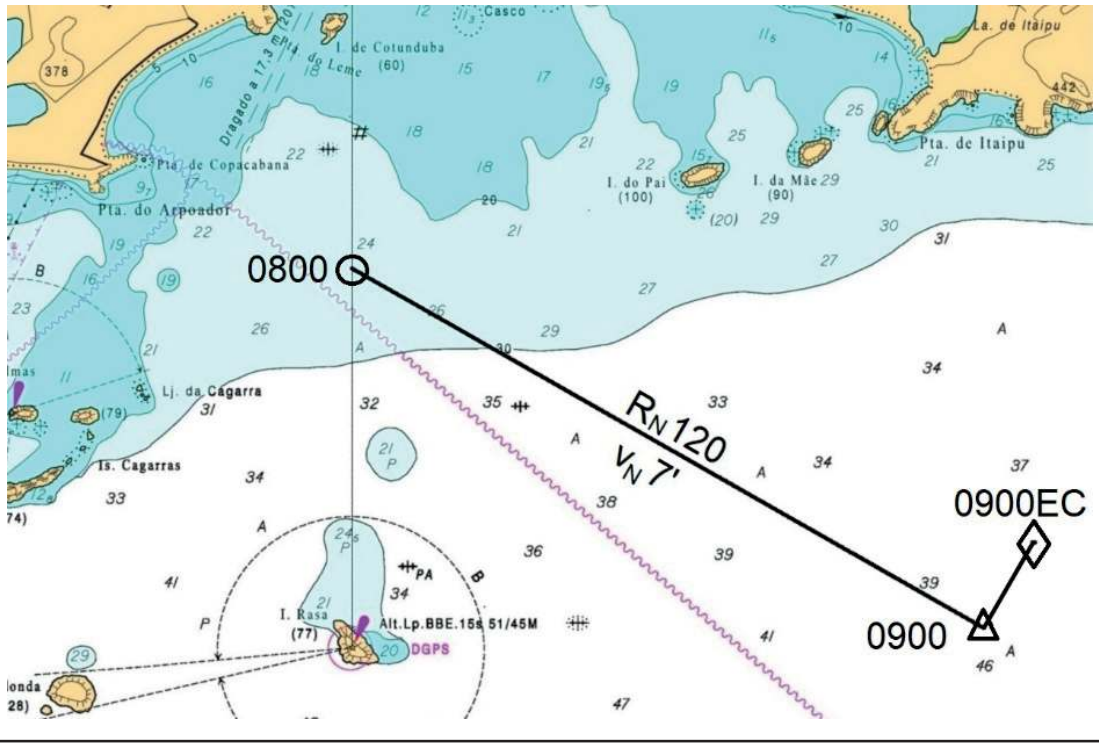


Exemplo (Figura 5.19):

A posição observada do navio às 0800 é Lat. 23º 00,0'S Long. 043º 08,75'W (sobre o alinhamento farol Rasa–farol Laje). O navio governa no rumo verdadeiro R_N = 120º, vel_N = 7 nós.

A corrente na área apresenta os seguintes elementos: R_{cor} = 030º, vel_{cor} = 1,0 nó. Plotar a posição estimada corrigida de 0900 e determinar as suas coordenadas.

Figura 5.19 – Exemplo: Obtenção da Posição Estimada Corrigida



Solução:

1. Plota-se na carta náutica a posição observada de 0800. Traça-se, então, a linha de rumo 120º 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} = 030º e, com grandeza igual, a velocidade da corrente (vel_{cor} = 1 nó). Na extremidade deste vetor estará a posição estimada corrigida de 0900.

3. Suas coordenadas são: Lat. 23º 02,6'S; e Long. 043º 01,6'W.

A posição estimada corrigida é representada por um losango centrado no ponto plotado, tendo ao lado a hora correspondente, seguida da abreviatura EC.

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 determinam as Regras para a Navegação Estimada, e, ao final das manobras, aplicar à última posição estimada o efeito da corrente durante todo o período de manobras, obtendo a posição estimada corrigida final.

5.8 PRECISÃO E CONSISTÊNCIA DA POSIÇÃO ESTIMADA

Na prática, a determinação do ponto estimado é extremamente simples, mas, para satisfazer às exigências de uma boa navegação, deve ser 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 os 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.

PARTE 6

Posição por marcações sucessivas

O QUE O PROGRAMA PEDE

- Determinação da posição por marcações sucessivas

FONTE REPRODUZIDA NESTA PARTE

Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 6: Determinação da posição por marcações sucessivas

Altineu Pires Miguens · Diretoria de Hidrografia e Navegação, vol. I, 2ª revisão, 2023
https://www.marinha.mil.br/dhn/npublicacoes

Terminou esta parte? Resolva questões do assunto.

Telegram: t.me/capitao_amador_bot
Simulado no site: www.capitao-amador.com/mestre-amador/simulado

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 se navega 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 utilizando 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, assim, 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 um determinado instante t pode ser traçada novamente em um instante t', posterior a t. Para tanto, transporta-se 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 $t' = (t + \Delta t)$ o navio estará sobre a mesma LDP deslocada da distância d, segundo o rumo R.

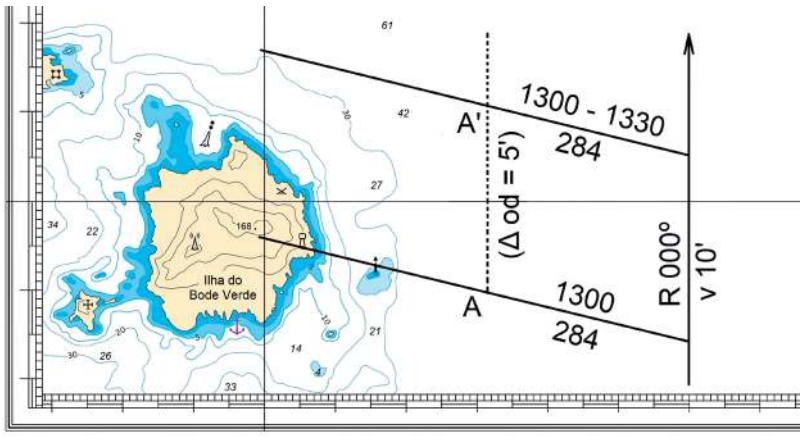
Identifica-se a linha de posição transportada repetindo-se a identificação da LDP original e anotando-se o instante t', em seguida ao instante t. Como foi visto, para o transporte de uma linha de posição é necessário conhecer o rumo e a distância navegados no intervalo de tempo $\Delta t = t' - t$ (Figura 6.1).

É preciso notar que, durante este intervalo de tempo ($\Delta t = t' - t$), o navio pode ter os seus 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, este estudo se limitará aos casos mais comuns das retas de marcação e de alinhamentos.

O transporte de uma reta de marcação está ilustrado na Figura 6.1.

Figura 6.1 – Transporte de LDP: Reta de Marcação



Exemplo (Figura 6.1):

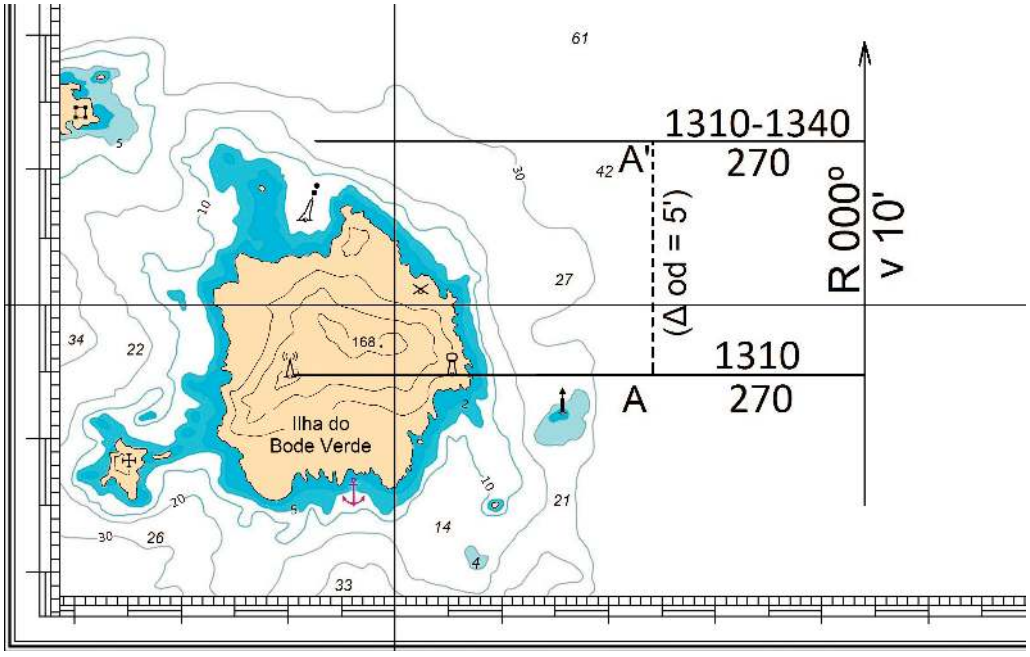
Às 1300, um navio no Rumo = 000º, odômetro = 0107,0 e velocidade = 10 nós, marcou o ponto notável "A" (Caixa d'Água) aos 284º. Às 1330, com odômetro = 0112,0, deseja-se transportar a reta de marcação (LDP "A") resultante da observação anterior.

Traça-se na carta, como mostrado na Figura 6.1, a reta de marcação da observação feita às 1300 (LDP "A").

Traça-se, pelo ponto observado ou por qualquer ponto da reta de marcação traçada na carta (ponto A, na Figura 6.1), uma reta na mesma direção de R = 000º (paralelo ao rumo seguido pelo navio). 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 (ponto A'), traça-se uma reta paralela à marcação inicial. Obtém-se, assim, uma reta de posição às 1330, que nada mais é do que a marcação de 1300 transportada para 1330.

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.

Figura 6.2 – Transporte de LDP: Alinhamento



6.3 POSIÇÃO POR MARCAÇÕES SUCESSIVAS

6.3.1 Introdução

Na determinação da posição do navio 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:

a) duas marcações de um mesmo objeto, tomadas com um intervalo de tempo entre elas;

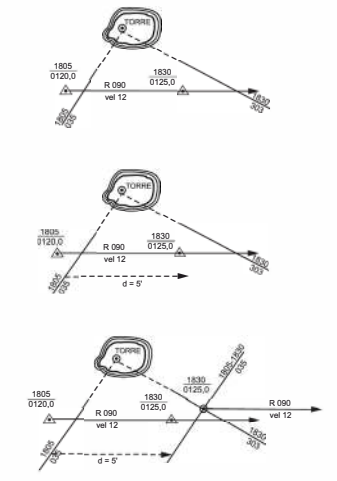
b) duas marcações de objetos diferentes, tomadas com um intervalo de tempo entre elas; e

c) 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 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 primeira LDP transportada é a posição do navio no instante da segunda observação. O processo está detalhadamente explicado na Figura 6.3.

Figura 6.3 – Posição por Marcações Sucessivas



1 - Obtenção de duas LDP de um ponto notável (Torre) às 1805 e às 1830. Navio com rumo (090º) e velocidade (12 nós) constantes.

2 - De um ponto qualquer da LDP das 1850,traça-se uma reta de mesma direção que o rumo e de mesmo tamanho da distância percorrida entre as duas LDPs (no caso, 5').

3 - Do ponto transportado (como apresentado acima), traça-se uma reta com a mesma direção da LDP das 1805. O ponto de interseção da segunda LDP com a primeira LDP transportada é a posição do navio no instante da Segunda observação (1830).

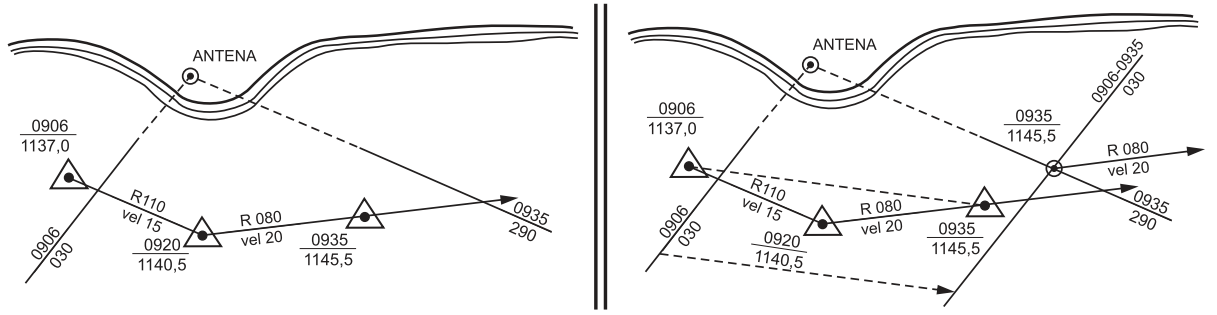
Observações:

a. 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 marcações. Por esta razão, devem ser evitados intervalos de tempo superiores a 30 minutos entre as marcações. Ademais, é necessário que o navegante 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.

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.

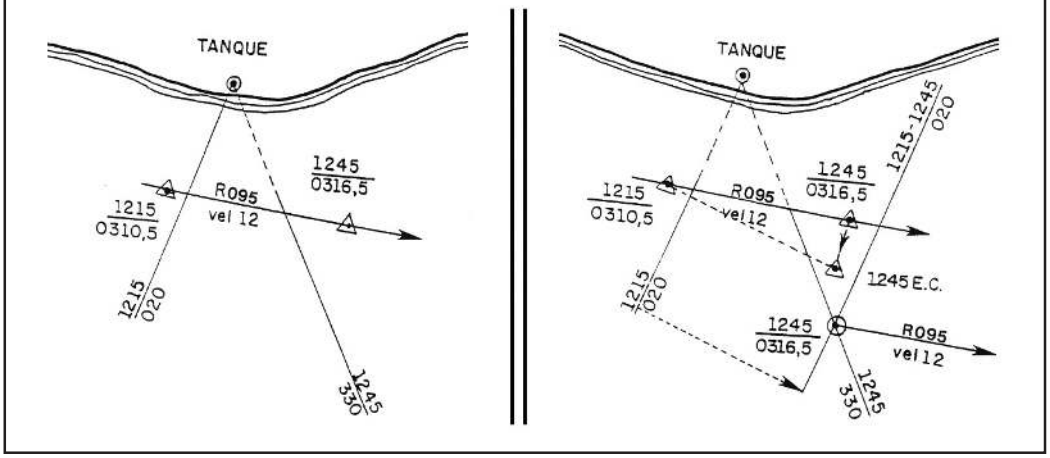
c. se houver mudança de rumo, de velocidade ou de ambos no intervalo de tempo entre as duas LDP, o processo é o mesmo, bastando que se unam as posições estimadas do navio nos instantes correspondentes às obtenções de cada LDP. Sobre a linha obtida desloca-se uma paralela à linha de posição, segundo a mesma distância que separa as posições estimadas, a partir da interseção da LDP com a linha traçada, como mostrado na Figura 6.4.

Figura 6.4 – Posição por Marcações Sucessivas com Mudança de Rumo e Velocidade



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.

Figura 6.5 – Posição por Marcações Sucessivas conhecendo-se os Elementos da Corrente



No exemplo contido na Figura 6.5, o navio governa no rumo 095º, com velocidade 12 nós. A corrente é estimada em R_{cor} = 190º, vel_{cor} = 3,0 nós. Às 1215 horas (odômetro 0310,5), um tanque notável (caixa-d'água), representado na carta, é marcado aos M = 020º. Às 1245 horas (odômetro 0316,5), o mesmo tanque é marcado aos M = 330º. 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 (EC) 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.

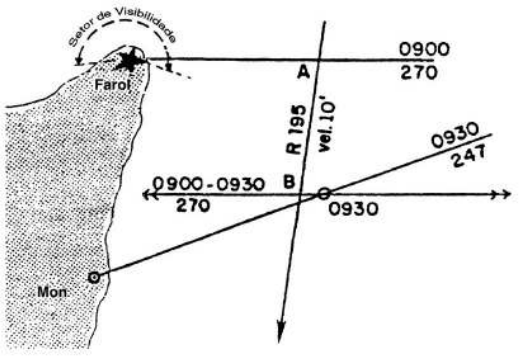
O ponto em que a primeira LDP, transportada, cruza com a segunda LDP será a posição do navio às 1245.

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 existirem 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 Objetos Diferentes



Na Figura 6.6, às 0900 horas, um navio no rumo verdadeiro 195º, velocidade 10 nós, marcou o farol aos M = 270º, pouco antes de ele se ocultar. Às 0930 horas, mantendo rumo e velocidade, marcou o monumento aos M = 247º. Determinar a posição do navio às 0930 horas.

Solução (acompanhar na Figura 6.6):

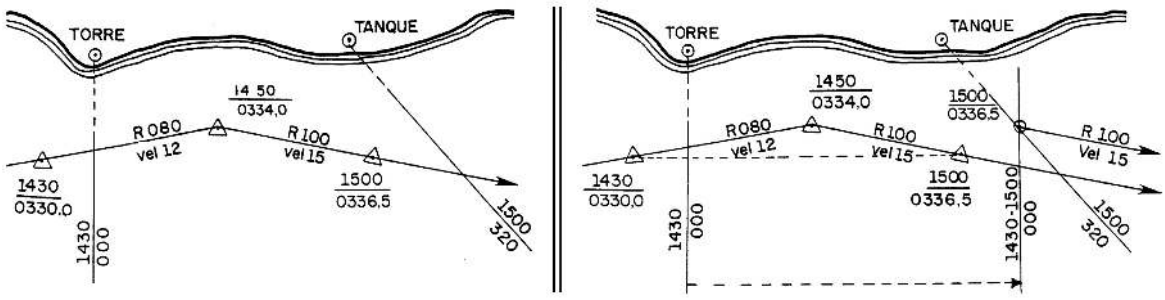
1. Traçar a LDP de 0900 (para o farol) e a LDP de 0930 (para o monumento);

2. Transportar a LDP de 0900 para 0930, avançando-a, no rumo verdadeiro 195º, de uma distância igual a AB = 5 milhas (distância navegada em 30 minutos, na velocidade de 10 nós); e

3. 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 prefixados de marcações polares sucessivas, é possível obter diversos elementos de distância, que permitirão determinar a posição do navio por marcações e distâncias.

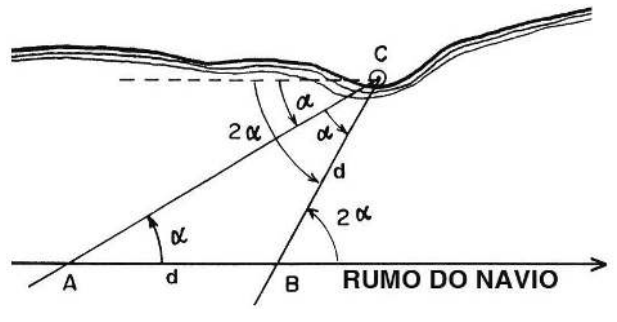
Dois casos especiais se apresentam:

- quando se têm duas marcações polares e o valor da segunda marcação é o dobro do valor da primeira (posição por marcações duplas); e
- quando as marcações obedecem a valores prefixados.

a. Posição por marcações duplas (posição por duas marcações polares, sendo o valor da segunda o dobro do valor 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)



Nessa Figura, sendo α a primeira marcação polar e 2α 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 o valor da marcação e a distância ao ponto (igual à distância percorrida 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:

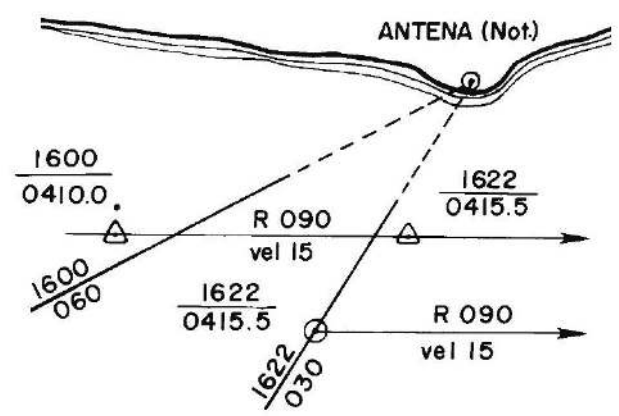
- 22,5º e 45º;
- 30º e 60º; e
- 45º e 90º.

As marcações polares 45º BE / 90º BE e 45º BB / 90º 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 través do navio). Assim, obtém-se a posição do navio quando o objeto marcado está claramente pelo través, o que visualmente é adequado.

A Figura 6.9 apresenta um exemplo de posição por marcações duplas.

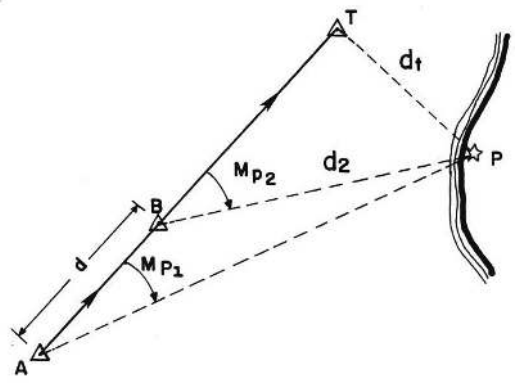
Nesse exemplo, o navio governa no rumo 090º, velocidade 15 nós. Às 1600, é marcada a antena (Not.), obtendo-se: M = 060º (Mp = 030º BB). Nesse instante o odômetro indica 0410,0. Às 1622, a antena (Not.) é marcada aos 030º (Mp = 060º BB) com o odômetro indicando 0415,5. A posição do navio às 1622 pode ser determinada pela marcação da antena neste instante (M = 030º), e a distância do navio à antena, que será igual à distância percorrida entre a marcações, é dada pela diferença de odômetro, isto é, 5,5 milhas.

Figura 6.9 – Posição por duas Marcações Polares, sendo a Segunda Marcação o Dobro da Primeira



Por sua vez, 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



Nessa situação, com duas marcações polares sucessivas do mesmo objeto (Mp_1 no instante A e Mp_2 no instante B) e a distância percorrida no intervalo de tempo entre as marcações (fornecida pela diferença de odômetro ou pela resolução da equação que relaciona distância, velocidade e tempo), pode-se obter d_2 (distância ao objeto no instante da segunda marcação) e d_t (distância pelo través), utilizando as fórmulas:

$$d_2 = \frac{\text{sen } Mp_1}{\text{sen } (Mp_2 - Mp_1)} \quad ; \quad d_t = \frac{d}{\text{cotg } Mp_1 - \text{cotg } Mp_2}$$

Com Mp_2 e d_2 determina-se a posição do navio no instante da segunda marcação.

b. Série de marcações polares prefixadas. Série de Traub

A Série de Traub é constituída por uma sequência de marcações polares de um determinado ponto, espaçadas igualmente ao longo da derrota de uma distância d, que, tomadas em intervalos de tempo iguais, irão possibilitar a observação da posição, ao efetuar a marcação (polar) 090°, à distância 2d. Importante notar que a distância de 2d é tomada a partir do ponto efetivamente marcado.

As marcações polares da Série de Traub, devido as características mencionadas, podem ser calculadas e são (em valores arredondados) 14°, 16°, 18°, 22°, 27°, 34°, 45°, 63° e 90°; no entanto será mais fácil prever os valores que efetivamente serão marcados a partir do desenho da derrota e das características da Série.

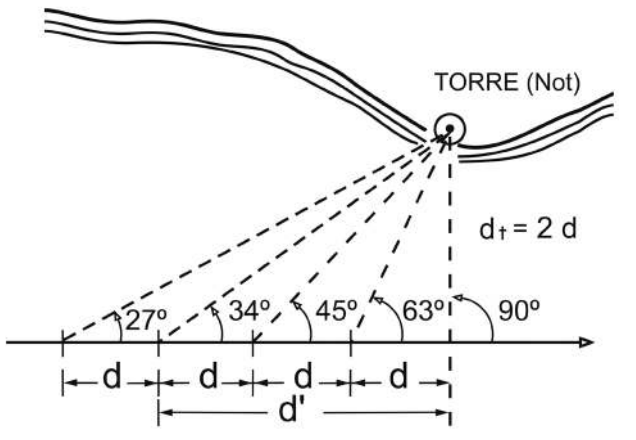
A Figura 6.11 ilustra as propriedades da série de TRAUB.

Propriedades:

a) as distâncias navegadas entre as marcações polares consecutivas da série são iguais; e

b) a distância pelo través (distância ao objeto quando estiver pelo través) é o dobro da distância navegada entre duas marcações consecutivas.

Figura 6.11 – Série de Traub



Fórmulas utilizadas:

a) distância pelo través (d_t), já apresentada acima;

b) distância da segunda marcação (d_2), já apresentada acima; e

c) distância a navegar até o través (d'), onde:

$$d' = \frac{d \text{ sen } Mp_1 \,.\, \cos Mp_2}{\text{sen } (Mp_2 - Mp_1}$$

Marcações Polares sucessivas:

14º e 18º	16º e 22º	18º e 27º	22º e 34º	27º e 45º	34º e 63º	45º e 90º

Exemplo:

O navio governa no rumo 206º e sua velocidade é 15,5 nós. São obtidas as seguintes marcações de uma chaminé notável representada na carta náutica da área, nas horas indicadas, conforme esquematizadas na Figura 6.12:

HORA	MARCAÇÃO	MARCAÇÃO POLAR
1008	228º	22º BE
1017	233º	27º BE
1026	240º	34º BE
1035	251º	45º BE

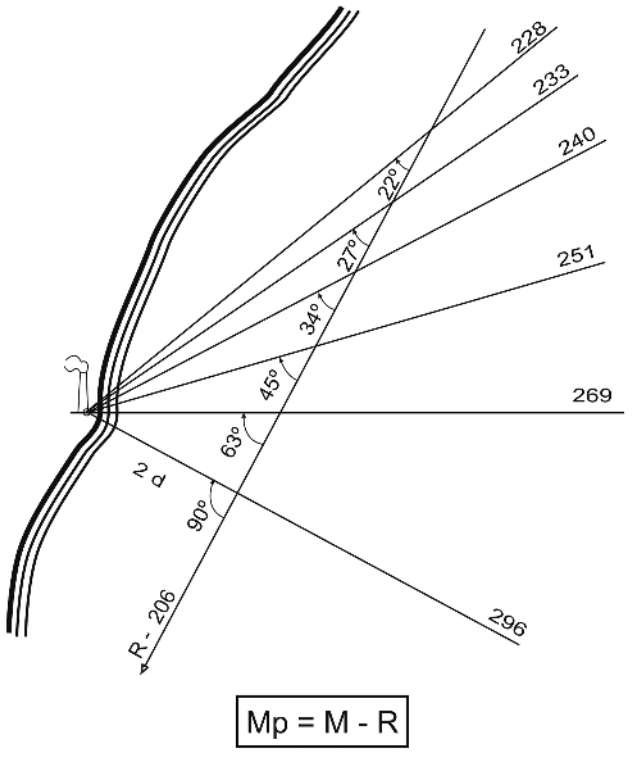
Determinar:

a) a distância da chaminé pelo través (dt);

b) a distância a ser navegada desde o instante da última marcação até o instante em que a chaminé estiver pelo través; e

c) o instante em que a chaminé estiver pelo través.

Figura 6.12 – Série de Traub (exemplo)



Solução:

1. Verifica-se que as marcações foram tomadas em intervalos de tempo iguais (9 minutos) e correspondem às marcações relacionadas às características da Série de Traub. Assim, no intervalo de tempo (Δt = 9 min) entre duas marcações consecutivas, na velocidade de 15,5 nós, o navio percorreu:

d = vel x Δt → d = 15,5 nós x 9 min = 2,325 M

2. A distância da chaminé pelo través → d_t = 2d = 2 x 2,325 = 4,65M → d_t = 4,7 M

3. A distância a ser navegada está relacionada às características da Série de Traub, portanto se a última marcação corresponde à marcação polar 45° BE, ainda faltarão as marcações 63° BE e 90° BE. Assim faltará percorrer 2d, ou seja, 4,7M.

4. Usando o mesmo raciocínio do item 3, nota-se que faltarão dois intervalos de tempo ou 18 min até atingir a chaminé pelo través. Assim, o momento em que o ponto marcado estará pelo través será às 1053.

Observações finais:

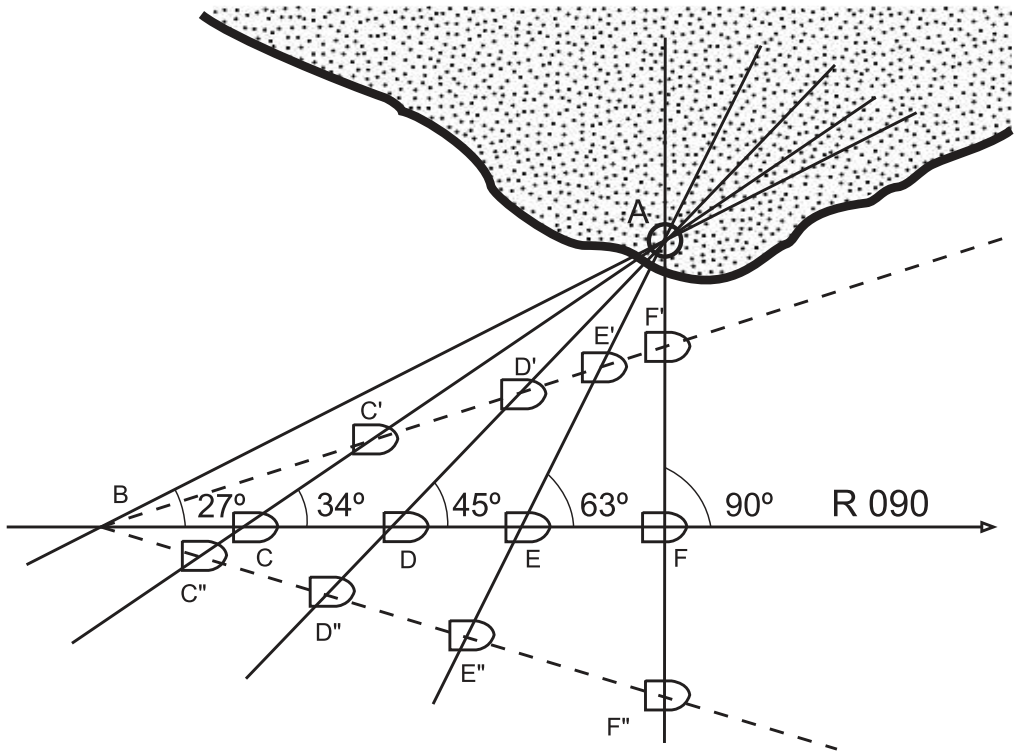
– a Série de TRAUB é pouco usada em veleiros ou outras pequenas embarcações, devido à menor precisão na leitura de suas agulhas (bússolas). Mesmo se forem usadas alidades manuais ou taxímetros, haverá, em embarcações menores, necessidade de boa prática para conseguir observar um objeto nos valores determinados na Série; e

– o uso da Série de TRAUB, quando da ocorrência de corrente, está ilustrado na Figura 6.13. Havendo corrente, a Série de Traub não pode ser utilizada para determinação de distâncias e posições. Poderá, porém, ser usada pelo navegante para obter indicações sobre a corrente existente na área, aplicando as seguintes propriedades:

a) se os intervalos de tempo entre duas marcações consecutivas são decrescentes, há uma corrente empurrando o navio na direção do ponto marcado; e

b) se os intervalos de tempo entre duas marcações consecutivas aumentam, há uma corrente afastando o navio na direção oposta ao do ponto marcado.

Figura 6.13 – Uso da Série de Traub havendo Corrente



PARTE 7

Marés e Tábuas das Marés

O QUE O PROGRAMA PEDE

- Comportamento das marés
- Conhecimento das curvas de marés
- Uso de Tábuas de Marés

FONTE REPRODUZIDA NESTA PARTE

Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 10: Marés e correntes de maré (10.1.1 a 10.1.5 e início de 10.1.9: conceitos, tipos e elementos da maré e Tábuas das Marés)

Altineu Pires Miguens · Diretoria de Hidrografia e Navegação, vol. I, 2ª revisão, 2023

https://www.marinha.mil.br/dhn/npublicacoes

Terminou esta parte? Resolva questões do assunto.

Telegram: t.me/capitao_amador_bot

Simulado no site: www.capitao-amador.com/mestre-amador/simulado

10

MARÉS E CORRENTES DE MARÉ; CORRENTES OCEÂNICAS

10.1 MARÉS

10.1.1 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 em quais áreas, portos ou canais o 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 para as manobras.

10.1.2 Conceitos Básicos de Maré

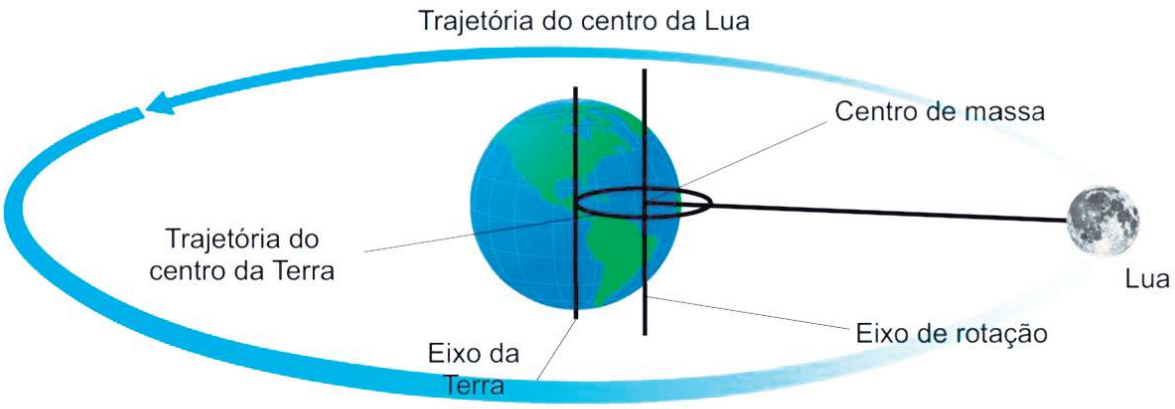
Maré é a oscilação vertical da superfície do mar ou outra grande massa d'água sobre a Terra, causada primariamente pelas diferenças na atração gravitacional da Lua e, em menor extensão, do Sol sobre os diversos pontos da Terra.

A oscilação da maré é consequência, basicamente, da Lei da Gravitação Universal de Newton, segundo a qual os corpos se atraem na razão direta de suas massas e na razão inversa do quadrado da distância que os separa. A Lua, devido à sua maior proximidade com a Terra, é o corpo celeste que mais influencia a maré, seguindo-se o Sol, por força de sua enorme massa. O efeito da força gravitacional da Lua é cerca de 2,25 vezes mais pronunciado, apesar de o Sol ter uma massa milhares de vezes maior. A influência dos demais planetas e estrelas é bem menos significante.

Os movimentos relativos Sol–Terra–Lua fazem com que as marés sejam movimentos harmônicos compostos que podem, consequentemente, 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 1.500km) abaixo de sua superfície. Em função da diferença de massa entre a Terra e a Lua, esse baricentro situa-se entre o centro da Terra e a superfície terrestre, o que significa que todos os pontos realizam movimentos circulares, com a mesma velocidade angular e, portanto, a mesma aceleração centrífuga (Figura 10.1). É muito importante não confundir a aceleração centrífuga do sistema Terra-Lua girando em torno do Sol com a aceleração centrífuga associada à rotação da Terra em torno de seu eixo.

Figura 10.1 – Centro de massa (baricentro) do sistema Terra-Lua



Fontes: Introdução às Ciências do Mar SECIRM, 2015; Open University, 1989.

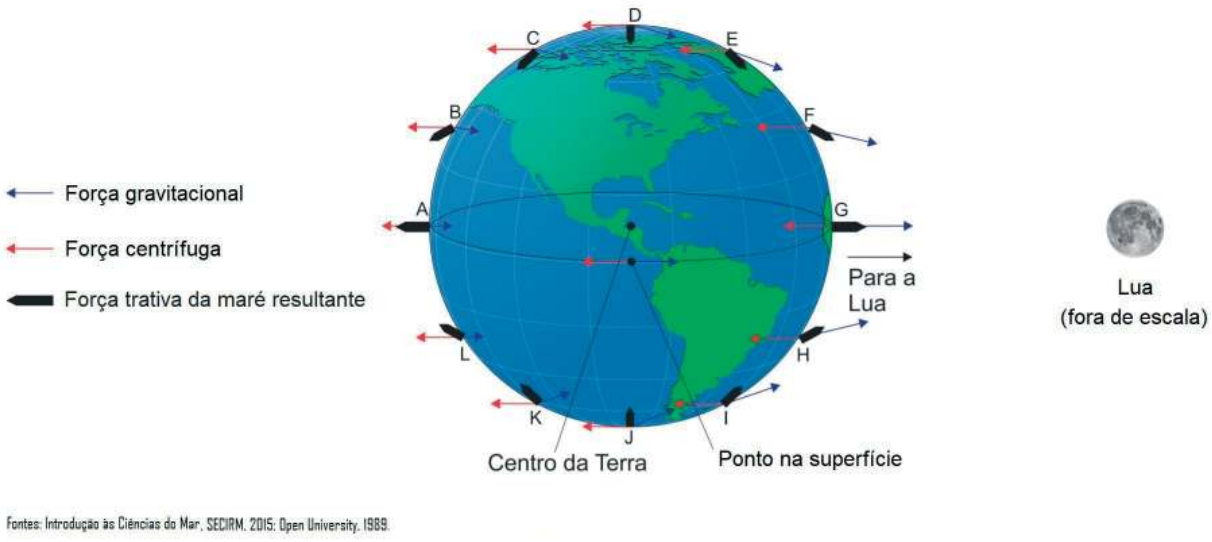
A força gravitacional e a força centrífuga estão em equilíbrio e, como resultado, a Terra e a Lua nem colidem nem se afastam uma da outra no espaço, como representadas na Figura 10.1.

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 (força trativa de maré), mostradas com ênfase exagerada na Figura 10.2, levarão a água da superfície a fluir em direção aos pontos da superfície da Terra mais próximo e mais afastado da Lua (ponto sublunar e sua antípoda, respectivamente), como mostrado na figura. 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.

Figura 10.2 – Esquema das forças atuantes na superfície terrestre



Fontes: Introdução às Ciências do Mar, SECIRM, 2015; Open University, 1989.

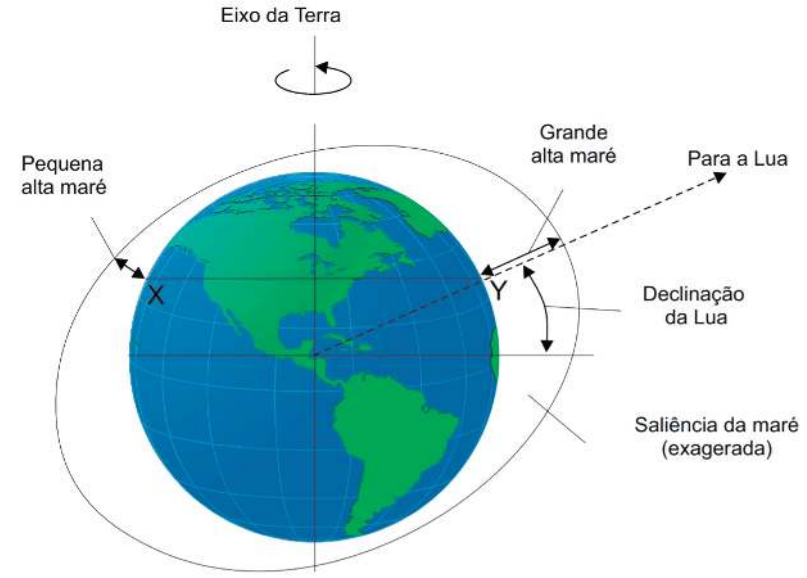
Embora no ponto mais próximo e no mais distante da Lua haja indicação de uma força resultante para fora, esta é muito fraca, não tendo intensidade suficiente para causar uma maré apreciável. A maré resulta, realmente, das forças quase horizontais que causam o fluxo acima descrito, na direção dos pontos da superfície da Terra mais próximo e mais afastado da Lua. Então, num determinado local da Terra, a ocorrência da preamar (PM) está relacionada com a passagem da Lua pelo meridiano superior ou pelo meridiano inferior do lugar; a baixa-mar (BM) ocorrerá quando a Lua estiver a 90º do meridiano do lugar. Esta explicação, abreviada e simplificada, ajuda muito a entender o fenômeno das marés.

O resultado idealizado em uma Terra esférica, sem continentes e com profundidade do Oceano constante, de acordo com as idealizações de Newton, é a formação de um elipsoide com dois bulbos, um na direção da Lua e outro na direção oposta a ela, como apresentado na Figura 10.3.

Como a Terra gira a 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 uma 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.

Figura 10.3 – Esquema do elipsoide de maré devido à Lua, considerando-se a inclinação da órbita da Lua em relação ao Equador terrestre



Fontes: Introdução às Ciências do Mar. SECIRM. 2015; *Open University*. 1989.

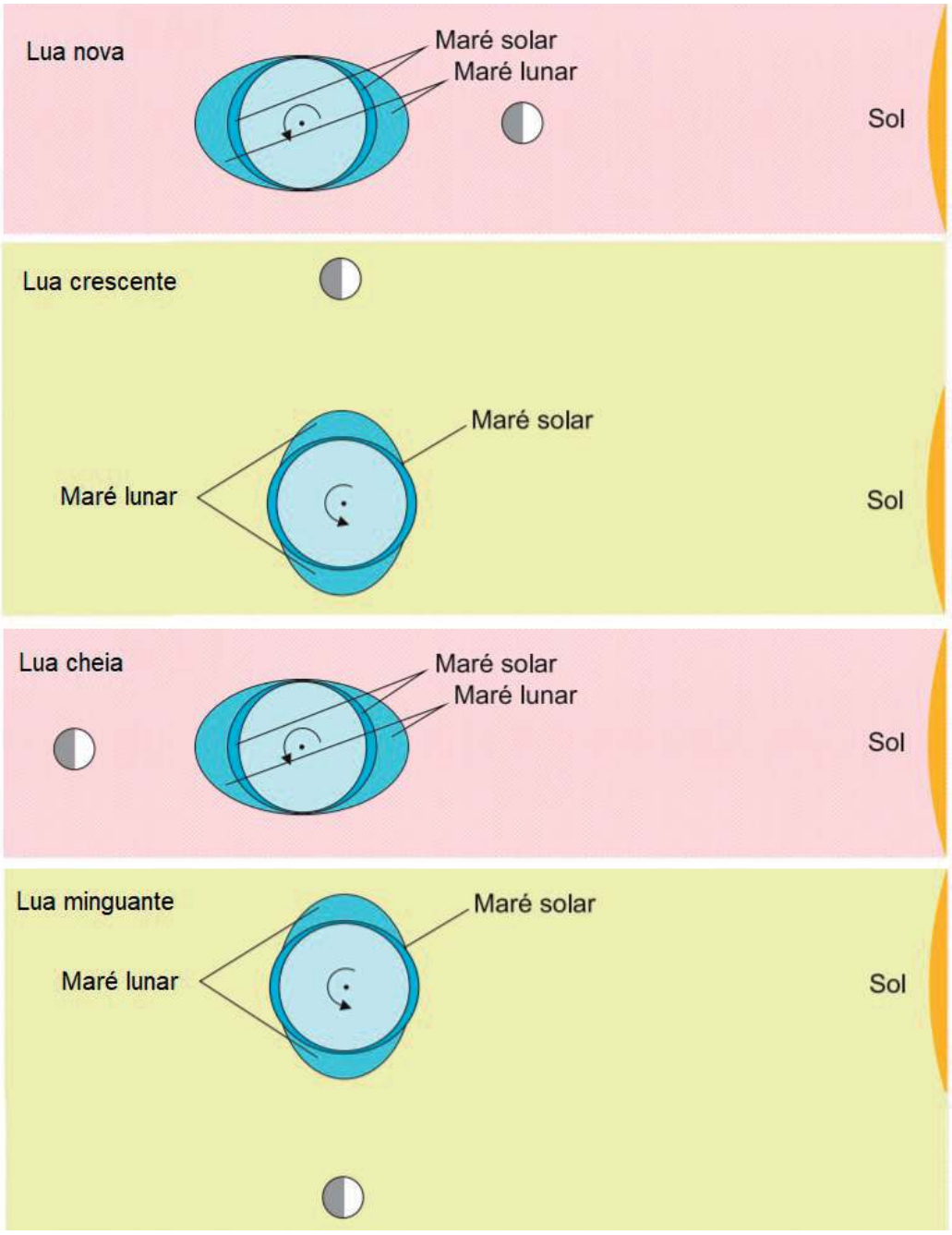
10.1.3 Marés de Sizígia e Marés de Quadratura

Quando a Lua se encontra na posição de Lua Nova ou Lua Cheia (ambas as posições denominadas de sizígia), as atrações gravitacionais da Lua e do Sol reforçam-se. Como a força de maré resultante ou combinada também aumenta, as preamares são maiores que a média e as baixa-mares são menores que a média. Isto significa que a amplitude de maré é maior em todos os locais que apresentam uma preamar e uma baixa-mar consecutivas. Assim, as Marés de Sizígia ocorrem em situações de Lua Cheia e Lua Nova, ou seja, quando Sol, Terra e Lua estão alinhados, o que faz com que as forças resultantes coincidam e as marés tenham as maiores amplitudes. Estas marés superiores à média, que ocorrem nas posições de sizígia da Lua, são conhecidas como marés de águas vivas.

Nas posições de Quarto Crescente e Quarto Minguante da Lua (quadratura), as atrações gravitacionais da Lua e do Sol sobre as águas dos oceanos atuam em ângulos retos. Cada força tende, em parte, a contrariar a outra. Na envolvente de forças da maré que representa estas forças combinadas, os valores máximos e mínimos da força são menores. Assim, as Marés de Quadratura ocorrem em situações de Lua Crescente e Lua Minguante, quando os astros estão em quadratura, o que atenua a interferência das forças centrífugas pela defasagem de 90° entre elas, de modo que nesses períodos as amplitudes das marés são pequenas. As preamares são inferiores à média e as baixa-mares são superiores à média. Tais marés de amplitude mais reduzida são denominadas de marés de águas mortas.

Os esquemas sobre as ocorrências das marés de sizígia e das marés de quadratura podem ser visualizados na Figura 10.4.

Figura 10.4 – Ocorrência das Marés de Sizígia e Quadratura de acordo com as fases da Lua



10.1.4 Tipos de Marés

Devido ao fato de um 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 pouco mais de 6 horas o intervalo de tempo entre uma PM e a BM consecutiva.

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, ES, para o norte.

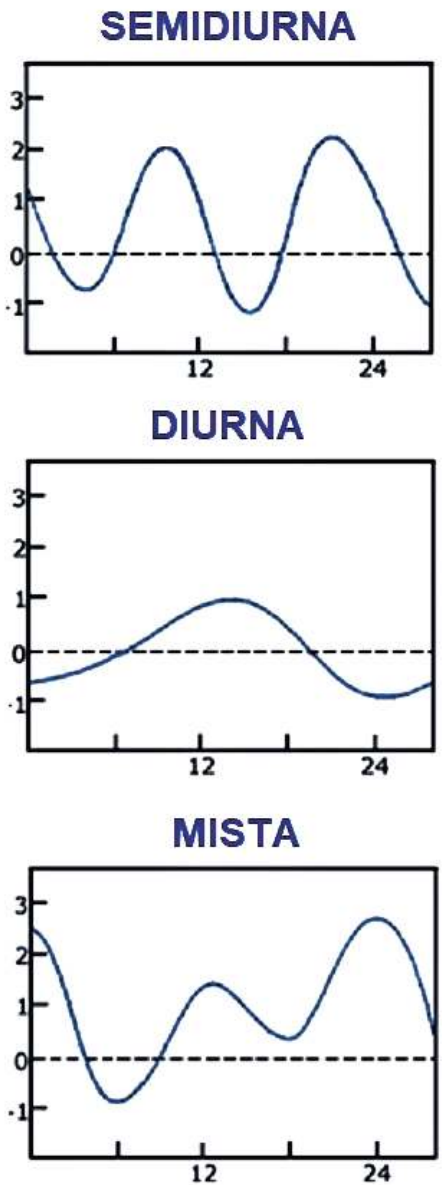
O padrão semidiurno, entretanto, varia em diversos locais da Terra, em virtude dos efeitos de massas terrestres, latitude do lugar, águas restritas, fricção (atrito), viscosidade do meio líquido e do Efeito de Coriolis (uma força aparente que atua sobre qualquer corpo em movimento na superfície terrestre, 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. Algumas 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 ambos fatores importantes, sendo a maré caracterizada por grandes diferenças de altura entre duas PM ou duas BM consecutivas. Há, normalmente, 2 PM e 2 BM a cada dia, mas, ocasionalmente, a maré pode tornar-se diurna.

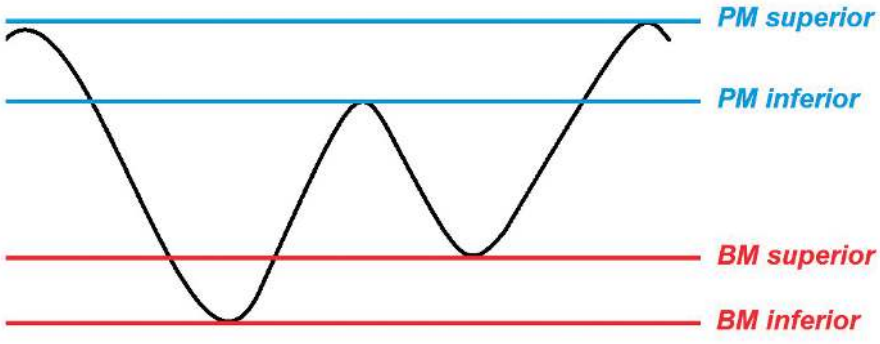
Os tipos de marés, acima descritos, podem ser visualizados na Figura 10.5.

Figura 10.5 – Tipos de Marés



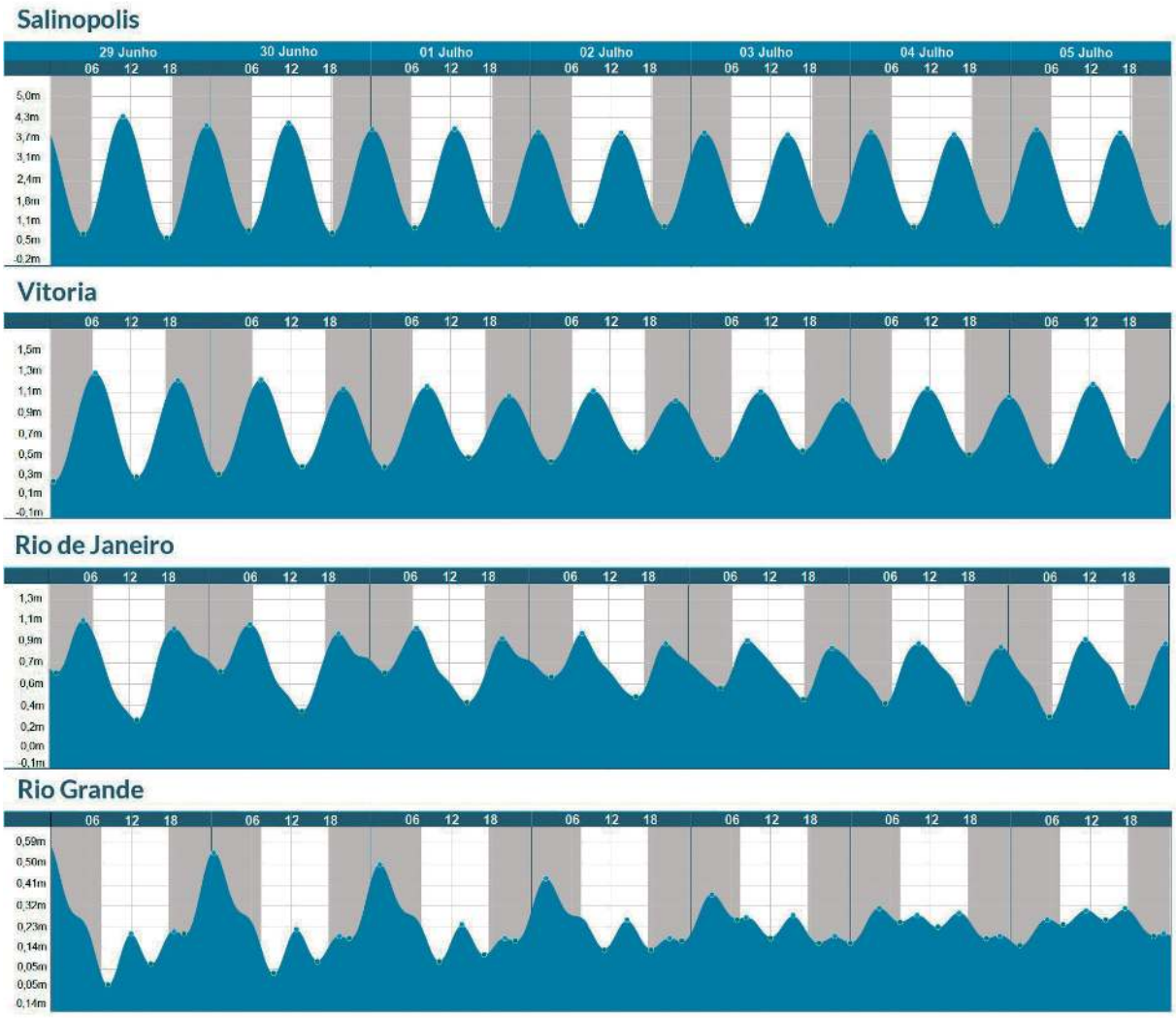
Especificamente para a costa sul do Brasil, a maré apresenta sempre duas PM e duas BM diariamente, mas com desigualdades análogas às da Figura 10.6. Este tipo de maré é classificado como maré semidiurna com desigualdades diurnas ou maré de desigualdades diurnas.

Figura 10.6 – Maré semidiurna com desigualdades diurnas



Com o propósito de ilustrar os diferentes comportamentos da maré ao longo da costa brasileira, a Figura 10.7 apresenta a sua variação diária para as localizações de Salinópolis (PA), Vitória (ES), Rio de Janeiro (RJ) e Rio Grande (RS), para um período de sete dias (29/JUN a 05/JUL/2021). Para efeitos de representação, a escala de altura (em metros) não é a mesma para as quatro localizações.

Figura 10.7 – Variação da maré em Salinópolis, Vitória, Rio de Janeiro e Rio Grande



10.1.5 Elementos das Marés

Se, em um dado local, for observada a oscilação rítmica do nível das águas durante certo tempo, verifica-se que:

a) o nível sobe durante algum tempo, sendo esse período denominado de “enchente”;

b) atinge um nível máximo denominado de “preamar”;

c) permanece um certo tempo estacionário, cujo período é denominado como “estofo de enchente”;

d) baixa durante um certo tempo, sendo esse período denominado de “vazante”;

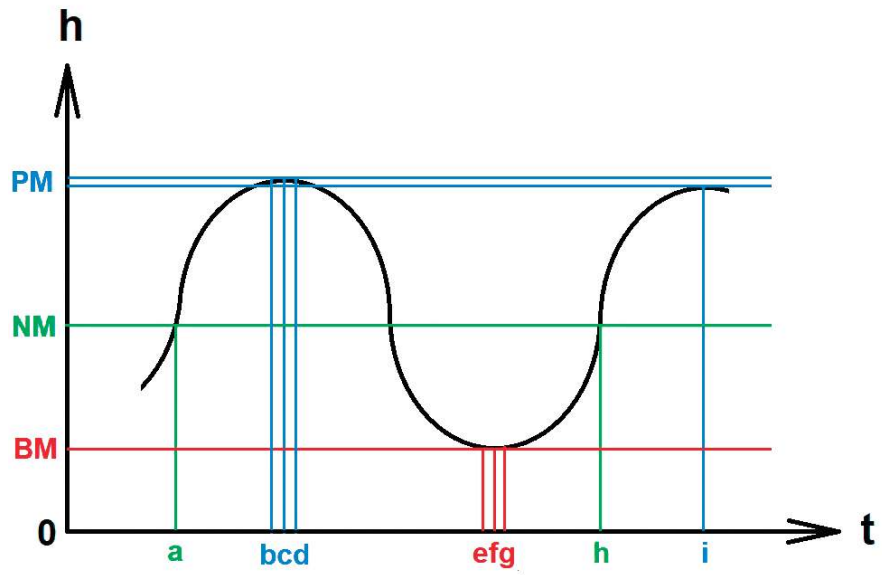
e) alcança o nível mínimo, denominado de “baixa-mar”;

f) fica estacionário por algum tempo, novamente chamado de estofo, só que agora denominado como “estofo de vazante”; e

g) 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 indicará o instante em que ocorre aquela altura (t), como mostrado na Figura 10.8.

Figura 10.8 – Elementos das Marés



Observando a figura e a descrição do movimento rítmico acima apresentada, pode-se definir:

PREAMAR (PM): maior altura que as águas alcançam 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_f.

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 de maré, o NM é $hNM = (h_{PM} + h_{BM})/2$; 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; a duração da enchente é igual a $t_i - t_f$.

VAZANTE: intervalo de tempo durante o qual o nível do mar baixa; a duração da vazante é igual a $t_f - t_c$.

10.1.9 Tábuas das Marés

As "Tábuas das Marés" constituem uma publicação editada anualmente pela DHN, contendo (Edição de 2021) a previsão para os 54 principais portos, terminais, barras, ilhas oceânicas e fundeadouros brasileiros, relacionados do Norte para o Sul, e para o fundeadouro da Estação Antártica Comandante Ferraz, na Baia do Almirantado, na Antártida. A Figura 10.11 apresenta a localização das 54 estações maregráficas na costa brasileira.

Há ainda, nas "Tábuas das Marés", duas Tabelas para determinação da altura da maré em um dado instante, informações para a previsão das marés na baía de São Marcos, explicações para utilização de método expedito de previsão e uma Tabela de Fases da Lua.

A Figura 10.12 reproduz uma página da tábua, onde se observa:

- na primeira linha: o nome do porto, terminal, barra, ilha oceânica ou fundeadouro, o respectivo Estado da Federação ou país 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 harmônicas utilizadas 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 baixa-mares (BM) previstas;

- as horas, do fuso horário local, são representadas com 4 algarismos, sendo que os dois primeiros indicam as horas e os dois seguintes os minutos; e

- 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; e, eventualmente, quando o número for negativo, a maré estará abaixo do Nível de Redução.

Figura 10.11 – Estações Maregráficas na Costa Brasileira



Figura 10.12 – Tábuas das Marés – Previsão para Salinópolis Jan-Abr de 2021

20

FUNDEADOURO DE SALINÓPOLIS (ESTADO DO PARÁ) - 2021

Latitude 00° 37'.0 S — Longitude 047° 21'.0 W — Fuso +03.0 horas

IAGS — 60 Componentes — Nível Médio 2.75 m — Carta 302

Janeiro

	HORA	ALT (m)		HORA	ALT (m)
01 SEX	0306	0.6	17 DOM	0417	0.6
	0843	4.5		1002	4.5
	1515	0.9		1628	1.0
	2034	4.8		2211	4.5
02 SAB	0353	0.6	18 SEG	0447	0.8
	0924	4.4		1032	4.3
	1558	1.0		1656	1.2
	2121	4.7		2247	4.3
03 DOM	0434	0.8	19 TER	0513	1.1
	1008	4.3		1106	4.2
	1647	1.1		1734	1.4
	2211	4.5		2334	4.1
04 SEG	0513	0.9	20 QUA	0553	1.3
	1056	4.3		1154	4.0
	1732	1.2		1821	1.6
	2309	4.4			
05 TER	0600	1.0	21 QUI	0034	3.8
	1153	4.2		0645	1.5
	1824	1.2		1254	3.9
				1928	1.7
06 QUA	0011	4.3	22 SEX	0145	3.7
	0654	1.1		0751	1.7
	1253	4.3		1404	3.9
	1924	1.2		2047	1.6
07 QUI	0117	4.2	23 SAB	0300	3.8
	0754	1.2		0902	1.7
	1356	4.3		1511	4.0
	2034	1.2		2156	1.4
08 SEX	0230	4.2	24 DOM	0406	3.9
	0900	1.2		1008	1.5
	1502	4.4		1608	4.2
	2145	1.0		2254	1.2
09 SAB	0345	4.3	25 SEG	0458	4.1
	1011	1.2		1102	1.3
	1611	4.6		1654	4.4
	2254	0.8		2347	1.0
10 DOM	0456	4.4	26 TER	0543	4.3
	1121	1.0		1153	1.1
	1717	4.8		1738	4.6
11 SEG	0000	0.6	27 QUA	0038	0.8
	0600	4.6		0626	4.5
	1223	0.8		1243	0.9
	1815	5.0		1821	4.8
12 TER	0058	0.3	28 QUI	0124	0.6
	0658	4.8		0708	4.6
	1317	0.7		1334	0.8
	1908	5.1		1904	4.9
13 QUA	0153	0.2	29 SEX	0208	0.5
	0749	4.9		0749	4.7
	1404	0.5		1419	0.7
	1956	5.1		1945	5.0
14 QUI	0238	0.1	30 SAB	0256	0.4
	0830	4.9		0834	4.8
	1451	0.5		1502	0.6
	2038	5.1		2032	5.0
15 SEX	0313	0.2	31 DOM	0339	0.4
	0904	4.8		0913	4.8
	1526	0.7		1551	0.6
	2111	4.9		2119	4.9
16 SAB	0351	0.4			
	0938	4.7			
	1558	0.8			
	2141	4.7			

Fevereiro

	HORA	ALT (m)		HORA	ALT (m)
01 SEG	0415	0.5	17 QUA	0445	0.9
	0953	4.7		1026	4.4
	1634	0.7		1702	1.2
	2202	4.8		2254	4.2
02 TER	0456	0.6	18 QUI	0517	1.2
	1038	4.6		1106	4.2
	1711	0.8		1747	1.4
	2249	4.6		2347	3.9
03 QUA	0538	0.8	19 SEX	0600	1.5
	1121	4.5		1158	4.0
	1758	1.0		1838	1.6
	2343	4.4			
04 QUI	0619	1.1	20 SAB	0051	3.7
	1211	4.4		0658	1.7
	1853	1.1		1302	3.9
				1941	1.7
05 SEX	0043	4.2	21 DOM	0202	3.6
	0711	1.3		0804	1.8
	1311	4.3		1411	3.9
	1956	1.2		2058	1.6
06 SAB	0156	4.0	22 SEG	0317	3.7
	0823	1.5		0919	1.7
	1426	4.3		1521	4.1
	2113	1.2		2213	1.4
07 DOM	0323	4.0	23 TER	0423	4.0
	0949	1.5		1028	1.5
	1549	4.3		1621	4.3
	2241	1.1		2319	1.1
08 SEG	0451	4.1	24 QUA	0517	4.2
	1108	1.3		1128	1.2
	1704	4.5		1713	4.6
	2353	0.8			
09 TER	0558	4.4	25 QUI	0015	0.8
	1213	1.0		0604	4.5
	1808	4.8		1226	0.9
				1804	4.9
10 QUA	0053	0.5	26 SEX	0104	0.5
	0653	4.7		0651	4.8
	1306	0.7		1317	0.6
	1900	5.0		1853	5.1
11 QUI	0141	0.3	27 SAB	0154	0.3
	0738	4.9		0738	5.0
	1354	0.5		1404	0.4
	1947	5.1		1943	5.2
12 SEX	0217	0.2	28 DOM	0241	0.2
	0811	4.9		0819	5.1
	1434	0.5		1454	0.2
	2021	5.1		2032	5.2
13 SAB	0254	0.2			
	0847	4.9			
	1504	0.5			
	2051	5.0			
14 DOM	0323	0.4			
	0909	4.8			
	1538	0.7			
	2119	4.8			
15 SEG	0351	0.5			
	0934	4.7			
	1600	0.8			
	2143	4.6			
16 TER	0413	0.7			
	0954	4.6			
	1630	1.0			
	2215	4.4			

Março

	HORA	ALT (m)		HORA	ALT (m)
01 SEG	0317	0.1	17 QUA	0353	0.7
	0858	5.1		0930	4.7
	1538	0.2		1606	0.8
	2113	5.1		2154	4.5
02 TER	0358	0.2	18 QUI	0419	0.9
	0939	5.1		0954	4.5
	1613	0.3		1643	1.0
	2153	4.9		2230	4.2
03 QUA	0439	0.5	19 SEX	0454	1.2
	1017	4.9		1032	4.3
	1656	0.5		1717	1.2
	2238	4.7		2311	3.9
04 QUI	0511	0.7	20 SAB	0536	1.5
	1054	4.7		1117	4.1
	1739	0.7		1802	1.5
	2323	4.4			
05 SEX	0556	1.1	21 DOM	0004	3.7
	1145	4.5		0619	1.7
	1824	1.0		1215	3.9
				1858	1.6
06 SAB	0019	4.1	22 SEG	0113	3.6
	0647	1.4		0723	1.8
	1245	4.2		1330	3.8
	1926	1.3		2008	1.6
07 DOM	0134	3.8	23 TER	0238	3.6
	0758	1.7		0843	1.8
	1404	4.1		1447	4.0
	2056	1.4		2136	1.5
08 SEG	0317	3.8	24 QUA	0353	3.9
	0941	1.7		1002	1.5
	1541	4.1		1554	4.3
	2236	1.2		2253	1.1
09 TER	0449	4.0	25 QUI	0453	4.3
	1102	1.4		1109	1.1
	1700	4.4		1654	4.6
	2345	0.9		2353	0.8
10 QUA	0551	4.4	26 SEX	0545	4.6
	1202	1.0		1206	0.7
	1800	4.7		1751	4.9
11 QUI	0038	0.6	27 SAB	0047	0.4
	0639	4.7		0634	5.0
	1254	0.7		1300	0.4
	1849	4.9		1845	5.2
12 SEX	0117	0.4	28 DOM	0136	0.2
	0715	4.9		0719	5.2
	1336	0.5		1351	0.1
	1930	5.0		1936	5.3
13 SAB	0156	0.3	29 SEG	0215	0.1
	0753	5.0		0800	5.3
	1408	0.4		1438	0.0
	2000	5.0		2021	5.3
14 DOM	0230	0.3	30 TER	0300	0.0
	0821	5.0		0843	5.4
	1445	0.4		1517	-0.1
	2034	5.0		2102	5.2
15 SEG	0258	0.4	31 QUA	0343	0.2
	0845	4.9		0921	5.3
	1509	0.5		1558	0.0
	2056	4.8		2147	5.0
16 TER	0323	0.5			
	0906	4.8			
	1541	0.6			
	2126	4.7			

Abril

	HORA	ALT (m)		HORA	ALT (m)
01 QUI	0415	0.4	17 SAB	0436	1.2
	0958	5.1		1004	4.3
	1643	0.3		1658	1.1
	2226	4.7		2251	3.9
02 SEX	0458	0.7	18 DOM	0508	1.5
	1041	4.8		1047	4.1
	1719	0.6		1743	1.3
	2309	4.4		2341	3.7
03 SAB	0539	1.1	19 SEG	0556	1.7
	1128	4.5		1147	4.0
	1806	1.0		1832	1.5
04 DOM	0004	4.1	20 TER	0047	3.6
	0628	1.5		0656	1.8
	1230	4.2		1258	3.9
	1908	1.3		1939	1.6
05 SEG	0123	3.8	21 QUA	0202	3.7
	0747	1.8		0811	1.7
	1354	4.0		1413	4.0
	2045	1.5		2104	1.4
06 TER	0309	3.8	22 QUI	0319	4.0
	0936	1.7		0938	1.4
	1532	4.1		1528	4.3
	2215	1.3		2221	1.1
07 QUA	0432	4.0	23 SEX	0423	4.3
	1051	1.3		1045	1.0
	1645	4.3		1634	4.6
	2319	1.0		2323	0.8
08 QUI	0528	4.4	24 SAB	0517	4.7
	1145	1.0		1145	0.6
	1741	4.6		1734	4.9
09 SEX	0008	0.7	25 DOM	0015	0.5
	0611	4.6		0606	5.0
	1230	0.7		1239	0.3
	1826	4.8		1830	5.1
10 SAB	0053	0.6	26 SEG	0104	0.3
	0653	4.8		0654	5.3
	1306	0.5		1330	0.0
	1904	4.9		1919	5.3
11 DOM	0128	0.5	27 TER	0156	0.1
	0724	4.9		0741	5.4
	1349	0.4		1413	-0.1
	1941	4.9		2004	5.3
12 SEG	0200	0.5	28 QUA	0241	0.2
	0754	5.0		0823	5.4
	1417	0.4		1500	-0.2
	2009	4.9		2053	5.2
13 TER	0232	0.5	29 QUI	0319	0.3
	0817	4.9		0902	5.3
	1451	0.4		1547	0.0
	2041	4.8		2136	5.0
14 QUA	0258	0.6	30 SEX	0400	0.5
	0841	4.8		0947	5.1
	1519	0.5		1624	0.2
	2106	4.6		2215	4.7
15 QUI	0330	0.8			
	0904	4.7			
	1553	0.7			
	2139	4.4			
16 SEX	0358	1.0			
	0932	4.5			
	1623	0.9			
	2208	4.2			

DG6-58 — Original

a. Previsão diária das Marés

A seguir, são apresentados dois exemplos de emprego das Tábuas das Marés para a obtenção da previsão diária, conforme o extrato apresentado na Figura 10.12:

1. Qual a previsão de maré para Salinópolis, no dia 13 de março de 2021?

Solução:

13/MAR/2021 sábado Lua nova	BM	0156	0,3m
	PM	0753	5,0m
	BM	1408	0,4m
	PM	2000	5,0m

2. Qual a previsão de maré para Salinópolis, no dia 21 de março de 2021?

Solução:

21/MAR/2021 domingo Quarto crescente	PM	0004	3,7m
	BM	0619	1,7m
	PM	1215	3,9m
	BM	1858	1,6m

A análise dos dois exemplos acima permite:

a) 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.

b) verificar a diferença entre maré de sizígia e maré de quadratura. De fato, no dia 13 de março (Lua nova) 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 4,7 metros e no segundo é de 4,6 metros. Por outro lado, no dia 21 de março (quarto crescente) 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 2,0 metros e no segundo ciclo 2,3 metros.

b. Determinação da altura da maré em um dado instante

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 dado instante"), reproduzidas na Figura 10.13.

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.

PARTE 8

Instrumentos náuticos e ecobatímetro

O QUE O PROGRAMA PEDE

- Instrumentos náuticos: odômetro (de fundo e de superfície); prumo de mão; alidades
- Conceitos básicos de funcionamento e utilização do ecobatímetro

FONTE REPRODUZIDA NESTA PARTE

Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 11: Instrumentos náuticos (11.1 a 11.3, 11.5 e 11.6: medida de direções, de velocidade e distância percorrida, de profundidades e instrumentos de plotagem)

Altineu Pires Miguens · Diretoria de Hidrografia e Navegação, vol. I, 2ª revisão, 2023
https://www.marinha.mil.br/dhn/npublicacoes

Terminou esta parte? Resolva questões do assunto.
Telegram: t.me/capitao_amador_bot
Simulado no site: www.capitao-amador.com/mestre-amador/simulado

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, os navios mercantes, os navios de pesquisa e algumas embarcações de esporte e recreio de grande porte são dotados de instrumentos e equipamentos de navegação variados e sofisticados. Por outro lado, navios e embarcações de menor porte 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 para uso das cartas náuticas em papel;
- instrumentos para uso das cartas náuticas digitais;
- instrumentos para ampliação do poder de visão; e
- outros instrumentos.

11.2 INSTRUMENTOS PARA MEDIDA DE DIREÇÕES NO MAR

As direções no mar (rumos e marcações) são obtidas pelo uso das Agulhas Náuticas e seus acessórios, já apresentados detalhadamente no Capítulo 3. Entretanto, são pertinentes, ainda, alguns comentários sobre os referidos instrumentos.

11.2.1 Agulhas Náuticas

São as Agulhas Náuticas, quer magnéticas quer giroscópicas, que indicam os rumos a bordo. Com elas são tomadas as marcações e azimutes, através do uso de acessórios especiais.

a. Agulhas Magnéticas

Conforme visto, alguns navios possuem duas Agulhas Magnéticas: a agulha padrão, instalada no Tijupá, em um local o mais livre possível das influências eletromagnéticas de bordo e de visada desobstruída, e a agulha de governo, colocada no passadiço, por ante-a-vante 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 o rumo indicado na agulha de governo, pela qual passa-se a governar o navio.

Atualmente, suprimiu-se a agulha de governo, sendo instalado na agulha padrão, no Tijupá, um periscópio para leituras de rumo pelo timoneiro, no Passadiço, conforme a configuração apresentada na Figura 11.1, instalada no Navio Hidroceanográfico Cruzeiro do Sul.

No que se refere à graduação da rosa-dos-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.

Figura 11.1 – Agulha Magnética (Tijupá) e Periscópio (Passadiço) instalados no NHo Cruzeiro do Sul

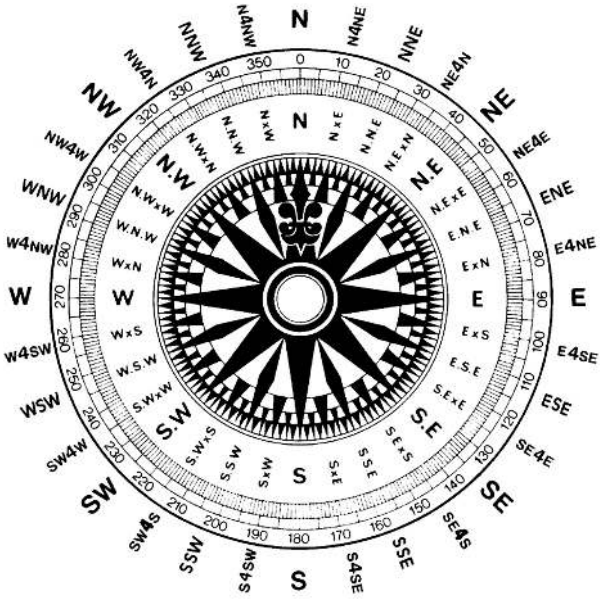




Depois das direções cardeais (N, E, S e W), vieram as direções intercardeais (ou laterais), NE, SE, SW e NW e, em seguida, subdivisões menores (colaterais), tais como NNE, ENE, ESE, SSE, SSW, WSW, WNW e NNW. Este sistema resulta na divisão de um círculo completo (360°) em 32 "pontos" (1 ponto = 11° 15'). 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 11.2.

Um outro modelo de Agulha Magnética é a agulha eletrônica (*Fluxgate Compass*), que baseia seu funcionamento na medida do campo magnético terrestre, como já apresentada no Capítulo 3 (subitem 3.2.8 – Bússolas de Fluxo Magnético).

Figura 11.2 – Rosa Graduada em Graus, Pontos e Quartas



A instalação da agulha eletrônica a bordo é simples e a apresentação do rumo pode ser analógica, como a apresentada na Figura 11.3 instalada no Navio Hidroceanográfico Amorim do Valle ou digital, como apresentada na Figura 11.4, podendo ser transmitida facilmente, sendo exibida remotamente e usada em radares ou por um piloto automático eletrônico para correção do rumo da agulha. Além disso, uma agulha eletrônica pode ser usada em latitudes mais elevadas que uma agulha magnética convencional.

Figura 11.3 – Agulha de Fluxo Magnético (mostrador analógico) instalada no NHo Amorim do Valle



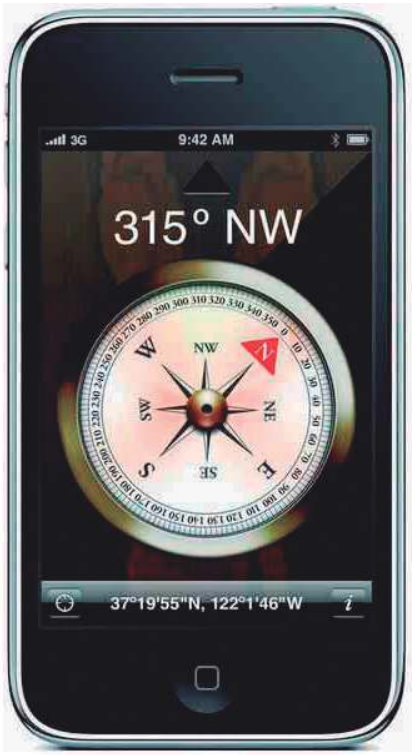
Figura 11.4 – Agulha de Fluxo Magnético (mostrador digital)



Atualmente, fruto de pragmáticas soluções tecnológicas, existem *smartphones* e *tablets* que possuem em seu interior um magnetômetro, que é um sensor capaz de mensurar a intensidade, direção e sentido dos campos magnéticos em sua proximidade, com princípio de funcionamento baseado no "efeito Hall". O sensor de efeito Hall produz uma tensão proporcional à força e polaridade do campo magnético ao longo do eixo em que cada sensor é direcionado. Essa tensão detectada é convertida em sinal digital representando a intensidade do campo magnético. O magnetômetro é inserido dentro de um pequeno *chip* eletrônico incorporado por outro sensor (na maioria das vezes um acelerômetro embutido) que auxilia, através de informações de inclinação, na correção das medições magnéticas.

Esses sensores são capazes de medir as componentes de um campo magnético em três eixos perpendiculares. Em cada direção, podem ser medidos campos de até 2 mT (para se ter ideia, o campo magnético terrestre varia em torno de 20 a 70 μT). Dessa maneira, ele age no dispositivo como uma bússola detectando o polo norte magnético do planeta, como mostra a Figura 11.5.

Figura 11.5 – Smartphone com aplicativo de bússola



No entanto, é importante salientar que a Marinha do Brasil não reconhece a utilização de tais aplicativos e seu uso não substitui a utilização das agulhas magnéticas convencionais.

b. Agulhas Giroscópicas e seus acessórios

Os fundamentos do funcionamento das Agulhas Giroscópicas, bem como as suas propriedades e características de emprego, foram apresentados no item 3.3 – AGULHA GIROSCÓPICA, do Capítulo 3 deste Volume do Manual.

Em complemento às características das Agulhas Giroscópicas, é importante registrar que, cada vez mais compactas, precisas e sofisticadas (utilizando giroscópios eletrônicos, mancais magnéticos, etc.), atualmente são instaladas no Passadiço e não mais em compartimento próprio, como era usual nos navios mais antigos. 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, mais de uma Agulha Giroscópica, para, assim, dispor de um equipamento reserva.

As agulhas que são constituídas de fibras ópticas, como o Giroscópio de Fibra Ótica (*Fiber Optic Gyroscope* – FOG) e o Giroscópio de Anel de Laser (*Ring Laser Gyroscope* – RLG), ambos apresentados no subitem 3.3.9, são equipamentos mais compactos e com menor custo de manutenção devido à ausência de partes móveis. Outras vantagens correspondem ao menor tempo necessário para a estabilização do sistema e a capacidade em mensurar variações de atitude do navio. Um exemplo deste tipo de equipamento é o sistema NAVIGAT 3000 *Gyro Compass* da fabricante Sperry Marine, visualizado na Figura 11.6.

Figura 11.6 – NAVIGAT 3000 Gyro Compass (fabricante: Sperry Marine)



Outra opção para se indicar o rumo de uma embarcação é através de um sistema constituído por duas antenas de um posicionador por satélites, montadas em uma barra fixa, conforme apresentado na Figura 11.7, instalado no Navio Hidrográfico Sirius. Essa informação é calculada a partir da diferença entre as medições de posição de cada antena. Quando se opta por este tipo de tecnologia, há de se considerar que o rumo da embarcação não é mais determinado por um sensor autônomo a bordo, tornando-o dependente da confiabilidade de sistemas externos.

Com relação aos acessórios das Agulhas Giroscópicas, há que recordar o piloto automático e o registrador de rumos.

Figura 11.7 – Antenas GPS montadas em estrutura fixa no Tijupá do NHi Sirius



Fonte: Navio Hidrográfico Sirius

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 ou magnética. Entretanto, o piloto automático é mais utilizado associado a uma Agulha Giroscópica e, nessa situação, ele é denominado como "giropiloto".

O governo do navio por meio do piloto automático é muito mais eficiente do que com o timoneiro. Em determinados equipamentos, ele pode indicar uma variação de rumo de 1/6 de grau e o giropiloto atua quando o navio sai apenas 1/3 de grau do rumo ajustado. 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 é um instrumento (se navegando em carta náutica em papel) que registra graficamente, por impressão em papel, os rumos navegados, em função do tempo, sendo sua operação acionada 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.

Os sistemas eletrônicos de navegação, como o *Electronic Chart Display Information System* (ECDIS), são capazes de fazer o registro da navegação concomitantemente com a sua ocorrência, valendo-se da informação do rumo pela agulha giroscópica, como também

de qualquer sistema eletrônico que esteja sendo utilizado para a sua navegação, como o posicionamento pelo Sistema Global de Navegação por Satélite (*Global Navigation Satellite System* – GNSS).

11.2.2 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, a alidade de pínulas, o círculo azimutal e a alidade telescópica. Restam ser mencionados os seguintes instrumentos:

a. Espelho azimutal

O espelho azimutal, como pode ser observado na Figura 11.8, é constituído por uma alidade com espelho e prisma de reflexão, utilizado para obtenção de azimutes e marcações, de maneira semelhante ao círculo azimutal.

A Figura 11.9 mostra o emprego de um espelho azimutal 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 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 11.9 – Uso do espelho azimutal

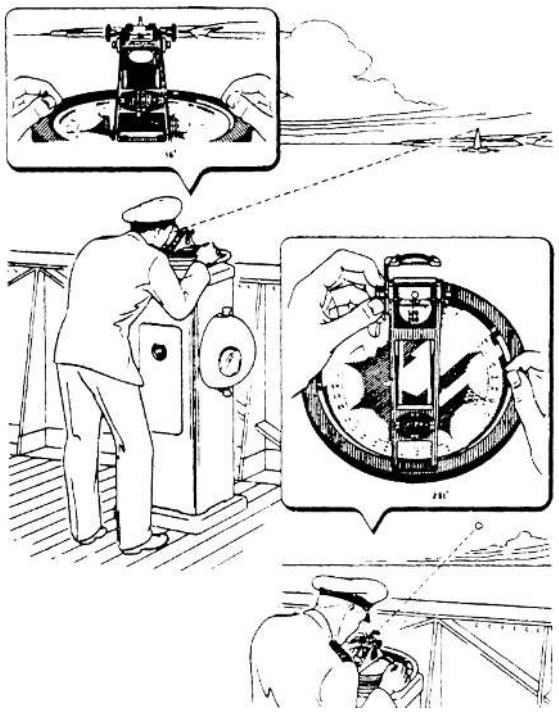


Figura 11.8 – Espelho Azimutal



b. Alidade autossíncrona

Conforme visto no Capítulo 3, a alidade telescópica é semelhante a um círculo azimutal; porém, em vez das fendas de visada, possui uma luneta telescópica montada sobre o círculo de metal, como apresentada na Figura 11.10. 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 a visada de um objeto, pois o campo de visão

da alidade telescópica é limitado. Para contornar esta desvantagem, existe a alidade autossíncrona (*self-synchronous alidade*), mostrada na Figura 11.11, que possui um motor síncrono adicional, comandado 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 autossíncrona, assim como a alidade telescópica, é usada em lugar do círculo azimutal ou do espelho azimutal, para determinar a marcação de objetos distantes.

Figura 11.10 – Alidade Telescópica, em uso no NPqHo Vital de Oliveira



Figura 11.11 – Alidade Autossíncrona



c. Agulha magnética digital de mão

Um instrumento que também é utilizado para leitura de marcações é a agulha magnética digital de mão, que possibilita a leitura de marcações magnéticas com precisão, utilizando sensores de fluxo magnético. O "DATASCOPE", mostrado na Figura 11.12, 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 diretamente marcações verdadeiras, facilitando a plotagem das LDP observadas. O equipamento funciona, ainda, como determinador de distâncias a objetos de altitude conhecida.

O "STARSCOPE", mostrado na Figura 11.13, 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.

Figura 11.12 – Bússola digital e Estadímetro eletrônico KVH DataScope, em uso no NApOc Ary Rongel



Figura 11.13 – Bússola digital StarScope com dispositivo de visão noturna



11.3 INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE VELOCIDADE E DE 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 do ETA (*Estimated Time of Arrival*) em portos ou pontos da derrota e do *rendez-vous* com outros navios ou forças no mar.

11.3.1 Odômetros e Velocímetros

Para determinação da distância percorrida e da velocidade do navio recorre-se, a bordo, aos odômetros ou aos velocímetros (*speedmeters*).

Os odômetros podem ser classificados em:

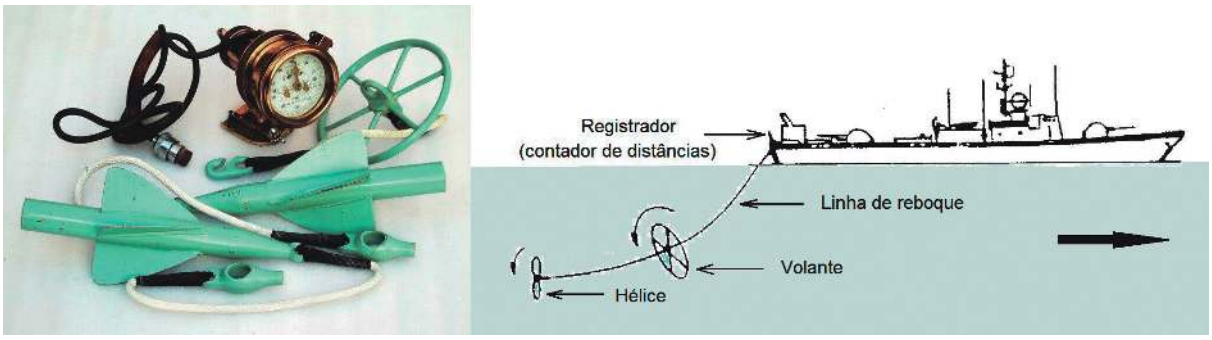
- odômetro de superfície;
- odômetro de fundo; e
- odômetro Doppler.

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 mecânico é formado por um hélice, um volante, uma linha de reboque e um registrador, montados como ilustrado na Figura 11.14.

Figura 11.14 – Odômetro de superfície mecânico



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.

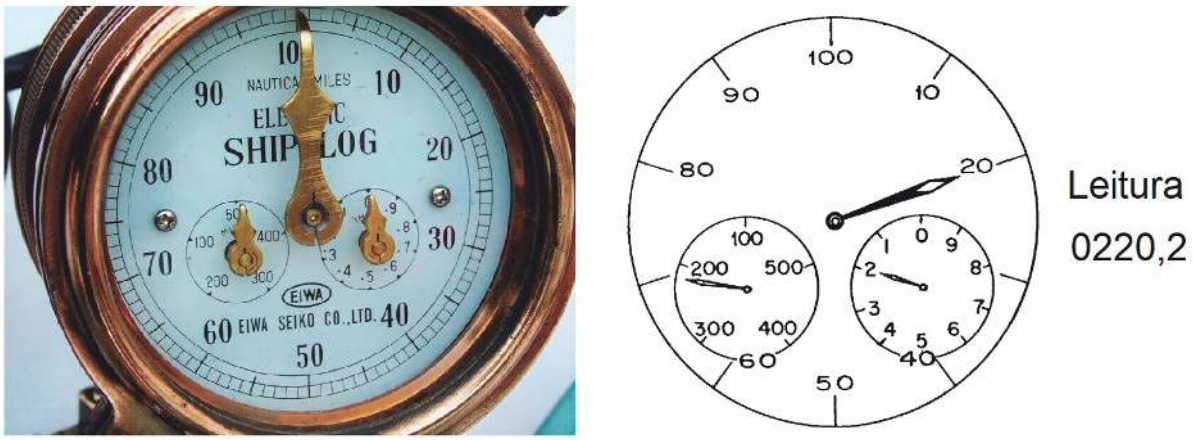
Durante o funcionamento do odômetro de superfície, quando o navio se desloca, o hélice adquire um movimento de rotação que, através da linha e do volante, é transmitido ao contador, em cujo mostrador pode-se ler, a cada instante, o total da distância navegada, desde que o instrumento foi lançado ao mar.

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:

Veloc. Máx. em Nós	Braças	Metros
10	40	73
15	50 - 55	91 - 101
18 e acima	65 - 70	119 - 128

O registrador compõe-se de uma caixa de engrenagens que movimenta os ponteiros dos mostradores, os quais indicam a distância navegada até 500 ou 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 apresentado na Figura 11.15.

Figura 11.15 – Leitura no Registrador do Odômetro de Superfície Mecânico



A leitura do mostrador deve obedecer à ordem citada anteriormente e a distância deve ser indicada por cinco algarismos, os décimos inclusive, como padronizado para o emprego dos instrumentos de navegação.

Vantagens do Odômetro de Superfície:

- simplicidade de instalação; e
- 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; e
- 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:

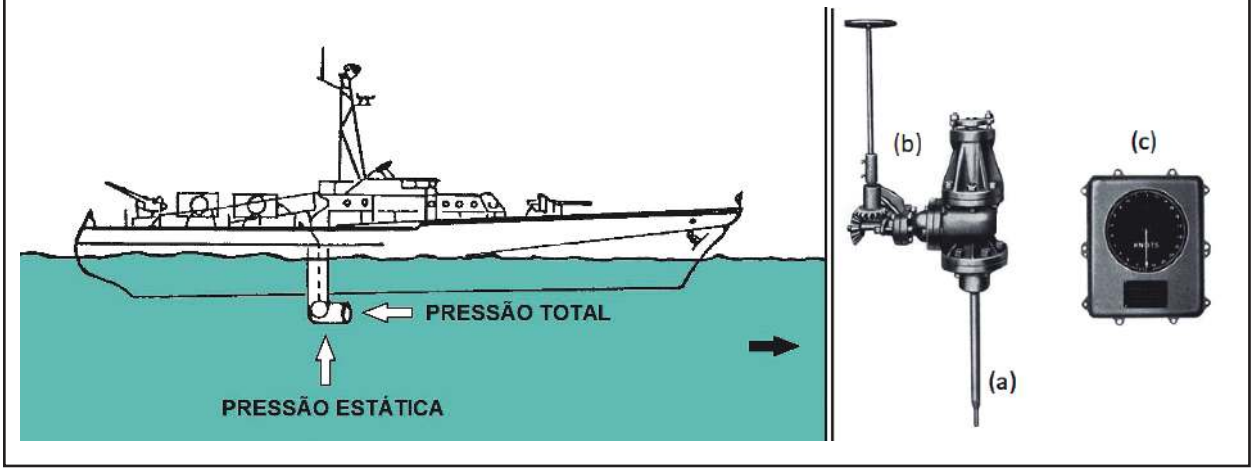
- mar muito agitado;
- má conservação;
- hélice rebocando lixo ou algas; e
- comprimentos de linhas inadequados.

Um acessório dos odômetros de superfície usado a bordo é o repetidor, podendo ser instalado no Camarim de Navegação, cujo propósito é permitir que a leitura do indicador (registrador) 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)

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 11.16. Assim, quanto maior for a velocidade do navio sobre a água, maior será a diferença entre estas duas pressões.

Figura 11.16 – Odômetro de Fundo (tipo de pressão)



O equipamento (Figura 11.16) 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.

Tanto a velocidade como a distância percorrida podem ser transmitidas para diversas repetidoras, em vários compartimentos do navio.

A haste com o tubo de Pitot é projetada através do casco cerca de 0,60m a 0,75m 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 navega em águas rasas.

As características gerais deste tipo de odômetro são as seguintes:

Vantagens do odômetro de fundo:

- não existem elementos exteriores móveis, contudo, é susceptível a entupimentos do tubo mergulhado; e
- obtêm-se indicações diretas de velocidade, no entanto, o registrador de distância depende do funcionamento satisfatório do mecanismo integrador.

Inconvenientes:

- dá indicações pouco corretas a baixa velocidade, exceto em modelos especiais; e
- uma vez calibrado, só é possível alterar a correção de qualquer erro aplicando novas "*cames*" nos mecanismos registradores.

Rigor de leitura (precisão):

- 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 se 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. 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.

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.

Figura 11.17 – Princípio de Funcionamento do Odômetro de Fundo, tipo Eletromagnético

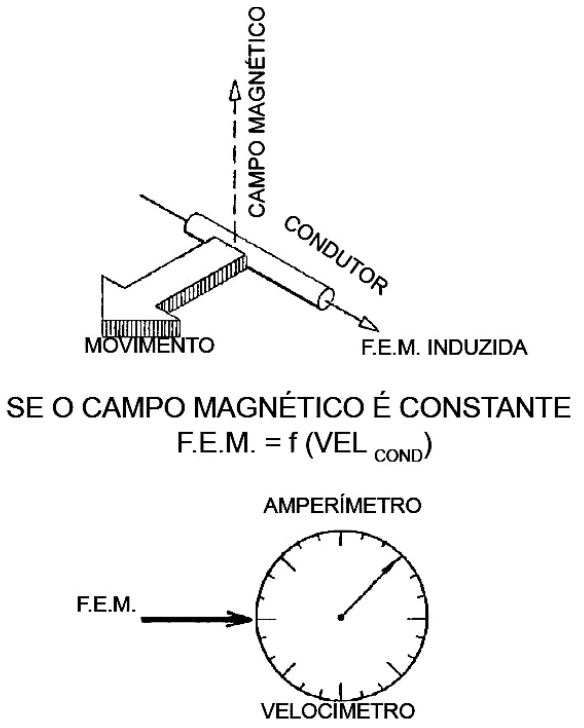
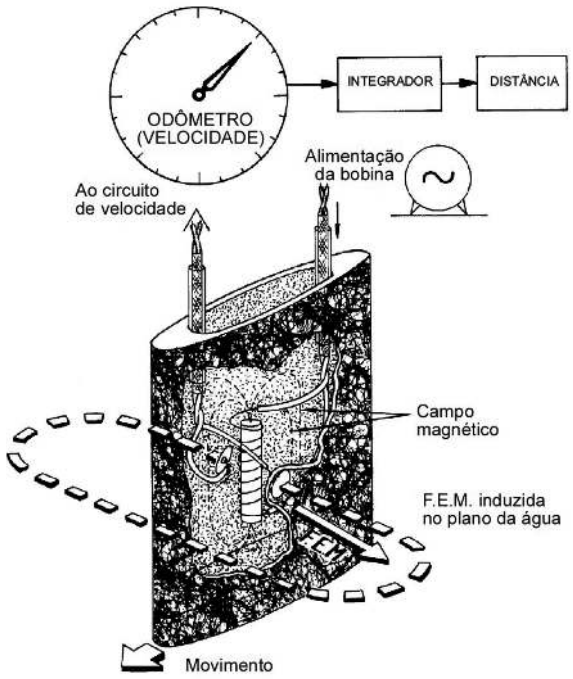


Figura 11.18 – Elemento Sensível do Odômetro de Fundo, tipo Eletromagnético



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 é obtida 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).

A Figura 11.19 apresenta um Indicador de Odômetro de Fundo, do tipo Eletromagnético.

Figura 11.19 – Indicador do Odômetro de Fundo, tipo Eletromagnético.



d. 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 em relação 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.

Suponha-se 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: passa por um mesmo ponto do navio, na unidade de tempo, um número de ondas que será chamado de n. Se o navio se deslocar para vante, no sentido contrário ao movimento das ondulações, passará por esse mesmo ponto um número maior de ondas na unidade de tempo. Se, porém, o navio inverter o rumo e movimentar-se no mesmo sentido das ondulações, passará pelo ponto referido do navio um menor número de ondas na 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.

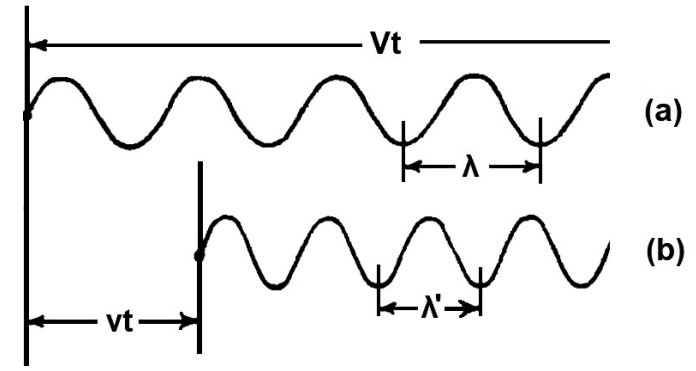
O efeito Doppler pode ser explicado em termos da teoria das ondas e pela teoria quântica (para efeito na luz).

Pela teoria das ondas, pode-se estabelecer a seguinte explicação:

- Supondo-se um observador e um corpo sonoro parados, observa-se que 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



- Em um 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 n (uma compressão mais uma rarefação constituem uma onda) na distância Vt é **$n = Vt / \lambda$**, 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:

$$\lambda' = \frac{(V - v)t}{n} = \frac{(V - v)t}{Vt / \lambda} = \lambda \frac{(V - v)}{V}$$

- 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 **$V = \lambda' f'$**, tem-se:

$$f' = \frac{V}{\lambda'} = \frac{V}{\lambda (V - v) / V} = \frac{V^2}{\lambda (V - v)}$$

ou

$$f' = \frac{\lambda^2 \cdot f^2}{\lambda (V - v)} = \frac{\lambda \cdot f^2}{V - v} = \frac{f \cdot V}{V - v}$$

onde:

f' = frequência do som como ouvida pelo observador;

f = frequência do som na fonte sonora;

V = velocidade do som no meio; e

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, sonares Doppler e odômetros.

O odômetro Doppler possui, no casco do navio, um transdutor de emissão e um de recepção. Um sinal de frequência ultrassonora 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 a fórmula anteriormente apresentada). 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. O odômetro Doppler também tem a vantagem de poder indicar velocidades muito pequenas. A Figura 11.21 apresenta o Indicador de um odômetro Doppler, modelo DS-80, da Furuno, utilizado em vários navios da MB.

Figura 11.21 – Odômetro Doppler – FURUNO DS-80 – Transdutor e Indicador de Velocidade



Os odômetros Doppler usam dois tipos de transmissão: em pulsos ou em sinal contínuo. O que emite pulsos de ultrassom 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 milha.

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 devidos 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, tanto 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.

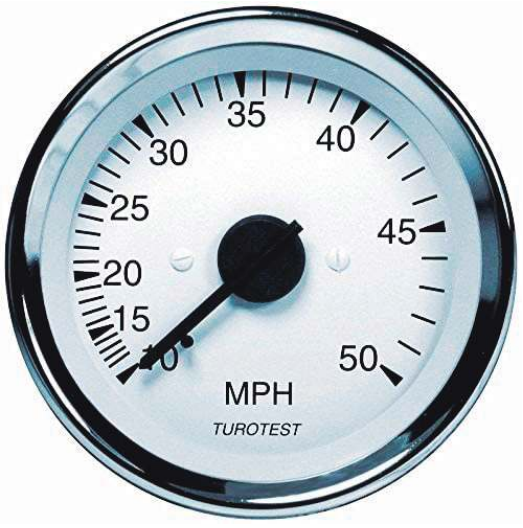
e. Velocímetros

Os 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 eletricamente ou eletronicamente.

Nos velocímetros hidráulicos, 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, sendo proporcional à velocidade, é transformada em nós em um indicador visual. Essas informações – milhas navegadas e velocidade – são transmitidas a diversas repetidoras, por meio de motores síncronos.

Figura 11.22 – Velocímetro (indicador)



Os velocímetros (Figura 11.22), 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.

Conforme acima citado, alguns velocímetros são equipados com dispositivos que indicam a distância percorrida. Atualmente, a maioria dos velocímetros, em caso de avaria da haste ou do hélice, permite que se faça a sua substituição ou reparo sem que haja necessidade de colocar a embarcação em seco. Os velocímetros são muito usados em embarcações menores, principalmente nas de esporte e recreio.

f. Tabela RPM x Velocidade

Muitas vezes não se dispõe de odômetro nem de velocímetro, porém têm-se indicadores de RPM do motor. Pode-se conhecer a velocidade desenvolvida, desde que, previamente, se tenha construído uma tabela de correspondência entre as RPMs 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; e vento.

Ademais, convém ter presente que a velocidade não é uma função linear das RPMS, sendo a sua curva representativa bastante afastada da linha reta. A Figura 11.23 apresenta um exemplo de uma Tabela de Rotações, comumente usada a bordo dos navios.

Figura 11.23 – Tabela de Rotações

NT BREKELÉ – Em 26/10/1993				
RPM	VEL – COND. 1	VEL – COND. 2	VEL – COND. 3	OBSERVAÇÕES
50	4,8	4,7	4,6	
60	5,4	5,3	5,2	
70	6,1	5,9	5,8	
80	6,9	6,7	6,5	
90	7,8	7,5	7,1	
100	8,8	8,4	8,0	
110	9,9	9,4	8,8	
120	11,1	10,5	9,8	
130	12,4	11,7	11,0	
140	13,8	13,0	12,2	Vel de Cruzeiro
150	15,3	14,4	13,5	
160	16,8	15,8	14,9	
170	18,3	17,2	16,0	Vel. Máx Mantida
CONDIÇÕES:	Foram adotadas as seguintes CONDIÇÕES – PADRÃO COND. 1 – casco limpo, navio leve, mar chão, vento fraco. COND. 2 – casco sujo, navio a meia carga, mar chão, vento fraco. COND. 3 – casco muito sujo, navio carregado, mar chão, vento fraco.			

11.3.2 Efeito da Corrente sobre as Indicações do Odômetro e Corrida da Milha

a. Efeito da corrente sobre as indicações do odômetro

As distâncias e velocidades indicadas pelos odômetros (com exceção do Doppler) são obtidas em relação à massa líquida na qual esse equipamento 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 visto quando apresentada a navegação estimada.

A sequência adiante exposta ilustra 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 à 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; e

- 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 de 100 milhas, em rumo contrário ao da corrente, cuja velocidade é de 2 nós, seu odômetro indicará valor maior que 100 milhas, 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 no fundo será, na realidade, de 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; e

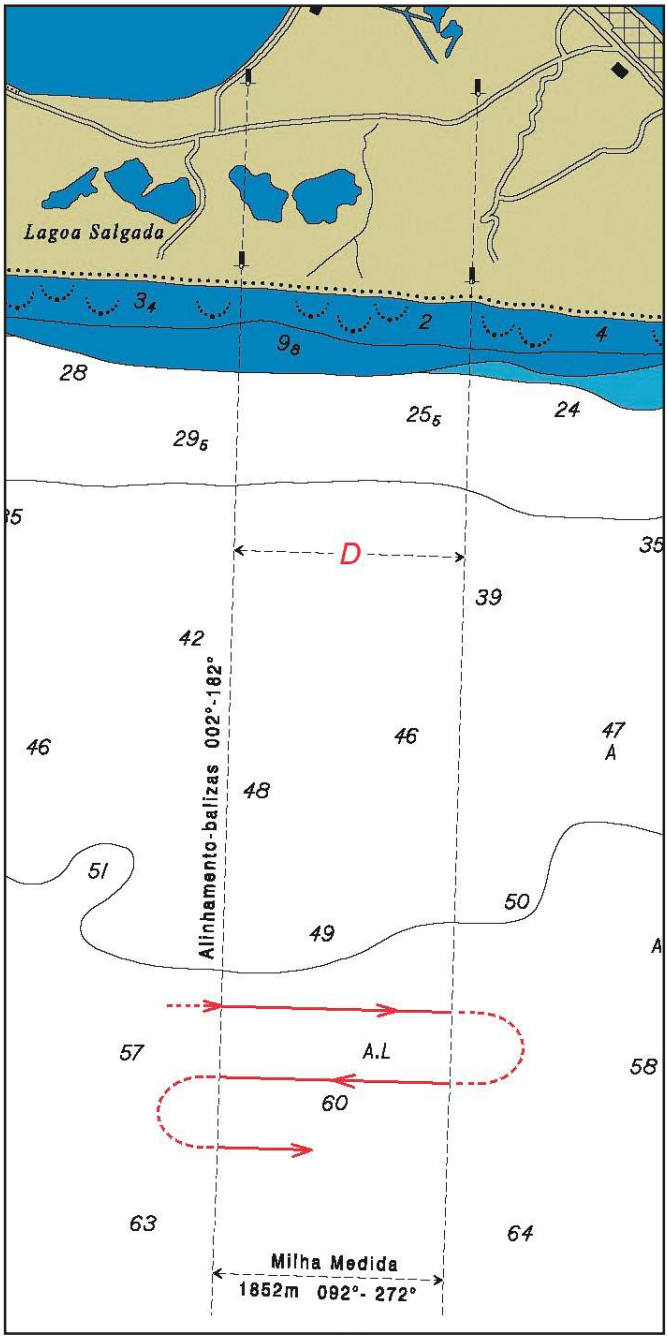
- caso a corrente seja favorável, no mesmo rumo do navio, quando ele percorrer as 100 milhas no fundo, o seu odômetro indicará menos, também um tanto igual a 2 vezes o número de horas da travessia. Caso o navio vá realizar uma singradura entre dois pontos cuja distância verdadeira é de 100 milhas, mantendo 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 tanto, 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.

Figura 11.24 – Corrida da Milha (Carta 1508)



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 11.24 ilustra.

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 medições efetuadas diretamente. Chama-se **"calibragem do odômetro"** a 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; e
- 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:

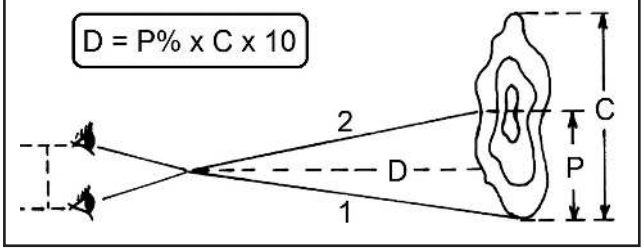
Um navio, ao correr a milha medida nas proximidades de Cabo Frio (Carta 1508) anotou os elementos abaixo. Determinar o erro percentual do odômetro.

CORRIDA	RUMO	1ºALINHAMENTO		2ºALINHAMENTO		RESULTADOS	
		CRONÓGR.	ODÔMETRO	CRONÓGR.	ODÔMETRO	TEMPO	DISTÂNCIA ODÔMETRO
1ª	090°	00m 00s	0075,5'	06m 30s	0076,7'	390s	1,2'
2ª	270°	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: $ei\ (\%) = \frac{\text{vel od - vel fd}}{\text{vel od}} \times 100$
2ª	vel fd (2) =10,59 nós	vel od(2) = 9,53 nós	SINAL: vel od > vel fd : ei (+) vel od < vel fd : ei (-)
MÉDIAS	vel fd =9,91 nós	vel od = 10,30 nós	Ei = + 3,8 %

Figura 11.43 – Método do Dedo



A distância à ilha seria:

D = P% x C x 10 = 0,5 x 2 x 10 = 10 milhas.

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

A profundidade é uma informação de fundamental importância para a segurança do navio na navegação costeira e, especialmente, quando trafegando em águas restritas.

A carta náutica registra as profundidades na área representada e mostra diversas isóbatas, linhas que interligam pontos de mesma profundidade e permitem visualizar a topografia submarina. Tanto as profundidades como as isóbatas 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 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:

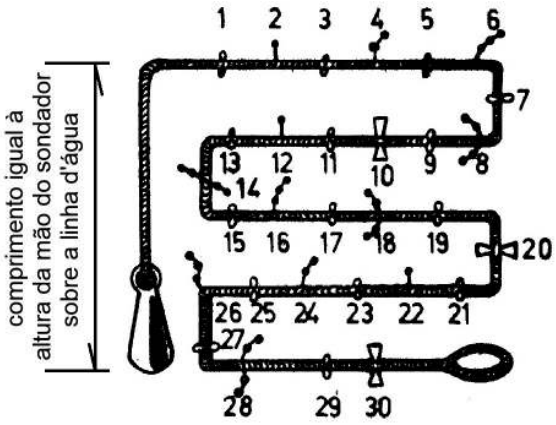
- prumo de mão; e
- ecobatímetro ou ecossonda.

11.5.1 Prumo de Mão

O prumo de mão, conforme o esquema contido na Figura 11.44, 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 tença.

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.

Figura 11.44 – Prumo de Mão



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 metros 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 aproximadamente a pique e se sentir que a chumbada tocou o fundo (há, neste instante, uma folga na linha).

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 o prumo à borda. A inclinação da linha denuncia se o navio está garrando.

11.5.2 Ecobatímetros

a. Princípio fundamental

Um feixe de ondas sonoras ou ultrassonoras é transmitido verticalmente por um emissor instalado no casco do navio; esse feixe atravessa a coluna d'água até o fundo e aí se reflete, retornando a superfície emissora, 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 (≅ 1.500 metros por segundo).

Os ecobatímetros, ou ecossondas, apresentam vantagens sobre os prumos de mão ou mecânicos, por permitirem sondagens contínuas com maiores velocidades empregadas pelo navio, em profundidades não alcançadas por ele e com menor dependência das condições de meteoceanográficas.

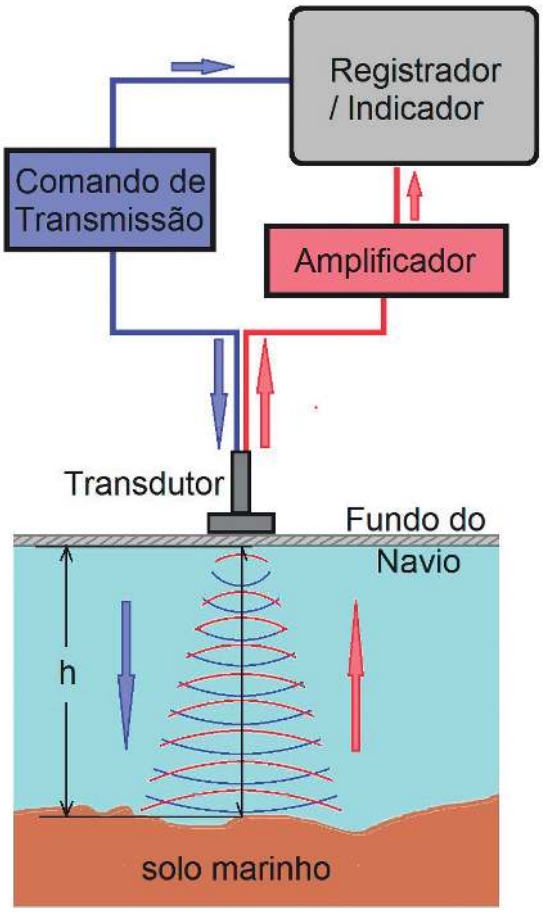
b. Descrição do equipamento

Os Ecobatímetros podem ser sonoros (frequência menor que 20 kHz) ou ultrassônicos (frequência maior que 20 kHz).

O equipamento é constituído, basicamente, pelos seguintes componentes, conforme o esquema contido na Figura 11.45:

- Comando de Transmissão;
- Transmissor / Excitador (não representado);
- Transdutor;
- Receptor;
- Amplificador; e
- Registrador e/ou Indicador.

Figura 11.45 – Ecobatímetro



O comando de transmissão envia, a intervalos de tempo constantes, um pulso ao transmissor / excitador que, recebendo esse sinal, envia ao transdutor um pulso de energia elétrica de potência muito maior que a recebida. O transdutor de emissão é um dispositivo que transforma energia elétrica em sonora. O eco refletido pelo fundo do mar pressiona (impacta) o transdutor de recepção, que transforma a energia sonora em energia elétrica, que é, por sua vez, amplificada e 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, ou seja, **h = v . t/2** , onde:

h = profundidade medida pelo ecobatímetro;

v = velocidade de propagação do som na água; e

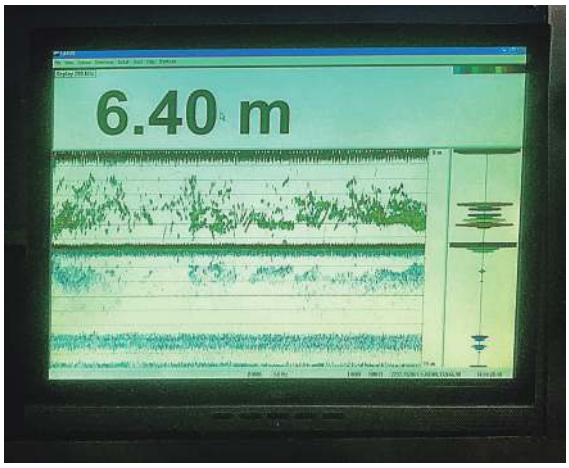
t = intervalo de tempo entre a transmissão do pulso acústico e a recepção do eco refletido no fundo.

A indicação de profundidade pode ser digital e/ou através de registro em uma escala gráfica. As Figuras 11.46 e 11.47 ilustram ecobatímetros com indicadores de profundidade, conforme acima citados. 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 (*displays*) de alta resolução.

Figura 11.46 – Indicador Digital do Ecobatímetro Furuno FE-700, instalado no NHoF Alte Graça Aranha



Figura 11.47 – Indicador Digital e Registro Gráfico de Profundidades do Ecobatímetro EA400, instalado no NOc Antares



Os transdutores são instalados no fundo do casco do navio, próximo da quilha, e emitem um feixe sonoro (ou ultrassônico) 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 magnetostrição ou da piezeletricidade.

Os fundos duros são melhores refletores que os fundos macios, produzindo, assim, um eco mais forte. Quando no limite do alcance de um ecobatímetro, pode-se ter dificuldades de leitura se o fundo for de lama macia, devido à pouca intensidade do eco produzido.

Atualmente, os ecobatímetros possuem diversos recursos, entre os quais se 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. Por seu turno, ambos os alarmes (de baixa e alta profundidade), desde que convenientemente ajustados, podem dar ao Oficial de Quarto no Passadiço uma boa indicação de que o navio possa estar garrando, quando fundeado.

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, pois:

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, como se sabe, 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 cartas da DHN, é definido como a média das baixa-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).

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.

Os ecobatímetros modernos, destinados a empregos mais precisos, como levantamentos hidrográficos ou pesquisas geofísicas, são classificados em dois tipos: monofeixe e multifeixe.

Os ecobatímetros monofeixe transmitem pulsos de energia acústica projetada para a água sob a forma de um feixe orientado verticalmente, em intervalos de tempo infinitesimal, de maneira a coletar continuamente dados batimétricos ao longo da trajetória percorrida pelo navio. Como toda profundidade deve estar referenciada em uma posição, o posicionador (assim como nos ecobatímetros multifeixe) é utilizado para identificar as coordenadas da profundidade encontrada. A precisão da posição vai depender do modelo escolhido de acordo com a acurácia que o usuário deseja.

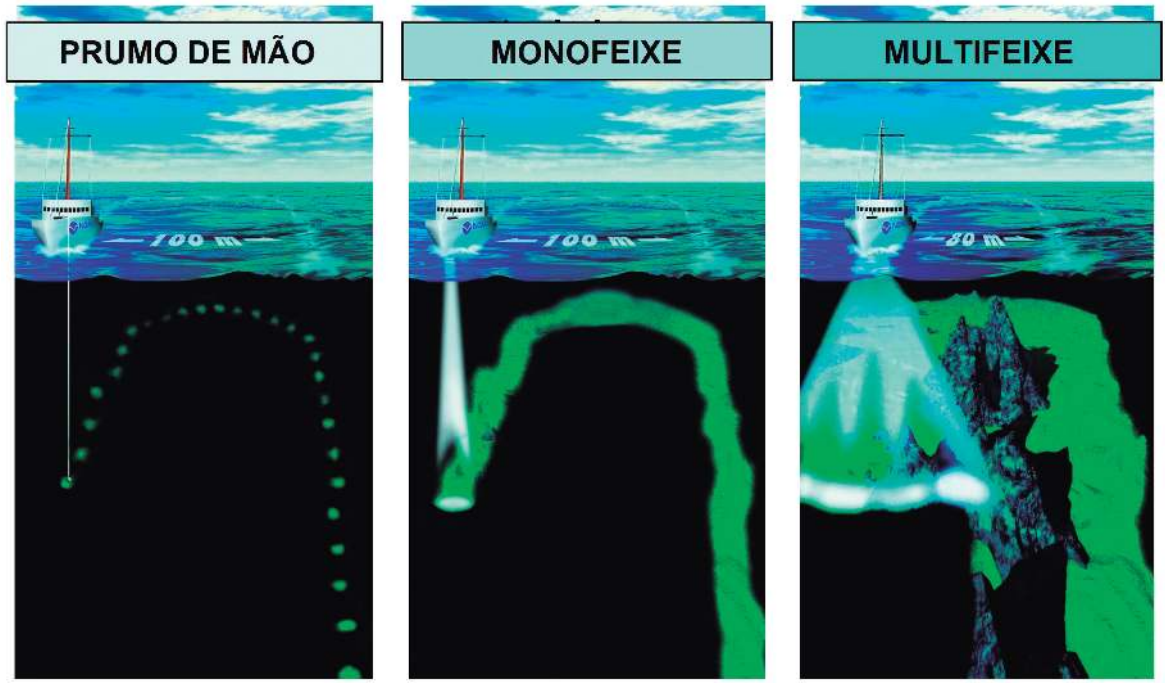
No modelo tradicional de sondagem, utilizavam-se os ecobatímetros monofeixe os quais obtinham dados apenas ao longo da linha de sondagem. O aperfeiçoamento deste equipamento deu origem aos ecobatímetros multifeixe, que obtém dados de profundidade ao longo e uma faixa transversal à embarcação, cobrindo uma área maior do leito marinho, permitindo, assim, a melhor delimitação dos perigos à navegação.

Os ecobatímetros multifeixe possuem muitos canais de transmissão de pulsos e recepção de ecos ajustados eletronicamente durante os movimentos de balanço e caturro, os quais permitem atingir uma faixa maior de direções. Dessa forma, uma área maior é abrangida e coberta em apenas uma passagem da embarcação, permitindo observar as nuances do relevo submarino.

O surgimento dos ecobatímetros modernos permitiu a maior produção de dados batimétricos em menor tempo, agilizando os levantamentos hidrográficos e dando celeridade às atualizações cartográficas.

A Figura 11.48 permite observar as diferenças obtidas no resultado da cobertura do fundo marinho, em um levantamento batimétrico, decorrentes de diferentes métodos de sondagem empregados.

Figura 11.48 – Comparação da cobertura do fundo obtida por diferentes métodos de sondagem



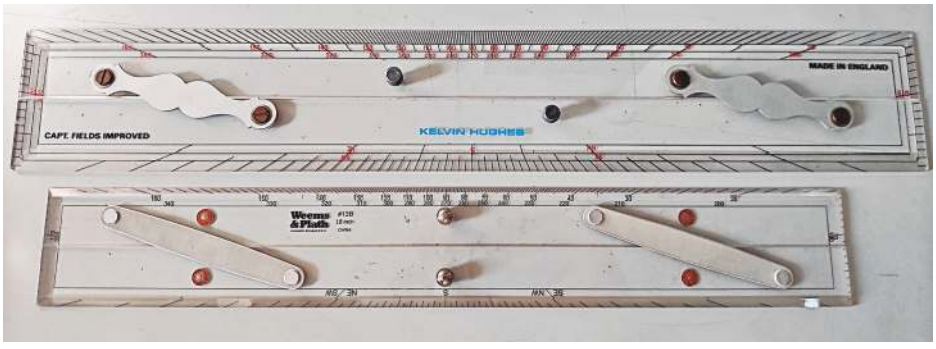
Fonte: Office of Coast Survey / National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

11.6 INSTRUMENTOS PARA USO DAS CARTAS NÁUTICAS EM PAPEL

11.6.1 Réguas Paralelas e Plotadores

A régua paralela, mostrada na 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 – Réguas Paralelas



Para determinar a direção de uma linha traçada na carta, a régua paralela deve ser deslocada para uma das rosas-dos-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-dos-rumos, faz-se a leitura da direção verdadeira desejada, tendo-se cuidado para não tomar a direção recíproca.

Para traçar uma linha de rumo ou marcação em uma determinada direção, parte-se da rosa-dos-rumos e desloca-se a régua paralela para a posição desejada, com o cuidado de mantê-la sempre paralela à direção de referência.

Existem réguas paralelas (tipo *Captain Fields*) que possuem uma graduação que facilita o seu uso, pois dispensam o deslocamento da régua até a rosa-dos-rumos. Esse tipo de régua utiliza 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 plotter*) que possuem roletes que se deslocam paralelamente sobre a carta, mantendo seu alinhamento original, como apresentado na Figura 11.50. Os plotadores paralelos são de fácil manuseio e mais práticos para uso em embarcações menores, onde o emprego da régua paralela torna-se difícil, pela falta de espaço e pelo balanço/caturro da embarcação.

Figura 11.50 – Plotador Paralelo (Parallel Plotter)



O plotador paralelo possui uma graduação que, em conjunto com qualquer meridiano ou paralelo traçado na carta náutica, 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, o *Navigation Plotter* está mostrado na Figura 11.51. Embora originalmente destinado à navegação aérea, sua simplicidade e conveniência tornou-o muito usado no mar. Ele não possui partes móveis e as direções são lidas nos meridianos representados na carta náutica, conforme ilustrado na Figura 11.52.

Figura 11.51 – Navigation Plotter

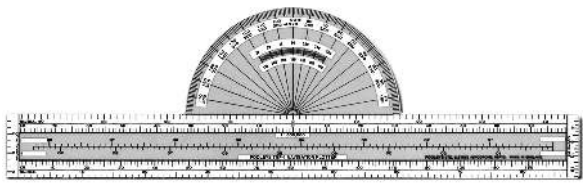
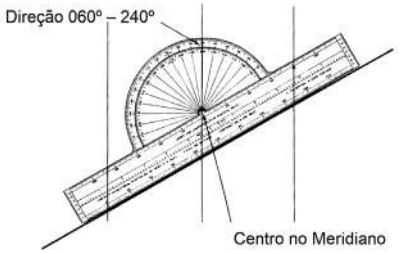


Figura 11.52 – Uso do Navigation Plotter



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 na Figura 11.53a, de ponta seca e feitos para serem utilizados com uma só mão, ou do tipo usado em desenho técnico, com ponta de grafite, como ilustrado na figura 11.53b.

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. Caso haja dúvidas se a abertura ajustada no compasso se modificou durante o manuseio, o navegante deve verificá-la e, se necessário, repetir a operação.

Figura 11.53 – Compassos Usados em Navegação



Figura 11.54 – Cintel

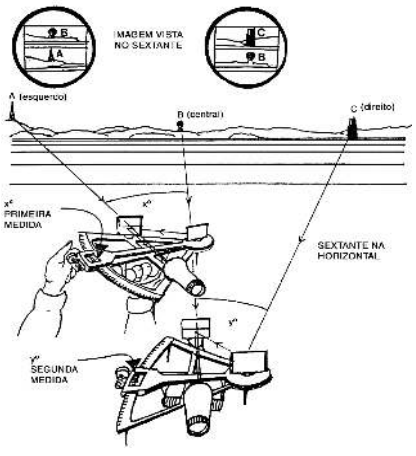


Especialmente quando se pratica navegação radar e se determina a posição por cruzamento de distâncias, é muito útil dispor a bordo de um cintel, como mostrado na Figura 11.54, que permite o traçado de arcos de distância maiores que a abertura máxima de um compasso comum. Se o navegante não dispuser do cintel, poderá ver-se na situação de ter apenas distâncias radar para determinar sua posição, mas não poder plotar as LDPs na carta de maior escala, por causa da limitada abertura de seus compassos.

11.6.3 Estaciógrafo

O estaciógrafo é um instrumento muito útil a bordo, especialmente para a plotagem da posição por segmentos capazes, já abordada no Capítulo 4. A Figura 11.55 apresenta o processo de obtenção de posição por segmentos capazes, com o emprego de sextantes.

Figura 11.55 – Uso do Sextante na Medição dos 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 náutica e orientado de modo que as bordas-índices dos três braços tangenciem as representações cartográficas dos três objetos observados. A posição do navio estará no centro do instrumento, podendo ser marcada a lápis, por meio de um pequeno orifício existente.

A Figura 11.56 apresenta o modelo de estaciógrafo utilizado no Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira.

Figura 11.56 – Estaciógrafo utilizado no NPqHo Vital de Oliveira



11.6.4 Transferidor Universal (TU)

O transferidor universal (TU) já foi devidamente explicado no Capítulo 5, quando se estudou a navegação estimada. Seu uso é bastante conveniente, tanto no Centro de Operações de Combate (COC) como no Passadiço ou no 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 desse ponto, a régua pode ser movida para qualquer posição da carta e a direção, na qual está alinhada, pode ser lida na rosa graduada existente no centro do instrumento.

A Figura 11.57 apresenta o modelo de transferidor universal utilizado no Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira.

Figura 11.57 – Transferidor Universal utilizado no NPqHo Vital de Oliveira



11.6.5 Instrumentos Adicionais para 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 nº 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 carta náutica. 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 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.

PARTE 9

Publicações náuticas

O QUE O PROGRAMA PEDE

- Conhecimento e uso das publicações de auxílio à navegação

FONTE REPRODUZIDA NESTA PARTE

Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 12: Publicações náuticas (12.1, 12.3 a 12.5, 12.7 e 12.11: Carta 12000, Roteiro, Lista de Faróis, Tábuas das Marés e Avisos aos Navegantes)

Altineu Pires Miguens · Diretoria de Hidrografia e Navegação, vol. I, 2ª revisão, 2023
https://www.marinha.mil.br/dhn/npublicacoes

Terminou esta parte? Resolva questões do assunto.

Telegram: t.me/capitao_amador_bot
Simulado no site: www.capitao-amador.com/mestre-amador/simulado

12 PUBLICAÇÕES NÁUTICAS

12.1 IMPORTÂNCIA E DOTAÇÃO DAS PUBLICAÇÕES NÁUTICAS

Além das Cartas Náuticas, já apresentadas 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.

A consulta às Publicações Náuticas é indispensável, tanto na fase de planejamento da derrota (estudo da viagem), como na fase de sua execução. Ademais, como já ressaltado no caso das Cartas Náuticas, as Publicações Náuticas também devem ser sempre mantidas atualizadas de acordo com as alterações divulgadas nos "Avisos aos Navegantes".

a) Dotação para os Navios da Marinha do Brasil

Na Marinha do Brasil, cabe à Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) a responsabilidade pelo estabelecimento da dotação de documentos náuticos que os Navios da MB devem obrigatoriamente dispor a bordo. Essa dotação é estabelecida por meio da NAVEMARINST Nº 10-04C, atualizada e promulgada em 15 de junho de 2020.

Essa Instrução Normativa da DHN estabelece que os Navios devem dotar os seguintes documentos náuticos:

I) **Cartas e Publicações em papel**:

- Roteiros (DH1-I, II, III e VI);
- Tábuas das Marés (DG6);
- Cartas Náuticas (andaina mínima);
- Croquis (quando da realização de navegação fluvial nas áreas abrangidas por eles);
- Livro dos Cronômetros e Comparadores (DN13);
- Livro das Agulhas Magnéticas (DN12);
- Tábuas para Navegação Astronômica (DN4);
- Almanaque Náutico (DN5); e
- Lista de Sinais – Hidrovia Paraná-Paraguai (para os Navios sediados na região).

II) **Publicações náuticas digitais**:

- Lista de Faróis (DH2);
- Lista de Auxílios-Rádio (DH8);
- Catálogo de Cartas e Publicações (DH7);
- Relação de Cartas, Publicações e Impressos de Uso na Marinha do Brasil; e
- Lista de Sinais Cegos (DH18).

III) **Quadros**:

- Regras de Governo e Navegação (DHN-0614);
- Balizamento Cego e Luminoso (DHN-4504);
- Sinais Sonoros e Luminosos (DHN-0616);
- Luzes e Marcas (DHN-0615);
- Classificação de Nuvens (DHN-5906); e
- Escala Beaufort – Estado do Mar (DHN-5909).

A andaina mínima de cartas náuticas em papel será composta por todas as cartas náuticas referentes à área geográfica em que o Navio opera, de acordo com o Catálogo de Cartas e Publicações. Quanto aos quadros, todos os navios deverão mantê-los afixados no Passadiço e em local de fácil visualização.

Caso o Navio disponha de um Sistema Eletrônico de Apresentação de Cartas e Informações (ECDIS) ou um Sistema de Cartas Eletrônicas (ECS), deve ser considerado que ele deva dispor, também, de uma andaina mínima de cartas náuticas eletrônicas (ENC) que abranjam as mesmas áreas das cartas náuticas em papel (que são as únicas reconhecidas, oficialmente, para emprego nos Navios da MB).

Compete à Base de Hidrografia da Marinha em Niterói (BHMN), organização subordinada à DHN, fornecer a dotação inicial de Cartas, Publicações Náuticas e Quadros a todos os Navios da MB, bem como a todas as demais Organizações Militares que também devam dotá-las, a exemplo dos Comados de Força, Grupamentos de Navios, Escolas e Centros de Ensino.

b) Dotação para os Navios Mercantes e Embarcações em geral que navegam em Águas Jurisdicionais Brasileiras

Quanto à navegação marítima em geral, realizada em Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB)[1], cabe à DHN, como representante da Autoridade Marítima nacional, entre outras

atribuições delegadas pelo Comandante da Marinha, a emissão das Normas da Autoridade Marítima (NORMAM) afetas à segurança da navegação aquaviária.

Dentre elas, referente ao assunto abordado no presente Capítulo, destacam-se as Normas da Autoridade Marítima para Navegação e Cartas Náuticas – NORMAM 28/DHN, que tem por propósito estabelecer normas, orientações e procedimentos, e divulgar informações sobre a atividade de navegação, para aplicação no mar territorial e nas vias navegáveis interiores brasileiras, contribuindo, consequentemente, para a segurança da navegação, bem como a salvaguarda da vida humana no mar e a prevenção de poluição ambiental por parte de embarcações de quaisquer nacionalidades.

O Capítulo 2 da NORMAM-28/DHN dispõe sobre a dotação de equipamentos, sistemas e publicações de navegação. Com relação às publicações náuticas, apresentadas na Seção II do referido Capítulo, elas se limitam àquelas necessárias à segurança da navegação. Como exemplo, por ser a mais abrangente, citam-se as publicações que as **Embarcações SOLAS**[2] devem possuir a bordo, em local acessível e apropriado, marcadas com o nome da embarcação, relacionadas no item 0210 das referidas Normas:

- Roteiros para os locais de navegação pretendida, publicados pela DHN (última edição);
- Lista de Faróis (última edição) e Lista de Sinais Cegos (última edição);
- Lista de Auxílios-Rádio (última edição);
- Tábua das Marés (última edição);
- Quadros de Nuvens e Estado do Mar / Vento;
- Normas e Procedimentos das Capitanias dos Portos/Fluviais (NPCP/NPCF) onde a embarcação for operar;
- Cartas Náuticas oficiais atualizadas, de acordo com a andaina prevista para as áreas de operação da embarcação;
- Coletânea atualizada de Folhetos de Avisos aos Navegantes relativa ao ano em curso, bem como de Avisos-Rádio;
- Livro de Registro de Cronômetros;
- Livro de Azimutes;
- Almanaque Náutico (última edição);
- Tábua para Navegação (Norie HO-214, ou similar), ou máquina calculadora homologada para emprego em navegação astronômica, ou computador dotado de programa de navegação astronômica homologado;
- Diário de Navegação;

---

[1] O conceito de "Águas Jurisdicionais Brasileiras" perante a Marinha do Brasil, conforme estabelecido na Instrução Normativa Nº 1/MB/MD, de 7 de junho de 2011, "compreendem as águas interiores e os espaços marítimos, nos quais o Brasil exerce jurisdição, em algum grau, sobre atividades, pessoas, instalações, embarcações e recursos naturais vivos e não-vivos, encontrados na massa líquida, no leito ou no subsolo marinho, para os fins de controle e fiscalização, dentro dos limites da legislação internacional e nacional. Esses espaços marítimos compreendem a faixa de 200 milhas marítimas contadas a partir das linhas de base, acrescida das águas sobrejacentes à extensão da Plataforma Continental além das 200 milhas marítimas, onde ela ocorrer".

[2] **Embarcações SOLAS**, conforme definição contida na NORMAM-01/DPC, são embarcações mercantes empregadas em viagens internacionais ou empregadas no tráfego marítimo mercantil entre portos brasileiros, ilhas oceânicas, terminais e plataformas marítimas, com exceção de: embarcações de carga com arqueação bruta inferior a 500; embarcações de passageiros com arqueação bruta inferior a 500 e que não efetuem viagens internacionais; embarcações sem meios de propulsão mecânica; embarcações de madeira, de construção primitiva; embarcações de pesca; e embarcações com Comprimento de Regra (L) menor que 24 metros.

12.3 CARTA 12.000 (INT 1)

A **Carta 12.000 – Símbolos, Abreviaturas e Termos Usados nas Cartas Náuticas Brasileiras** é uma publicação cuja utilização é essencial para interpretar corretamente todas as informações contidas nas cartas náuticas editadas pela DHN. Ela é baseada nas "Especificações de Cartas da OHI", contendo a coletânea completa de símbolos e abreviaturas que são utilizados nas cartas náuticas nacionais e internacionais, produzidas pelo CHM e editadas pela DHN.

A Carta 12.000 é uma publicação bilíngue, editada em português e em inglês, dividida em quatro seções específicas, cujos grupos de símbolos são nomeados de A até U, como a seguir mencionados:

	GENERALIDADES
A	Número da Carta, Título e Informações Marginais
B	Posições, Distâncias, Marcações e Rosa-dos-Ventos
	TOPOGRAFIA
C	Feições Naturais
D	Edificações
E	Pontos de Referência
F	Portos
G	(não utilizado)
	HIDROGRAFIA
H	Marés e Correntes
I	Profundidades
J	Natureza do Fundo do Mar
K	Rochas, Cascos Soçobrados e Obstruções
L	Instalações ao Largo da Costa
M	Derrotas e Rotas
N	Áreas e Limites
O	(não utilizado)
	AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO
P	Luzes
Q	Boias e Balizas
R	Sinais de Cerração
S	Sistemas de Navegação por Radar, Radio e Satélite
T	Serviços
U	Facilidades para Pequenas Embarcações

A Carta 12.000 é um documento de consulta. Sempre que necessário, deve-se recorrer a ela para conhecer o significado de um símbolo ou abreviatura representados em uma carta náutica oficial, brasileira ou estrangeira.

12.4 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, o Arquipélago de São Pedro e São Paulo e as Ilhas da Trindade e Martin Vaz; e

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 em outras Publicações Náuticas.

O Roteiro, na Introdução e no Capítulo I – Informações Gerais, fornece aos navegantes informações importantes para a segurança da navegação e recomendações práticas de grande interesse sobre as 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, horário 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 dos três volumes abrangem trechos significativos da costa, descritos do Norte para o Sul. São subdivididos em seções, correspondentes, tanto quanto possível, a trechos entre dois portos ou a baías onde estejam localizados portos importantes. Essas seções contêm informações como:

- conformação e descrição da costa;
- pontos característicos do trecho (cabos, pontas, portos e terminais, canais, baías e enseadas, pontos notáveis à navegação, etc.);
- perigos ao 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.

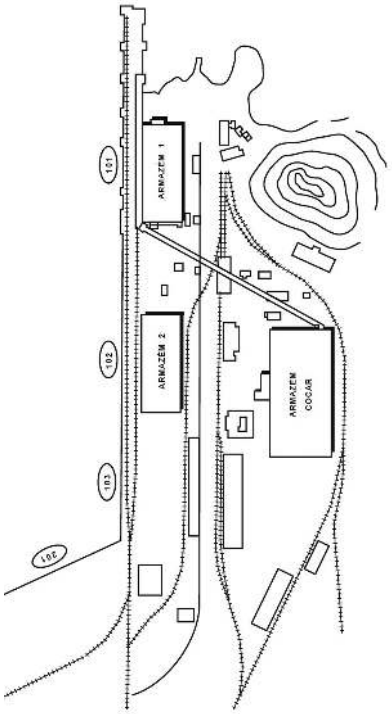
O Roteiro apresenta, no final de cada volume, um Índice Alfabético de nomes geográficos citados no texto, que pode ser considerado como primeira aproximação para a organização de um índice geográfico completo da costa do Brasil.

Além disso, o Roteiro inclui, como Apêndices, vistas da costa, fotografias panorâmicas e plantas dos portos e terminais descritos (a exemplo do mostrado nas Figuras 12.2 e 12.3) e tabelas de distâncias do trecho abrangido.

Figura 12.2 – Roteiro Costa Sul: Vista do Porto de São Francisco do Sul



Figura 12.3 – 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, ele é mantido atualizado pela distribuição de Folhas de Correções anexas aos Folhetos de Avisos aos Navegantes.

Os Roteiros das hidrovias interiores do Brasil, exceto as constantes no Roteiro Costa Norte citado acima, constituem publicações à parte, cada um dividido de acordo com as características da hidrovia. Nesse contexto, a DHN publica o Roteiro da Hidrovia Paraguai-Paraná (Porto de Cáceres – Porto de Nova Palmira – De Assunção a Cáceres – Canal Tamengo), denominado como publicação DH1-VI, descrevendo a navegação na referida hidrovia, desde a confluência com o Rio Paraná até o porto de Cáceres, e o Roteiro da Hidrovia Tietê-Paraná, denominado como publicação DH1-VII, que descreve a navegação, a sinalização e particularidades do rio Tietê (da foz a Anhumas), do rio Paraná (de Jupiá à foz do Tietê), rio São José dos Dourados e Canal Pereira Barreto.

12.5 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.

Relaciona, então, os faróis, aerofaróis, faroletes, barcas-faróis, boias luminosas e luzes particulares, com todas as características que possam, direta ou indiretamente, ser úteis ao navegante. Não inclui boias cegas e balizas, que são registradas na Lista de Sinais Cegos (publicação DH18).

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, tais como a Tabela de Alcance Geográfico (em função da elevação da luz e da elevação do observador, 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 publicada a cada dois anos, como uma nova edição, incorporando todas as alterações nos sinais luminosos ocorridas nos anos anteriores.

A Lista de Faróis será abordada detalhadamente no Capítulo 13 – Auxílios Visuais à Navegação.

12.6 LISTA DE AUXÍLIOS-RÁDIO

A Lista de Auxílios-Rádio (publicação DH8) tem por finalidade reunir em uma única publicação as informações de maior relevância sobre os auxílios radioelétricos à navegação marítima existentes na costa do Brasil e sobre serviços-rádio (incluindo transmissões via satélite) úteis ao navegante que estiver no oceano 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 socorro e segurança, reproduzindo os artigos pertinentes do Manual do Serviço Móvel Marítimo, publicado pela União Internacional de Telecomunicações (UIT), assim como códigos e abreviaturas usados naquelas comunicações. São relacionadas, também, as estações costeiras que recebem chamadas de socorro 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-rádio, nunca a sua substituição.

- estrutura do sinal GPS;
- grandezas mensuráveis no sistema;
- efemérides (parâmetros orbitais que permitem calcular a posição no céu de um determinado satélite);
- fontes de erro;
- diluição da precisão;
- Tabelas Padrão de Erros;
- posicionamento: absoluto, relativo, RTK (*Real Time Kinematic*) e Diferencial GPS (DGPS);
- padrão de comunicações – Sistema RTCM SC-104;
- Rede de estações de referência DGPS;
- receptor de correções diferenciais;
- especificações técnicas de um receptor DGPS; e
- Estações de referência DGPS da Marinha do Brasil (coordenadas tridimensionais).

Informações mais detalhadas sobre o sistema GPS e a rede nacional de DGPS estão contidas no Capítulo 35 deste Manual (Navegação por Satélites).

12.7 TÁBUAS DAS MARÉS E CARTAS DE CORRENTES DE MARÉ

A publicação anual DG6, Tábuas das Marés, fornece a previsão de marés para os 54 principais portos, terminais, barras, ilhas oceânicas e fundeadouros brasileiros, relacionados do Norte para o Sul, e para o fundeadouro da Estação Antártica Comandante Ferraz, na Baia do Almirantado, na Antártida.

Os folhetos denominados Cartas de Correntes de Maré apresentam os elementos da corrente de maré para 11 diversos portos e áreas da costa brasileira e águas interiores.

Ambas as publicações já foram devidamente apresentadas no Capítulo 10 deste Manual (Marés e Correntes de Maré; Correntes Oceânicas).

12.8 ATLAS DE CARTAS PILOTO

As Cartas Piloto 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 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 020º W.

A relação de todas essas publicações e impressos de interesse exclusivo para a navegação encontra-se listada na Parte 3 do Catálogo de Cartas e Publicações.

12.11 AVISOS AOS NAVEGANTES

As Publicações de Auxílio à Navegação têm como propósito contribuir para a segurança da navegação, no entanto só podem, de fato, inspirar confiança e prestar um real auxílio ao navegante quando são mantidas permanentemente atualizadas. Os Avisos aos Navegantes (AVGANTES) são os meios utilizados para promover a tempestiva atualização das Cartas e Publicações Náuticas, enquanto os Avisos-Rádio Náuticos (AvRaN) têm o papel de divulgar as informações com caráter de urgência relativas à navegação.

Os Avisos-Rádio Náuticos já foram apresentados na alínea d, do item 12.6 – Lista de Auxílios-Rádio.

12.11.1 Avisos aos Navegantes (AVGANTES)

Avisos aos Navegantes são informações sobre alterações à navegação na costa, rios, lagos e lagoas navegáveis, divulgadas para alertar os navegantes, promover a tempestiva atualização das Cartas e Publicações Náuticas, e ainda divulgar outras informações, de caráter geral, sob a classificação de Avisos Permanentes Especiais (APE).

São divulgados por folhetos, disponibilizados no site do CHM, com diferentes periodicidades. Os referentes à Área Marítima e Hidrovias em Geral são publicados com intervalo de 15 dias, os da Hidrovia Paraguai-Paraná são mensais e os da Hidrovia Tietê-Paraná são trimestrais.

Os Avisos referentes às atualizações de cartas náuticas usam as mesmas letras atribuídas às áreas usadas na numeração dos Avisos-Rádio Náuticos, e são classificados da seguinte forma:

- **Avisos Temporários** – informações de correções de caráter transitório. As correções decorrentes destes avisos devem ser feitas a lápis. São numerados da seguinte forma: letra(s) indicativa(s) das regiões de ocorrência, numeração sequencial a partir de 1, a letra (T) e ano de entrada em vigor do Aviso;

- **Avisos Preliminares** – antecipam informações de correções que, posteriormente, serão objeto de Avisos Permanentes. As correções decorrentes destes avisos devem ser feitas a lápis. São numerados da seguinte forma: letra(s) indicativa(s) das regiões de ocorrência, numeração sequencial a partir de 1, a letra (P) e ano de entrada em vigor do Aviso; e

- **Avisos Permanentes** – informações de correções definitivas. As correções decorrentes destes avisos devem ser feitas a caneta ou por inserção de "bacalhaus", conforme o caso. Após a realização da correção, o campo "Pequenas Correções" (canto inferior esquerdo da carta) deve ser preenchido com o ano e o número do Aviso Permanente correspondente. São numerados da seguinte forma: numeração sequencial a partir de 1 e ano de entrada em vigor do Aviso.

Importante notar que as numerações são sequenciais ao longo do ano, independentemente da área a que se referem.

12.11.2 Organização do Folheto Área Marítima e Hidrovias em Geral

O folheto "Avisos aos Navegantes – Área Marítima e Hidrovias em Geral" compreende sete seções, conforme abaixo discriminadas.

Seção I – Informações Gerais – descreve a estrutura do folheto, apresenta informações sobre a classificação, definição e a numeração dos Avisos-Rádio Náuticos, Avisos Temporários, Preliminares e Permanentes, sobre a divulgação do folheto e das Informações de Segurança Marítima, bem como recomendações e advertências aos navegantes. Nesta Seção são também divulgados os canais e horários de divulgação de informações de segurança marítima (MSI), como já dito, atinentes à meteorologia e às informações com caráter de urgência.

Seção II – Avisos-Rádio Náuticos – apresenta alguns dos Avisos-Rádio Náuticos que, na data de edição do folheto, estão em vigor há mais de 6 semanas. Ao serem incluídos pela primeira vez, os Avisos-Rádio Náuticos são apresentados em inteiro teor. Nos folhetos subsequentes, são indicados apenas por meio de seus números e dos números dos folhetos nos quais foram publicados em inteiro teor.

Não constam, nessa Seção, os Avisos-Rádio SAR (busca e salvamento) e os Avisos-Rádio Náuticos relativos à interdição de área marítima, realização de reboques, ocorrência de derrelitos, regatas, movimentação de navios engajados em levantamentos marítimos e outros eventos de curta duração. Tais Avisos-Rádios são, exclusivamente, divulgados via rádio/satélite e disponibilizados na internet.

Também não constam nessa Seção os Avisos-Rádio relativos aos rios Paraguai, Paraná e Tietê, e afluentes, os quais são apresentados na Seção II dos "Avisos aos Navegantes Hidrovia Paraguai-Paraná" e "Avisos aos Navegantes Hidrovia Tietê-Paraná".

Seção III – Correções às Cartas Náuticas – apresenta os Avisos Temporários, Preliminares e Permanentes, com vistas à atualização das cartas náuticas da área marítima e das hidrovias nacionais, à exceção das cartas dos rios Paraguai, Paraná e Tietê, e afluentes, as quais são divulgadas por meio da Seção III dos "Avisos aos Navegantes Hidrovia Paraguai-Paraná" e "Avisos aos Navegantes Hidrovia Tietê-Paraná".

Os Avisos Temporários, Preliminares e Permanentes que entraram em vigor na quinzena a que se refere o folheto estão apresentados em inteiro teor. O intervalo de numeração destes Avisos consta na folha de rosto do folheto. Quando não houver nenhum Aviso novo na quinzena, será inserida neste campo a expressão "Nenhum Aviso".

Os Avisos Temporários e Preliminares em vigor, porém já divulgados em folhetos anteriores, estão indicados apenas por seus números e os números dos folhetos mais recentes nos quais foram divulgados em inteiro teor.

Todos os Avisos Temporários e Preliminares em vigor são publicados em inteiro teor nos folhetos números 1 e 13 de cada ano.

Seção IV – Correções às Publicações Náuticas – apresenta as informações destinadas à correção da Lista de Faróis, da Lista de Auxílios-Rádio, dos Roteiros e de outras publicações náuticas (Catálogo de Cartas e Publicações, Lista de Sinais Cegos, etc.) da área marítima e das hidrovias nacionais (áreas fluviais e lacustres), à exceção das publicações específicas dos rios Paraguai, Paraná e Tietê, e afluentes, as quais são divulgadas pelos "Avisos aos Navegantes Hidrovia Paraguai-Paraná" e "Avisos aos Navegantes Hidrovia Tietê Paraná".

Seção V – Avisos Permanentes Especiais (APE) – apresenta, em inteiro teor, os Avisos Permanentes Especiais que entraram em vigor na quinzena a que se refere o folheto. Os Avisos Permanentes Especiais em vigor, porém já divulgados em folhetos anteriores, são indicados apenas por meio de seus números e dos números dos folhetos mais recentes nos quais foram divulgados em inteiro teor. Anualmente, nos folhetos números 1 e 13, são divulgados, em inteiro teor, todos os Avisos Permanentes Especiais em vigor.

À parte a semelhança dos nomes, Avisos Permanentes Especiais (APE) não constituem alterações permanentes à carta náutica e, portanto, não devem ser confundidos com os já mencionados Avisos Permanentes. São numerados em ordem sequencial única e anual, precedida da abreviatura "APE".

Seção VI – Notícias Diversas – apresenta informações sobre a produção de cartas e publicações náuticas e notas aos usuários.

Seção VII – Reproduções de Trechos, Quadros e Notas – fornece as "Correções de Trechos", os "Quadros" e as "Notas", vulgarmente denominados "bacalhaus", a serem inseridos nas cartas náuticas.

Para a atualização das cartas náuticas, os navegantes devem acompanhar, sistematicamente, as correções e informações disponibilizadas nas Seções III e VII dos "Avisos aos Navegantes" e congregadas, semestralmente, na publicação **DH20 – Relação das Cartas e Publicações Náuticas e respectivas correções permanentes divulgadas por Avisos aos Navegantes**.

PARTE 10

Auxílios visuais à navegação e balizamento

O QUE O PROGRAMA PEDE

- Utilização de auxílios visuais à navegação (faróis, faroletes, boias e balizas)
- Sistema de Balizamento Marítimo da IALA região B, sinais sonoros e luminosos

FONTE REPRODUZIDA NESTA PARTE

Navegação: a Ciência e a Arte, vol. I, cap. 13: Auxílios à navegação (13.1 a 13.3 e apêndice C: auxílios visuais, características das luzes e sistema de balizamento da IALA)

Altineu Pires Miguens · Diretoria de Hidrografia e Navegação, vol. I, 2ª revisão, 2023
https://www.marinha.mil.br/dhn/npublicacoes

Terminou esta parte? Resolva questões do assunto.

Telegram: t.me/capitao_amador_bot
Simulado no site: www.capitao-amador.com/mestre-amador/simulado

13 AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO

13.1 IMPORTÂNCIA E CLASSIFICAÇÃO DOS AUXÍLIOS 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 (como a difusão de Avisos aos Navegantes e de informações meteorológicas), os auxílios à navegação também constituem fatores essenciais para a segurança da navegação.

Um auxílio à navegação é um dispositivo, sistema ou serviço externo à embarcação, estabelecido para auxiliar o navegante a determinar sua posição e rumo, alertar sobre os eventuais perigos à navegação existentes na sua derrota e demarcar os limites dos canais de navegação. 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 e serviços, cuja configuração completa abrange os segmentos de bordo e os externos ao navio (instalados em terra ou, até mesmo, em satélites).

Entre as principais funções 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;
- demarcar os limites dos canais de navegação;
- evitar a perda de navios, vidas humanas e mercadorias;
- proteger o meio ambiente (auxiliando a evitar desastres ambientais); e
- poupar tempo e combustível.

Assim, dentro da categoria de auxílios à navegação, incluem-se os auxílios visuais, sonoros e radioelétricos, como a seguir apresentados:

a. auxílios visuais à navegação 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 auxílios visuais à navegação podem ser luminosos ou cegos, conforme se destinam a orientar o navegante de dia e de noite (luminosos), ou apenas durante o dia (cegos). Eles podem ser naturais ou construídos pelo homem. No Brasil, os termos "sinal náutico" e "sinalização náutica" são muito comuns e consagrados ao se referirem aos auxílios visuais à navegação externos à embarcação, providos por uma autoridade responsável pela sinalização náutica de uma determinada região, área ou porto, como a seguir definidos nas Normas da Autoridade Marítima para Auxílios à Navegação (NORMAM-17/DHN);

- **Sinal náutico** é um auxílio visual à navegação, construído pelo homem e externo à embarcação, estabelecido para transmitir informações ao navegante, de forma a possibilitar-lhe um posicionamento seguro, podendo ser uma estrutura fixa ou flutuante, com formas e cores legalmente definidas, dotada ou não de equipamento luminoso e de artefatos visuais, destinada a indicar uma posição geográfica e transmitir uma informação específica ao navegante; e

- **Sinalização náutica** é o conjunto de sinais náuticos visuais, fixos ou flutuantes, externos à embarcação, especificamente estabelecidos com o propósito de garantir uma navegação segura e econômica nas vias navegáveis;

b. auxílios sonoros à navegação são dotados de algum tipo 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 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. Entretanto, são usados na sinalização de plataformas de perfuração e exploração submarina. É importante mencionar que a estrutura deverá ter um ou mais sinais sonoros, disposto(s) de maneira que seja(m) audível(eis), em qualquer direção, quando da aproximação da estrutura. No exterior, entretanto, ainda são bastante empregados; e

c. sistemas eletrônicos, denominados **auxílios radioelétricos à navegação**, destinam-se a possibilitar a orientação ou o posicionamento do navio mediante o emprego de ondas de rádio. É um exemplo desse sistema eletrônico o Sistema de Identificação Automático, conhecido como AIS AtoN – *Automatic Identification System as Aids to Navigation*. Outro sistema relevante é o VTS – *Vessel Traffic Service*, que se trata de um serviço com capacidade de prover monitorização ativa do tráfego aquaviário, cujo propósito é ampliar a segurança da vida humana no mar, a segurança da navegação e a proteção ao meio ambiente nas áreas em que haja intensa movimentação de embarcações ou risco de acidente de grandes proporções.

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 auxílios à navegação, especialmente quando se desloca em águas restritas, onde é reduzido o tempo para decidir e ordenar uma guinada ou manobra de máquinas.

13.2 AUXÍLIOS VISUAIS À NAVEGAÇÃO

13.2.1 Tipos de Auxílios Visuais

Os principais tipos de auxílios visuais são:

- **Luminosos**: faróis, faroletes, luzes de alinhamento, boias luminosas, balizas articuladas e barcas-faróis; e
- **Cegos**: boias cegas e balizas.

Observação: A boia de amarração não é considerada um auxílio à navegação de acordo com a Associação Internacional de Autoridades em Auxílios à Navegação Marítima e Farois (International Association of Marine Aids to Navigation and Ligthrouse Authorities, IALA).

13.2.2 Descrição dos Auxílios Visuais

a. 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 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. A Figura 13.1 apresenta quatro diferentes faróis da costa brasileira, de distintas estruturas, a seguir discriminados:

- Salinópolis, PA – armação cônica em treliça metálica com coluna central;
- Abrolhos, BA – torre troncônica metálica;
- Rasa, RJ – torre quadrangular de alvenaria, com tope cilíndrico; e
- Albardão, RS – torre cilíndrica de concreto armado.

Figura 13.1 – Faróis da Costa Brasileira



Utilizam-se vários critérios para classificar os faróis. Serão mencionados aqui apenas quanto à sua finalidade e ao regime de funcionamento.

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 geográfico: 22 milhas), Farol Olinda, PE (alcance geográfico: 22 milhas), Farol Rasa, RJ (alcance geográfico: 23 milhas) e Farol Moela, SP (alcance geográfico: 24 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. Exemplos: Farol Itapajé, CE (alcance geográfico: 18 milhas), Farol Santo Alberto, RN (alcance geográfico: 16 milhas), Farol Ponta de Pedras, PE (alcance geográfico: 18 milhas), Farol Itapuã, BA (alcance geográfico: 14 milhas), Farol Maricás, RJ (alcance geográfico: 21 milhas); e

- **Farol principal de porto**: constitui o principal auxílio visual à demanda do porto, depois do farol de aterragem. Exemplo: o Farol Santa Cruz (alcance geográfico: 14 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 geográfico: 23 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**: são faróis que dispõem, permanentemente, de pessoal em suas instalações, destinado a garantir seu contínuo funcionamento; são classificados como "faróis guarnecidos" e indicados pelo símbolo "G" na Lista de Faróis da DHN. Vale destacar que essa notação se limita à Lista de Faróis, não sendo utilizada nas cartas náuticas, em face de não estar prevista nas especificações cartográficas da OHI; e

- **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.

b. Faroletes

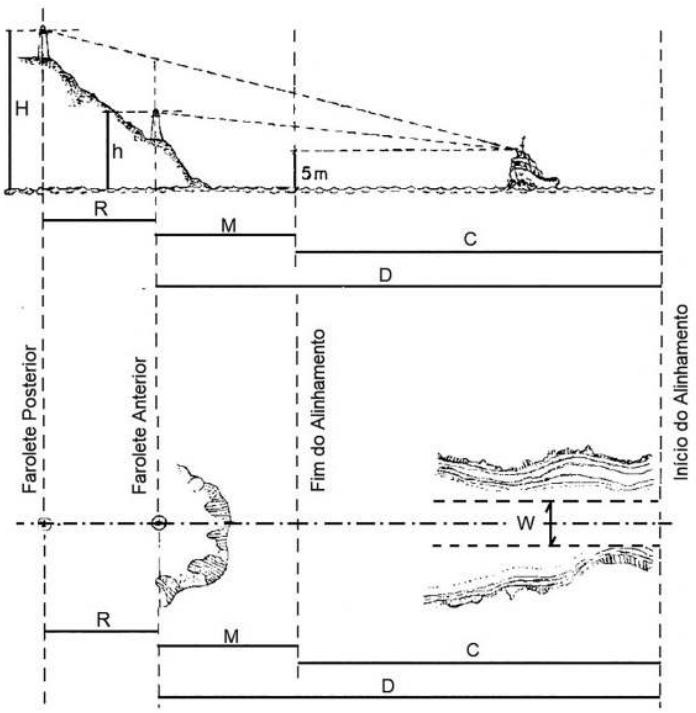
São auxílios visuais à navegação providos de estrutura fixa, montada em um ponto de coordenadas geográficas conhecidas, encimada por um equipamento luminoso exibindo luz dotada de característica predeterminada, com alcance luminoso noturno menor ou igual a 10 milhas náuticas.

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 farolete.

c. Luzes de Alinhamento

São sinais fixos (faróis, faroletes ou balizas) usados aos pares, para assinalar a direção de um canal ou da entrada de um porto. De fato, o alinhamento constitui um dos melhores 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 sinal posterior é de maior altitude que o anterior e está localizado por trás deste, a uma distância considerável. A Figura 13.2 apresenta um esquema com os elementos de um alinhamento.

Figura 13.2 – 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 sinais 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. Durante 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 ser iguais ou se completarem; e
- 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 sinal anterior (D). Uma sensibilidade lateral conveniente vai definir a distância entre os sinais (R) e a diferença de altura entre eles, conforme apresentado na Figura 13.2.

d. Boia

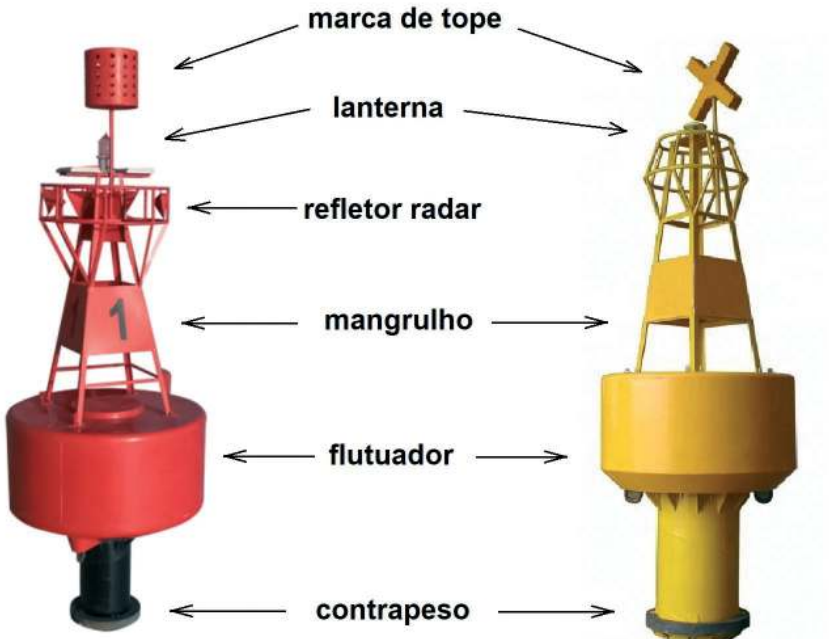
É um corpo flutuante de dimensões, formas e cores definidas, estabelecida em posição geográfica determinada, fundeada por meio de equipamento de fundeio específico, dotada ou não de equipamento luminoso, sonoro ou radioelétrico, encimada ou não por marca de tope, a fim de:

- 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 e indicar a posição de um perigo à navegação;
- indicar a existência de águas seguras;
- indicar a existência e a direção de cabos ou tubulações submarinos;
- delimitar áreas especiais (tais como áreas de despejo de dragagem ou áreas de exercícios militares); e
- indicar zonas de separação de tráfego ou outra característica especial de uma determinada área, mencionada em documentos náuticos apropriados.

As boias, que podem ser luminosas (quando providas de aparelho de luz) ou cegas, destinam-se, respectivamente, a orientar a navegação de dia e de noite, ou apenas no período diurno. Ademais, as boias podem portar dispositivos sonoros, refletor radar e outros acessórios como o Sistema de Identificação Automática (Automatic, Identification System, AIS).

Uma boia luminosa, conforme apresentada na Figura 13.3, consiste de um corpo flutuante livre, dotado de um contrapeso para equilíbrio, e de uma estrutura vertical em forma de treliça, denominada mangrulho, cuja finalidade é sustentar o aparelho de luz, o refletor radar (quando houver), a marca de tope e o AIS (quando houver).

Figura 13.3 – Boia Luminosa Convencional



A forma e a cor do corpo da boia, a marca de tope exibida e o ritmo e a cor da luz devem permitir a identificação e a determinação do propósito de uma boia luminosa.

As boias cegas não são dotadas de aparelho de luz, sendo identificadas e reconhecidas pelo seu formato, sua cor e sua marca de tope.

No que se refere aos acessórios das boias, citam-se os dispositivos sonoros, as marcas de tope e os refletores radar (quando houver).

As marcas de tope, já mencionadas, são figuras geométricas colocadas no tope das boias, que, por sua forma, cor e combinação, permitem identificar, durante o dia, o propósito do sinal. Já eram empregadas anteriormente, mas sua adoção foi recomendada pela IALA no Sistema Uniforme de Balizamento, tanto na Região "A", como na Região "B", onde se situa o Brasil, como será visto adiante.

Os refletores-radar destinam-se a reforçar os ecos das boias, melhorando sua conspicuidade radar. Não é um item obrigatório.

O AIS destina-se a permitir a identificação da boia nas cartas eletrônicas de navegação. Não é um acessório obrigatório.

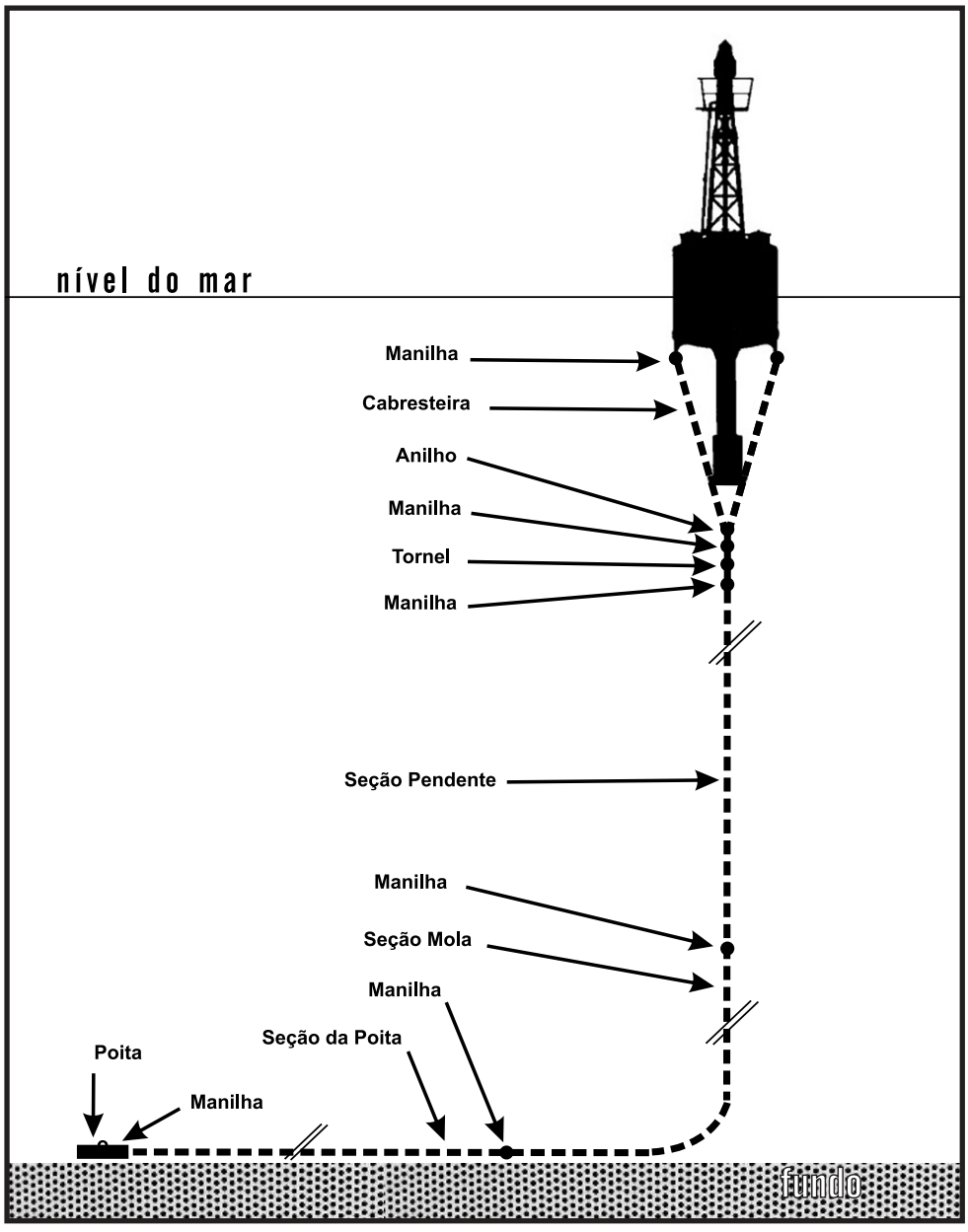
Outros acessórios destinados a reforçar o eco radar e facilitar a identificação radar de uma boia (ou qualquer outro auxílio à navegação), como o RACON, serão explicados no Capítulo seguinte, que aborda a Navegação Radar.

Quanto às fontes de energia, as boias luminosas são hoje elétricas, utilizando baterias, geralmente em conjunto com uma fonte alternativa de energia, como painéis solares, geradores de onda (WAG – *Wave Activated Generator*), geradores eólicos, ou os denominados sistemas

híbridos, que combinam duas ou mais fontes alternativas de energia, dentre as acima citadas (exemplo: sistema de energia utilizando baterias, painel solar e gerador de onda).

O equipamento de fundeio para uma boia, cujas principais partes componentes são mostradas na Figura 13.4, consiste basicamente de uma corrente, denominada amarra, ligada a um corpo morto que repousa no fundo (poita), ou a um ferro, em local geográfico previamente determinado para o seu posicionamento.

Figura 13.4 – Equipamento de Fundeio de uma Boia



Uma observação essencial sobre as boias, aplicável também a qualquer outro auxílio à navegação flutuante, é que não se deve confiar cegamente na sua posição. As boias podem garrar, afastando-se de suas posições predeterminadas por ação da corrente, do vento, ou da colisão de navios ou embarcações; em virtude de redes de pesca que se enroscam no seu aparelho de fundeio; ou por outros problemas.

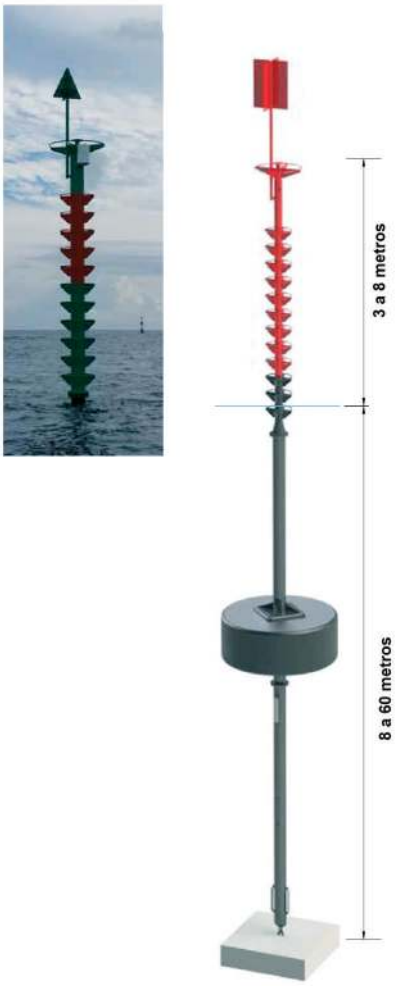
Assim, embora as informações que prestam sejam importantíssimas, não se deve navegar pelas boias. É necessário que o navegante tenha sempre sua posição determinada por outros meios e use as informações proporcionadas pelas boias apenas para confirmar a sua navegação. Ademais, as boias não devem ser utilizadas como referência para obtenção de LDPS (linhas de posição) para definir a posição do navio ou embarcação.

Um outro tipo de boia é a **Boia Articulada**, que é um sinal luminoso, estabelecido em posição geográfica determinada, constituído por uma estrutura tubular longa, dotada de corpo de flutuação submerso, e de plataforma em sua extremidade superior, destinada à instalação de equipamentos de sinalização. A boia articulada é fundeada, em uma posição geográfica determinada, por meio de uma poita e ligada a esta por meio de articulação "Cardan" ou similar.

A boia articulada poderá ainda ser dotada de marca de tope.

A Figura 13.5 apresenta um esquema de uma boia articulada.

Figura 13.5 – Boia Articulada

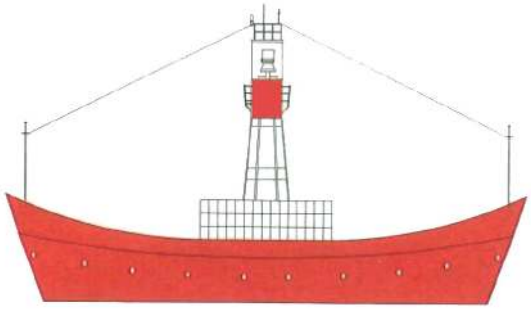


O corpo do sinal, a haste e a plataforma superior, bem como a característica luminosa exibida, obedecerão às cores determinadas de acordo com o seu emprego, conforme estabelecido no Sistema de Balizamento Marítimo da IALA – Região "B", regulado pela NORMAM 17/DHN. Esse conjunto de características indica ao navegante a finalidade a que se destina o sinal.

e. Barca-Farol

É uma plataforma flutuante de grande porte fundeada em posição geográfica preestabelecida, normalmente com formato hidrodinâmico, com propulsão própria ou não, guarnecida ou não, dotada de equipamentos eletrônicos de auxílio à navegação (RACON e AIS AtoN) ou não, constituída, essencialmente, de uma torre encimada por um equipamento luminoso que exiba uma luz com ritmo e cor determinados e cujo alcance luminoso seja superior a dez milhas náuticas. A Figura 13.6 apresenta um esquema de uma barca-farol, conforme contido na publicação NAVIGUIDE/2018 da IALA.

Figura 13.6 – Esquema de Barca-farol conforme o NAVIGUIDE/2018 da IALA



Quanto à fonte de energia, as barcas-faróis modernas são geralmente elétricas, dispondo de baterias e painéis solares, ou acionadas por diesel geradores automáticos.

As barcas-faróis são empregadas para assinalar um perigo isolado em mar aberto, mas o seu uso reduziu-se consideravelmente há algum tempo, em razão de seus elevados custos de construção, operação e manutenção, sendo substituídas por faróis sobre plataformas fincadas no fundo do mar ou por grandes boias automáticas. Entretanto, com a criação de Zonas de Separação de Tráfego e a necessidade de disciplinar o tráfego marítimo em áreas cada vez mais distantes, o seu emprego vem renascendo.

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 boias gigantes ou superboias, conhecidas como LNB (*Large Navigational Buoys*) ou LANBY *(Large Automatic Navigational Buoy*), que possuem 10 metros, ou mais, de diâmetro e podem ser dotadas de sofisticados equipamentos de auxílio à navegação, como o RACON e o AIS AtoN, em acréscimo a um sistema luminoso. A Figura 13.7 apresenta um exemplo de boia LANBY.

Figura 13.7 – Boia LANBY



A tendência inicial, em termos de sinais flutuantes de grande porte, foi substituir as barcas-faróis existentes por LANBY. Contudo, estudos comparativos entre boias 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.

No Brasil, atualmente, não há barcas-faróis e boias LANBY em operação.

f. Baliza

É um sinal visual fixo, cego, constituído de uma haste, com pintura de cor ou cores determinadas, fabricado em ferro, madeira ou outro material, encimado obrigatoriamente por marca de tope característica da informação que deve transmitir ao navegante, dotado ou não de refletor radar, estabelecido em águas rasas, sobre pedras, bancos ou recifes ou fixados em terra.

Em rios, lagoas e lagos, as balizas, normalmente, são fixadas em terra e dotadas de painel de sinalização que indica ao navegante a ação a empreender.

As balizas são o mais simples e econômicos 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.

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 refletivo (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 do rio em que estão instaladas, medido da foz do rio para montante. 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 retrorrefletivo.

Um outro tipo de baliza é a **Baliza Articulada**, que é também um sinal cego, constituído de uma haste que se articula à poita por meio de um sistema "Cardan" ou similar, dotado de corpo de flutuação submerso, encimado obrigatoriamente por marca de tope, dotado ou não de refletor radar, estabelecido em águas rasas.

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 boia luminosa (que gira pela ação do vento ou, principalmente, da corrente de maré) poderia levar a situações perigosas, em especial para os navios de grande porte.

13.2.3 Balizamento

É o conjunto de balizas, boias, barcas-faróis, objetos naturais ou artificiais, padronizados ou não, e de faróis e faroletes de responsabilidade da MB ou de entidades extra-MB que concorrem para a garantia da segurança da navegação em uma região ou área perfeitamente definida, como canais de acesso e bacias de evolução de portos e terminais, marinas e hidrovias.

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 (faroletes e balizas) e balizamento flutuante (boias luminosas e boias cegas).

Outro critério divide o balizamento em balizamento cego (balizas e boias cegas) e balizamento luminoso (faroletes e boias luminosas).

Uma classificação importante é a que separa os balizamentos em:

a) balizamento marítimo: aquele instalado em baías, enseadas e no canal de acesso e bacia de evolução de portos e terminais marítimos; e

b) 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.

Nos balizamentos, os sinais fixos e flutuantes que os compõem, exceto os faróis e as luzes de alinhamento, são estabelecidos de acordo com uma direção convencional, denominada "**Direção Convencional do Balizamento**", considerada pela NORMAM 17/DHN, conforme o Sistema de Balizamento Marítimo da IALA, como sendo aquela assumida pelo navegante que, vindo do mar, demanda uma baía, enseada, porto, estuário, lagoa ou rio.

Nos lagos não associados a rios, a direção convencional do balizamento será a do sentido Norte/Sul verdadeiro; e nos rios não associados a uma baía, enseada ou estuário marítimos, a direção convencional do balizamento será sempre da foz para a nascente.

13.2.4 Identificação dos Sinais de Auxílio à Navegação

O navegante que avista um farol, farolete, boia, 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.

Assim, os sinais de auxílio à navegação são identificados:

a) durante o período diurno: pela cor, pela forma que se apresenta ao navegante, pela marca de tope e pela numeração, se houver, apresentada em sua estrutura; e

b) durante o período noturno: pela característica luminosa.

As Figuras 13.1, 13.3, 13.5 e 13.7, já apresentadas neste Capítulo, permitem identificar alguns diferentes exemplos de estruturas e padrões de pintura utilizados nos auxílios visuais à navegação, atualmente empregados.

13.2.5 Luzes de Auxílio à Navegação

a. Emissões Luminosas ou Luzes

Entende-se por emissão luminosa, emissão de luz ou apenas luz, a radiação capaz de causar uma impressão visual, com característica regular, para ser empregada em um sinal de auxílio à navegação. As luzes podem ser classificadas como:

a) **luz onidirecional** é aquela que exibe ao navegante, em todo o seu entorno, uma mesma característica;

b) **luz direcional** é aquela que exibe ao navegante, com um mesmo ritmo, em um setor bem estreito, uma cor definida para indicar uma direção, podendo ser flanqueada por setores de cores ou intensidades diferentes;

c) **luz de setor** é aquela que exibe ao navegante, com um mesmo ritmo e diferentes cores, diferentes setores do horizonte; e

d) **luzes de alinhamento** são aquelas componentes de um conjunto composto por dois sinais fixos, com luzes de mesma cor, que, associadas, definem para o navegante uma direção que coincide com o eixo de um canal, um rumo a ser seguido ou uma referência para manobra.

b. Termos Gerais

Os termos a seguir definidos são os mais frequentemente utilizados na prática da navegação marítima. São eles:

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 sequência de emissões luminosas e eclipses, de durações específicas e regularmente repetidos. Quanto à cor, ela será específica em acordo à finalidade do sinal náutico. Assim, a característica de uma luz de auxílio à navegação é devida à combinação entre o ritmo e a cor com que ela é exibida ao navegante.

Período: intervalo de tempo compreendido entre os inícios de dois ciclos sucessivos idênticos na característica de uma luz rítmica.

Fase: cada um dos sucessivos aspectos de emissão luminosa (luz) ou de ausência (obscuridade), em um mesmo período.

Fase detalhada: descrição, em termos de intervalos de tempo, da duração de cada uma das diversas fases que constituem um período.

Emissão luminosa, emissão de luz ou luz: radiação capaz de causar uma impressão visual, com característica regular, para ser empregada em um sinal náutico.

Lampejo: intervalo de luz em relação a outro de maior duração de ausência total de luz (obscuridade) em um mesmo período.

Eclipse: intervalo de obscuridade entre dois sucessivos lampejos em um mesmo período.

Ocultação: intervalo de obscuridade relativamente mais curto que o de luz em um mesmo período.

Isofase: intervalo de tempo em que a luz e a obscuridade têm igual duração em um mesmo período.

c. Características das Luzes

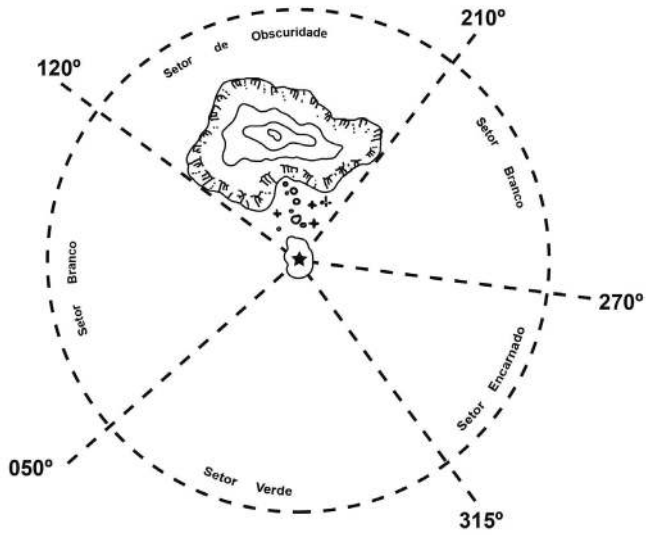
O Apêndice A apresenta as características das luzes exibidas pelos sinais de auxílio à navegação, com as suas respectivas descrições e ilustrações, conforme estabelecidas na Lista de Faróis, publicada pela DHN.

d. Limites de Setores

Os limites de setores de luz, arco de visibilidade, luz de alinhamento e luz de direção são dados por marcações verdadeiras, de 000° a 360°, tomadas ao largo (do mar para o sinal), no sentido do movimento dos ponteiros do relógio.

Assim, por exemplo, o esquema do farol mostrado na Figura 13.8 teria setores de luz como os limites nela apresentados.

Figura 13.8 – Limites de Setores de Luz



Setor de visibilidade	210° – 120° (270°)
Setor branco	210° – 270° (60°)
Setor encarnado	270° – 315° (45°)
Setor verde	315° – 050° (95°)
Setor branco	050° – 120° (70°)
Setor de obscuridade	120° – 210° (90°)

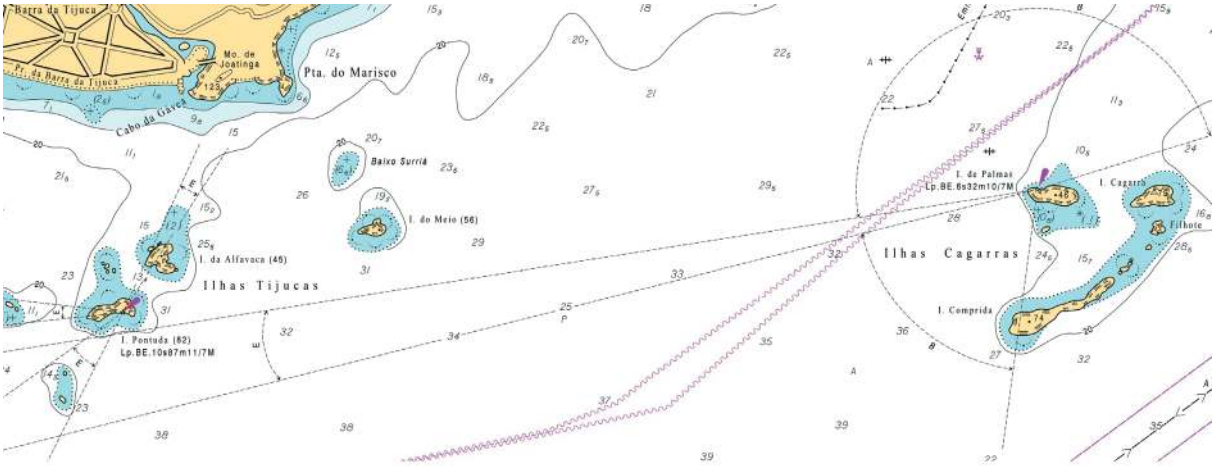
Os setores coloridos, de cor diferente da característica do farol, podem ser usados para indicar a direção de um perigo ou a passagem livre entre perigos.

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 a Figura 13.8).

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 13.9, por exemplo, que contém um trecho da carta 1501 e um extrato da Lista de Faróis, os setores de visibilidade do Farol de Palmas seriam descritos como: B. 008°– 076° (068°); E. 076º – 081º (005º); e B. 081°– 252° (171°). Por sua vez, os setores de visibilidade do Farol da Ilha Pontuda (todos Encarnados) seriam descritos como: E. 027º – 055º (028º); E. 085º – 096º (011º); e E. 205º – 213º (008º).

Figura 13.9 – Setores de Visibilidade dos Faróis de Palmas e de Ilha Pontuda - Carta 1501



2700 G 0362	Palmas 1501	23 01,55 43 12,31	Lp. B.E. 6s B.E. 1,0 – Ecl. 5,0 B. 353 E. 105	32	B. 10 E. 7 15	Torre troncônica de concreto armado sobre base quadrangular, branca 3	Setores de visibilidade B. 008° – 076° (068°) E. 076° – 081° (005°) B. 081° – 252° (171°)
2702 G 0402	Ilha Pontuda 1501	23 02,28 43 18,22	Lp. B.E. 10s B.E. 0,5 – Ecl. 9,5 B. 596 E. 172	87	B. 11 E. 7 22	Torre cilindrica metálica sobre base de concreto armado, branca 3	Setores encarnados 027° – 055° (028°) 085° – 096° (011°) 205° – 213° (008°)

Nessa mesma figura, faz-se oportuno observar que o setor encarnado do Farol de Palmas indica um perigo existente a SSW da Ilha Pontuda, cujo farol, existente nessa ilha, também indica o mesmo perigo para o setor encarnado 027º – 055º. Isso permitirá ao navegante, ao se aproximar da barra da baía da Guanabara, pelo quadrante W-SW, no período noturno, ser alertado da proximidade do perigo, caso aviste a luz encarnada proveniente de um desses dois auxílios à navegação.

Como visto na situação acima apresentada, o conhecimento das peculiaridades da visibilidade no mar, para qualquer navegante, tem aplicação não apenas no melhor aproveitamento e entendimento dos sinais visuais, mas também em toda e qualquer observação visual, em proveito da segurança da navegação. O Apêndice B deste Capítulo apresenta as características dos fatores ambientais e do observador que devem ser consideradas na solução dos problemas da navegação no mar.

13.2.6 Alcances dos Auxílios Visuais à Navegação

a. Alcance Luminoso

É a maior distância em que uma luz pode ser vista, meramente em função de sua intensidade luminosa e da visibilidade meteorológica média da região.

O **Diagrama de Alcance Luminoso,** apresentado na página seguinte (Figura 13.10), originário da Lista de Faróis (item 3.5 – ALCANCES), possibilita ao navegante determinar a distância aproximada em que uma luz pode ser avistada à noite (alcance luminoso), em função de sua intensidade luminosa e da visibilidade meteorológica predominante no momento da observação.

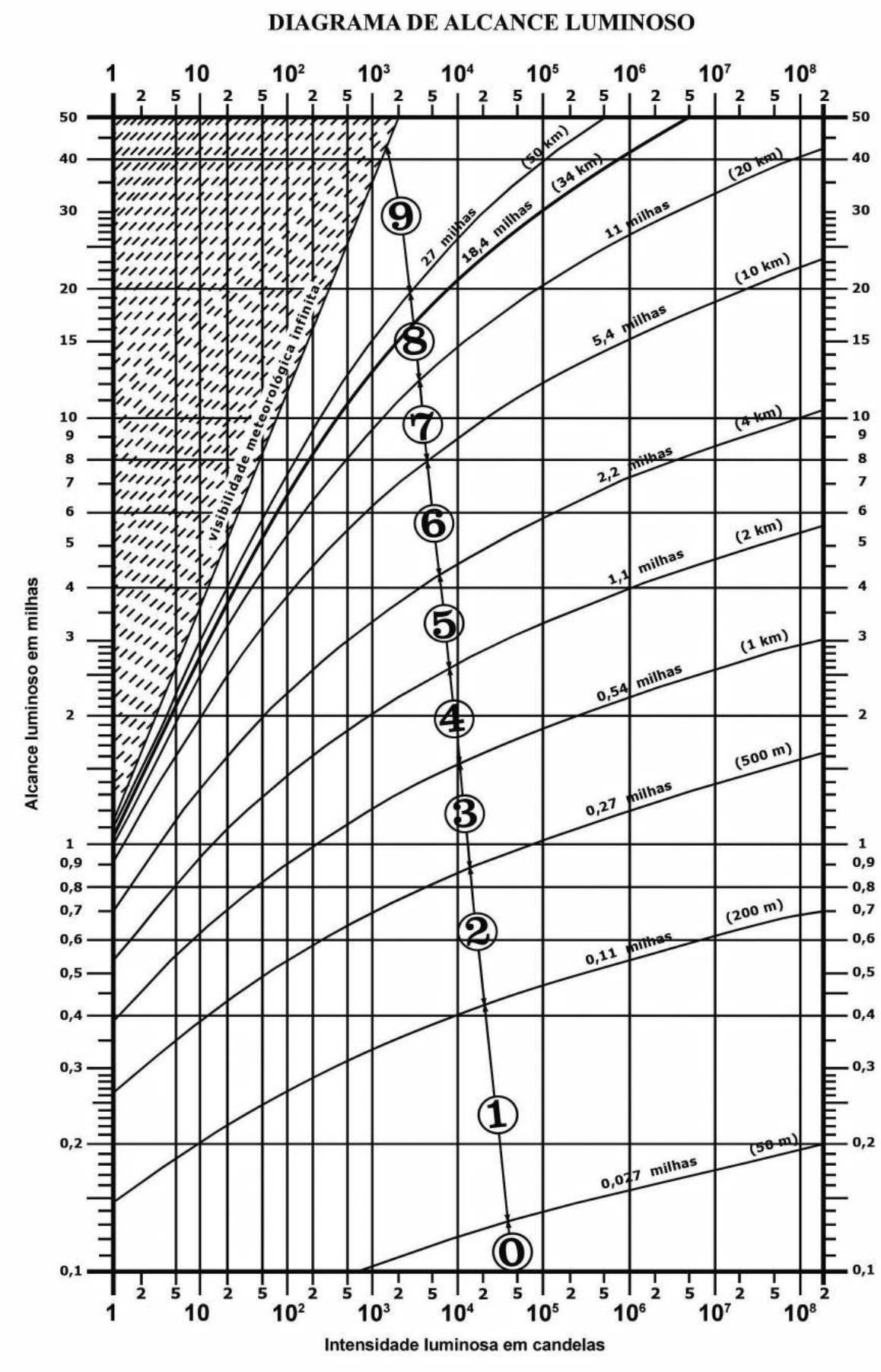
A **Intensidade luminosa** é o fluxo luminoso que parte de uma fonte luminosa, em uma dada direção, geralmente expresso em **candelas** (**cd**), cujo valor é informado na coluna 4 da Lista de Faróis.

A **Visibilidade Meteorológica** (**V**) é a maior distância da qual um objeto negro, de dimensões adequadas, pode ser visto e reconhecido durante o dia, contra o céu no horizonte, desde que a iluminação do ambiente esteja no mesmo nível que a normal diurna. O seu valor é expresso em milhas náuticas.

O coeficiente de **Transparência Atmosférica** (**T**), cujos valores são numerados de zero a nove (equivalente a décimos da unidade), é decorrente do fato de que a luz, ao se propagar, sofre uma absorção natural do meio, mesmo que puro. Ao atravessar uma atmosfera real, a energia luminosa sofre perdas, devido à sua reflexão em partículas d'água em suspensão. 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 atingidas. Entretanto, para a navegação marítima, as camadas mais baixas são as mais relevantes quanto à transparência atmosférica, em que são frequentes as garoas, as chuvas e as brumas ou nevoeiros. Assim, um coeficiente T = 0,85 significa que o raio luminoso, ao percorrer uma milha náutica, tem sua intensidade luminosa reduzida para 85%, havendo uma absorção através da atmosfera de 15%.

Assim, o alcance luminoso é obtido entrando-se no diagrama, na sua borda inferior (linha horizontal) com o valor da intensidade luminosa em candelas (cd), e com o valor da visibilidade meteorológica (V), discriminada sobre suas curvas. Projetando-se, então, horizontalmente, no diagrama, o ponto de interseção para uma das colunas laterais (verticais), obtém-se o alcance luminoso, em milhas náuticas, no momento da observação. De outro modo, por exemplo, para um valor de visibilidade meteorológica (V) de 5,4 milhas náuticas, tem-se 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 alcance luminoso do farol, para aquele determinado instante.

Figura 13.10 – Diagrama de Alcance Luminoso (Lista de Faróis)



O Apêndice B deste Capítulo apresenta os conceitos e fundamentos matemáticos de interesse ao conhecimento e à determinação da visibilidade no mar.

A visibilidade no mar é função, entre outros, dos seguintes fatores: a altitude do observador e do objeto visado; a refração atmosférica; a transparência da atmosfera; as condições inerentes ao objeto; e a capacidade visual do observador. No caso de corpos que emitem luz como os faróis, a visibilidade, evidentemente, é função, também, da intensidade e da cor da luz emitida.

EXEMPLOS:

a) O Farol Ilha do Boi nº 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;

b) O Farol Cabo Frio possui uma intensidade luminosa de 5.696.000 candelas. No momento da observação, o coeficiente de transparência atmosférica (T) era 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; e

c) 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). Entrando no diagrama com esses valores, obtém-se um alcance luminoso de 9,5 milhas náuticas (para uma visibilidade meteorológica de 10 milhas).

b. 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.

c. 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 apresentado no Apêndice B, 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. A Tabela de Alcance Geográfico, reproduzida na Figura 13B.6, ao final do Apêndice B, 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 no Apêndice, a tabela utiliza, para cálculo do alcance geográfico, a fórmula:

$$D = 1{,}93 \left(\sqrt{H} + \sqrt{h} \right)$$

em que D é o alcance geográfico, H é a altitude do observador e h é a altitude do objeto visado.

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.

Assim, para se obter a visibilidade real geográfica do objeto, entra-se na Tabela de Alcance Geográfico, 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, o cruzamento das duas entradas apresenta a distância máxima em que um objeto ou uma luz apareça no horizonte, em milhas náuticas.

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 20,0 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 será de 19,93 milhas.

Ao ser estabelecido um farol, os valores dos dois alcances, geográfico e luminoso, devem ter sido fixados com antecedência. A partir desses alcances, então, a altitude e o aparelho de luz são 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, consequentemente, o alcance luminoso, deverá ser, no mínimo, igual ao alcance geográfico, pois não adiantaria construir 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 em que 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.

13.3 SISTEMA DE BALIZAMENTO MARÍTIMO

Conforme anteriormente definido, balizamento é o conjunto de sinais de auxílio à navegação, geralmente de menor porte (faroletes, sinais de alinhamento, balizas, boias luminosas e boias cegas), instalados para proporcionar segurança à navegação no canal de acesso e bacia de evolução de portos e terminais, ou ao longo de rios, lagos e lagoas, destinando-se a:

- demarcar os limites de canais navegáveis e áreas de manobra;
- indicar águas seguras;
- alertar sobre a presença e indicar a posição de perigos à navegação; e
- indicar a presença de cabos ou canalizações submarinos e outras áreas especiais.

13.3.1 Antecedentes Históricos

Até 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 boias luminosas, no final 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 e o setor onde se poderá encontrar águas navegáveis estão indicados mediante uma ou mais boias ou balizas posicionadas em relação aos quatro quadrantes.

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 IALA – na época, Associação Internacional de Sinalização Náutica, hoje denominada como Associação Internacional de Autoridade em Auxílios à Navegação Marítima e Faróis –, que, em 1969, constituiu uma Comissão Técnica para examinar a questão e sugerir soluções.

Foram três os problemas básicos enfrentados pela Comissão:

a) a necessidade de aproveitar ao máximo os equipamentos existentes para evitar gastos desnecessários;

b) a forma de utilizar as cores verde e encarnado para sinalização de canais; e

c) 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.

As regras para o Sistema A, que incluíam tanto os sinais Cardinais como os Laterais, foram completadas 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 das Américas do Norte, Central e do Sul, Japão, Coreia do Sul e Filipinas.

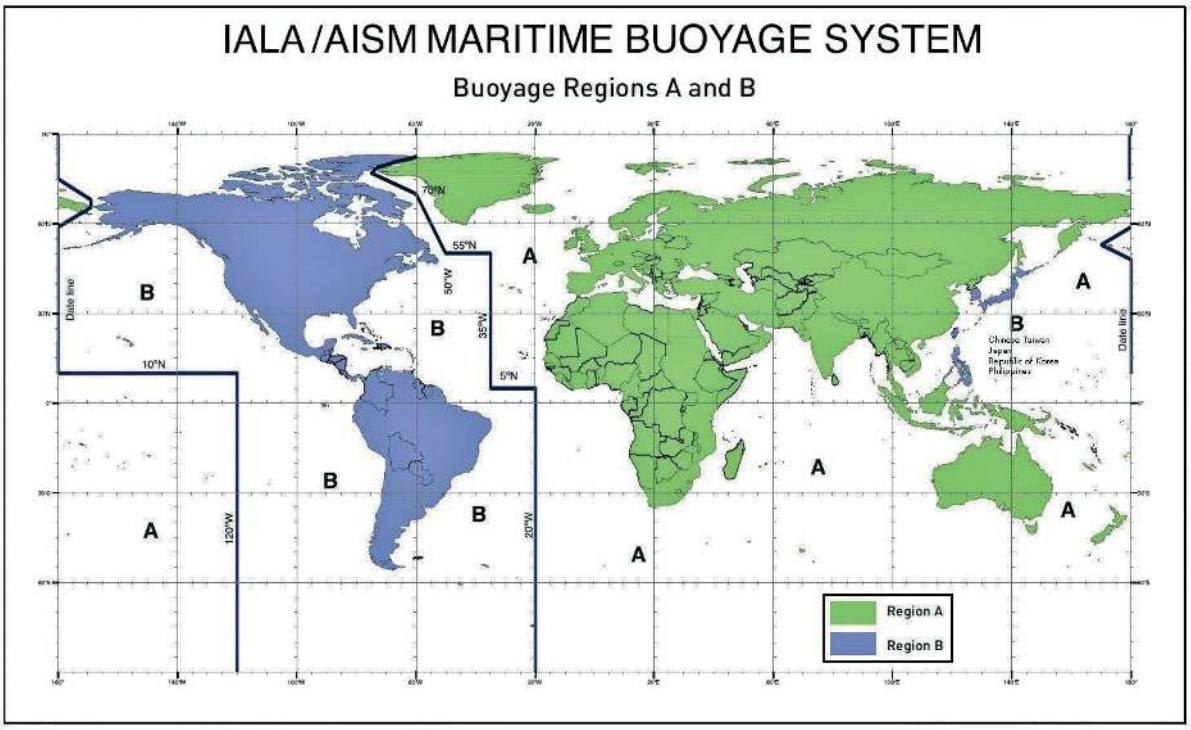
Entretanto, devido à similitude entre os dois sistemas, o Comitê Executivo da IALA combinou-os em um único conjunto de regras, conhecido como **Sistema de Balizamento Marítimo da IALA**. Esse sistema único adotado permitiria que as autoridades de sinalização náutica escolhessem, sobre uma base regional, 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 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, conforme apresentado adiante na Figura 13.11, periodicamente atualizado.

O Brasil, por intermédio da DHN, assinou o Acordo e optou pela Região "B", decisão aprovada pelo Decreto Presidencial nº 92.267, de 3 de janeiro de 1986.

Figura 13.11 – Sistema de Balizamento Marítimo da IALA – Regiões A e B



Fonte: IALA Recomendation R1001 – THE IALA MARITIME BUOYAGE SYSTEM (Edition 1.1 - June 2017)

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 ambiguidade. Esta foi, sem dúvida, uma importante e positiva contribuição para a segurança da vida humana, do meio ambiente e da propriedade no mar.

Uma das mais significantes mudanças em relação aos sistemas de balizamento ocorreu em 2010 com a inclusão do sinal de novos perigos, que tem por finalidade indicar qualquer obstrução à navegação recentemente descoberta e ainda não indicada em documentos náuticos ou que ainda não tenha sido suficientemente divulgada. Os novos perigos incluem obstruções tais como: bancos de areia, rochas, cascos soçobrados e outros resultantes da ação do homem.

13.3.2 Sistema de Balizamento Marítimo da IALA

a. Generalidades

Objetivo – O Sistema de Balizamento Marítimo da IALA 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 diferentes 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;

- **Sinais Cardinais**, cujo emprego está associado ao da agulha de navegação, são usados para indicar o setor (quadrante) 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; e

- **Novos Perigos**, cujo objetivo é sinalizar um novo perigo à navegação ainda não representado em documentos náuticos.

Caracterização de Sinais – O significado de um sinal depende de uma ou mais das seguintes particularidades:

- à noite, cor e ritmo da luz; e

- de dia, cor, formato e marca de tope.

b. Sinais Laterais

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.

No Brasil, a "direção convencional do balizamento" é sempre vindo do mar e, no caso da navegação fluvial, subindo o rio.

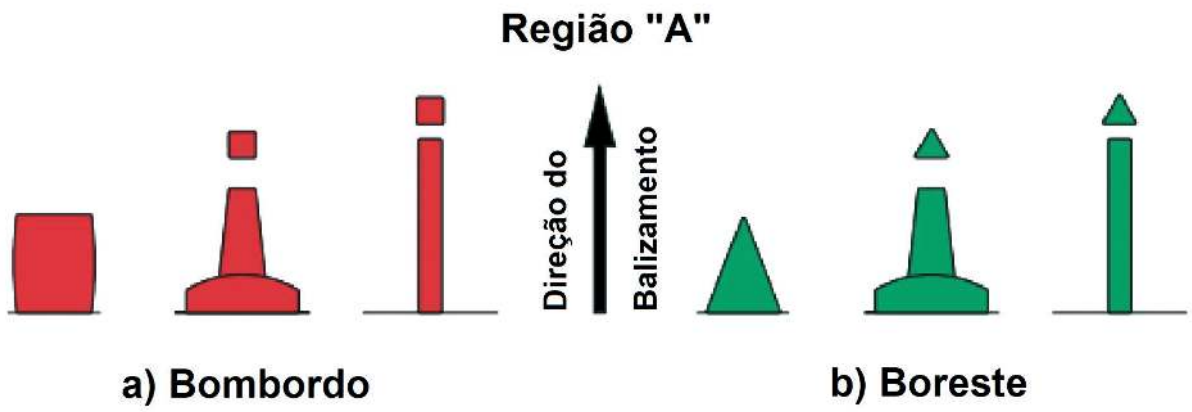
Regiões de Balizamento – Existem duas Regiões Internacionais de Balizamento, A e B, onde os sinais laterais diferem. Essas Regiões de Balizamento, esquematicamente apresentadas na Figura 13.11, englobam os países nela assinalados em verde ou azul, conforme a Região adotada, A ou B, respectivamente.

A Região A abrange os países da Europa, África, Ásia (em sua grande maioria) e Oceania; a Região B abrange os países das Américas do Norte, Central e do Sul, Japão, Coreia do Sul, Taiwan e Filipinas.

Sinais Laterais usados na Região A:

Região "A"	Sinais de Bombordo (Figura 13.12a)	Sinais de Boreste (Figura 13.12b)
Cor	Encarnado	Verde
Formato (boias)	Cilíndrico, pilar ou charuto	Cônico, pilar ou charuto
Marca de tope (se houver)	Cilindro encarnado	Cone verde com o vértice para cima
Luz (se houver)		
Cor	Encarnada	Verde
Ritmo	Qualquer, com exceção de Grupos de Lampejos Compostos (2+1)	Qualquer, com exceção de Grupos de Lampejos Compostos (2+1)

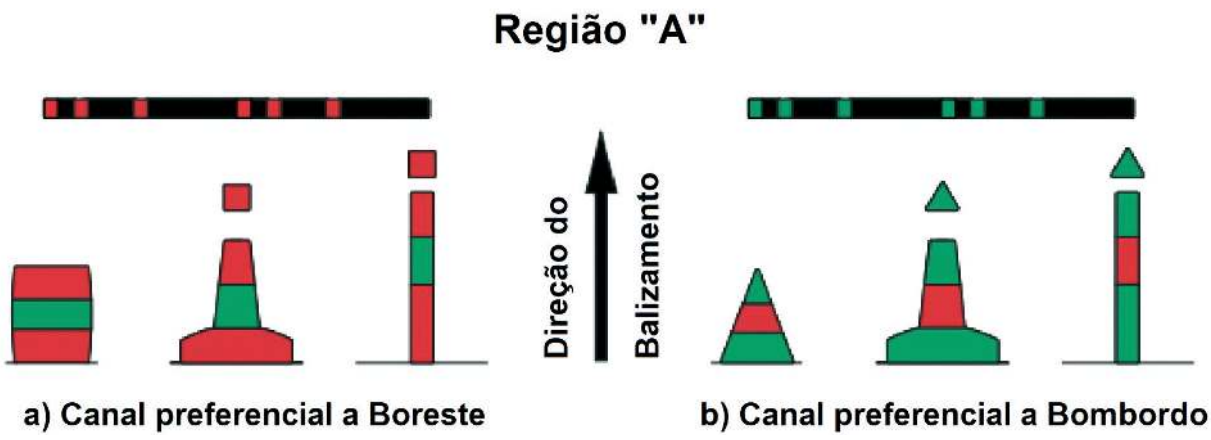
Figura 13.12 – Sinais Laterais usados na Região A – Bombordo e Boreste



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:

Região "A"	Canal preferencial a Boreste (Figura 13.13a)	Canal preferencial a Bombordo (Figura 13.13b)
Cor	Encarnado com uma faixa larga horizontal verde	Verde com uma faixa larga horizontal encarnada
Formato (boias)	Cilíndrico, pilar ou charuto	Cônico, pilar ou charuto
Marca de tope (se houver)	Cilindro encarnado	Cone verde com o vértice para cima
Luz (se houver)		
Cor	Encarnada	Verde
Ritmo	Grupos de Lampejos Compostos (2+1)	Grupos de Lampejos Compostos (2+1)

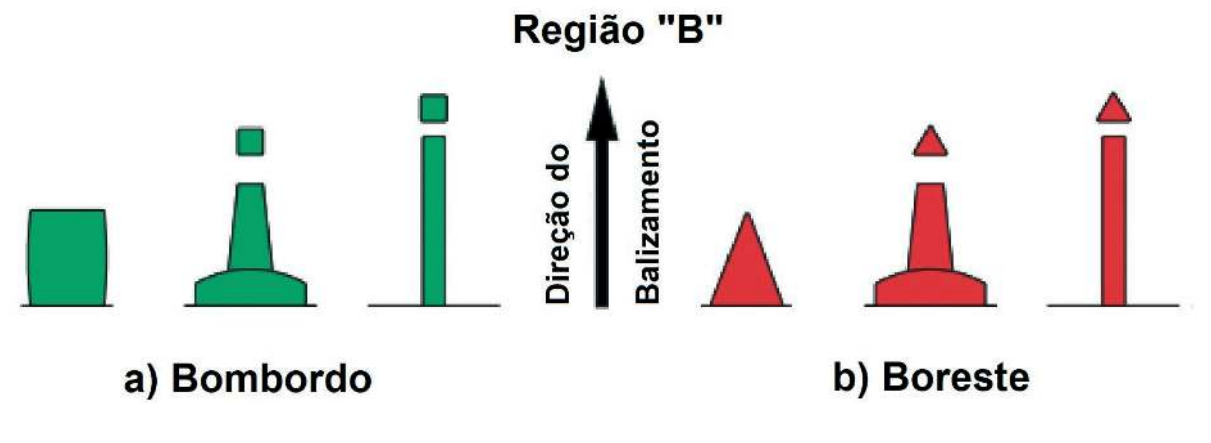
Figura 13.13 – Sinais Laterais usados na Região A – Canais Preferenciais a Boreste e a Bombordo



Sinais Laterais usados na Região B (onde se inclui o Brasil):

Região "B"	Sinais de Bombordo (Figura 13.14a)	Sinais de Boreste (Figura 13.14b)
Cor	Verde	Encarnado
Formato (boias)	Cilíndrico, pilar ou charuto	Cônico, pilar ou charuto
Marca de tope (se houver)	Cilindro verde	Cone encarnado com o vértice para cima
Luz (se houver)		
Cor	Verde	Encarnada
Ritmo	Qualquer, com exceção de Grupos de Lampejos Compostos (2+1)	Qualquer, com exceção de Grupos de Lampejos Compostos (2+1)

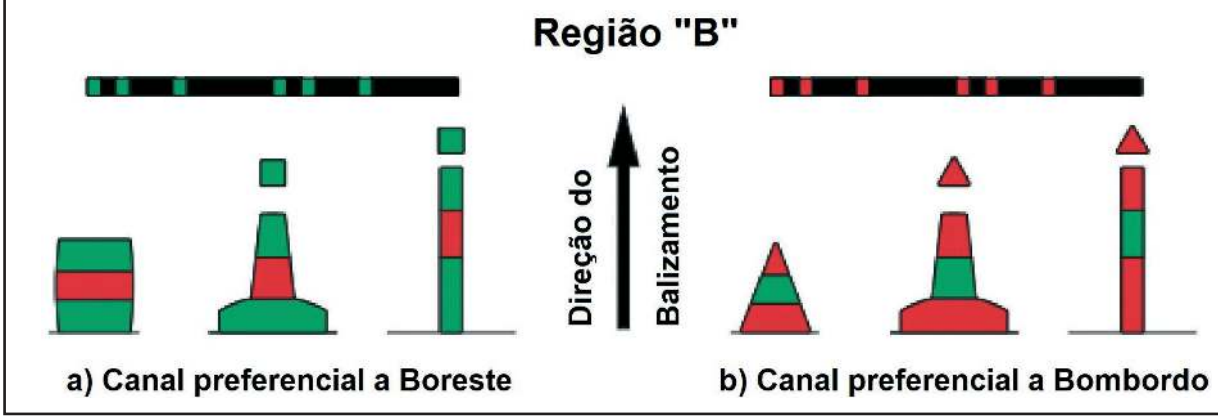
Figura 13.14 – Sinais Laterais usados na Região B – Bombordo e Boreste



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:

Região "B"	Canal preferencial a Boreste (Figura 13.15a)	Canal preferencial a Bombordo (Figura 13.15b)
Cor	Verde com uma faixa larga horizontal encarnada	Encarnado com uma faixa larga horizontal verde
Formato (boias)	Cilíndrico, pilar ou charuto	Cônico, pilar ou charuto
Marca de tope (se houver)	Cilindro verde	Cone encarnado com o vértice para cima
Luz (se houver)		
Cor	Verde	Encarnada
Ritmo	Grupos de Lampejos Compostos (2+1)	Grupos de Lampejos Compostos (2+1)

Figura 13.15 – Sinais Laterais usados na Região B - Canais Preferenciais a Boreste e a Bombordo



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.

c. 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 se encontra.

O nome de um sinal Cardinal indica o quadrante em que o navegante deve passar, em relação à posição do sinal.

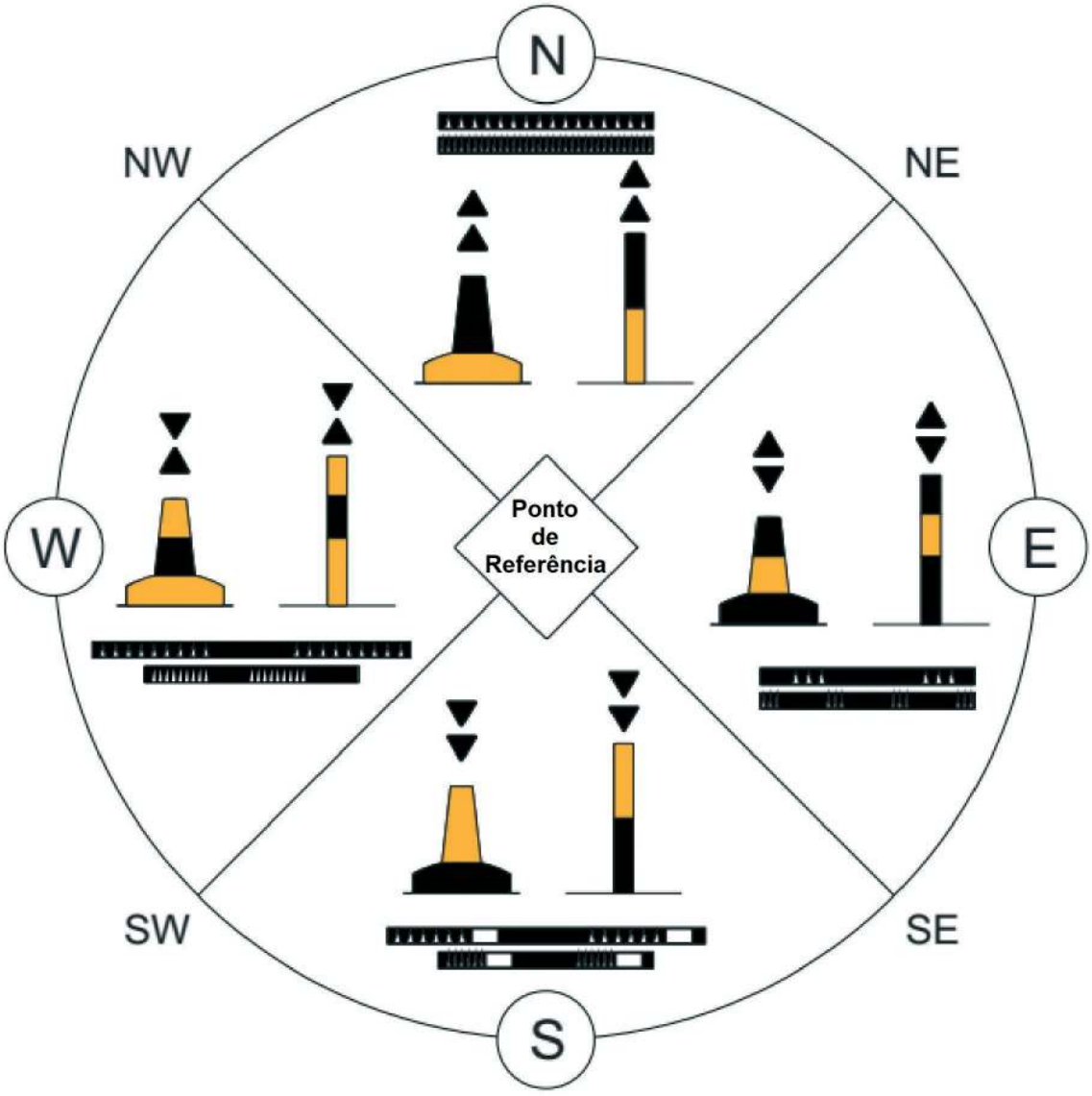
Uso dos Sinais Cardinais – Um sinal Cardinal pode ser usado, por exemplo:

- para indicar que as águas mais profundas numa área se encontram no lado (quadrante) que tem o nome do sinal; e
- para indicar o lado seguro para passar um perigo, especialmente em mar aberto.

Sinais Cardinais:

	Sinal Cardinal Norte (Figura 13.16 N)	**Sinal Cardinal Sul** (Figura 13.16 S)
Cor	Preta sobre amarela	Amarela sobre preta
Formato (boias)	Pilar ou charuto	Pilar ou charuto
Marca de tope	2 cones pretos, um sobre o outro, com os vértices para cima	2 cones pretos, um sobre o outro, com os vértices para baixo
Luz (se houver)		
Cor	Branca	Branca
Ritmo	Lampejos rápidos ou muito rápidos	Grupos de lampejos muito rápidos (6) + lampejo longo, a cada 10 segundos; ou grupos de lampejos rápidos (6) + lampejo longo, a cada 15 segundos

Figura 13.16 – Sinais Cardinais



	Sinal Cardinal Leste (Figura 13.16 E)	Sinal Cardinal Oeste (Figura 13.16 W)
Cor	Preto com uma faixa larga horizontal amarela	Amarelo com uma faixa larga horizontal preta
Formato (boias)	Pilar ou charuto	Pilar ou charuto
Marca de tope	2 cones pretos, um sobre o outro, base a base	2 cones pretos, um sobre o outro, ponta a ponta
Luz (se houver)		
Cor	Branca	Branca
Ritmo	Grupos de lampejos triplos muito rápidos a cada 5 segundos, ou rápidos a cada 10 segundos	Grupos de lampejos muito rápidos (9), a cada 10 segundos; ou grupo de lampejos rápidos (9), a cada 15 segundos.

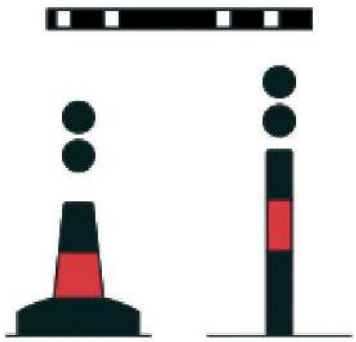
A marca de tope constituída por 2 cones é o indicador diurno mais importante de um sinal cardinal e deve ser usada sempre que praticável; seu tamanho deve ser o maior possível, com uma visível separação entre os cones. A marca de tope para um sinal cardinal deverá ser sempre obrigatória.

d. 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.

	Perigo Isolado (Figura 13.17)
Cor	Preta, com uma ou mais faixas largas horizontais encarnadas
Formato (boias)	Opcional, porém sem conflitar com os sinais laterais preferindo-se os formatos charuto e pilar
Marca de tope	2 esferas pretas, uma sobre a outra
Luz (se houver)	
Cor	Branca
Ritmo	Grupo de lampejos (2)

Figura 13.17 – Sinal de Perigo Isolado



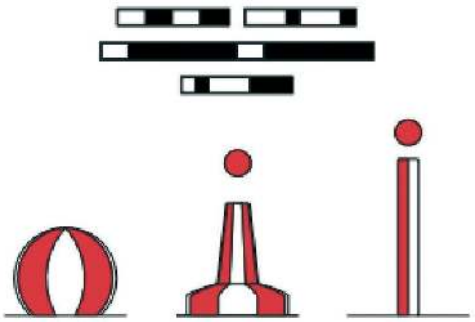
A marca de tope constituída por 2 esferas pretas é um indicador diurno muito importante de todo sinal de Perigo Isolado, e seu tamanho deve ser o maior possível, com uma visível separação entre as esferas. A marca de tope para um sinal de Perigo Isolado é obrigatória.

e. Sinais de Águas Seguras

Definição de Sinais de Águas Seguras – Estes sinais servem para indicar a existência de águas navegáveis em todo o seu entorno, o meio de um canal, um ponto de aterragem ou um ponto de espera.

	Águas Seguras (Figura 13.18)
Cor	Listras verticais encarnadas e brancas
Formato (boias)	Esférico, pilar ou charuto
Marca de tope (se houver)	Uma esfera encarnada
Luz (se houver)	
Cor	Branca
Ritmo	Isofásico, ou de ocultação, ou lampejo longo a cada 10 segundos, ou Morse "A" (.–)

Figura 13.18 – Sinal de Águas Seguras



f. Sinais Especiais

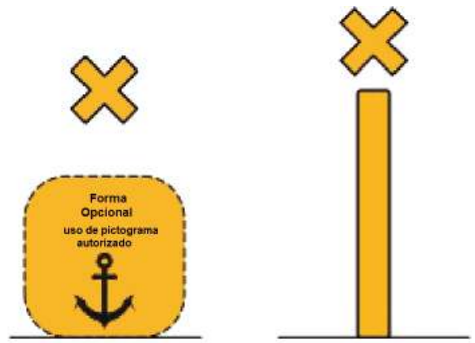
Definição de Sinais Especiais – São sinais cujo objetivo não é orientar a navegação, mas indicar uma área ou característica especial, mencionada nos documentos náuticos apropriados, como:

- boias dos Sistemas de Aquisição de Dados Oceânicos (ODAS);
- sinais de separação de tráfego, em que 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 submarino;
- sinais de área de recreação ou de restrição à navegação;
- sinais para delimitação de perímetro de segurança nas proximidades de usinas hidrelétricas;
- sinais para delimitação de áreas de fundeio;
- sinais para delimitação de extremidade de construções sobre e sob águas;
- sinais para delimitação de obras sendo realizadas sobre e sob águas;
- sinais para delimitação de instalações *offshore* para geração de energias renováveis;
- sinais para indicação de áreas aquícolas; e
- sinais para outros fins especiais.

As obstruções submarinas, quando consideradas perigos à navegação, como dutos ou cabos elétricos, cabos submarinos para telecomunicações, cabeças-de-poço, áreas de despejo, etc, devem ser sinalizadas com os Sinais Especiais, em acordo ao item 0318 da NORMAM 17/DHN.

	Especiais (Figura 13.19)
Cor	Amarela
Formato (boias)	Opcional, mas sem conflitar com sinais de auxílio à navegação
Marca de tope (se houver)	Formato de "X" amarelo
Luz (se houver)	
Cor	Amarela
Ritmo	Ver as observações abaixo especificadas quanto ao ritmo das luzes

Figura 13.19 – Sinal Especial



Observações quanto ao ritmo das luzes em um sinal Especial, quando houver:

i. possíveis ritmos: grupo de ocultação; lampejo simples, exceto lampejo longo a cada dez segundos; grupo de lampejo com quatro, cinco ou excepcionalmente seis lampejos; grupo de lampejo composto; ou código Morse, com exceção das letras "A" e "U"; e

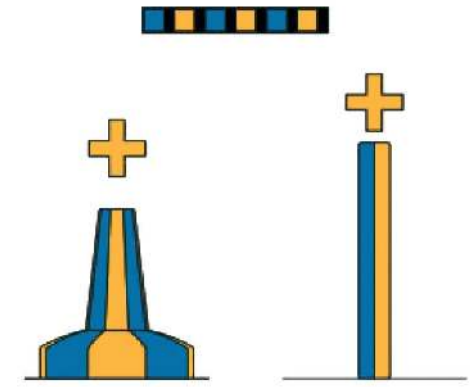
ii. apenas em boias para o Sistema de Aquisição de Dados Oceânicos (ODAS) deve ser utilizada a luz amarela de grupo de lampejos com cinco lampejos (com frequência de uma emissão a cada dois segundos) dentro de um período de vinte segundos, ou seja, Lp(5) A. 20s.

g. Sinais de Novos Perigos

Definição de Sinais de Novos Perigos – Estes sinais servem para indicar qualquer obstrução à navegação recentemente descoberta e ainda não indicada em documentos náuticos ou que ainda não tenha sido suficientemente divulgada. Os novos perigos incluem obstruções tais como: bancos de areia, rochas, cascos soçobrados e outros resultantes da ação do homem.

	Novos perigos (Figura 13.20)
Cor	Listras verticais azul e amarela alternadas
Formato (boias)	Pilar ou charuto
Marca de tope (se houver)	Uma cruz amarela
Luz (se houver)	
Cor	Azul e amarela
Ritmo	Um segundo de lampejo azul e um segundo lampejo amarelo com 0,5 segundo de obscuridade entre eles

Figura 13.20 – Sinal de Novos Perigos



As seguintes recomendações devem ser atendidas ao se propor o estabelecimento de um sinal de Novo Perigo:

i. o novo perigo deve ser sinalizado por iniciativa do responsável pelo balizamento local, que deverá informar, imediatamente, a sua ocorrência ao Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) e ao Agente da Autoridade Marítima;

ii. pelo menos um dos sinais usados para balizar um novo perigo deverá ser duplicado. O sinal utilizado para duplicação deve ser idêntico ao seu par em todos os aspectos;

iii. qualquer sinal luminoso usado com o propósito de sinalizar um novo perigo deve ter a característica luminosa de sinal cardinal ou lateral, rápida (R) ou muito rápida (MR); e

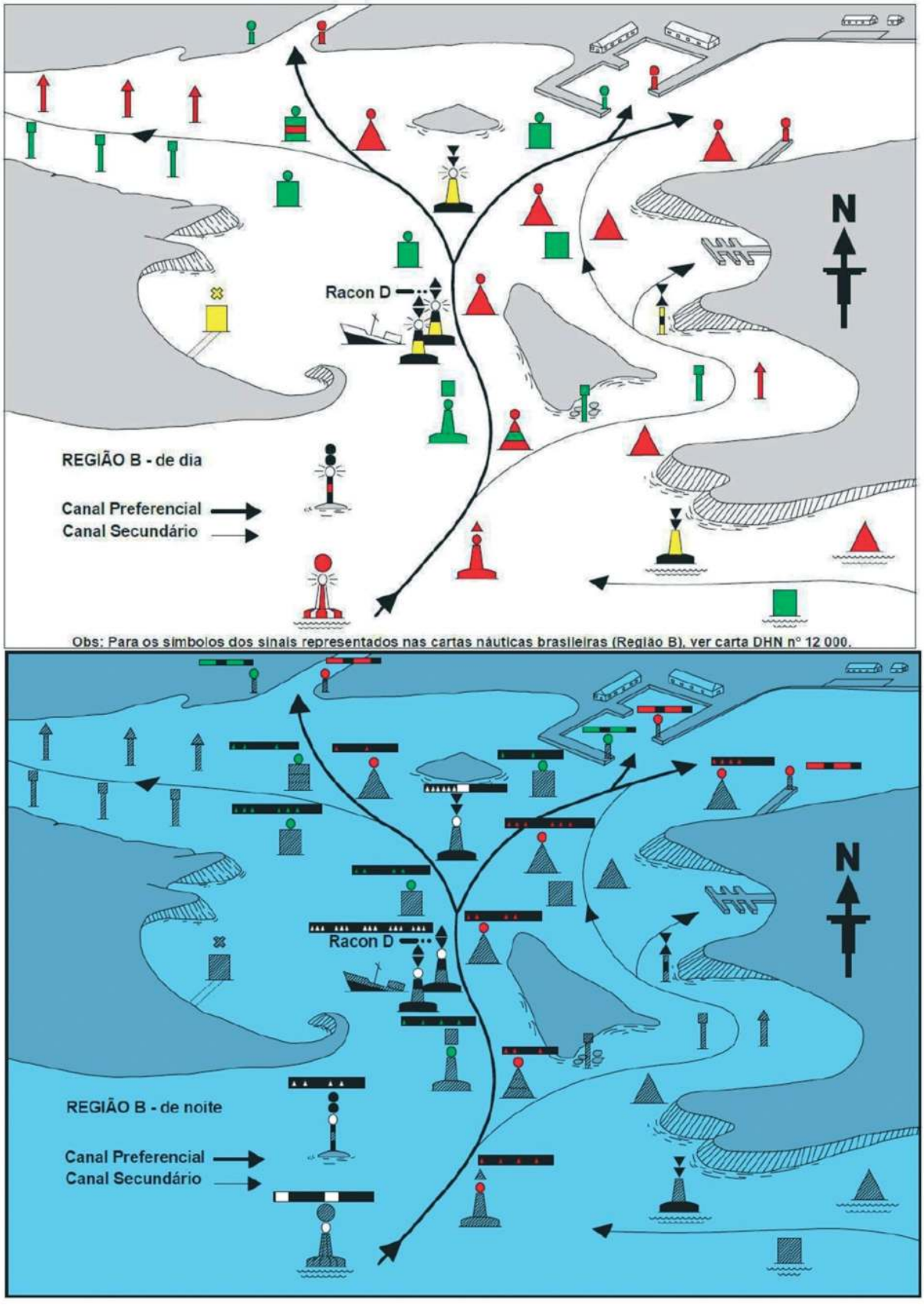
iv. um novo perigo poderá ser sinalizado, ainda, por um Racon transmitindo a letra "D" (- ··) em código Morse, mostrando o comprimento de uma milha náutica na tela do radar.

13.3.3 Utilização do Sistema de Balizamento Marítimo da IALA

A Figura 13.21, constante da página seguinte, apresenta um exemplo de utilização do Sistema de Balizamento Marítimo da IALA na Região "B", adotado pelo Brasil.

O Apêndice C apresenta, em conjunto, os sinais laterais, os sinais de perigo isolado, os de águas seguras, os especiais e os de novos perigos, e os sinais cardinais do Sistema de Balizamento da IALA, para a Região "B", conforme representados na Lista de Faróis – 37ª Edição, 2020-2021, publicada pela DHN.

Figura 13.21 – Uso do Sistema de Balizamento da IALA - Região B, Diurno e Noturno



13.3.4 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 boias cegas, boias de luz ou faroletes;

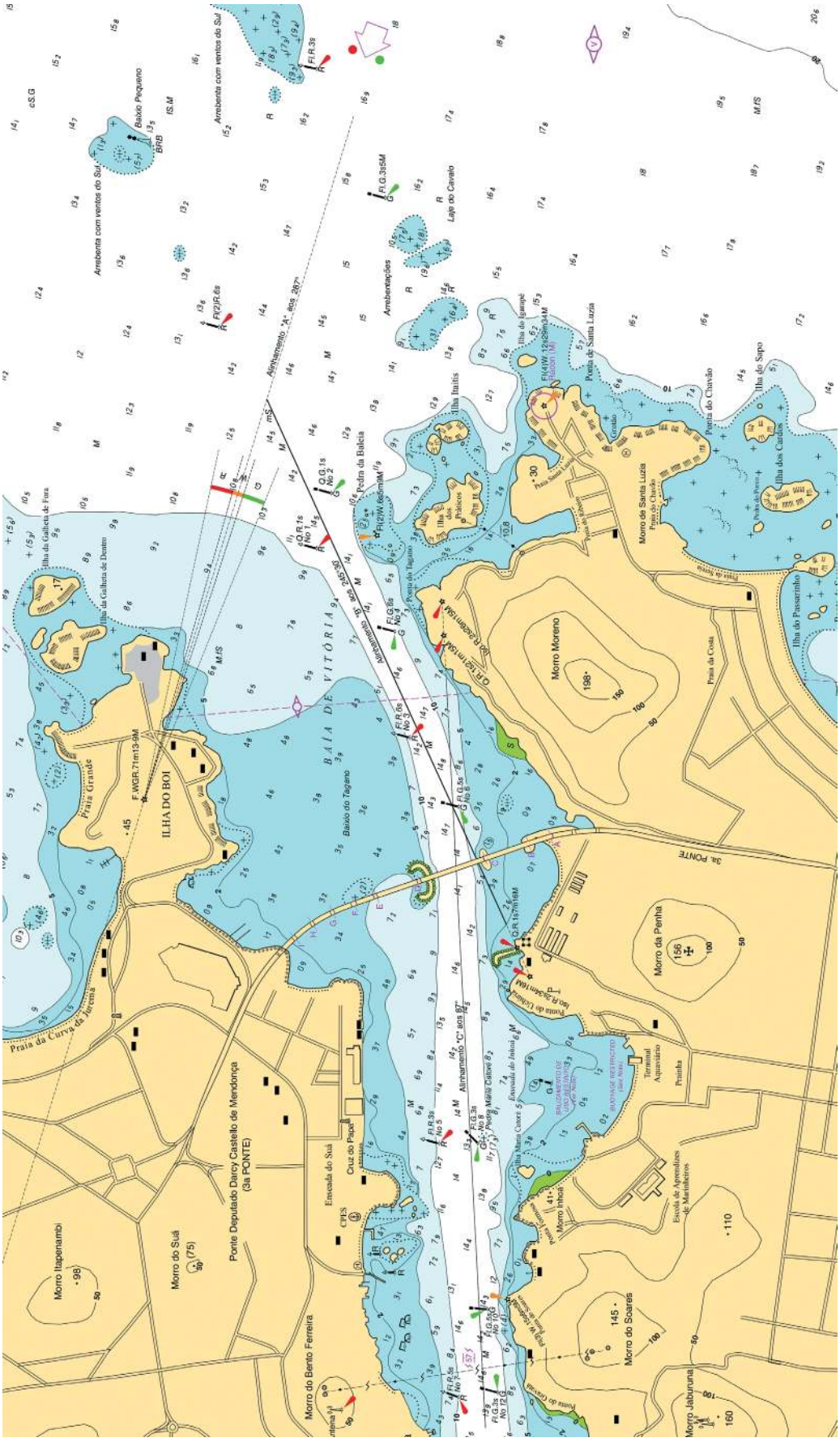
c) o balizamento encarnado recebe números ímpares e o verde números pares; os alinhamentos são identificados por letras, em ordem alfabética;

d) a numeração será sucessiva e em ordem crescente; para os canais, a partir da entrada nos portos, e para os alinhamentos, a partir da boia mais próxima à entrada.

e) além das boias, 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 13.22, na página seguinte, apresenta um trecho da Carta 1401 (Portos de Vitória e Tubarão) como exemplo de balizamento em que as boias são identificadas por números e os alinhamentos por letras, respeitando a ordenação sucessiva e crescente, conforme os critérios acima estabelecidos, e em cumprimento ao Sistema de Balizamento da IALA, Região B, adotado no Brasil.

Figura 13.22 – Exemplo de numeração de balizamento – Carta 1401 – Portos de Vitória e Tubarão


BAIA DE VITÓRIA
ILHA DO BOI
Praia Grande
Praia da Curva da Jurema
Ponte Deputado Darcy Castello de Mendonça (3a PONTE)
Morro do Suá
Morro Itapenambi
Morro do Bento Ferreira
Morro do Soares
Morro Jaburuna
Morro da Penha
Morro Moreno
Morro de Santa Luzia
Ilha do Boi
Ilha do Sapo
Ilha do Passarinho
Ilha dos Caranguejos
Ilha Duas Irmãs
Ilha Mestre Álvaro
Ilha Maria Ortiz
Ilha Mãe Maria
Ilha Trindade
Ilha Pequena
Ilha Redonda
Ilha Rasa da Coroa
Ilha Rasa da Coroa Grande
Ilha Rasa da Coroa Pequena
Ilha Rasa da Coroa Redonda
Ilha Rasa da Coroa Redonda Pequena
Ilha Rasa da Coroa Redonda Grande

APÊNDICE C AO CAPÍTULO 13

SISTEMA DE BALIZAMENTO MARÍTIMO DA IALA

Os quadros contidos no presente Apêndice, que apresentam as características das luzes exibidas pelos sinais de auxílio à navegação adotados no Brasil, conforme o Sistema de Balizamento Marítimo da IALA para a Região "B", com suas respectivas descrições e representações cartográficas, constam da Lista de Faróis – 37ª Edição, 2020-2021, publicada pela DHN.

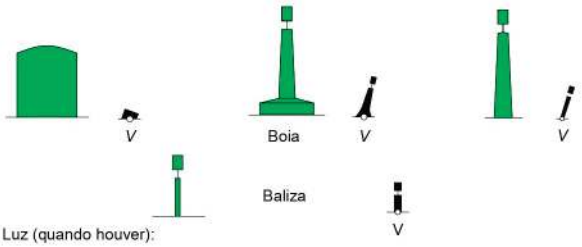
REGIÃO "B"
SISTEMA DE BALIZAMENTO MARÍTIMO DA IALA
BALIZAMENTO CEGO E LUMINOSO
SINAIS LATERAIS

BOMBORDO

Cor: verde

Formato: cilíndrico, pilar ou charuto

Tope (se houver): cilindro verde



Luz (quando houver):

Cor: verde

Ritmo: qualquer, exceto Lp (2 + 1)



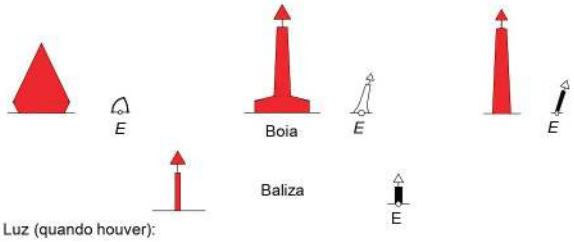
Para serem deixadas por bombordo por quem entra nos portos. Quando luminosa, a boia exibe luz verde com qualquer ritmo, exceto grupo de lampejos compostos (2 + 1) por período.

BORESTE

Cor: encarnada

Formato: cônico, pilar ou charuto

Tope (se houver): cone encarnado com o vértice para cima



Luz (quando houver):

Cor: encarnada

Ritmo: qualquer, exceto Lp (2 + 1)



Para serem deixados por boreste por quem entra nos portos. Quando luminosa, a boia exibe luz encarnada com qualquer ritmo, exceto grupo de lampejos compostos (2 + 1) por período.

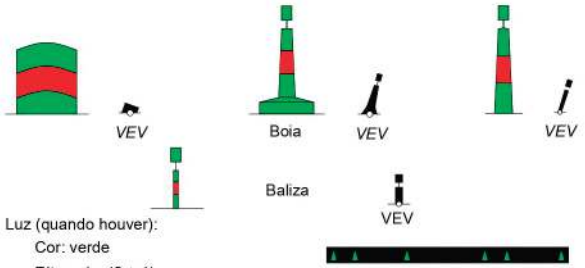
CANAL PREFERENCIAL A BORESTE

(BOMBORDO MODIFICADO)

Cor: verde com uma faixa larga horizontal encarnada

Formato: cilíndrico, pilar ou charuto

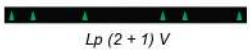
Tope (se houver): cilindro verde



Luz (quando houver):

Cor: verde

Ritmo: Lp (2 + 1)





Quando um canal se bifurca e o canal preferencial for a boreste, o sinal lateral de bombordo modificado, pode ser usado. Quando luminosa, a boia exibe luz verde com um grupo de lampejos compostos (2 +1) por período.

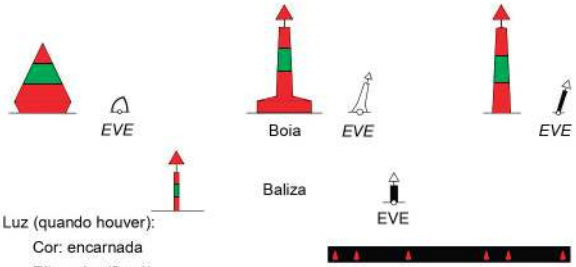
CANAL PREFERENCIAL A BOMBORDO

(BORESTE MODIFICADO)

Cor: encarnada com uma faixa larga horizontal verde

Formato: cônico, pilar ou charuto

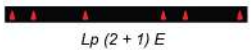
Tope (se houver): cone encarnado com o vértice para cima



Luz (quando houver):

Cor: encarnada

Ritmo: Lp (2 + 1)





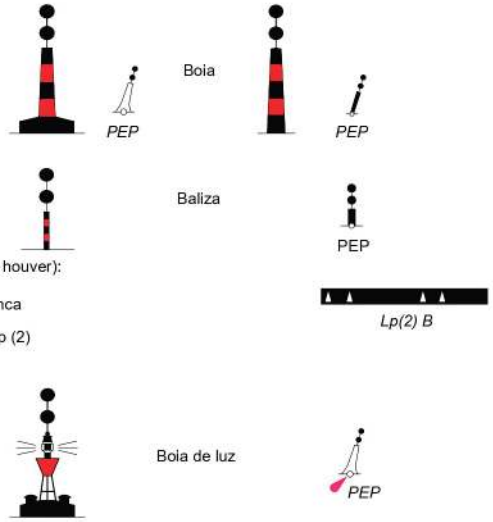
Quando um canal se bifurca e o canal preferencial for a bombordo, o sinal lateral de boreste modificado, pode ser usado. Quando luminosa, a boia exibe luz encarnada com um grupo de lampejos compostos (2 + 1) por período.

PERIGO ISOLADO

Tope: duas esferas pretas, uma sobre a outra

Cor: preta com uma ou mais faixas largas horizontais encarnadas

Formato: pilar ou charuto



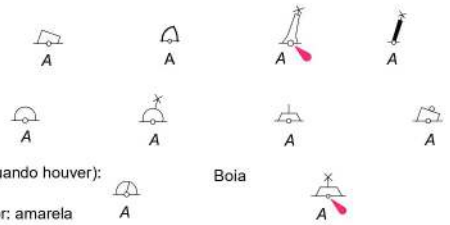
Indicam perigos isolados. O sinal de perigo isolado é aquele construído sobre, ou fundeado junto ou sobre um perigo que tenha águas navegáveis em toda a sua volta. Quando luminosa, a boia exibe luz branca com dois lampejos por período.

BALIZAMENTO ESPECIAL

Tope (se houver): formato de "X" amarelo

Cor: amarela

Formato: opcional, mas sem conflitar com outros sinais



Ritmo:
Oc (...);
Lp. (exceto LpL 10s);
Lp (4), Lp (5) ou Lp (6);
Lp (...+...); ou
Mo (exceto "A" ou "U").

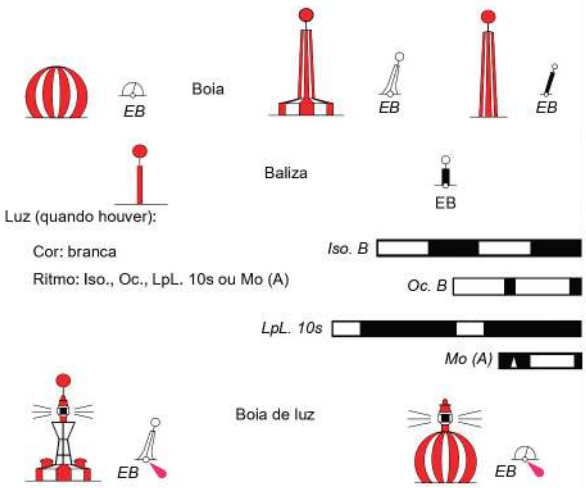
Sinais que não são primordialmente destinados a orientar a navegação mas que indicam uma área ou característica especial mencionada em documentos náuticos apropriados. Exemplo: boias oceanográficas; sinais de separação de tráfego, onde o uso de sinalização convencional de canal possa causar confusão; área de despejos; área de exercícios militares; cabo ou tubulação submarina; área de recreação; prospecções geológicas; dragagens; varreduras; ruínas; áreas de segurança e outros fins especiais.

ÁGUAS SEGURAS

Tope: (se houver): uma esfera encarnada

Cor: faixas verticais encarnadas e brancas

Formato: esférico, pilar ou charuto exibem tope esférico



Indicam águas navegáveis em torno do sinal; incluem sinais de linha de centro, e sinais de meio de canal. Quando luminosa, a boia exibe luz branca isofásica ou de ocultação ou de lampejo longo a cada 10 segundos ou em código Morse exibindo a letra "A".

NOVOS PERIGOS

O termo "Novo Perigo" é usado para descrever obstruções recentemente descobertas e ainda não indicadas em cartas e documentos náuticos. Os novos perigos incluem obstruções como bancos de areia, rochas ou perigos resultantes da ação do homem tais como cascos soçobrados.

Sinalização de novos perigos:

1. Os novos perigos devem ser balizados de acordo com as presentes normas. Se o perigo oferecer risco especialmente grave à navegação, no mínimo um dos sinais usados para balizá-lo deverá ser duplicado por um sinal adicional.

2. Qualquer sinal luminoso com o propósito de assinalar novos perigos deve ter a característica luminosa cardinal ou lateral (MR) ou (R).

3. Qualquer sinal usado para duplicação deve ser idêntico ao seu par em todos os aspectos.

4. Um novo perigo pode ser defendido por um sinal de racon codificado "D" mostrando um comprimento de uma milha náutica na tela do radar.

5. O sinal usado para duplicação pode ser retirado quando se julgar que o novo perigo que ele assinala já teve sua existência suficientemente divulgada.

SINAIS CARDINAIS

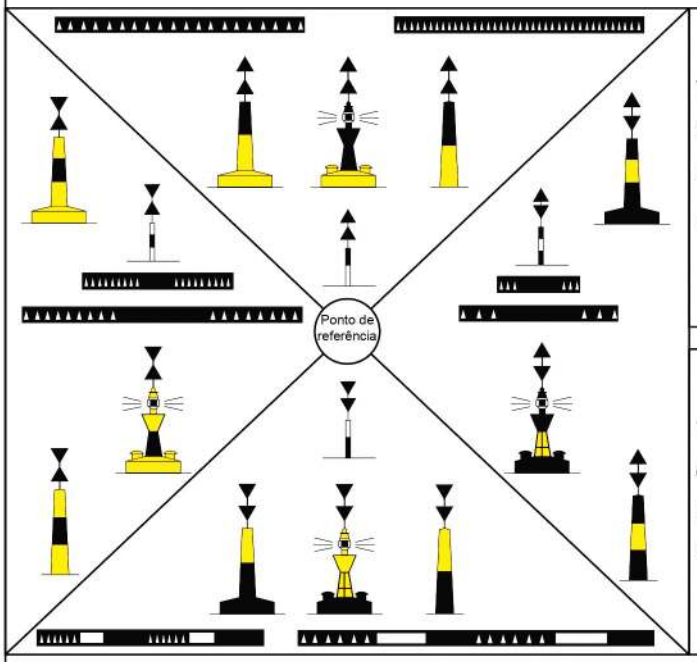
1. Os quatro quadrantes (Norte, Sul, Leste e Oeste) são limitados pelas direções verdadeiras NW—NE, NE—SE, SE—SW, SW—NW, tomados a partir do ponto de referência.
2. O ponto de referência indica o ponto a ser defendido ou indicado pelo sinal.
3. Um sinal cardinal recebe o nome do quadrante no qual ele se encontra.
4. O nome de um sinal cardinal indica o quadrante em que o navegante deve se manter; o referido quadrante tem centro no ponto de referência.

   Eles podem ser usados, por exemplo:

   a) Para indicar que as águas mais profundas estão no quadrante designado pelo sinal;

   b) Para indicar o quadrante seguro em que o sinal deve ser deixado para ultrapassar um perigo; e

   c) Para chamar atenção para um ponto notável num canal tal como uma mudança de direção, uma junção, uma bifurcação, ou o fim de um baixio.



SINAL CARDINAL NORTE

Tope: dois cones pretos, um sobre o outro, com vértices para cima

Cor: preta sobre amarela

Formato: pilar ou charuto

Luz (quando houver):

Cor: branca

Ritmo: R ou MR

SINAL CARDINAL LESTE

Tope: dois cones pretos, um sobre o outro base a base

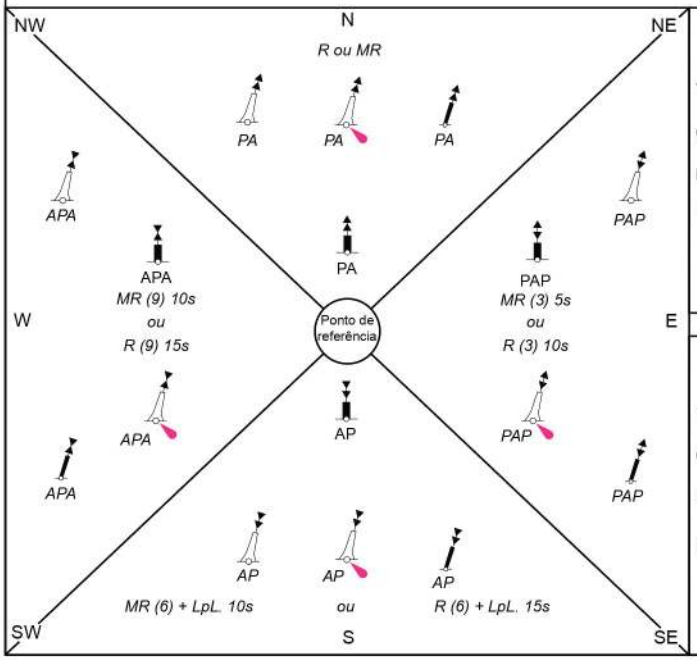
Cor: preta com uma faixa larga horizontal amarela

Formato: pilar ou charuto

Luz (quando houver):

Cor: branca

Ritmo: MR (3) 5s ou R (3) 10s



SINAL CARDINAL SUL

Tope: dois cones pretos, um sobre o outro, com vértices para baixo

Cor: amarela sobre preta

Formato: pilar ou charuto

Luz (quando houver):

Cor: branca

Ritmo: MR (6) + LpL. 10s ou R (6) + LpL. 15s

SINAL CARDINAL OESTE

Tope: dois cones pretos, um sobre o outro ponta a ponta

Cor: amarela com uma faixa larga horizontal preta

Formato: pilar ou charuto

Luz (quando houver):

Cor: branca

Ritmo: MR (9) 10s ou R (9) 15s

WWW.CAPITAO-AMADOR.COM

Continue estudando

Treino de questões no Telegram

Questões de Mestre-Amador por assunto, direto no celular: você responde, vê o gabarito e acompanha onde está errando. Aponte a câmera para o código ou toque no endereço.

t.me/capitao_amador_bot

Simulado gratuito no site

Banco com mais de 2.200 questões de Mestre-Amador, por assunto ou em prova completa de 40 questões com cronômetro: www.capitao-amador.com/mestre-amador/simulado

A outra parte desta apostila gratuita

Parte 2: Navegação Eletrônica, Meteorologia, Segurança e RIPEAM. Radar, GNSS, meteorologia, VHF, EPIRB e AIS, estabilidade, sobrevivência no mar e RIPEAM.

Para baixar: www.capitao-amador.com/mestre-amador/apostila

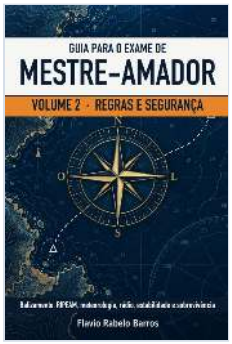
Os livros para o exame de Mestre-Amador



Guia para o Exame de Mestre-Amador, Volume 1: Navegação

A parte da prova que se resolve com carta, lápis e conta, explicada do zero: cartas náuticas, rumos e marcações, navegação estimada e costeira, marés, GPS e radar. E-book Kindle.

www.capitao-amador.com/livros



Guia para o Exame de Mestre-Amador, Volume 2: Regras e Segurança

As regras, o tempo e a segurança que a prova cobra, conferidos nas normas em vigor: balizamento, RIPEAM, meteorologia, comunicações, estabilidade, sobrevivência e legislação. E-book Kindle.

www.capitao-amador.com/livros

Os livros, o simulado e o treino no Telegram são do www.capitao-amador.com, independentes da Marinha do Brasil. As publicações reproduzidas neste compilado pertencem aos órgãos e autores indicados em cada parte.