

# 11

# INSTRUMENTOS NÁUTICOS

## 11.1 AS “FERRAMENTAS” DO NAVEGANTE

Quase todas as atividades profissionais necessitam de um conjunto de “ferramentas” específicas. A prática da navegação não é diferente nesse aspecto. Este Capítulo descreve, sem entrar demasiadamente em detalhes técnicos, a maioria dos instrumentos utilizados nos navios de guerra, na marinha mercante e na navegação de pesca, esporte e recreio, para a prática da navegação costeira, estimada e em águas restritas.

A escolha dos instrumentos depende de vários fatores, dentre os quais se destacam o porte do navio, seu uso e os recursos disponíveis. Assim, pode-se afirmar que, de um modo geral, os navios de guerra mais modernos, os navios mercantes de grande porte (utilizados na navegação de longo curso), os navios de pesquisa e, até mesmo, algumas embarcações de esporte e recreio são dotados de instrumentos e equipamentos de navegação variados e sofisticados. Por outro lado, navios de guerra menores (tais como navios-patrulha), navios-auxiliares, navios mercantes de cabotagem, embarcações de pesca e a maioria dos barcos de esporte e recreio possuem, normalmente, apenas **instrumentos náuticos** básicos.

Embora os **instrumentos náuticos** possam ser classificados de diversas maneiras, eles serão aqui estudados em grupos, de acordo com as seguintes finalidades:

- instrumentos para medida de direções;
- instrumentos de medida de velocidade e distância percorrida;
- instrumentos para medição de distâncias no mar;
- instrumentos para medição de profundidades;
- instrumentos de desenho e plotagem;
- instrumentos para ampliação do poder de visão; e
- outros instrumentos.

## 11.2 INSTRUMENTOS PARA MEDIDA DE DIREÇÕES NO MAR

### 11.2.1 OBTENÇÃO DE RUMOS E MARCAÇÕES NO MAR

As direções no mar (rumos e marcações) são obtidas pelo uso das **Agulhas Náuticas** e seus acessórios, já estudados detalhadamente no Capítulo 3.

Entretanto, vale acrescentar, ainda, alguns comentários sobre os referidos instrumentos.

### 11.2.2 AGULHAS NÁUTICAS

São as **Agulhas Náuticas**, quer **magnéticas**, quer **giroscópicas**, que indicam os **rumos** a bordo. Ademais, com elas são tomadas as **marcações** e **azimutes**, através do uso de acessórios especiais.

#### a. Agulhas Magnéticas

Conforme visto, normalmente os navios possuem duas Agulhas Magnéticas: a **agulha padrão**, instalada no tijupá, em um local o mais livre possível das influências dos ferros de bordo e de visada desobstruída, e a **agulha de governo**, colocada no passadiço, por antea-avante da roda do leme.

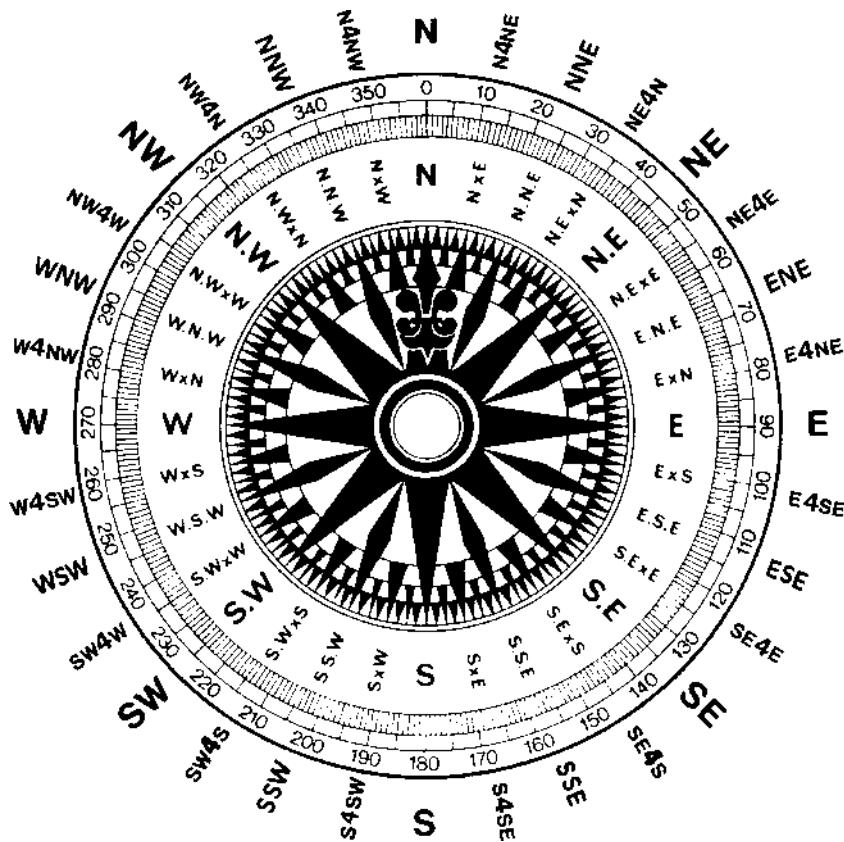
Pela **agulha padrão** é que se determinam os **rumos** e **marcações**. A **agulha de governo** serve, basicamente, para o governo do navio. O rumo da **agulha de governo** é obtido por comparação com a **agulha padrão**. O procedimento consiste em colocar o navio no rumo da agulha pela **agulha padrão** e, nessa situação, ler-se o rumo indicado na agulha de governo, pela qual passa-se a governar o navio.

Em alguns navios, suprimiu-se a **agulha de governo**, sendo instalado na **agulha padrão**, no tijupá, um periscópio para leituras de rumo pelo timoneiro, no passadiço.

No que se refere à graduação da **rosa de rumos** da **Agulha Magnética**, inicialmente a bússola era usada apenas para indicar o **Norte**. Logo, entretanto, foi introduzido o conceito de marcar outras direções ao redor da borda da agulha. As direções marcadas recebem os nomes dos vários ventos, conhecidos como Norte, Leste, Sul e Oeste. Por isso, à rosa da agulha foi dado o nome de **rosa dos ventos**. Depois das **direções cardeais** (N,E,S e W), vieram as **direções intercardinais** (ou colaterais), NE, SE, SW e NW e, em seguida, subdivisões menores, tais como NNE, ENE, ESE, SSE, SSW, WSW, WNW e NNW. Este sistema resulta na divisão de um círculo completo ( $360^\circ$ ) em 32 “pontos” (1 ponto =  $11^\circ 15'$ ). Cada ponto, por sua vez, é dividido em meio ponto e  $1/4$  de ponto. Uma rosa completa deste tipo, com os 32 “pontos”, suas subdivisões e as designações das **quartas** está mostrada na Figura 11.1. A graduação da rosa em “pontos” e quartas está, hoje, obsoleta, mas pode ser, ainda, encontrada em algumas embarcações, especialmente veleiros. A tabela da Figura 11.2 permite converter a **rosa em pontos** e a **rosa em quartas** em **rosa circular** ( $000^\circ$  a  $360^\circ$ ).

Um desenvolvimento recente da **Agulha Magnética** é a **agulha eletrônica**, que baseia seu funcionamento na medida do campo magnético terrestre. Ela não usa, como a bússola tradicional, a lei de atração e repulsão dos pólos magnéticos.

Figura 11.1 - Rosa graduada em graus e pontos e quartas



Esta rosa apresenta as duas graduações convencionais: divisão em graus (de 000° a 360°), que é o sistema de uso universal, e divisão quadrantal, que usa os pontos cardeais, colaterais e sub-colaterais.

Figura 11.2 - Conversão da Rosa em Pontos e da Rosa em Quartas em Rosa Circular

Quartas	Pontos	Circular	Quartas	Pontos	Circular	Quartas	Pontos	Circular	Quartas	Pontos	Circular
N 0	0° 0' 0''	E 0° SE	8 1/4 SE	90° 48' 45''	S 1/4 SW	0 1/4 SW	180° 48' 45''	W 0 NW	8 1/4 NW	270° 48' 45''	
N 1/4 NE	0 45' 45''	E 1/4 SE	7 1/4 SE	92° 48' 45''	S 1/4 SW	0 1/4 SW	182° 48' 45''	W 1/4 NW	7 1/4 NW	272° 48' 45''	
N 3/4 NE	5 37 30	E 3/4 SE	7 1/2	95 37 30	S 3/4 SW	0 3/4 SW	185 37 30	W 3/4 NW	7 1/2 NW	275 37 30	
N 1/4 NE	8 26 15	E 1/4 SE	7 3/4	98 26 15	S 3/4 SW	0 3/4 SW	188 26 15	W 1/4 NW	7 1/4 NW	278 26 15	
N 4 NE	11 15	E 4 SE	7	101 15	S 4 SW	1	191 15	W 4 NW	7	281 15	
N 4 1/4 NE	14 3 45	E 4 1/4 SE	6 1/4	104 3 45	S 4 1/4 SW	1 1/4	194 3 45	W 4 1/4 NW	6 1/4	284 3 40	
N 4 1/2 NE	16 52 30	E 4 1/2 SE	6 1/2	106 52 30	S 4 1/2 SW	1 1/2	196 52 30	W 4 1/2 NW	6 1/2	286 52 30	
N 4 3/4 NE	19 41 15	E 4 3/4 SE	6 3/4	109 41 15	S 4 3/4 SW	1 3/4	199 41 15	W 4 3/4 NW	6 3/4	289 41 15	
NNE	22 30	ESE	6	112 30	SSW	2	202 30	WNW	6	292 30	
NE 4 1/4 N	25 18 40	SE 4 1/4 E	5 1/4	115 18 40	SW 4 1/4 S	2 1/4	205 18 40	NW 4 1/4 W	5 1/4	295 18 40	
NE 4 1/2 N	28 7 30	SE 4 1/2 E	5 1/2	118 7 30	SW 4 1/2 S	2 1/2	208 7 30	NW 4 1/2 W	5 1/2	298 7 30	
NE 4 3/4 N	30 56 15	SE 4 3/4 E	5 3/4	120 56 15	SW 4 3/4 S	2 3/4	210 56 15	NW 4 3/4 W	5 3/4	300 56 15	
NE 4 N	33 45	SE 4 E	5	123 45	SW 4 S	3	213 45	NW 4 W	0	303 45	
NE 1/4 N	36 33 45	SE 1/4 E	4 1/4	126 33 45	SW 1/4 S	3 1/4	216 33 45	NW 1/4 W	4 1/4	306 33 45	
NE 1/2 N	39 22 30	SE 1/2 E	4 1/2	129 22 30	SW 1/2 S	3 1/2	219 22 30	NW 1/2 W	4 1/2	309 22 30	
NE 3/4 N	42 11 15	SE 3/4 E	4 3/4	132 11 15	SW 3/4 S	3 3/4	222 11 15	NW 3/4 W	4 3/4	312 11 15	
NE	45	SE	4	135	SW	4	225	NW	4	315	
NE 1/4 E	47 48 45	SE 1/4 S	3 1/4	137 48 45	SW 1/4 W	4 1/4	227 48 45	NW 1/4 N	3 1/4	317 48 45	
NE 1/2 E	50 37 30	SE 1/2 S	3 1/2	140 37 30	SW 1/2 W	4 1/2	230 37 30	NW 1/2 N	3 1/2	320 37 30	
NE 3/4 E	53 26 15	SE 3/4 S	3 3/4	142 26 15	SW 3/4 W	4 3/4	233 16 15	NW 3/4 N	3 3/4	323 26 15	
NE 4 E	56 15	SE 4 S	4	145 15	SW 4 W	5	236 15	NW 4 N	3	326 15	
NE 4 1/4 E	59 3 45	SE 4 1/4 S	2 1/4	149 3 45	SW 4 1/4 W	5 1/4	239 3 45	NW 4 1/4 N	2 1/4	329 3 45	
NE 4 1/2 E	61 52 30	SE 4 1/2 S	2 1/2	151 52 30	SW 4 1/2 W	5 1/2	241 52 30	NW 4 1/2 N	2 1/2	331 52 30	
NE 4 3/4 E	64 41 15	SE 4 3/4 S	2 3/4	154 41 15	SW 4 3/4 W	5 3/4	244 41 15	NW 4 3/4 N	2 3/4	334 41 15	
ENE	67 30	SSE	2	157 30	WSW	6	247 30	NNW	2	337 30	
E 4 1/4 NE	70 18 45	S 4 1/4 SE	1 1/4	160 18 45	W 4 1/4 SW	6 1/4	250 18 45	N 4 1/4 NW	1 1/4	340 18 45	
E 4 1/2 NE	73 7 30	S 4 1/2 SE	1 1/2	163 7 30	W 4 1/2 SW	6 1/2	253 7 30	N 4 1/2 NW	1 1/2	343 7 30	
E 4 3/4 NE	75 56 15	S 4 3/4 SE	1 3/4	165 56 15	W 4 3/4 SW	6 3/4	255 56 15	N 4 3/4 NW	1 3/4	345 56 15	
E 4 NE	78 45	S 4 SE	1	168 45	W 4 SW	7	258 45	N 4 NW	1	348 45	
E 1/4 NE	81 33 45	S 1/4 SE	0 1/4	171 33 45	W 1/4 SW	7 1/4	261 33 45	N 1/4 NW	0 1/4	351 33 45	
E 1/2 NE	84 22 30	S 1/2 SE	0 1/2	174 22 30	W 1/2 SW	7 1/2	264 22 30	N 1/2 NW	0 1/2	354 22 30	
E 3/4 NE	87 11 15	S 3/4 SE	0 3/4	177 11 15	W 3/4 SW	7 3/4	267 11 15	N 3/4 NW	0 3/4	357 11 15	
E	90	S	0	180	W	8	270	N	0	360 ou 0	

A instalação da **agulha eletrônica** (“FLUX GATE COMPASS”) a bordo é simples, a apresentação do rumo é geralmente digital e não existem partes móveis na agulha. Além disso, uma **agulha eletrônica** pode ser usada em latitudes mais elevadas que uma bússola convencional.

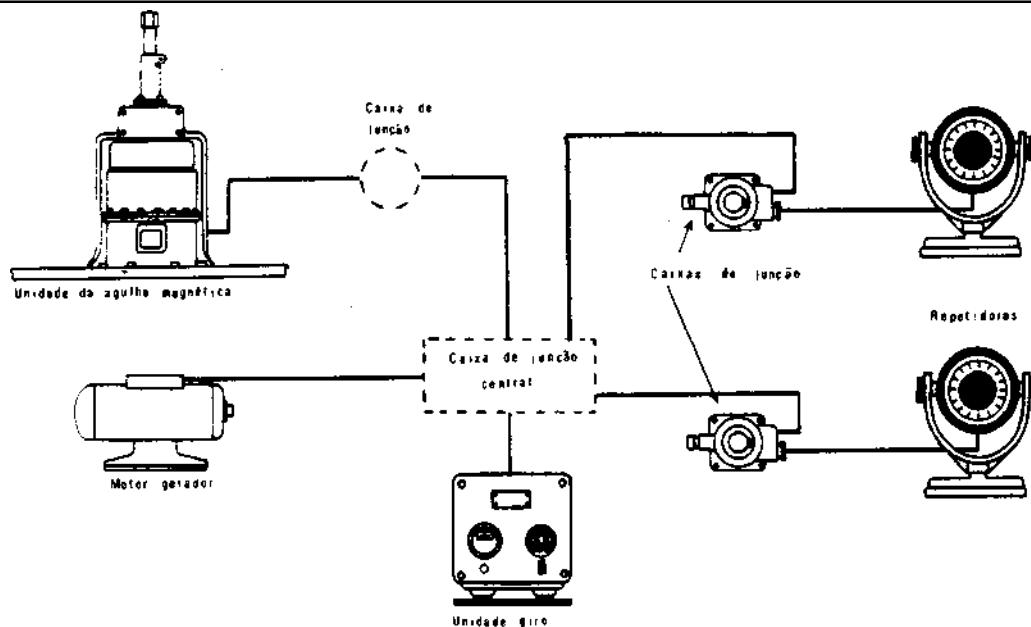
### b. Agulhas Giro-Magnéticas

Embora pouco utilizada, é necessário mencionar a **agulha giro-magnética**, que combina os efeitos do magnetismo e do giroscópio. Seu princípio é simples: a **agulha magnética** possui um dispositivo que fixa no meridiano magnético um pequeno giroscópio, que, por sua vez, controla um transmissor que opera as repetidoras. Esse sistema foi desenvolvido pela **Sperry Gyroscope Company, Inc.**

Uma **agulha magnética** é alojada numa câmara estanque, que é posicionada longe de todos os ferros de bordo (devido ao seu pequeno tamanho e por ser muito leve, pode ser posicionada no mastro). As indicações dessa agulha não são afetadas pelos balanços e arfagens. Suas indicações são enviadas a uma **unidade giroscópica** que possui uma rosa dos ventos, que indica o **rumo magnético**. Esse rumo é passado à repetidora por meio de um transmissor ligado ao giroscópio. O sistema possui capacidade para operar duas repetidoras. Um motor gerador serve para transformar a corrente elétrica do navio na corrente com as características necessárias para funcionamento do sistema.

Esse sistema pode ser usado com sucesso em pequenas embarcações, como iates, pequenos navios de pesca, rebocadores, etc, pois suas indicações são estáveis e ocupa pouco espaço. Um diagrama esquemático do sistema é apresentado na Figura 11.3.

**Figura 11.3 - Esquema da instalação da Agulha Giro-Magnética**



### c. Agulhas Giroscópicas e seus acessórios

No que se refere às **Agulhas Giroscópicas**, é importante registrar que, cada vez mais compactas, precisas e sofisticadas (utilizando giroscópios eletrônicos, mancais magnéticos, etc.), hoje em dia são instaladas no passadiço e não mais em compartimento próprio (PCI). Além disso, dentro da tendência de dispor de redundância nos sistemas vitais de bordo, os navios modernos, embora sem dispensar as **Agulhas Magnéticas**, têm, normalmente, duas **Agulhas Giroscópicas**, uma como “back-up” da outra.

Com relação aos acessórios das Agulhas Giroscópicas, há que recordar o **piloto automático** e o **registrator de rumos**. O **piloto automático** é um aparelho para controle automático do rumo, permitindo manter o navio em um determinado rumo, sem interferência do timoneiro.

Esse equipamento não é de uso exclusivo com a **Agulha Giroscópica**, podendo ser instalado, também, em qualquer navio que possua um sistema de repetidora da agulha, seja ela **giroscópica**, **magnética** ou mesmo **giro-magnética**. Nas embarcações menores, o **piloto automático** possui sua própria bússola (**Agulha Magnética**), na qual se ajusta o rumo a ser seguido. Entretanto, o **piloto automático** é mais utilizado associado a uma **Agulha Giroscópica**. O **piloto automático** que usa um sistema repetidor da **Agulha Giroscópica** é, então, denominado **giro-piloto**.

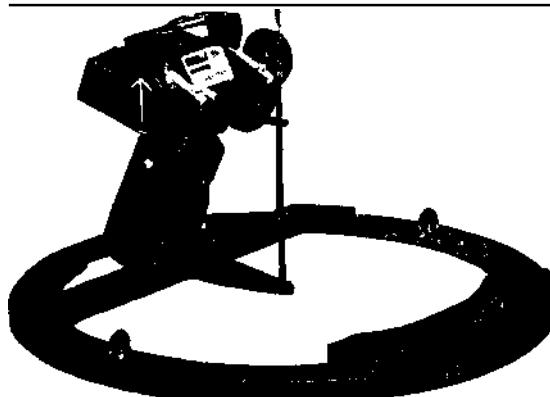
O governo do navio por meio do **piloto automático** é muito mais eficiente do que com o timoneiro. Como exemplo, basta citar que o equipamento SPERRY AUTOPILOT indica uma variação de rumo de 1/6 de grau e que o **giro-piloto** atua quando o navio sai do rumo ajustado apenas 1/3 de grau. Assim, o **piloto automático**, além de governar melhor o navio, apresenta as vantagens de possibilitar maior distância realmente navegada, para um mesmo consumo de combustível, e proporcionar menor desgaste da máquina do leme, em comparação com o governo manual. Entretanto, é preciso alertar que o **piloto automático** é “cego” e, como qualquer outro equipamento, sujeito a avarias, falhas e irregularidades de funcionamento. Portanto, deve ser mantida permanentemente uma vigilância cuidadosa sobre os movimentos do navio e a operação do aparelho.

O **registrator de rumos**, conforme visto, é um instrumento que registra em um papel (que se desenrola comandado por um equipamento de relojoaria) os rumos navegados, em função do tempo, operando acionado por uma **repetidora da Agulha Giroscópica**. O **registrator de rumos** é muito útil na recomposição de derrotas, para verificar o adestramento dos timoneiros e serve de prova de manobras efetuadas em casos de acidentes, tais como colisão.

### 11.2.3 DISPOSITIVOS PARA MEDIDA DE MARCAÇÕES E AZIMUTES

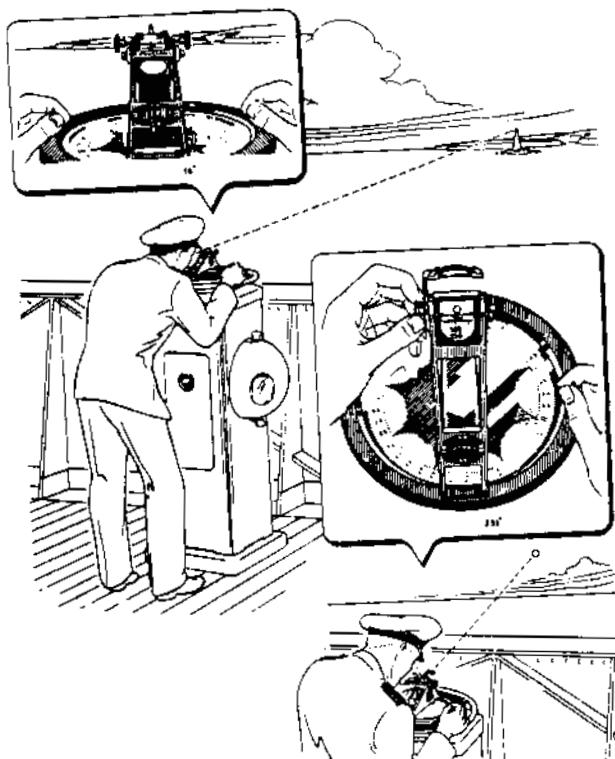
Os acessórios e dispositivos especiais para a tomada de **marcações** e **azimutes** foram abordados no Capítulo 3, tendo sido estudados com detalhes o **taxímetro**, a **agulha magnética de mão** (“hand bearing compass”), a **alidade de pínulas**, o **círculo azimutal** e a **alidade telescópica**. Restam ser mencionados os seguintes instrumentos:

**Figura 11.4 - Espelho Azimutal**



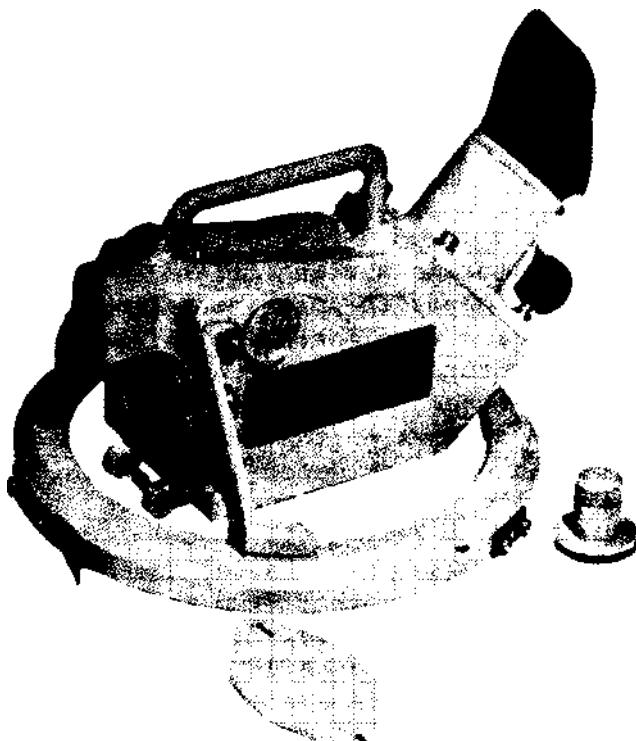
- a. **Espelho azimutal** (Figura 11.4): é constituído por uma alidade com espelho e prisma de reflexão, utilizado para obtenção de **azimutes** e **marcações**, de maneira semelhante ao **círculo azimutal**.

**Figura 11.5 - Uso do espelho azimutal**



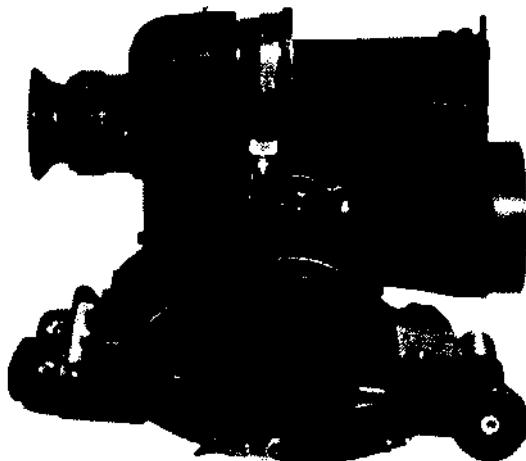
A Figura 11.5 mostra o emprego de um **espelho azimutal** para obtenção da **marcação** de um ponto de terra e do **azimute** de um astro. Para observação da **marcação**, visa-se diretamente o ponto escolhido, lendo-se o valor da marcação com o auxílio do prisma. Para obtenção do **azimute** de astros, utiliza-se o espelho montado na alidade (livre de girar em torno de um eixo horizontal).

**Figura 11.6 - Alidade Telescópica**



b. **Alidade auto-síncrona:** conforme visto no Capítulo 3, a **alidade telescópica** (Figura 11.6) é semelhante a um **círculo azimutal**, porém, em vez das fendas de visada, possui uma luneta telescópica montada sobre o círculo de metal. O poder de ampliação da lente do telescópio torna mais fácil observar objetos distantes. No interior da luneta, um retículo, em conjunto com um prisma, permite que se vise o ponto escolhido e, ao mesmo tempo, leia-se o valor da marcação. Entretanto, quando o navio está jogando muito, é comum perder-se a visada de um objeto, pois o campo de visão da **alidade telescópica** é limitado. Para contornar esta desvantagem, existe a **alidade auto-síncrona** ("self-synchronous alidade"), mostrada na Figura 11.7, que possui um motor síncrono adicional, co-

mandado pela **Agulha Giroscópica mestra**. Com este desenvolvimento, é possível ajustar a alidade em uma determinada direção e observar um objeto, sem que o instrumento se desvie da marcação desejada, em virtude do movimento do navio. A **alidade auto-síncrona**, assim como a **alidade telescópica**, é usada em lugar do **círculo azimutal**, ou do **espelho azimutal**, para determinar a marcação de objetos distantes.

**Figura 11.7 - Alidade Auto-Síncrona****Figura 11.8 - Agulha Magnética Digital de mão**

- c. **Agulha Magnética digital, de mão:** um instrumento de desenvolvimento recente para leitura de **marcações** é a **agulha magnética digital de mão** ("hand held digital fluxgate compass"), que possibilita a leitura de **marcações magnéticas** com precisão. O "DATASCOPE", mostrado na Figura 11.8, possui uma luneta de 5x30, de foco permanente, e uma memória capaz de armazenar 9 valores de marcações. Além disso, pode-se entrar no aparelho com o valor da **declinação magnética** e obter-se diretamente marcações verdadeiras, facilitando a plotagem das LDP observadas. O equipamento funciona, ainda, como determinador de distâncias a objetos de altitude conhecida.

**Figura 11.9 - Bússola Digital com dispositivo de visão noturna**

O "STARSCOPE", mostrado na Figura 11.9, é semelhante ao "DATASCOPE", permitindo leituras digitais precisas de marcações. Ademais, incorpora uma capacidade de visão noturna, amplificando mais de 1.000 vezes a luminosidade existente.

## **11.3 INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE VELOCIDADE E DISTÂNCIA PERCORRIDA**

### **11.3.1 IMPORTÂNCIA DA MEDIDA DA VELOCIDADE E DA DISTÂNCIA PERCORRIDAS**

Conforme visto no Capítulo 5, a **navegação estimada** baseia-se nas características do movimento do navio (**rumo** e **velocidade / distância percorrida**). Assim, para efetuar a **navegação estimada**, além do **rumo** (obtido da **agulha náutica**), é fundamental conhecer a **velocidade** com que se desloca o navio e, a partir deste valor, a **distância percorrida** em um determinado período de tempo. Ademais, o conhecimento da **velocidade** é essencial para o estabelecimento de ETA ("estimated time of arrival") em portos ou pontos da derrota e de "rendez-vous" com outros navios ou forças no mar.

### 11.3.2 ODÔMETROS E VELOCÍMETROS

Para determinação da **distância percorrida** e da **velocidade** do navio recorrem-se, a bordo, aos **odômetros** ou aos **velocímetros** ("speedmeters").

Os **odômetros\*** podem ser classificados em:

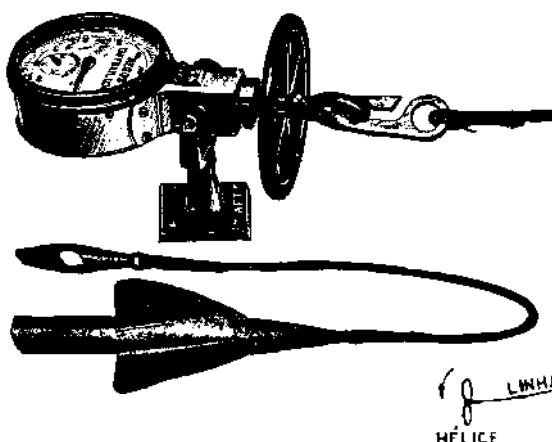
- odômetro de superfície;
- odômetro de fundo; e
- odômetro Doppler.

Os dois primeiros tipos medem a **velocidade** do navio na superfície, isto é, em relação à massa d'água circundante (depois a **velocidade** é integrada em relação ao tempo e transformada em **distância percorrida**). O **odômetro Doppler** é capaz de medir a **velocidade** em relação ao fundo.

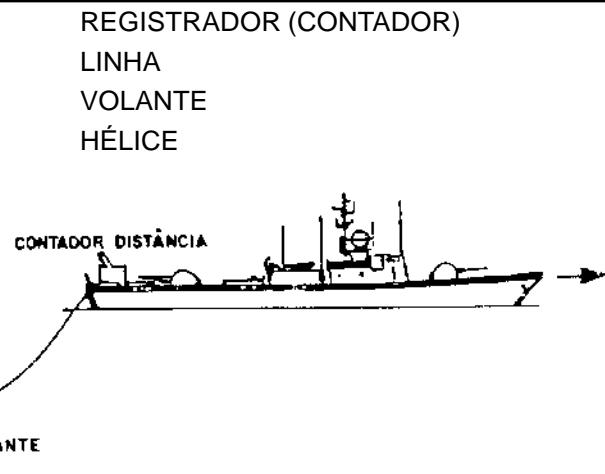
#### a. Odômetro de superfície

O **odômetro de superfície** (Figura 11.10) é formado por um **hélice**, um **volante**, uma **linha de reboque** e um **registrator**, montados como ilustrado na Figura 11.11.

**Figura 11.10 - Odômetro de Superfície**



**Figura 11.11 - Odômetro de Superficie - 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 se pode ler, a cada instante, o total da **distância navegada**, desde que o instrumento foi lançado ao mar.

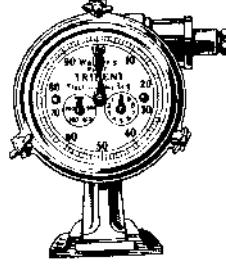
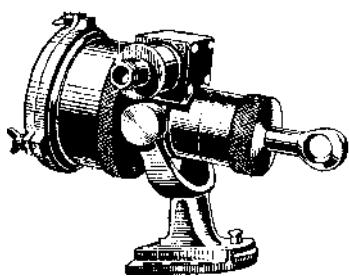
O **comprimento da linha** que se lança ao mar depende essencialmente da **velocidade do navio** e só experimentalmente pode-se concluir o valor correto do comprimento do reboque. Em princípio, a tabela a seguir, recomendada pela Marinha Britânica, pode servir de base:

\* Os dicionários listam HODÔMETRO como grafia principal da palavra. Contudo, aceitam, também, a forma ODÔMETRO, que será utilizada neste trabalho, por ser de uso mais comum na navegação

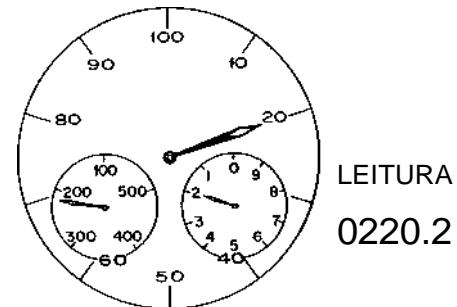
VEL. MAX.EM NÓS	BRAÇAS	METROS
10	40	73
15	50-55	91-101
18 e acima	65-70	119-128

O **registrarador** (Figura 11.12) compõe-se de uma caixa de engrenagens que movimenta os ponteiros dos mostradores, que indicam a distância navegada até 1.000 milhas, em **décimos de milha** (ponteiro pequeno, à direita), em **milhas** (ponteiro grande, central) e em **centenas de milhas** (ponteiro pequeno, à esquerda), como mostra a Figura 11.13.

**Figura 11.12 - Registrador do Odômetro de Superfície**



**Figura 11.13 - Leitura do registrador**



A leitura do mostrador deve obedecer à ordem citada anteriormente e a distância deve ser indicada por cinco algarismos, os décimos inclusive, como determinam as instruções sobre o uso de instrumentos de navegação.

## VANTAGENS DO ODÔMETRO DE SUPERFÍCIE

- Simplicidade de instalação;
- Possibilidade de substituição rápida de componentes avariados.

## INCONVENIENTES DO ODÔMETRO DE SUPERFÍCIE

- Precisa ser retirado quando o navio opera máquinas atrás (pois, com seguimento a ré, pode enroscar-se no hélice);
- Sofre a influência do mar grosso;
- Enrosca-se em algas e sargaços e reboca lixo;
- Não está sempre pronto para funcionar; precisa ser preparado e lançado;
- Indica a distância navegada na superfície e não fornece diretamente a velocidade;
- Precisa ser retirado e não pode ser lançado em portos muito movimentados, porque sua linha pode ser cortada por outros navios.

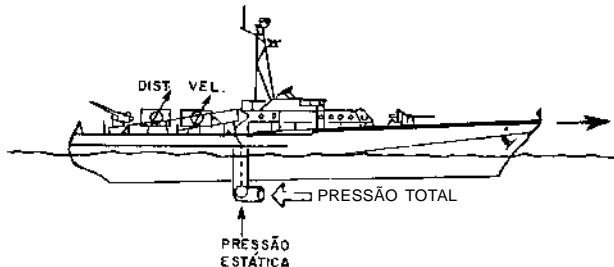
Além dos inconvenientes acima, os **odômetros de superfície** podem apresentar indicações erradas devido às seguintes causas:

- mar muito agitado;
- má conservação;
- hélice rebocando lixo ou algas;
- comprimentos de linhas inadequados.

Um acessório dos **odômetros de superfície** muito usado a bordo é o **repetidor**, instalado no Camarim de Navegação, cujo propósito é permitir que a leitura do **indicador** seja feita no referido compartimento, dispensando a ida até a popa para cada leitura. Para isso, o **indicador** é ligado a um circuito elétrico, que transmite suas informações ao **repetidor**.

### b. Odômetro de fundo, tipo de pressão (tubo de Pitot)

**Figura 11.14 - Odômetro de fundo (tipo de pressão)**

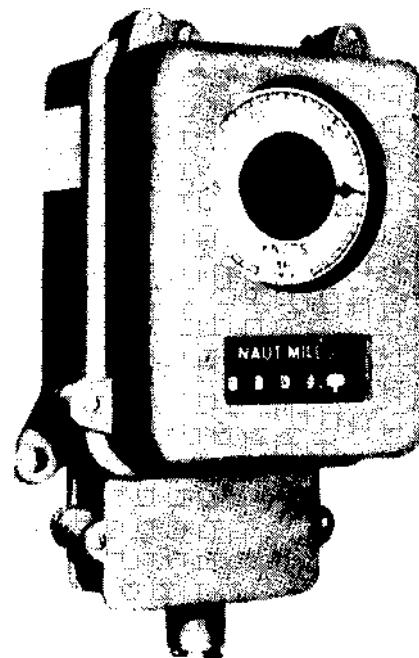
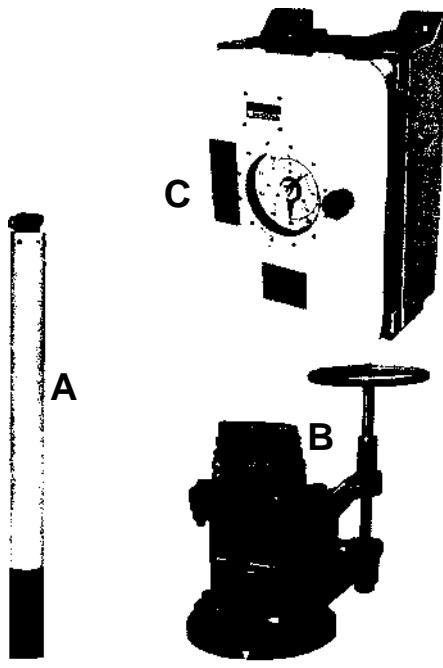


**resultante do movimento do navio através da água (pressão dinâmica)**, como mostrado na Figura 11.14. Assim, quanto maior for a velocidade do navio sobre a água, maior será a diferença entre estas duas pressões.

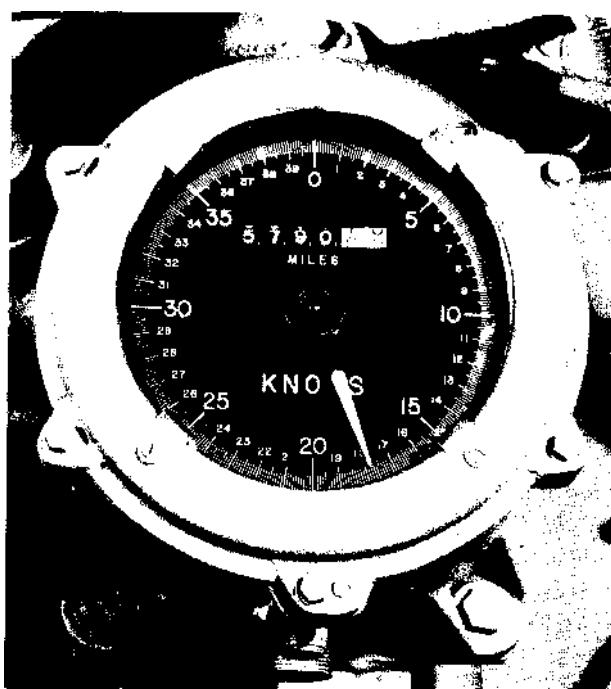
**Figura 11.15 - Odômetro de fundo (tipo de pressão)**

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**

**Figura 11.15 (b) - Odômetro de fundo**



O equipamento (Figura 11.15) consiste de uma **haste** (A), que é projetada através do casco por uma **válvula de mar** (B). Dentro da **haste sensora** existe um **tubo de Pitot**, que, na realidade, é constituído por dois tubos: um tubo que abre para vante e outro que abre para ré. Quando o navio se movimenta, a parte de vante da haste (tubo de vante) é exposta à **pressão total**. O tubo que abre para ré fica exposto apenas à **pressão estática**. Conhecidas as duas pressões, determina-se a **pressão dinâmica** e, então, a **velocidade do navio** (proporcional à **pressão dinâmica**). A haste sensora induz um sinal que é transmitido ao **indicador** (C), convertido em **velocidade**. A **velocidade**, integrada em função do tempo por meios elétricos e mecânicos, é, por sua vez, convertida em distância navegada.

**Figura 11.16 - Repetidora do Odômetro de Fundo**

Tanto a **velocidade**, como a **distância percorrida**, podem ser transmitidas para diversas **repetidoras**, em vários compartimentos do navio (Figura 11.16).

A **haste** com o **tubo de Pitot** é projetada através do casco cerca de 0,60 m a 0,75 m e, assim, os orifícios de medição ficam fora da água perturbada pelo deslocamento do navio.

Uma observação importante é que a **haste do odômetro** deve ser içada nas entradas e saídas de portos e quando se navegar em águas rasas.

As características gerais deste tipo de odômetro são as seguintes:

## VANTAGENS

- Não existem elementos exteriores móveis. É, contudo, suscetível a entupimentos do tubo mergulhado.
- Obtém-se indicações diretas de velocidade. O registrador de distância depende do funcionamento satisfatório do mecanismo integrador.

## INCONVENIENTES

- O odômetro de fundo dá indicações pouco corretas à baixa velocidade, exceto em modelos especiais.
- Uma vez calibrado, só é possível alterar a correção de qualquer erro aplicando novas “cames” nos mecanismos registradores.

## RIGOR

Oferece um rigor da ordem de meio nó, aproximadamente.

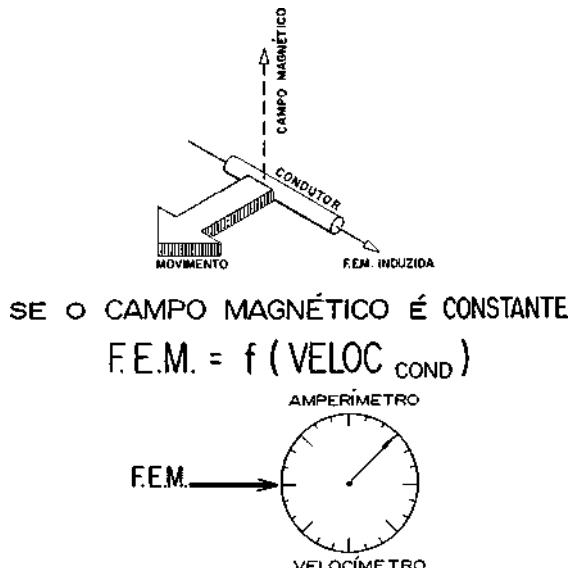
### c. Odômetro de fundo, tipo eletromagnético

Os **odômetros eletromagnéticos** baseiam-se no princípio de que qualquer condutor produz um força eletromotriz (FEM) quando se move através de um campo magnético ou, inversamente, quando um campo magnético se move relativamente a esse condutor (Figura 11.17).

É de notar que a direção do campo magnético, a direção do movimento e a direção da FEM induzida, estão todas a 90° umas com as outras

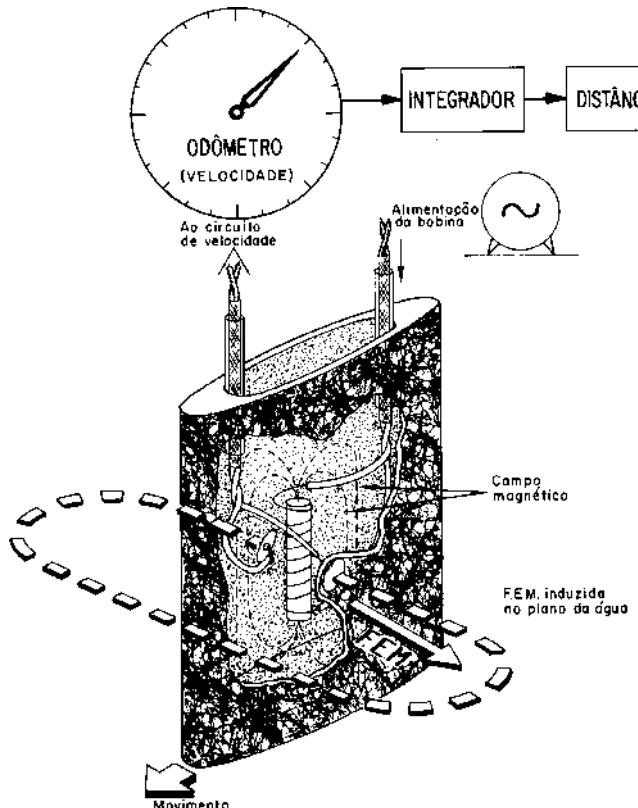
Se o campo magnético for constante, o valor da FEM induzida será proporcional à velocidade com que o condutor se move na direção indicada.

**Figura 11.17 - Princípio de funcionamento do Odômetro de Fundo tipo Eletromagnético**



O **odômetro eletromagnético** utiliza este princípio. A Figura 11.18 mostra o elemento sensível do odômetro, instalado em um domo mergulhado abaixo da quilha, no qual o campo magnético é produzido por uma bobina. A superfície exterior do elemento sensível é isolante, exceto em dois pontos (botões) situados um de cada lado do domo. O plano que contém os botões é sensivelmente horizontal e o eixo da bobina é perpendicular a este plano, bem como às linhas do campo magnético por ela produzido.

**Figura 11.18 -**



Se o navio se mover na direção indicada na Figura, as linhas de fluxo cortam a água neste plano e, tal como antes se indicou, gera-se uma FEM nessa água, que aparece aplicada aos botões do domo.

A FEM induzida pelo movimento do navio é proporcional à velocidade do elemento sensível em relação à água. A informação de velocidade é passada, através de circuitos apropriados, ao **registrator de velocidade**. A informação da distância percorrida sobre a água obtém-se no **registrator de distância**, através de um circuito integrador, a partir das informações enviadas pelo circuito de velocidade. As informações de velocidade e distância percorrida podem, como nos outros tipos de odômetros, ser levadas a **repetidoras** em qualquer lugar do navio.

As características gerais do **odômetro eletromagnético** são semelhantes às dos odômetros de pressão. Neste tipo, contudo, conseguem-se indicações mais rigorosas (erro = 0.1 nó) e limites de utilização mais amplos (0 a 40 nós).

#### d. Velocímetros

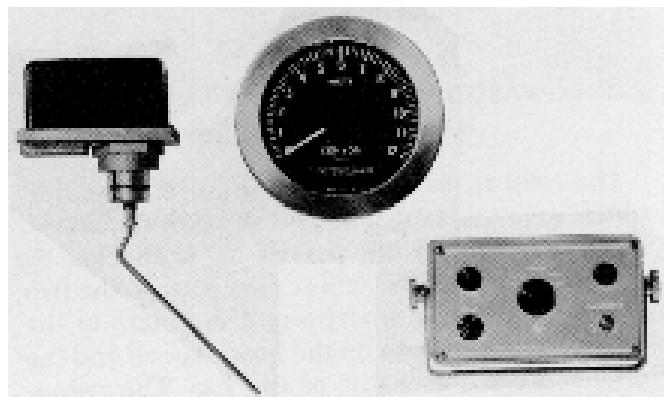
São normalmente atuados por uma haste que se projeta do casco da embarcação. Esta haste pode ser puxada para trás pela água, em função da velocidade da embarcação, ou ser acoplada a um pequeno hélice, cujas rotações são contadas elétrica ou eletronicamente. No tipo hidráulico, à medida que a haste se inclina, este movimento é transmitido ao êmbolo de um cilindro, que comprime um líquido, o qual, por sua vez, age sobre o indicador do **velocímetro**.

No **velocímetro de hélice**, na haste sensora fica um hélice, com seu eixo no plano longitudinal. Com o movimento do navio, o hélice gira e esse movimento de rotação alimenta um gerador de corrente alternada colocado no próprio bosso do hélice. A freqüência 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 freqüência da corrente, como dissemos, sendo proporcional à velocidade, é transformada em nós num indicador visual.

Essas informações, **milhas navegadas** e **velocidade**, são transmitidas a diversas **repetidoras**, por meio de motores síncronos.

**Figura 11.19 - Velocímetro**



Os **velocímetros** (Figura 11.19), normalmente, não requerem maiores cuidados, bem como permitem ajustes em suas leituras, devendo ser verificados de tempos em tempos, através da **corrida da milha**, que deve ser feita em condições de pouco vento e corrente. O cálculo da **velocidade** em função da **corrida da milha** permite que se façam os ajustes necessários para maior precisão do **velocímetro**. É oportuno alertar que a **corrida da milha** deve ser feita navegando-se **em um sentido** e no **oposto**, tomando-se a média dos resultados de **vento** e **corrente** existentes. Conforme acima citado, alguns velocímetros são equipados, ainda, com dispositivos que indicam a **distância percorrida**. Atualmente, a maioria dos velocímetros, em caso de avaria da haste, permite que se faça a sua substituição sem que haja necessidade de se colocar a embarcação em seco. Os **velocímetros** são muito usados em embarcações menores, principalmente nas de esporte e recreio.

**da milha** deve ser feita navegando-se **em um sentido** e no **oposto**, tomando-se a média dos resultados de **vento** e **corrente** existentes. Conforme acima citado, alguns velocímetros são equipados, ainda, com dispositivos que indicam a **distância percorrida**. Atualmente, a maioria dos velocímetros, em caso de avaria da haste, permite que se faça a sua substituição sem que haja necessidade de se colocar a embarcação em seco. Os **velocímetros** são muito usados em embarcações menores, principalmente nas de esporte e recreio.

#### e. Odômetro Doppler

O efeito Doppler é a mudança da freqüência de uma onda quando a fonte de vibração e o observador estão em movimento, um relativamente ao outro.

O fenômeno leva o nome do físico austríaco Christian Johann DOPPLER (1803 – 1853) que, em 1842, publicou um trabalho intitulado “Sobre a Luz Colorida das Estrelas Duplas”, em que descrevia o efeito em questão.

Suponhamos um navio recebendo as ondulações do mar diretamente pela proa: a linha das cristas forma um ângulo reto com o plano longitudinal. Inicialmente, o navio está parado: passam por um mesmo ponto do navio, na unidade de tempo, um número de ondas que chamaremos de **n**. Se o navio se deslocar para vante, no sentido contrário ao movimento

das ondulações, passarão por esse mesmo ponto um número maior de ondas da unidade de tempo. Se, porém, o navio inverter o rumo e movimentar-se no mesmo sentido das ondulações, passarão pelo ponto referido do navio um menor número de ondas da unidade de tempo.

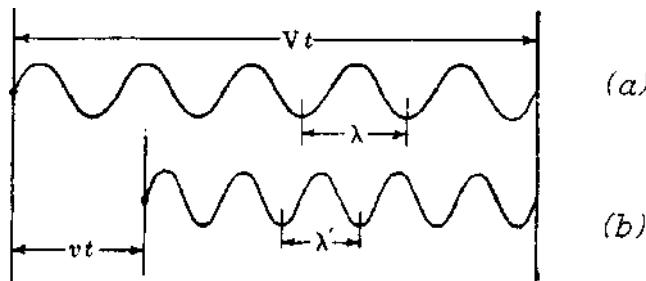
Resumindo: com o navio parado passam **n** ondas na unidade de tempo; com o navio se deslocando na direção de onde vêm as ondas, passam mais ondas que **n** na unidade de tempo; com o navio se afastando de onde vêm as ondas, passam menos ondas que **n** na unidade de tempo.

O efeito Doppler pode ser explicado em termos da teoria das ondas e pela teoria quântica (para efeito na luz). Vejamos a primeira explicação:

Suponhamos, agora, um observador e um corpo sonoro parados: o número de compressões e rarefações do ar que chegam ao ouvido do observador num segundo é o mesmo que o número de vibrações por segundo do corpo sonoro. Assim, a freqüência no tímpano é a mesma que a freqüência do corpo sonoro.

Mas, se o corpo sonoro está se aproximando do observador com uma velocidade **v**, as ondas no ar (ou em outro meio) entre o corpo sonoro e o ouvido são comprimidas como mostrado na Figura 11.20.

**Figura 11.20 - Ondas sonoras**



Num tempo **t** o som terá viajado uma distância **Vt**, onde **V** é a velocidade do som no meio considerado. Se o corpo sonoro está em repouso, como mostrado na Figura 11.20 (a), o número de ondas (uma compressão mais uma rarefação constituem um onda) na distância **Vt** é:

onde **l** 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 **l'** será dado por:

Desde que a relação entre a freqüência **f'** do corpo sonoro em movimento como ouvida pelo observador que está em repouso e o comprimento da onda **l'** é dada por:

$$V = l' \cdot f'$$

tem-se:  $f' = \frac{V}{l'} = \frac{V}{\frac{l(V-v)}{V}} = \frac{V^2}{l(V-v)}$       ou:  $f' = \frac{l^2 \times f^2}{l(V-v)} = \frac{l \times f^2}{V-v} = \frac{f \times V}{V-v}$

isto é:  $f' = \frac{f \times V}{V - v}$

onde:  $f'$  = freqüência do som como ouvida pelo observador

$f$  = freqüência do som na fonte sonora

$V$  = velocidade do som no meio

$v$  = velocidade da fonte sonora.

É devido ao efeito Doppler que o som emitido por uma fonte que se aproxima é mais agudo; já quando a fonte sonora se afasta, o som é mais grave. É por isso que o som da buzina de um automóvel parece mais agudo quando ele se aproxima, e mais grave quando ele se afasta. Com a luz, os raios do espectro se deslocam para o violeta quando a fonte se aproxima, e para o vermelho quando a fonte se afasta. Isso foi verificado com a luminosidade das estrelas e notou-se que as emissões luminosas de todas elas se deslocavam para o vermelho (o chamado “red shift”), demonstrando que todas as estrelas estão se afastando do centro da galáxia, de onde Hubble se baseou para criar a teoria do universo em expansão.

O efeito Doppler é utilizado nos radares doppler, sonar doppler e odômetros.

O **odômetro doppler** possui, no casco do navio, um transdutor de emissão e um de recepção. Um sinal de freqüência ultra-sonora é emitido (como se fosse um ecobatímetro) e o receptor capta o sinal refletido pelo fundo do mar ou por pequenas partículas na água. Se o navio estiver em movimento, a freqüência recebida será levemente diferente da freqüência emitida e o aparelho mede essa diferença eletronicamente. A diferença de freqüências é diretamente proporcional à velocidade do navio (ver fórmula acima). A velocidade é integrada, também eletronicamente, e assim é obtida a **distância navegada**.

O **odômetro doppler** é o único que mede a velocidade no fundo. As indicações dos outros tipos estão influenciadas pelos movimentos devidos às correntes oceânicas, correntes de marés, ventos, etc. Também o **odômetro doppler** tem a vantagem de poder indicar velocidades muito pequenas.

Os **odômetros doppler** usam dois tipos de transmissão: em pulsos ou em sinal contínuo. O que emite pulsos de ultra-sons permite uma transmissão mais potente sem avariar o receptor e por isso penetra em grandes profundidades. O que emite sinal contínuo normalmente só dá leituras, usando o fundo como referência, até 50 metros de profundidade. Qualquer que seja a emissão, geralmente são usados como referência: o fundo até cerca de 90 metros de profundidade, e a massa d'água a partir de 90 metros. A precisão nas indicações é de cerca de 0,5% da **distância navegada**, o que, numa singradura de 360 milhas, dá uma aproximação de 1,8 milhas.

O sinal emitido pelo **odômetro doppler** também se move em relação ao fundo do mar. O efeito do balanço pode ser eliminado, dando ao feixe emitido um formato de feixe de sonar. Mas o movimento de caturro pode introduzir erros com o movimento do feixe para vante ou para ré, através do fundo do mar. Transdutores especialmente projetados reduzem e até eliminam esses erros nos grandes navios, mas, nas embarcações menores (iates, pesqueiros, etc), eles só poderão ser minimizados. Nas indicações de distâncias os erros devido ao caturro geralmente se anulam, mas na indicação da velocidade sempre haverá dúvida.

Os grandes navios, V.L.C.C. (“Very Large Crude Carrier”) e U.L.C.C. (“Ultra Large Crude Carrier”), hoje construídos, geralmente possuem um aparelho **sonar sensor de velocidade doppler**, que opera em dois eixos, um longitudinal e outro transversal. Ele pode indicar as velocidades de deslocamento do navio no sentido proa-popa (para vante e para ré), como para bombordo e para borte. É muito útil nas manobras de atracação, quando se necessita conhecer a velocidade de aproximação do cais com o máximo de precisão.

**f. Tabela RPM x VELOCIDADE**

Muitas vezes não se dispõe de odômetro, nem de velocímetro, porém possuímos indicadores de RPM do motor. Podemos conhecer a velocidade desenvolvida, desde que, previamente, tenhamos construído uma tabela de correspondência entre as RPM do motor e as velocidades resultantes, o que pode ser feito facilmente, através da **corrida da milha**, adiante estudada.

Esta tabela, indispensável a bordo, deve, contudo, ser utilizada com cuidado, uma vez que, para o mesmo número de rotações por minuto (RPM), a velocidade correspondente depende, ainda, de outros fatores, tais como:

- grau de limpeza do casco;
- estado do mar;
- calado;
- vento.

Ademais, convém ter presente que a velocidade não é uma função linear das RPM, sendo a sua curva representativa bastante afastada da linha reta.

**EXEMPLO DE TABELA DE ROTAÇÕES**

### 11.3.3 EFEITO DA CORRENTE SOBRE AS INDICAÇÕES DO ODÔMETRO: CORRIDA DA MILHA

#### a. Efeito da corrente sobre as indicações do odômetro

As **distâncias** e **velocidades** indicadas pelos odômetros, com exceção do **odômetro doppler**, são em relação à massa líquida na qual está mergulhado e, para que refletam exatamente a **distância** ou **velocidade em relação ao fundo**, seria indispensável que a massa líquida estivesse absolutamente parada ou, em outras palavras, que não existisse nenhuma corrente.

Como esta hipótese é raríssima em águas oceânicas ou fluviais, o navegante deve ser capaz de associar as indicações do odômetro com distâncias (ou velocidades) percorridas sobre o fundo, obtidas por posições bem determinadas, para concluir qual a corrente que flui na área. Poderá, também, conhecendo a corrente, combinar seu valor com a indicação do odômetro, para obter a distância (ou velocidade) percorrida em relação ao fundo, como vimos quando estudamos **navegação estimada**.

A seqüência adiante exposta ilustrará o que foi dito acima, quanto às velocidades:

- um navio está fundeado em local onde existe uma corrente de 2 nós. Arriado o seu odômetro, ele indicará 2 nós de velocidade, embora o navio permaneça parado em relação ao fundo, pois o navio afilará à corrente.
- suspendendo o ferro, e ainda sem acionar suas máquinas, o navio fica a deriva. O odômetro indicará zero, embora o navio esteja sendo levado pela corrente a uma velocidade de 2 nós em relação ao fundo.
- acionando suas máquinas em regime que lhe assegure uma velocidade de 10 nós na água, o navio toma um rumo igual ao da corrente. O odômetro indicará 10 nós, enquanto que a velocidade em relação ao fundo será de 12 nós.
- invertendo o rumo, o navio aproa contra a corrente e durante todo o tempo o seu odômetro indicará 10 nós, mas agora sua velocidade em relação ao fundo já será 8 nós.

Raciocínio semelhante será adotado quando as informações do odômetro forem distâncias:

- para que o navio navegue entre dois pontos cuja **distância verdadeira** é 100 milhas, em rumo contrário ao da corrente, cuja velocidade é de 2 nós, seu odômetro indicará valor maior que 100', de um tanto igual a 2 milhas multiplicadas pelo número de horas da travessia. Por exemplo, se um navio realizar a singradura de 100 milhas com uma **velocidade na superfície** de 10 nós, em rumo contrário a uma corrente de 2 nós, sua **velocidade de fundo** será, na realidade, 8 nós. Assim, a duração do trajeto totalizará 12,5 horas. O **odômetro** indicará para esta travessia uma **distância percorrida** (em relação à superfície), de 125 milhas.
- caso a corrente seja favorável, no mesmo rumo do navio, quando percorrer as 100' no fundo o odômetro do navio indicará menos, também um tanto igual a 2 vezes o número de horas da travessia. No exemplo anterior, caso o navio vá realizar uma singradura entre dois pontos cuja **distância verdadeira** é de 100 milhas, mantendo uma **velocidade na superfície** de 10 nós e tendo a seu favor uma corrente de 2 nós, desenvolverá, de fato, uma **velocidade no fundo** de 12 nós. Assim, a duração do trajeto será de 8,33 horas e o **odômetro** indicará, para esta travessia, uma **distância percorrida** de 83,3 milhas.

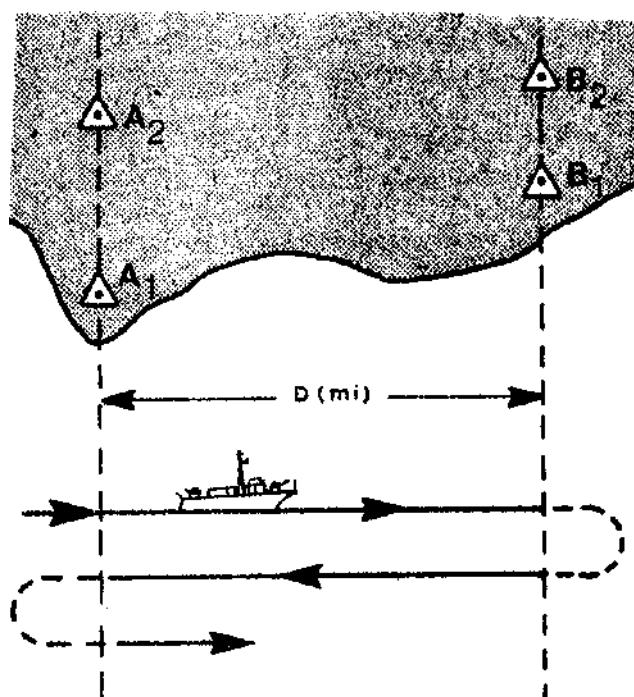
## b. Corrida da milha

Os **odômetros** e **velocímetros** necessitam de aferição ou calibragem periódica, a fim de verificar-se a exatidão de suas indicações. Para isto, pode-se recorrer a vários processos, os quais, na sua essência, consistem todos em aferir rigorosamente a **distância percorrida** durante um certo **intervalo de tempo**.

Dentre esses processos, abordaremos somente aquele que recebe o nome de **corrida da milha**, por ser o mais comumente utilizado.

Na “**corrida da milha**”, o navio efetua uma série de percursos (corridas) cuja distância, rigorosamente conhecida, é definida a partir de marcas conspícuas em terra, como a Figura 11.21 ilustra.

**Figura 11.21 - Corrida da Milha**



A distância **D** entre marcas pode ser de uma milha (e daí o nome tradicional de “corrida da milha”), mas, de preferência, deveria ser superior a esse valor (3 ou mais milhas).

O **tempo** que o navio leva para percorrer cada um dos percursos, sob diferentes regimes de máquinas (RPM), é medido rigorosamente, obtendo-se assim as correspondentes **velocidades**.

Como as águas não são paradas e, portanto, sempre existe uma corrente, usa-se um artifício para obter os resultados desejados, sem sofrer os efeitos da corrente.

Adota-se a média dos valores de duas corridas consecutivas em rumos opostos, anulando, assim, a influência da corrente, visto que os seus efeitos foram opostos nas duas corridas mencionadas.

Para melhores resultados, a **corrida da milha** deve ser realizada com bom tempo, na ausência de vento e em um local onde a profundidade seja, pelo menos, 5 vezes o calado do navio (para que não haja efeito de pouco fundo sobre as velocidades desenvolvidas). Além disso, ao iniciar cada corrida, o navio já deve estar no rumo adequado cerca de 1 milha antes de cruzar o primeiro alinhamento da **milha medida**, a fim de garantir que já navega, realmente, na velocidade correspondente ao regime de máquinas adotado, quando começar efetivamente a corrida.

## c. Calibragem dos odômetros

Enquanto o navio faz a “**corrida da milha**” aproveita-se a oportunidade para, além de determinar a **tabela de rotações**, efetuar a **calibragem dos odômetros**.

Os odômetros, tal como acontece com todos os instrumentos, têm os seus erros. É necessário, portanto, verificar regularmente as suas indicações, comparando-as com medi-

ções efetuadas diretamente. Chama-se CALIBRAGEM DO ODÔMETRO à determinação do seu erro instrumental, a fim de poder efetuar a sua correção.

O erro determinado durante a calibragem pode ser corrigido diretamente, no caso de alguns tipos de equipamentos. Na maioria dos instrumentos, porém, esse erro não pode ser completamente anulado, restando um erro residual que importa conhecer.

Uma calibragem consiste, essencialmente, em duas operações levadas a cabo simultaneamente:

- Determinação da velocidade do navio, conforme indicada pelo odômetro.
- Cálculo da velocidade do navio, por medição direta.

A comparação destas duas velocidades nos fornecerá a correção, normalmente expressa em porcentagem.

Uma vez que esta correção não varia proporcionalmente com a velocidade, deve-se efetuar uma série de corridas, numa gama variada de velocidades, obtendo-se, assim, uma série de correções que permitem, na prática, interpolar linearmente, sem erro apreciável, entre os valores obtidos na corrida.

Conforme visto, o processo mais rigoroso para proceder à **calibragem dos odômetros** é a **corrida da milha**.

#### **Exemplo:**

Um navio, ao correr a milha medida nas proximidades de Cabo Frio (Carta Nº 1508) anotou os elementos abaixo. Determinar o erro percentual do odômetro.

CORRIDA	RUMO	1º ALINHAMENTO		2º ALINHAMENTO		RESULTADOS	
		CRONÓGR.	ODÔMETRO	CRONÓGR.	ODÔMETRO	TEMPO	DISTÂNCIA ODÔMETRO
1ª	090º	00m 00s	0075.5'	06m 30s	0076.7'	390s	1.2'
2ª	270º	00m 00s	0078.5'	05m 40s	0079.4'	340s	0,9'

#### **Cálculos correspondentes:**

CORRIDA	VELOCIDADE NO FUNDO	VELOCIDADE ODÔMETRO	CÁLCULO DO ERRO
1ª	vel fd (1) = 9.23 nós	vel od(1) = 11.08 nós	FÓRMULA: $ei (\%) = \frac{vel\ od - vel\ fd}{vel\ od} \times 100$ SINAL: vel od > vel fd = ei (+) vel od < vel fd : ei (-)
2ª	vel fd (2) = 10.59 nós	vel od (2) = 9.53 nós	
MÉDIAS	vel fd = 9.91 nós	vel od = 10.30 nós	ei = + 3.8 %

Determinado o **erro instrumental** do odômetro (ei), deve-se procurar eliminá-lo. Caso não seja possível, deve-se levá-lo em conta, corrigindo todas as leituras subsequentes, sendo a correção de valor igual ao do erro instrumental, mas de **sinal contrário**. No caso acima, todas as leituras do odômetro deveriam sofrer uma **correção** de – 3.8%.

É importante notar que, mesmo após a aplicação da **correção**, os valores no odômetro para **velocidade e distância percorrida** ainda são em relação à massa líquida, e não ao fundo. A **correção** anula apenas os erros das leituras provocados por imprecisões no instrumento.

### 11.3.4 PROCESSO PRÁTICO DE DETERMINAÇÃO DE VELOCIDADE

Na ausência de odômetros e velocímetros, um processo prático, muito adotado, e que dá razoável precisão, principalmente no caso de pequenas velocidades, consiste em lançarmos pela proa da embarcação e para vante, um objeto flutuante e visível, tomando-se o tempo que ele leva desde que passa pela proa até chegar à popa. Devemos usar um cronômetro para determinação do tempo e observar exatamente o passar do objeto pela proa e pela popa, uma vez que um dos elementos para o cálculo da velocidade é o comprimento da embarcação.

A fórmula a empregar é:

$$\text{velocidade (em nós)} = \frac{\text{comprimento da embarcação (em metros)}}{0,514 \times t \text{ (s)}}$$

ou, aproximadamente:

$$\text{velocidade (em nós)} = \frac{2 \times \text{comprimento da embarcação (em metros)}}{t \text{ (s)}}$$

## 11.4 INSTRUMENTOS PARA MEDIÇÃO DE DISTÂNCIAS NO MAR

### 11.4.1 IMPORTÂNCIA DA MEDIÇÃO DE DISTÂNCIAS A BORDO

Conforme visto em Capítulos anteriores, a **distância** (ou **arco de distância**) é uma **linha de posição** (LDP) utilizada com freqüência na **navegação costeira** e na **navegação em águas restritas**.

Quando a **distância** de um observador a um determinado ponto é conhecida, pode-se afirmar que sua posição estará sobre a circunferência que tem o referido ponto como centro e um raio igual à **distância medida**. Tal como mencionado no Capítulo 4, normalmente não é necessário traçar toda a circunferência de distância, pois, na prática, o navegante geralmente conhece a sua posição estimada e, assim, é suficiente traçar apenas um **arco de distância**, nas imediações da referida posição. A LDP correspondente à distância medida deve ser rotulada com a hora da observação, expressa com 4 dígitos.

Ademais, navios de guerra manobrando em formatura necessitam freqüentemente determinar a **distância** aos navios mais próximos e ao guia, algumas vezes sob condições de silêncio radar. A determinação de distâncias é, ainda, importante nas manobras para evitar colisões e situações perigosas no mar.

As distâncias a bordo são medidas por **sistemas eletrônicos** (especialmente pelo **RADAR**, que será estudado no Capítulo 14) ou por **métodos visuais**.

Os **métodos visuais** utilizam **estadímetros**, **sextantes**, **telêmetros** e **guardaposto**.

## 11.4.2 ESTADÍMETROS

Os **estadímetros** baseiam-se no princípio de determinação da **distância** pela medição do **ângulo vertical** que subtende um objeto de **altura conhecida**, utilizando a fórmula:

$$d = h \cdot \cotg a$$

onde: **d**: distância ao objeto visado (fornecida pelo estadímetro);

**h**: altitude conhecida do objeto visado (introduzida no instrumento); e

**a**: ângulo vertical que subtende o objeto (medido com o estadímetro)

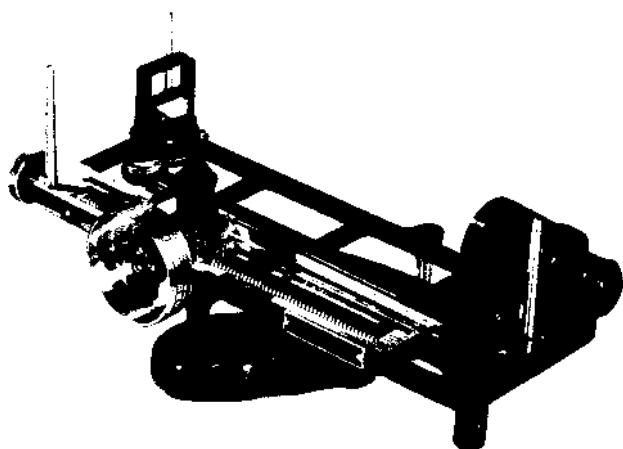
A **altitude** do objeto visado, para o qual se determina a distância, deve estar entre 50 pés e 200 pés (15m e 60m).

Embora também usado em **navegação costeira** e **em águas restritas**, para determinar a distância a auxílios à navegação ou pontos conspícuos de **altura conhecida**, o **estadímetro** é mais empregado para medir distâncias para outros navios em uma formatura. Quando medindo distâncias para outros navios, introduz-se no **estadímetro** a altura (em pés) entre a linha d'água e o tope do mastro (ou a antena de radar mais alta) do navio para o qual se deseja determinar a distância. Na medição de distâncias para auxílios à navegação ou pontos conspícuos, introduz-se no estadímetro a **altura** (em pés) do objeto para o qual se deseja determinar a distância.

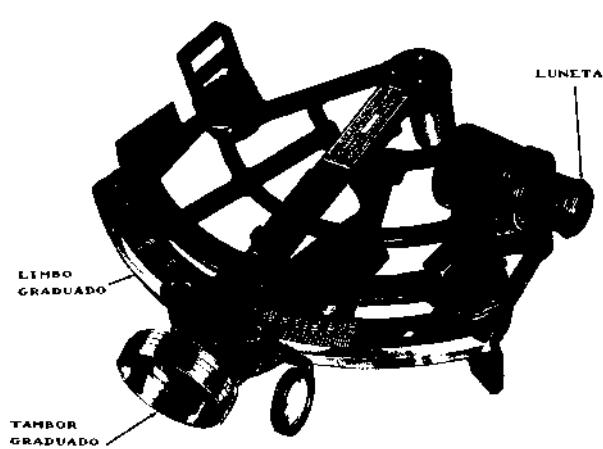
Os **estadímetros** normalmente permitem a determinação de **distâncias** entre 250 jardas e 10.000 jardas (0.1 a 5 milhas). Entretanto, as **distâncias** são medidas com precisão razoável apenas até 2.000 jardas. Além desta distância, a precisão dos **estadímetros** diminui progressivamente.

Os tipos mais comuns de **estadímetro** são o tipo FISK, ou STANDARD (Figura 11.22), e o BRANDON, ou tipo sextante (Figura 11.23).

**Figura 11.22 - Estadímetro tipo Fisk (ou standard)**

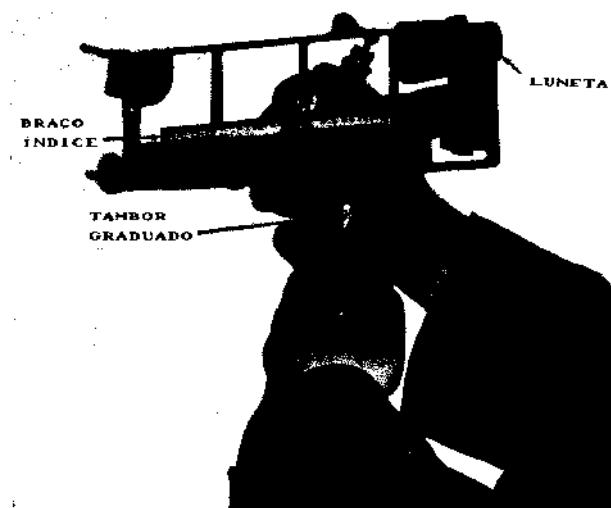


**Figura 11.23 - Estadímetro tipo Sextante ("Brandon")**

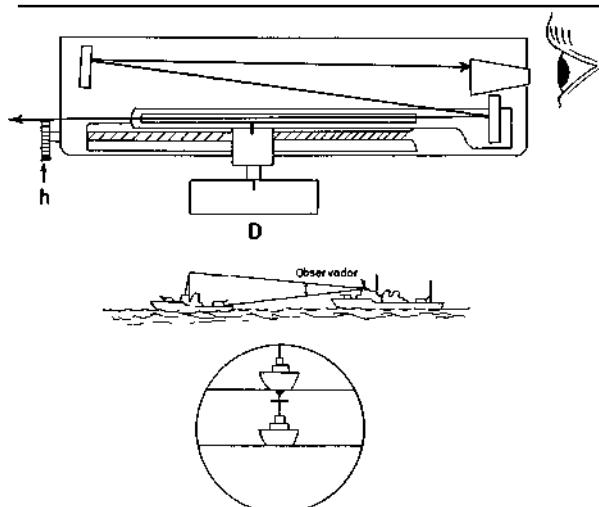


A operação do **estadímetro FISK**, aqui descrita (ver Figura 11.24), é típica de ambos os modelos, sendo o uso do tipo BRANDON diferente apenas em poucos detalhes. Suponhamos que se deseja medir a **distância** para um navio cuja altura entre a linha d'água e o tope do mastro é de 18,3 metros:

**Figura 11.24 - Operação do Estadímetro tipo Fisk**



**Figura 11.25 - Uso do Estadímetro**



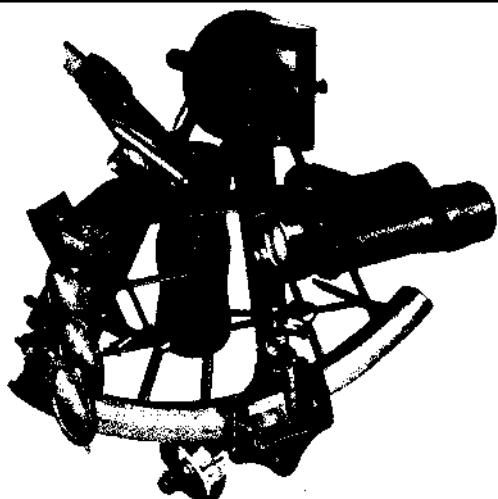
- inicialmente, obtenha a altura (ou altitude) em pés. Neste caso, 18,3 metros correspondem a 60 pés;
- introduza o valor da altura (ou altitude) conhecida (60 pés) no **braço índice**;
- vise o navio para o qual se deseja determinar a distância, através da **luneta**. Assim como no sextante, será vista uma **imagem direta** e uma **imagem refletida**. Gire o **tambor graduado** de modo que o tope da **imagem refletida** tangencie a parte de baixo (linha d'água) da **imagem direta** (Figura 11.25); e
- leia a **distância** diretamente, em jardas, no **tambor graduado**.

Tal como os demais instrumentos óticos, os **estadímetros** são delicados e devem ser manuseadas e guardados cuidadosamente. Antes de ser utilizado, o **estadímetro** deve ser aferido, para que sejam eliminados, através de retificação, erros instrumentais apreciáveis.

Quando a altura do mastro do navio para o qual se deseja obter a distância é menor que 50 pés (15 metros) pode-se usar o artifício de introduzir no **estadímetro** o dobro da altura e, para obter a **distância**, dividir por 2 a leitura do **tambor graduado**.

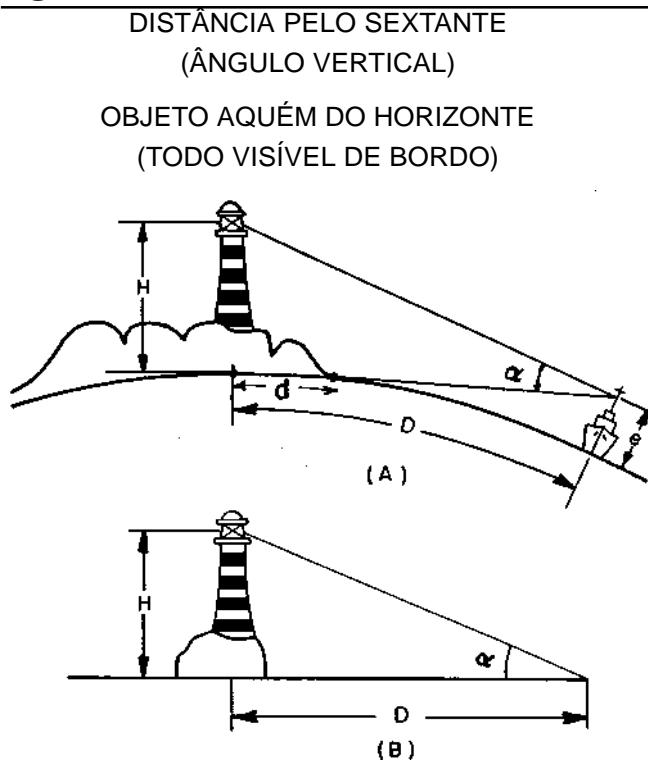
### 11.4.3 DETERMINAÇÃO DE DISTÂNCIAS COM O SEXTANTE

**Figura 11.26 - Sextante**



O uso do **sextante** (Figura 11.26) na **navegação costeira** e em **águas restritas** já foi mencionado em Capítulos anteriores. O instrumento será detalhadamente estudado no **Volume II** deste **Manual**, na parte referente à **Navegação Astronômica**.

Fundamentalmente concebido para determinar a altura angular dos astros, o **sextante** permite, também, calcular a **distância** a um objeto de **altitude** conhecida, situado aquém do

**Figura 11.27 -**

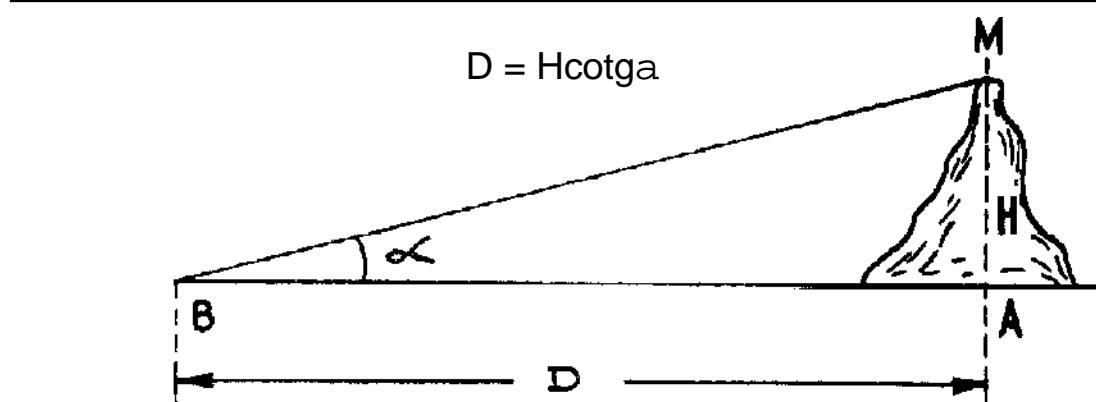
horizonte, se for observado o **ângulo vertical** que o subtende. Com efeito, suponhamos que um navegador, com uma **elevação** “e” (Figura 11.27), mede o **ângulo vertical** a segundo o qual observa um objeto, cuja **altitude** “H” se conhece e que se encontra situado aquém do alcance visual ao horizonte (isto é, o objeto é todo visível de bordo).

Na Figura (A) vemos que, teoricamente, a distância **D**, na superfície da Terra, não é subentendida diretamente pelo ângulo  $\alpha$ , mas, na prática, simplifica-se a situação, adotando a resolução de um só triângulo retângulo (ver Figura B), uma vez que são aceitáveis as seguintes aproximações:

- A curvatura da Terra é desprezível para as distâncias normalmente medidas, bem como o efeito da refração terrestre.
- A elevação do observador (e) é pequena, quando comparada com **D** e com **H**; e
- A distância entre a linha de costa e a vertical do objeto observado é, normalmente, muito pequena, quando comparada com a distância **D**.

Feitas estas simplificações, a **distância** poderá ser obtida pela fórmula:

$$D = H \cotg \alpha \quad (\text{Figura 11.28}), \text{ onde:}$$

**Figura 11.28 -**

**D** – **distância** ao objeto visado;

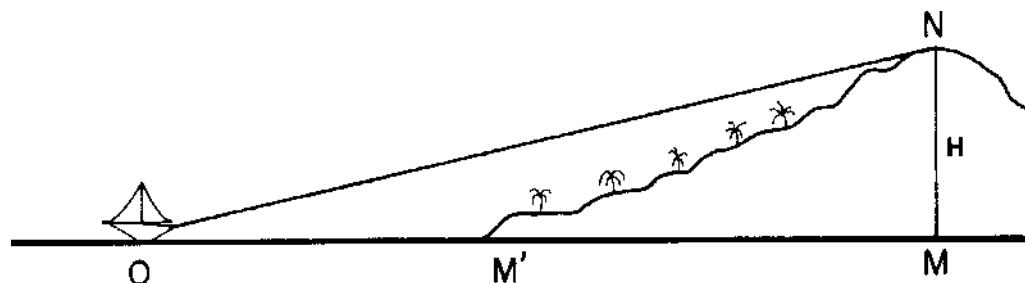
**H** – **altitude conhecida** do objeto;

**α** – **ângulo vertical** que subtende o objeto, medido com o **sextante**.

Note-se, contudo, que o erro causado por estas simplificações só é de desprezar quando a distância entre o navio e a linha de costa é significativamente maior que a distância desta à vertical do objeto.

É preciso sempre considerar que, com o emprego deste método, a **distância obtida (D)** é a distância ao objeto e não à linha de costa (Figura 11.29).

**Figura 11.29 - Cuidado – Distância calculada: OM; distância à costa: OM'**



Visando facilitar a obtenção das distâncias pelos navegantes, foram construídas Tabelas, nas quais, entrando-se com os argumentos de **altitude** do objeto, em metros, e **ângulo vertical** observado, obtém-se a **distância**, em milhas, objeto – observador. As Tabelas em questão são apresentadas na Figura 11.30 (A e B).

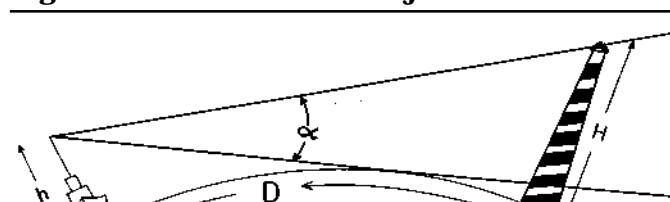
**Figura 11.30 (a) - Distância em milhas pelo ângulo vertical**

Altitude da ponta observada (metros)	ÂNGULO VERTICAL										
	0°30'	0°40'	0°50'	1°00'	1°10'	1°20'	1°30'	1°40'	1°50'	2°00'	2°10'
16	1,0	0,7	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
18	1,1	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
20	1,2	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
22	1,4	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
24	1,5	1,1	0,9	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3
26	1,6	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
28	1,7	1,3	1,0	0,9	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4
30	1,9	1,4	1,1	0,9	0,8	0,7	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4
32	2,0	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5
34	2,1	1,6	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5
36	2,2	1,7	1,3	1,1	1,0	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5
38	2,1	1,8	1,1	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5
40	2,5	1,9	1,5	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6
42	2,6	1,9	1,6	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6
44	2,7	2,0	1,6	1,1	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6
46	2,8	2,1	1,7	1,4	1,2	1,1	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7
48	3,0	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7
50	3,1	2,3	1,9	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7
52	3,2	2,4	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
54	3,3	2,5	2,0	1,7	1,4	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8
56	3,5	2,6	2,1	1,7	1,6	1,3	1,2	1,0	0,9	0,9	0,8
58	3,6	2,7	2,2	1,8	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8
60	3,7	4,8	2,2	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9
62	3,8	2,9	2,3	1,9	1,6	1,4	1,3	1,2	1,0	0,9	0,9
64	4,0	3,0	2,4	1,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9
66	4,1	3,1	2,5	2,0	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9
68	4,2	3,2	2,5	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1	1,0
70	4,3	3,2	2,6	2,2	1,9	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0
72	4,5	3,3	2,7	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0
74	4,6	3,4	2,7	2,3	2,0	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1
76	4,7	3,5	2,8	2,4	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1
78	4,8	3,6	2,9	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1
80	5,0	3,7	3,0	2,5	2,1	1,9	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1
82	3,8	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	
84	3,9	3,1	2,6	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	
86	4,0	3,2	2,7	2,3	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	
88	4,1	3,3	2,7	2,3	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	
90	4,2	3,3	2,8	2,4	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	
92	4,3	3,4	2,9	2,4	2,1	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	
94	4,4	3,5	2,9	2,5	2,2	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	
96	4,5	3,6	3,0	2,5	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	
98	4,5	3,6	3,0	2,6	2,3	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4	
100	4,6	3,7	3,1	2,7	2,3	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	
102	4,8	3,8	3,2	2,7	2,4	2,1	1,9	1,7	1,6	1,5	
104	4,9	3,9	3,3	2,8	2,5	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	
106	4,0	3,4	2,9	2,5	2,2	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	
108	4,2	3,5	3,0	2,6	2,3	2,1	1,9	1,7	1,6	1,5	
110	4,3	3,6	3,0	2,7	2,4	2,1	1,9	1,7	1,6	1,5	
112	4,4	3,7	3,1	2,7	2,4	2,2	2,0	1,8	1,7	1,6	
114	4,5	3,7	3,2	2,8	2,5	2,2	2,0	1,8	1,7	1,6	
116	4,6	3,8	3,2	2,8	2,5	2,2	2,0	1,8	1,7	1,6	
118	4,7	3,9	3,3	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9	1,7	1,6	
120	4,8	4,0	3,4	3,0	2,7	2,4	2,1	1,9	1,7	1,6	
122	4,9	4,1	3,5	3,1	2,7	2,5	2,2	2,1	1,9	1,8	
124	4,6	3,8	3,3	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9	1,8		
127	4,7	3,9	3,4	2,9	2,6	2,4	2,1	2,0	1,9		
129	4,8	4,0	3,4	3,0	2,7	2,4	2,2	2,0	1,9		
131	4,9	4,1	3,5	3,1	2,7	2,5	2,2	2,1	1,9		
133	5,0	4,2	3,6	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9		
134	4,3	3,7	3,2	3,2	2,9	2,6	2,3	2,1	2,0		
136	4,4	3,8	3,3	3,3	2,9	2,6	2,3	2,1	2,0		
138	4,5	3,8	3,4	3,0	2,7	2,4	2,2	2,0	1,9		
140	4,6	3,9	3,4	3,1	2,7	2,5	2,3	2,1	2,0		
142	4,7	4,0	3,5	3,2	2,8	2,6	2,3	2,1	2,0		
144	4,8	4,1	3,6	3,3	3,0	2,7	2,4	2,2	2,1		
146	4,9	4,2	3,7	3,4	3,0	2,7	2,4	2,2	2,1		
148	4,0	3,9	3,4	3,1	2,7	2,5	2,3	2,1	2,0		
151	4,7	4,0	3,5	3,1	2,8	2,5	2,3	2,1	2,0		
154	4,8	4,1	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4	2,2	2,1		
156	4,9	4,2	3,7	3,3	3,0	2,7	2,4	2,2	2,1		
160											

**Figura 11.30 (b) - Distância em milhas pelo ângulo vertical (continuação)**

Altitude do ponto observado (metros)	ÂNGULO VERTICAL											
	2°30'	2°30'	2°40'	2°50'	3°00'	3°20'	3°40'	4°00'	4°20'	4°40'	5°00'	
16	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
18	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
20	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	
22	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	
24	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	
26	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
28	0,4	0,3	0,3	0,8	0,8	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
30	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	
32	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
34	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	
36	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	
38	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	
40	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	
42	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	
44	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	
46	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	
48	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	
50	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	
52	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	
54	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	
56	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	
58	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	
60	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	
62	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	
64	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	
66	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	
68	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	
70	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	
72	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	
74	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	
76	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	
78	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	
80	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	
82	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	
84	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	
86	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	
88	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	
90	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	
92	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	
94	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	
96	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	
98	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	
100	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	
102	1,4	1,3	1,2	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	
104	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	
106	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	
108	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	
110	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	
112	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	
114	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	
116	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	
118	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	
120	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	
122	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	
124	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	
126	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	
128	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	
130	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	
132	1,8	1,6	1,5	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	
134	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	
136	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	
138	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	
140	1,9	1,8	1,6	1,5	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	
142	1,9	1,8	1,6	1,5	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	
144	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	
146	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	
148	2,0	1,9	1,8	1,5	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	
150	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	
152	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	
154	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	
156	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	

As Tabelas para Determinação de Distâncias pelo Ângulo Vertical consideram as simplificações anteriores descritas, além de arredondarem as distâncias para o décimo de milha mais próximo.

**Figura 11.31 - Distância a objeto além do horizonte**

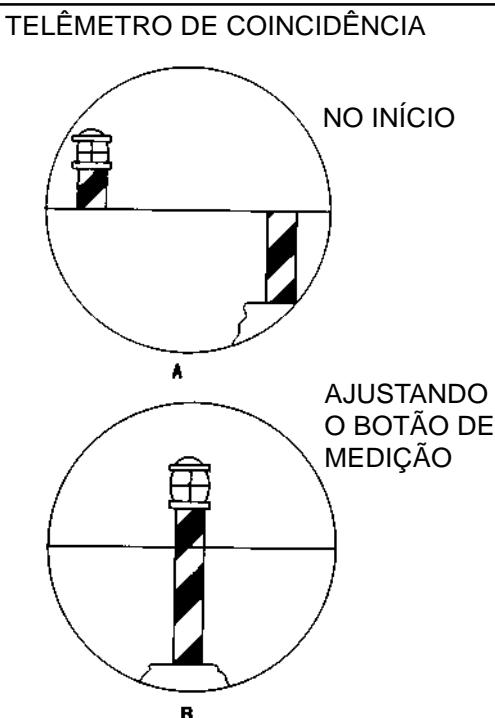
POUCO PRECISA  
DESACONSELHÁVEL  
AINDA TERIA QUE CORRIGIR DA REFRAÇÃO

Quando o objeto de altura conhecida está além do horizonte (ou seja, quando sua parte inferior não é visível), o método não é indicado, pelos resultados pouco rigorosos a que conduz. Neste caso, é melhor buscar-se a determinação da posição por outros métodos (ver Figura 11.31).

## 11.4.4 TELÊMETRO

É um aparelho ótico para determinar distâncias, usualmente de sua posição a um ponto-alvo. Ele mede o ângulo formado pelos raios luminosos que vêm do alvo e penetram no instrumento por duas janelas (objetivas) que ficam nas extremidades. Com esse ângulo e o lado oposto (distância entre as duas objetivas, denominada **linha-base**), o **telêmetro** resolve diretamente o triângulo, fornecendo a distância. Existem dois tipos de telêmetros: de **coincidência** e **estereoscópico**.

**Figura 11.32 - Telêmetro de Coincidência**



O **método de coincidência** é o mais empregado. Neste, o alvo aparece na objetiva dividido horizontalmente em duas partes iguais, separadas por uma linha. As duas metades da imagem são produzidas por cada extremo do instrumento e podem ser levadas à coincidência por intermédio de um botão de comando (Figura 11.32 **A** e **B**).

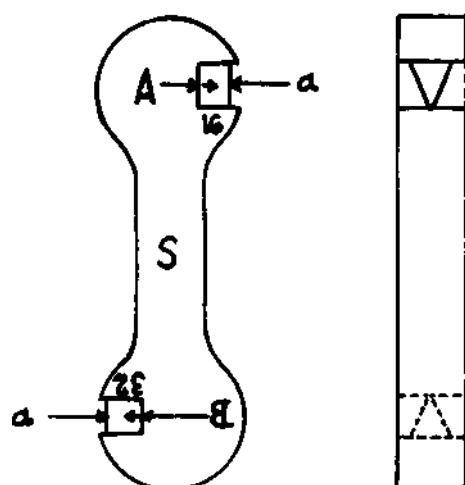
Quando as duas metades da imagem do objeto visado são levadas à coincidência, lê-se a distância ao objeto em uma escala de distâncias, vista normalmente através da objetiva.

Os **telêmetros** geralmente necessitam ser aferidos ou calibrados, comparando-se a distância indicada pelo instrumento com uma distância de valor conhecido.

## 11.4.5 GUARDA-POSTO

O **guarda-posto** é um pequeno instrumento de refração luminosa, destinado a oferecer ao navegante, com o auxílio de **diagramas especiais**, a **distância** entre dois navios. Seu emprego principal é na navegação em formatura, para a manutenção do posto.

**Figura 11.33 - Guarda-Posto**



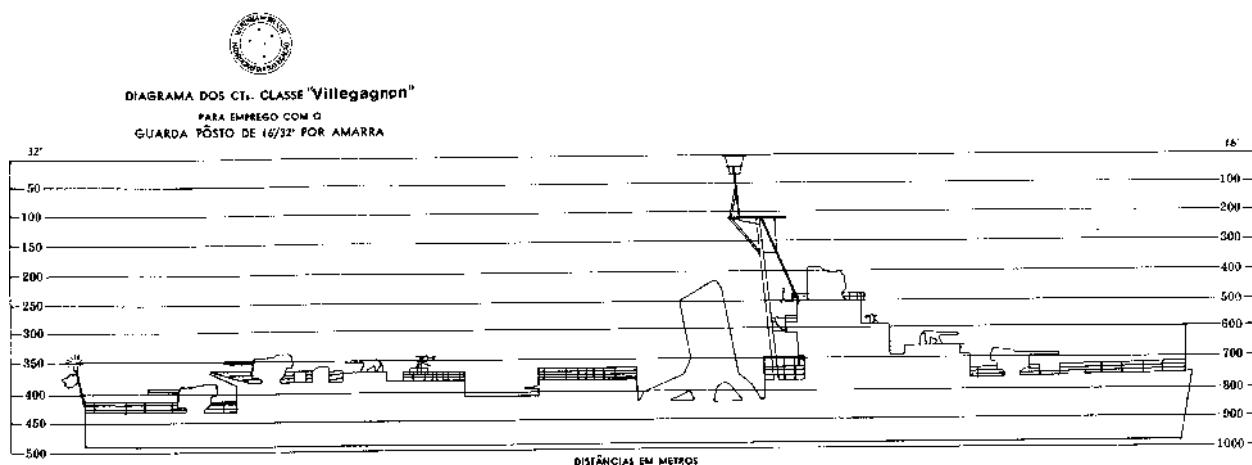
Tem a forma da Figura 11.33 onde **S** é um suporte de madeira, metal ou plástico, onde dois prismas **A** e **B** são alojados, com os vértices voltados para o centro. Sob um prisma lê-se o número 16; sob o outro, o número 32.

Esses números são os parâmetros de cada prisma e indicam que, na distância de uma amarra (0,1 milha), a imagem de um objeto vista através do prisma será desviada verticalmente de 16 ou 32 pés, conforme o prisma usado. Para determinar a **distância** a um navio, segura-se o guarda-posto pelo suporte, levando-se o prisma esco-

Ihido à altura de um dos olhos, mantendo-se o aparelho perpendicular ao raio luminoso vindo do navio. Faz-se, então, a visada tangenciando a aresta **a** do prisma, mostrada na Figura 11.33, ao mastro do navio para o qual se deseja medir a distância. Nessa ocasião, procura-se ver simultaneamente as imagens direta do navio e refratada do seu mastro, observando-se em que ponto da imagem direta cai a imagem refratada do tope do mastro. Com o desvio assim observado, será lida a **distância no diagrama** relativo ao navio visado, na coluna correspondente ao prisma utilizado (16' ou 32'), interpolando-se essa distância a olho, se necessário.

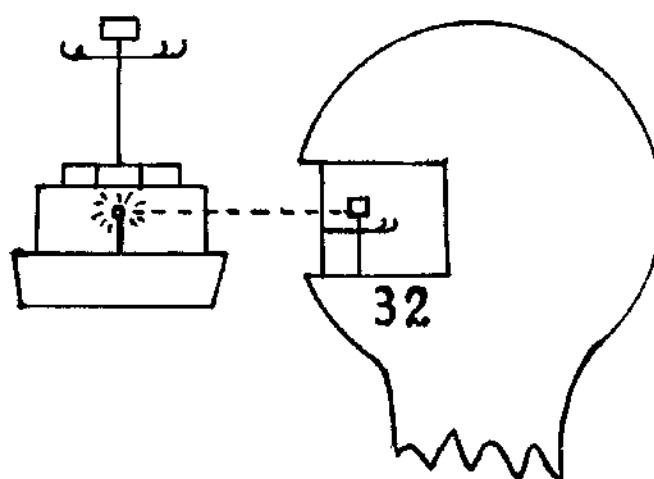
Os **diagramas especiais** são indispensáveis para a medida de **distâncias** com o **guarda-posto**. Na Figura 11.34 está reproduzido o DIAGRAMA PARA USO DO GUARDA-POSTO referente aos CT Classe "VILLEGAGNON". Normalmente, tais diagramas indicam as **distâncias** de 50 em 50 metros para o prisma de 32' e de 100 em 100 metros para o prisma de 16'.

**Figura 11.34 - Diagrama para uso do Guarda-Posto**



Assim, se, em formatura, um observador no nosso navio visar um CT Classe "VILLEGAGNON" com o **guarda-posto**, usando o prisma de 32', e verificar que a **imagem refratada** do tope do mastro coincide com a **luz de alcançado** da imagem direta do navio, como mostra a Figura 11.35, no **diagrama** correspondente obtém-se a distância entre o nosso navio e o navio visado: 350 metros.

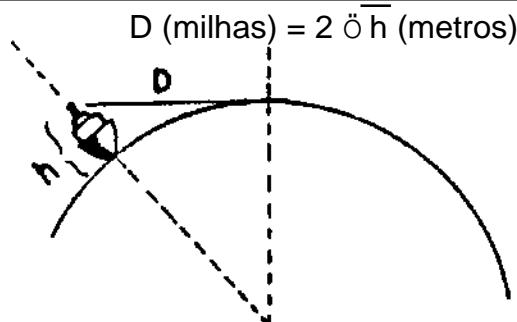
**Figura 11.35 -**



## 11.4.6 DETERMINAÇÃO DA DISTÂNCIA A OBJETO NO HORIZONTE

A **distância ao horizonte** (também chamada, em navegação, de **alcance geográfico**) pode ser determinada, em função da elevação do olho do observador, pela fórmula:  $D$  (em milhas) =  $2\sqrt{h}$  (em metros)

**Figura 11.36 - Distância ao horizonte**



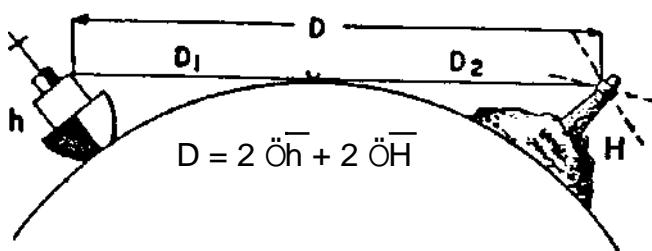
Sendo  $D$  a **distância ao horizonte** e  $h$  a **altitude (ou elevação) do olho do observador** (Figura 11.36).

Assim, se estamos a 4 metros acima do nível do mar, nossa **distância ao horizonte** será de:

$$D = 2\sqrt{4} = 4 \text{ milhas}$$

Desta forma, se houver um pequeno objeto no horizonte, pode-se estimar que nossa distância até ele será de, aproximadamente, 4 milhas.

**Figura 11.37 - Distância ao objeto de altitude conhecida no horizonte ("boiando")**



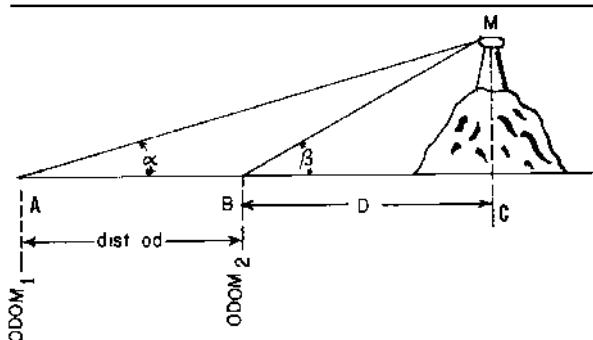
Se sabemos que nossa altura acima do nível do mar é de 9 metros e que o objeto a ser visado tem uma altitude de 100 metros, podemos dizer que, em boas condições de visibilidade, quando do seu avistamento, a nossa distância aproximada para ele será de (Figura 11.37):

$$D = 2\sqrt{9H} = 2\sqrt{9 \cdot 100} = 2\sqrt{900} = 26 \text{ milhas.}$$

## 11.4.7 CÁLCULO DA DISTÂNCIA POR DOIS ÂNGULOS E DISTÂNCIA NAVEGADA

A distância a um objeto pode ser calculada aproximadamente, desde que se conheça duas alturas angulares sucessivas do objeto e a distância navegada entre elas, com o navio apropado ao objeto, ou dando a popa a ele. Na Figura 11.38, quando o navio estava na posição **A**, um observador mediu a altura angular  $\alpha$ , em minutos, do farol **M**, com um sextante, e anotou a leitura do odômetro neste momento.

**Figura 11.38 - Distância por dois ângulos verticais e distância navegada**



A partir do ponto **A**, tendo navegado em direção ao farol **M**, depois de um certo tempo, ao atingir a posição **B**, o observador tornou a medir a altura angular do farol, de valor  $\beta$  agora, em minutos, e registrou a nova leitura do odômetro. A distância  $D$ , em milhas, do observador quando atingiu o ponto **B** ao farol, é dada pela fórmula:

**EXEMPLO:**

Um observador, em um navio com o rumo na direção do Pão de Açúcar, num determinado momento, mediu a altura angular  $\alpha = 2^\circ 15'$ , o odômetro acusando 786,5'; algum tempo depois, a altura angular  $\beta$  foi de  $3^\circ 28'$  e a leitura do odômetro foi de 790,0. Qual a distância da segunda posição ao Pão de Açúcar?

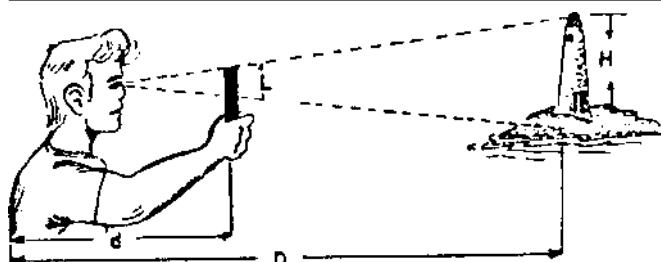
$$\alpha = 2^\circ 15' = 135'; \beta = 3^\circ 28' = 208'; \text{dist od} = 790,0 - 786,5 = 3,5'$$

$$D = \text{dist od} \times \frac{\alpha}{\beta - \alpha} = 3,5 \times \frac{135}{208 - 135} = 6,5'$$

### 11.4.8 PROCESSOS PRÁTICOS DE MEDIDA DE DISTÂNCIAS

Uma boa maneira de se **estimar** a distância a um objeto de altitude conhecida é utilizando uma régua graduada. Basta estender o braço na horizontal, segurar a régua verticalmente na direção do objeto visado e verificar qual o comprimento na régua que cobre o objeto visado (ou seja, devemos medir, sobre a escala da régua, a dimensão do objeto), tal como ilustrado na Figura 11.39.

**Figura 11.39 - Processo prático para estima de distância**



A distância do olho do observador à régua pode ser facilmente determinada (e tende a ser uma constante para cada observador). Com a altitude conhecida do objeto visado, calcula-se a distância ao objeto, conforme abaixo mostrado.

**EXEMPLO:**

Um farol com 70 metros de altitude cobre 4 centímetros de uma régua afastada 60 centímetros do olho do observador. Então, a distância ao farol será de:

$$D = d \times \frac{H}{L} = 0,6 \times \frac{70}{0,04} = 1.050 \text{ m} = 0,57 \text{ milhas}$$

Este método também pode ser usado horizontalmente, quando se tem um objeto de comprimento conhecido (como a ilha da Figura 11.40). Neste caso, a régua deve ser segurada horizontalmente, com o braço esticado, devendo ser medida, sobre a escala da régua, a dimensão do objeto visado.

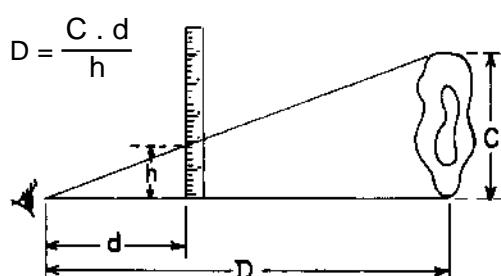
Assim, na Figura citada, um observador segura a régua a uma distância  $d = 60$  centímetros da vista; a ilha, cujo comprimento é  $C = 1,2'$ , subtende a parte  $h = 10 \text{ cm}$  da régua.

Na Figura 11.40 tem-se que:  $\frac{d}{D} = \frac{h}{C}$ ; ou:  $D = \frac{C \times d}{h} = \frac{1,2 \times 60}{10} = 7,2'$

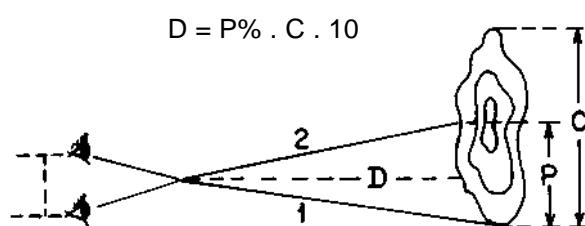
A **distância** será expressa na unidade em que se medir a altitude ou o comprimento do objeto. Sendo estas expressas em metros ou pés, para termos a distância em milhas, basta dividir o resultado por 1852 ou 6076,12, respectivamente.

A distância a um objeto de comprimento conhecido também pode ser **estimada** pelo **“método do dedo”**. Para tanto, basta fechar um olho, estender um braço na horizontal, distender o polegar na vertical e, nessa posição, fazer o polegar tangenciar uma das extremidades do objeto. Abrindo o olho e fechando o outro, o polegar “parece” deslocar-se sobre o objeto conhecido. Então, com o comprimento do objeto e estimando a porcentagem desse comprimento que o polegar “percorreu” ao se deslocar aparentemente, tem-se a distância ao objeto, na mesma unidade adotada para medir o seu comprimento, desde que se multiplique a porcentagem anterior por 10.

**Figura 11.40 - Método da Régua**



**Figura 11.41 - Método do Dedo**



Assim, na Figura 11.41, sobre a ilha de comprimento  $C = 2'$  o observador estimou que o polegar, ao se deslocar, aparentemente, da posição 1 para a posição 2, percorreu a porcentagem  $P = 30\%$  de  $C$ .

A distância à ilha seria:

$$D = P\% \times C \times 10 = 0,3 \times 2 \times 10 = 6'.$$

Embora elementar, esse método oferece resultados cada vez melhores com o aumento da prática, na estimativa percentual do deslocamento aparente do polegar.

## 11.5 INSTRUMENTOS PARA MEDIÇÃO DE PROFUNDIDADES

### 11.5.1 IMPORTÂNCIA DO CONHECIMENTO DA PROFUNDIDADE

A **profundidade** é um dado de fundamental importância para a segurança do navio, ou embarcação, na **navegação costeira** e, especialmente, quando se trafega em **águas restritas**.

A Carta Náutica registra as profundidades na área representada e apresenta diversas linhas **isobáticas** (**isóbatas** ou **isobatimétricas**), que interligam pontos de mesma

profundidade e permitem visualizar a topografia submarina. Tanto as **profundidades**, como as **curvas isobatimétricas**, constituem informações muito valiosas para o navegante.

Basicamente, o navegante determina a **profundidade** da posição em que se encontra com um ou mais dos seguintes propósitos:

- avaliar se a **profundidade** medida oferece perigo, tendo em vista o calado do seu navio, ou embarcação;
- comparar a **profundidade** medida com a registrada na Carta Náutica para a posição por ele determinada, como um meio de verificar essa posição; e
- obter uma **linha de posição**, pois, conforme visto em Capítulos anteriores, a **profundidade** é uma LDP de que se lança mão na **navegação costeira**, em condições especiais.

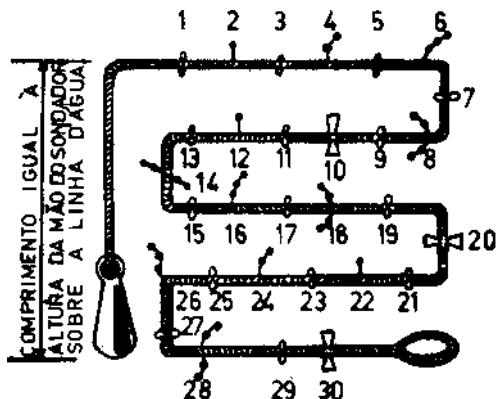
Para determinar profundidades, o navegante, normalmente, dispõe dos seguintes meios:

- prumo de mão;
- máquina de sondar; e
- ecobatímetro.

### 11.5.2 PRUMO DE MÃO

O **prumo de mão** (Figura 11.42) consiste em um peso de chumbo de forma troncônica, denominado CHUMBADA, tendo na parte superior uma ALÇA, ou um orifício, e na base um CAVADO, onde se coloca sabão ou sebo, com a finalidade de trazer uma amostra da qualidade do fundo, indicando a **tensa**.

**Figura 11.42 - Prumo de mão**



Na alça ou no orifício da chumbada dá volta uma LINHA DE BARCA, onde se faz uma graduação em metros. Geralmente, gradua-se a linha com o zero distante da alça da chumbada de um comprimento igual à altura da mão do operador acima do plano de flutuação. Assim, o operador lê a graduação de sondagem na sua mão. A leitura se torna muito mais fácil e precisa do que se fosse feita ao lume d'água, caso não se adotasse esse “desconto”, mormente à noite ou em sondagens feitas de plataformas elevadas.

A partir do zero, nas distâncias de dois, quatro, seis e oito metros, marca-se a linha com um, dois, três e quatro nós em merlim, respectivamente. As sondagens ímpares, um, três, cinco, sete e nove são marcadas, indistintamente, com uma tira de couro enfiada na linha. Todas as demais subdivisões terminadas nos mesmos algarismos das unidades recebem as mesmas marcas. Assim, por exemplo, em dezesseis metros encontram-se apenas três nós em merlim e em vinte e três metros somente uma tira de couro. Aos dez metros, faz-se uma pinha e prende-se um pedaço de filele branco; aos vinte metros, duas pinhas e filele azul; aos trinta metros, três pinhas e filele encarnado.

O comprimento da linha varia de 25 a 45 metros e o peso da chumbada de 2,5 a 7 quilos. Normalmente, usam-se dois tipos de prumo, um para profundidades até 25 metros, com chumbada de cerca de 3 quilos, e outro para maiores profundidades, com chumbada mais pesada e linha maior.

Deve-se fazer a graduação com a linha molhada, sendo preferível escolher uma linha já usada e esticada previamente, o que pode ser feito rebocando-a com um peso amarrado ao seu chicote.

Antes de se usar o prumo, é necessário verificar para que altura foi feito o desconto do zero da graduação.

Para determinação da profundidade com o **prumo de mão**, a velocidade do navio precisa ser reduzida até 3 nós, no máximo, e o operador deve lançar a chumbada com um forte impulso para vante e fazer a leitura quando o prumo estiver a pique.

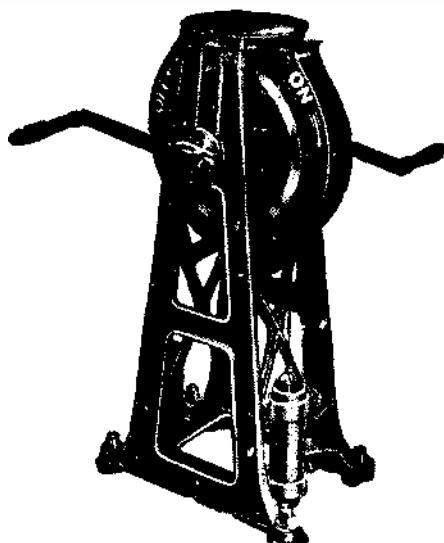
O fundo é, geralmente, menor que o indicado, por causa da catenária formada pela linha e por não ser feita a leitura exatamente com o prumo a pique. A precisão da medida depende bastante da técnica e da prática do sondador. Conforme mencionado, é comum as chumbadas possuírem na sua base uma parte côncava cheia com sabão, ou sebo, com a finalidade de, ao tocarem o fundo, trazerem uma informação sobre a sua qualidade, o que, em determinadas circunstâncias, é de grande utilidade, especialmente para o fundeo.

Com o navio fundeado, o prumo também serve para indicar se ele garra; para isso, larga-se a chumbada no fundo, com um pouco de seio na linha, e amarra-se esta à borda. A inclinação da linha denuncia se o navio está garrando.

### 11.5.3 MÁQUINA DE SONDAR

A **máquina de sondar** (Figura 11.43) é, em síntese, um prumo mecânico, para grandes profundidades, onde o lançamento e o recolhimento são feitos por intermédio de tambores ou guinchos, acoplados ou não a um motor elétrico. A linha de barca foi substituída por um cabo de aço e a chumbada por outra de peso maior. Dentro da chumbada podem ser colocados tubos químicos que indicarão a máxima profundidade a que foram arriados; podem ser, também, acoplados acessórios denominados “busca-fundo”, que colhem amostras do fundo, para determinação da tensa.

**Figura 11.43 - Máquina de sondar manual**

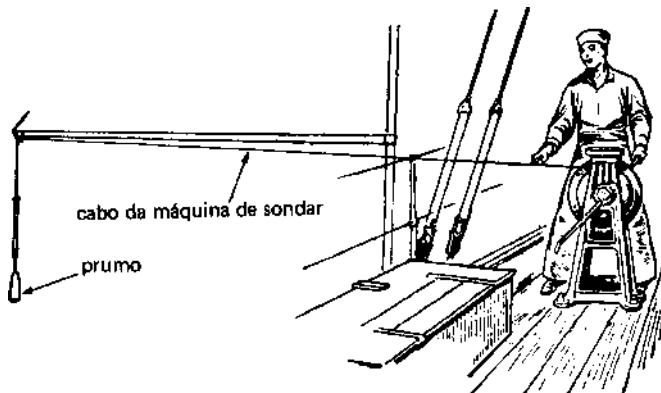


O indicador de profundidade pode ser mecânico ou químico, havendo máquinas de sondar que possuem os dois dispositivos. O indicador mecânico consiste em um contador do comprimento do cabo da sonda que saiu do sarilho do aparelho, que é indicado em um mostrador com ponteiros. O indicador químico consiste num tubo de vidro, aberto numa das extremidades, e pintado pelo lado de dentro de cromato de prata (vermelho), que descora em contato com a água. O tubo é colocado num estojo e preso à chumbada. O ar dentro do tubo é comprimido pela água, quando

está sendo feita a sondagem. Atendendo à lei de Boyle-Mariotte, a água penetra até uma altura, comprimindo o ar, e então descorando o tubo. O comprimento da parte descorada é medido numa régua especialmente calibrada e nos dá a profundidade. O método químico só apresenta resultados satisfatórios até profundidades de 100 braças (cerca de 183 metros).

A operação de **máquina de sondar** é ilustrada na Figura 11.44.

**Figura 11.44 - Operação da máquina de sondar**



As máquinas de sondar não constam mais da dotação normal dos navios em geral, sendo seu uso atual restrito aos navios de pesquisa hidrográfica ou oceanográfica.

## 11.5.4 ECOBATÍMETROS

### a. Princípio fundamental

Um feixe de ondas sonoras ou ultra-sonoras é transmitido verticalmente por um emissor instalado no casco do navio; tal feixe atravessa o meio líquido até o fundo e aí se reflete, voltando à superfície, onde é detectado por um receptor.

O tempo decorrido entre a emissão do sinal e a recepção do eco refletido do fundo é convertido em profundidade, pois a velocidade do som na água é conhecida (@ 1500 metros por segundo).

Os ecobatímetros, ou sondas sonoras, apresentam vantagens sobre os prumos de mão ou mecânicos, pois permitem sondagens contínuas com qualquer velocidade do navio, em profundidades não alcançadas por eles, e quase independentemente das condições de tempo.

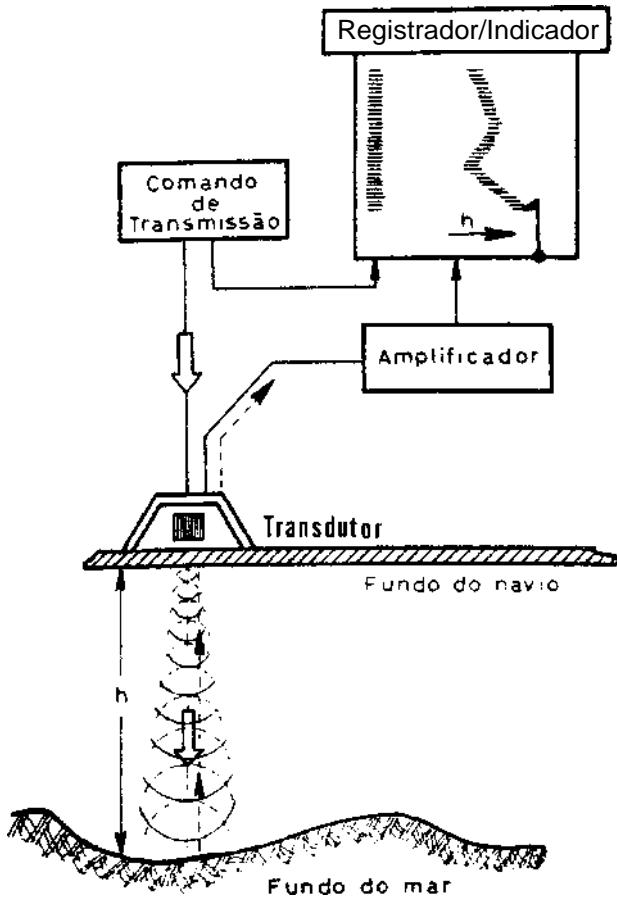
### b. Descrição do equipamento

Os **Ecobatímetros** podem ser **sonoros** (freqüência menor que 18 KHz) ou **ultra-sonoros** (freqüência maior que 18 KHz).

O equipamento é constituído, basicamente, pelos seguintes componentes (Figura 11.45):

- TRANSMISSOR / EXCITADOR
- RECEPTOR
- AMPLIFICADOR
- REGISTRADOR E/OU INDICADOR
- TRANSDUTOR
- COMANDO DE TRANSMISSÃO

**Figura 11.45 - Ecobatímetro**



O **comando de transmissão** envia, a intervalos de tempo constantes, um pulso ao **excitador / transmissor**, que, recebendo esse sinal, envia um pulso de energia elétrica de potência muito maior que a recebida, ao **transdutor**. O **transdutor de emissão** é um dispositivo que transforma energia elétrica em sonora. O eco refletido pelo fundo do mar impressiona o **transdutor de recepção**, que transforma a energia sonora em energia elétrica, que é, por sua vez, enviada ao medidor de intervalo de tempo. No medidor, é medido o intervalo entre a emissão do pulso e a recepção do eco, que é transformado diretamente em profundidade e apresentado, visual ou graficamente, no **registrador / indicador**.

Quando o pulso sonoro é transmitido, inicia-se a contagem do tempo, a partir do instante da transmissão. Ao ser recebido o eco refletido no fundo, é feita a medida do intervalo de tempo decorrido

entre o instante da transmissão e o instante da recepção do eco.

Assim, a profundidade do local será igual à velocidade do som multiplicada pela metade do intervalo de tempo acima descrito.

A indicação de profundidade pode ser:

- DIGITAL
- ANALÓGICA
- através de registro em uma ESCALA GRÁFICA.

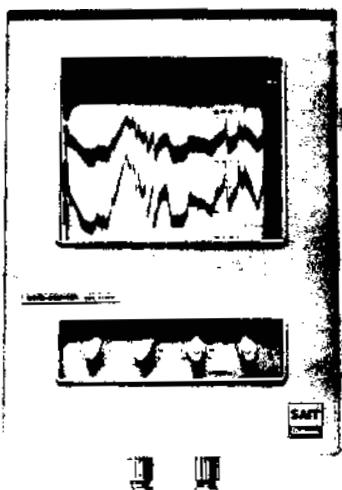
As Figuras 11.46, 11.47 e 11.48 ilustram ecobatímetros com as indicações de profundidade acima citadas. O registro gráfico das profundidades tem a vantagem de proporcionar uma boa visualização do relevo submarino da área onde se navega. Modernamente, em vez do tradicional registro em papel, muitos ecobatímetros apresentam o relevo submarino em telas de LCD de alta resolução.

Os **transdutores** são instalados no fundo do casco do navio, próximo da quilha e emitem um feixe sonoro (ou ultra-sonoro) em forma de cone, com um ângulo de abertura que varia de equipamento para equipamento.

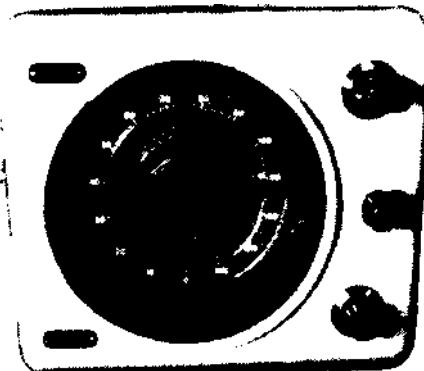
Para transformar energia elétrica em pulso sonoro e vice-versa, os **transdutores** utilizam o princípio da magnetostrição ou da piezo-eletricidade.

Os fundos duros são melhores refletores que os fundos macios, produzindo, assim, um eco mais forte. Quando no limite da escala de um ecobatímetro, pode-se ter dificuldades de leitura se o fundo for de lama macia, devido à pouca intensidade do eco produzido.

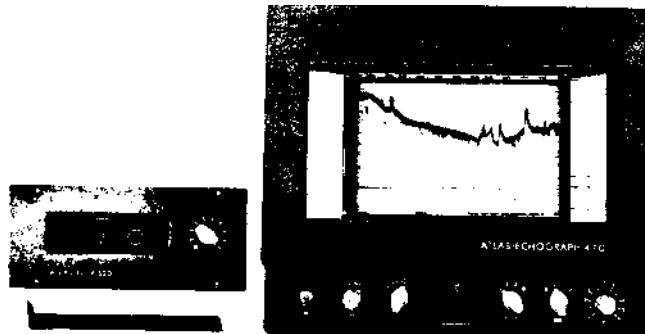
**Figura 11.46 - Ecobatímetro com apresentação gráfica**



**Figura 11.47 - Indicador analógico de profundidade (luz neon)**



**Figura 11.48 - Indicador digital e registro gráfico de profundidades**



Atualmente, os **ecobatímetros** possuem diversos recursos, entre os quais sobressaem o alarme de baixa profundidade e o alarme de alta profundidade. O alarme de baixa profundidade pode ser ajustado para alertar o navegante quando o navio atinge uma profundidade considerada como limite de segurança para a navegação.

Ambos os alarmes, desde que convenientemente ajustados, podem dar ao navegante uma boa indicação de que o navio está garrando, quando fundeado ou amarrado à bóia.

### c. Medição de profundidades com o ecobatímetro

A profundidade medida com o **ecobatímetro**, conforme visto, tem como referência o fundo do navio onde estão localizados os **transdutores**. Portanto, para obter a profundidade do local no instante da sondagem é necessário somar à leitura do **ecobatímetro** o valor do **calado** do navio, ou embarcação, pois:

$$\text{PROFUNDIDADE REAL} = \text{PROFUNDIDADE ABAIXO DA QUILHA} + \text{CALADO}$$

A quase totalidade dos aparelhos permite a introdução do valor do **calado**, de modo que as indicações do **ecobatímetro** tenham como referência o nível do mar no instante da medição.

Entretanto, o nível do mar, conforme sabemos, não é imóvel, variando principalmente em função das marés. As **profundidades** representadas nas Cartas Náuticas têm como origem o Nível de Redução, que, para as nossas cartas, é definido como a **média das baixamarés de sizígia**. Desta forma, para comparar com precisão a **profundidade medida** com a **sondagem** representada na carta, é preciso considerar a **altura da maré** no instante da medição, subtraindo-a (no caso de altura da maré positiva) ou, eventualmente, somando-a (no caso relativamente raro de altura negativa da maré, ou seja, de nível atual do mar abaixo do Nível de Redução).

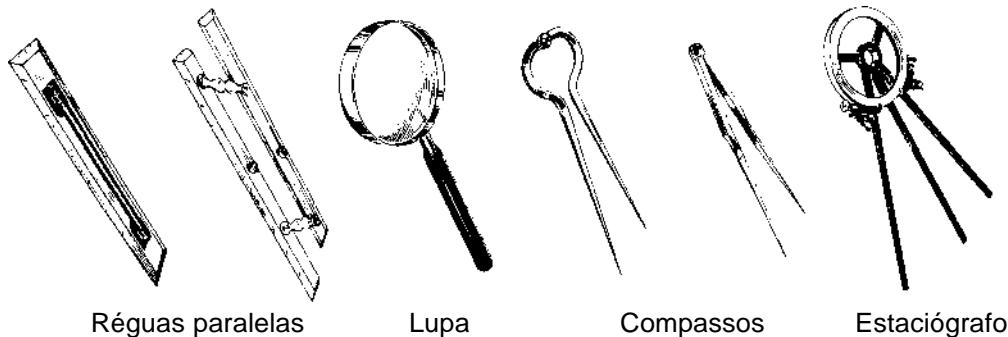
Os **ecobatímetros** destinados a empregos mais precisos, como levantamentos hidrográficos ou pesquisas geofísicas, devem ser aferidos/calibrados, por comparação com a leitura de um prumo de mão ou barra de calibragem, em condições especiais (navio parado, mar calmo, etc.). A velocidade de propagação do som na água do mar não é constante e isto constitui uma das fontes de erro nas medidas dos **ecobatímetros**. Alguns modelos, para uso científico, permitem regular a velocidade do equipamento de modo que corresponda exatamente ao valor da velocidade de propagação do som na água em que se opera.

## 11.6 INSTRUMENTOS DE DESENHO E PLOTAGEM

### 11.6.1 RÉGUAS PARALELAS E PLOTADORES

A **régua paralela** (Figura 11.49) constitui a ferramenta tradicional do navegante para determinar a direção de qualquer linha traçada na Carta Náutica e para traçar uma linha em uma direção especificada.

**Figura 11.49 - Instrumentos para desenho e plotagem**



Para determinar a **direção** de uma linha traçada na carta, a **régua paralela** deve ser deslocada para uma das **rosas de rumos** representadas na Carta Náutica, com o cuidado de mantê-la sempre paralela à linha de referência, durante todo o movimento da régua. Alcançada a **rosa de rumos**, faz-se a leitura da **direção verdadeira** desejada, tendo-se o cuidado para não tomar a recíproca.

Para traçar uma linha de rumo ou marcação em uma determinada **direção**, parte-se da **rosa de rumos** e desloca-se a **régua paralela** para a posição desejada, com o cuidado de mantê-la sempre paralela à direção de referência.

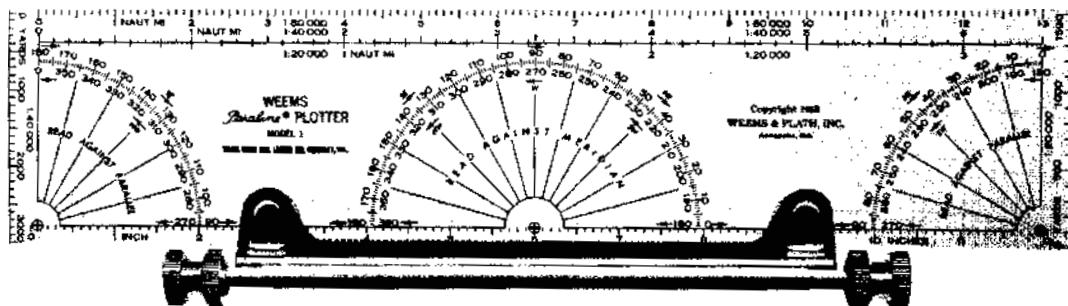
Existem **régulas paralelas** (tipo “Captain Fields”) que possuem uma graduação que facilita o seu uso, pois dispensam o deslocamento da régua até a **rosa de rumos**, utilizando como referência para leitura das direções qualquer **meridiano** (ou **paralelo**) representado na carta, em conjunto com a graduação da régua.

De qualquer forma, se, durante o seu movimento, a **régua paralela** escorregar, ou deslizar, deve-se começar de novo todo o procedimento.

Para evitar estes inconvenientes, existem os **plotadores-paralelos** (“parallel plotters”), que possuem roletes que se deslocam paralelamente sobre a carta, mantendo seu alinhamento original (Figura 11.50). Os **plotadores-paralelos** são de fácil manejo e mais

práticos para uso em embarcações menores, onde o emprego da **régua paralela** torna-se difícil, pela falta de espaço e balanço/caturro da embarcação.

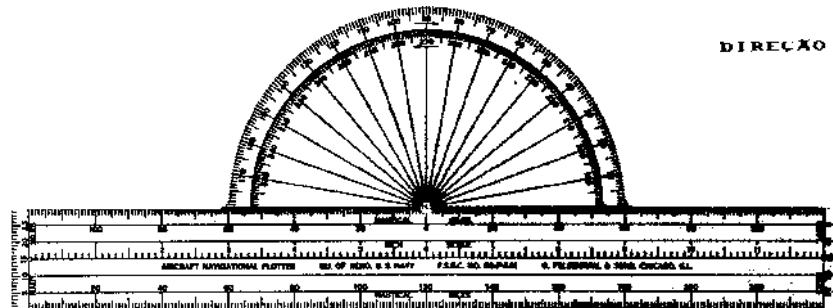
**Figura 11.50 - Plotador paralelo ("Parallel Plotter")**



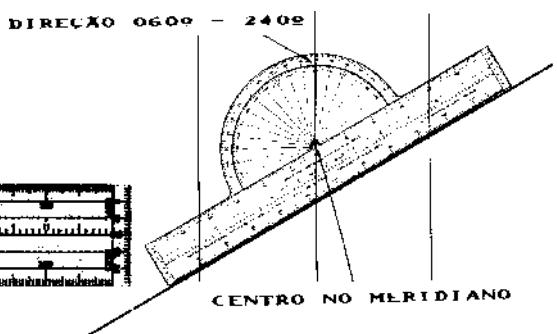
O “parallel plotter” possui uma graduação que, em conjunto com qualquer **meridiano ou paralelo** traçado na Carta, permite obter **direções verdadeiras** com facilidade, o que evita ter que deslocar muito o plotador sobre a carta, diminuindo as chances de erros no transporte de rumos e marcações.

Outro **plotador** utilizado em navegação está mostrado na Figura 11.51. Embora originalmente destinado à navegação aérea, sua simplicidade e conveniência tornaram-no muito usado no mar. O “**Navy Plotter**” não possui partes móveis e as direções são lidas nos **meridianos** representados na Carta Náutica, conforme ilustrado na Figura 11.52.

**Figura 11.51 - Plotador tipo Navy**



**Figura 11.52 - Uso do "Navy Plotter"**



## 11.6.2 COMPASSO DE NAVEGAÇÃO

Os **compassos** são instrumentos essenciais na navegação, para medida de distâncias sobre a Carta Náutica, para cartear posições, para plotagem da posição estimada, para o traçado da LDP distância e do alcance de faróis e outros auxílios à navegação.

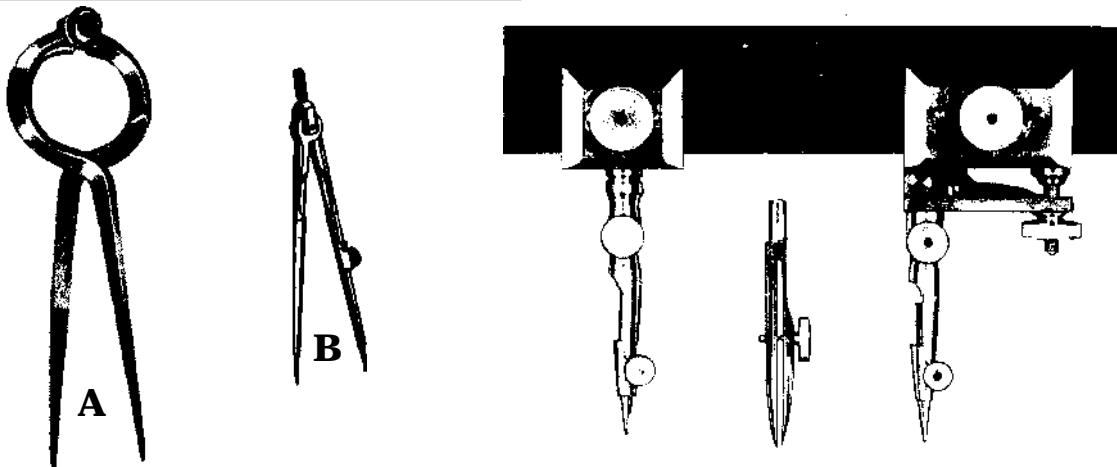
Podem ser do tipo mostrado nas Figuras 11.49 e 11.53(a), de ponta seca e feitos para serem utilizados com uma só mão, ou do tipo usado em desenho técnico, com ponta de grafite, ilustrado na Figura 11.53(b).

De qualquer modo, é importante que os **compassos** empregados em navegação sejam capazes de manter exatamente uma abertura neles introduzida, a fim de preservar a precisão das distâncias com eles traçadas ou por eles medidas. Se houver dúvidas se a abertura introduzida no compasso modificou-se durante o manuseio, o navegante deve verificar-a e, se necessário, repetir a operação.

Especialmente quando se pratica **navegação radar** e se determina a posição por **cruzamento de distâncias**, é muito útil dispor a bordo de um **cintel** (Figura 11.54), que

permite o traçado de arcos de distância maiores que a abertura máxima de um compasso comum. Se o navegante não dispuser do **cintel**, poderá ver-se na situação de ter apenas **distâncias radar** para determinar sua posição, mas não poder plotar as LDP na Carta, por causa da limitada abertura de seus compassos.

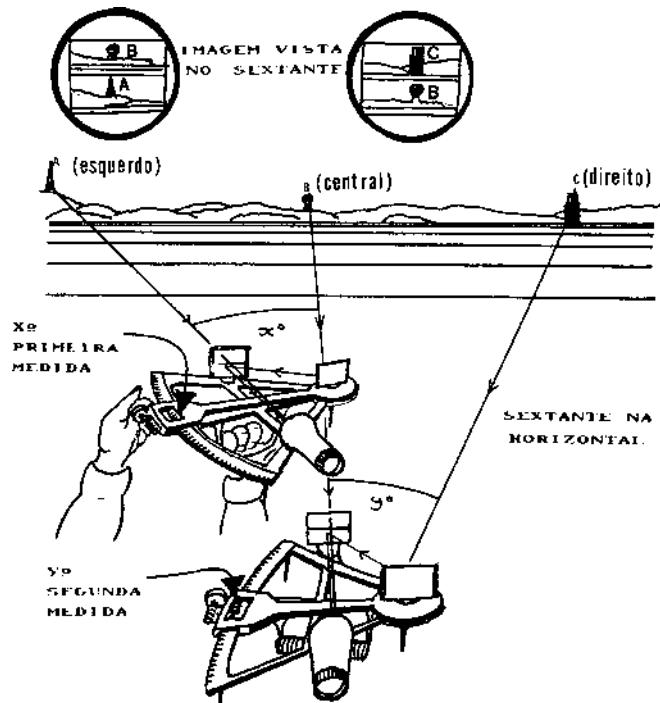
**Figura 11-53 - Compassos usados em navegação** **Figura 11.54 - Cintel**



### 11.6.3 ESTACIÓGRAFO

O **estaciógrafo** (Figura 11.49) é um instrumento muito útil a bordo, especialmente para a plotagem da **posição por segmentos capazes** (Figura 11.55), já abordada no Capítulo 4.

**Figura 11.55 - Posição por segmentos capazes**

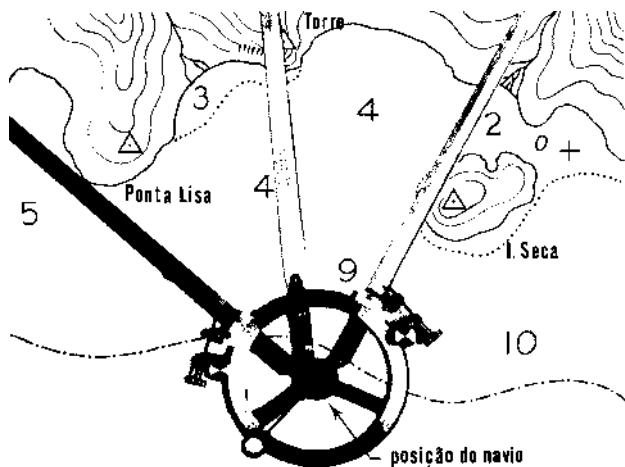


O braço central do instrumento é fixo e constitui a referência correspondente à **graduação zero**. O ângulo da esquerda (medido com o sextante entre o objeto da esquerda e o ponto central) é introduzido no estaciógrafo, movendo-se o braço da esquerda até a graduação correspondente ao ângulo medido. O ângulo da direita (entre o ponto central e o objeto da direita) é ajustado no instrumento deslocando-se o braço da direita até a graduação correspondente ao valor medido.

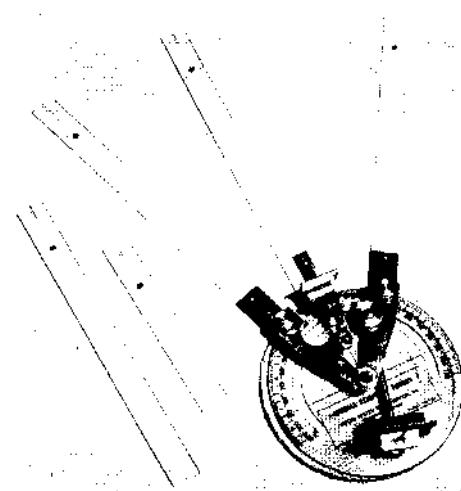
O **estaciógrafo** é, então, colocado sobre a Carta e orientado de modo que as bordas-índices dos três braços tangenciem as representações cartográficas dos três objetos observados. A posição do navio, ou embarcação, estará no centro do instrumento, podendo ser marcada a lápis, através de um pequeno orifício existente (Figura 11.56).

Um instrumento interessante, similar ao **estaciógrafo**, é o **Posicionador Weems**, mostrado na Figura 11.57. O instrumento serve tanto para medir ângulos horizontais entre três objetos cartografados, como para plotar a posição resultante (como se fosse um estaciógrafo).

**Figura 11.56 - Uso do Estaciógrafo**



**Figura 11.57 - Posicionador Weems**



Os ângulos podem ser medidos com precisão e a vantagem do instrumento é que não requer a leitura dos ângulos com **sextante**, sua anotação e a posterior introdução no **estaciógrafo** para plotagem da posição.

O sistema ótico do posicionador é semelhante ao do **sextante**, baseando-se na **duplica reflexão do raio luminoso**. O braço central (ou de referência) dispõe de um espelho fixo; um segundo espelho pode ser girado no plano horizontal, movendo-se o braço direito ou o braço esquerdo do instrumento. Este segundo espelho tem um rasgo vertical transparente no seu centro.

Para obter o ângulo entre o ponto central e o ponto da direita, o instrumento é mantido na horizontal, com o braço de referência direcionado para o ponto central, que é visto através do rasgo no espelho giratório, diretamente por cima do centro do espelho fixo. O braço da direita e o espelho giratório são, então, deslocados até que o objeto da direita seja visto refletido no espelho fixo, diretamente sob o ponto central. Nesta posição, fixa-se o braço direito.

Para medir o ângulo da esquerda, procede-se de maneira semelhante, fixando-se, depois, o braço esquerdo em posição. Coloca-se, então, o instrumento sobre a Carta Náutica, usando-o como se fosse um **estaciógrafo**, para determinar a posição. O posicionador é especialmente indicado para obter uma posição precisa quando fundeado, independentemente de qualquer informação da agulha.

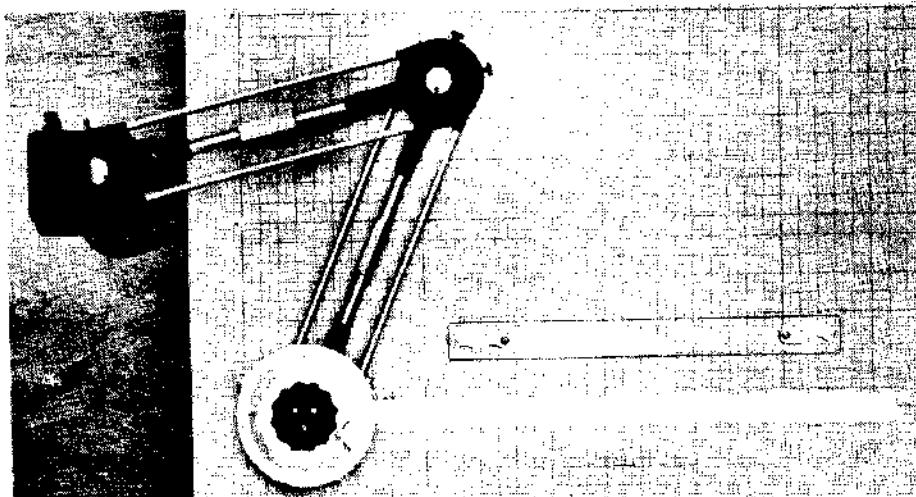
#### 11.6.4 TRANSFERIDOR UNIVERSAL (TU)

O **Transferidor Universal** (TU), mostrado na Figura 11.58, já foi devidamente explicado no Capítulo 5, quando se estudou a **navegação estimada**. Seu uso é bastante conveniente, tanto no CIC, como no passadiço ou camarim de navegação dos navios maiores.

O TU é fixado no canto superior esquerdo da mesa de navegação. Para utilizá-lo, a Carta Náutica também deve ser fixada à mesa de navegação, normalmente com fita gomada.

A régua do TU é orientada segundo os meridianos da carta, sendo, então, fixada em posição, lendo  $000^\circ / 180^\circ$ . A partir daí, a régua pode ser movida para qualquer posição da carta e a direção na qual está alinhada lida na rosa graduada existente no centro do instrumento.

**Figura 11.58 - Transferidor Universal**



### 11.6.5 OUTROS INSTRUMENTOS DE DESENHO E PLOTAGEM

#### a. Lápis e borrachas

O **lápis** utilizado em navegação deve ser suficientemente macio para que, em caso de necessidade de uso de **borracha**, não provoque rasuras nas Cartas Náuticas. Entretanto, não pode ser muito macio, para não borrar e sujar a carta. Um lápis médio, como o HB ou o Nº2, produz boas plotagens. O uso de lapiseira 0.5 mm com grafite HB também é recomendado.

As linhas devem ser traçadas de leve na Cartas Náuticas. Ademais, evite traçá-las mais longas que o necessário. Na plotagem de marcações, conforme anteriormente mencionado, evite prolongar a linha até o ponto marcado, traçando-a apenas nas imediações da posição estimada, a fim de preservar a carta e não rasurar a representação dos pontos notáveis utilizados como referência para as marcações.

As borrachas devem ser macias e apagar sem rasurar ou sujar o papel.

#### b. Lupa

Uma **lupa** (Figura 11.49) também é um acessório útil, para facilitar a leitura de símbolos cartográficos, notas de precaução e outras informações apresentadas na Carta Náutica com tipos muito pequenos.

#### c. Esquadros e transferidores

**Esquadros, transferidores, réguas milimétricas** e outros instrumentos de desenho também podem ser utilizados na navegação. Um **par de esquadros** pode ser empregado para medir a direção de uma linha na **rosa de rumos** ou transportar uma determinada direção da **rosa de rumos** para um outro ponto da Carta Náutica. Entretanto, os esquadros podem escorregar ou deslizar sobre a carta, afastando-se da direção original,

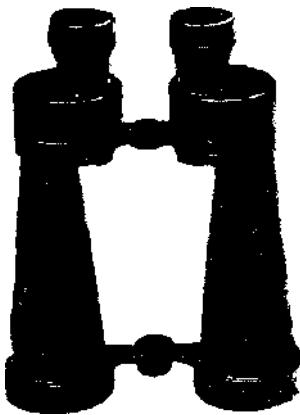
o que recomenda dar preferência ao uso de **régulas paralelas** ou dos plotadores acima citados.

## 11.7 OUTROS INSTRUMENTOS DE NAVEGAÇÃO

### 11.7.1 BINÓCULOS E LUNETAS

Os instrumentos utilizados em navegação para aumentar o poder da visão são os **binóculos** (Figura 11.59) e as **lunetas** ou **óculos de alcance** (Figura 11.60).

**Figura 11.59 - Binóculo 7 x 50**



**Figura 11.60 - Óculo de alcance**



Os **binóculos** são designados por dois números (exemplo: **7x50**) que indicam a **potência** e o **tamanho da objetiva**, respectivamente.

A **potência** (ou **poder de ampliação**) de um **binóculo** é o número de vezes que o objeto visado é aumentado. Por exemplo, os binóculos de bordo são quase sempre **7x50**, o que significa que aumentam **sete vezes** os objetos visados. Um binóculo **10x** aumentará **dez vezes** o objeto visado.

O primeiro número também significa o quanto que o **binóculo** aproxima o objeto colimado. Se visarmos um farol com um **binóculo** cuja **potência** é **7x**, na distância real de **3,5 milhas**, com o **binóculo** veremos como se o farol estivesse a **0,5 milhas**, isto é, **sete vezes** mais perto.

A **potência** de um **binóculo** é determinada pelo tamanho, curvatura e colocação das lentes.

O segundo número da designação de um **binóculo** é o **diâmetro da objetiva**, em **milímetros**. Um **binóculo 7x50** tem objetiva de **50 mm de diâmetro**. Objetivas maiores proporcionam mais luz, porém são normalmente mais pesadas.

Chama-se de **campo de visão** de um **binóculo** o campo visto através das lentes. Geralmente, é expresso em medida angular, mas também pode ser dado em metros, para uma distância de 1.000 metros (ou pés, para uma distância de 1.000 pés). Se dissermos que um **binóculo** tem um **campo de 150 metros**, significa que mostrará uma abertura de 150 metros numa distância de 1.000 metros.

Quanto maior o **aumento** menor é o **campo de visão**. É uma necessidade ótica. Assim, se escolhermos uma lente de aumento muito grande (20x, por exemplo), o campo de

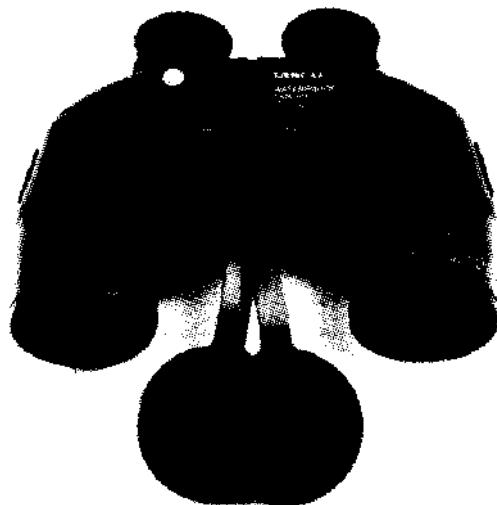
visão será reduzido. A solução é aumentar o diâmetro da lente, mas o binóculo se torna muito grande e pesado. Por isso, os binóculos normalmente usados em navegação não têm muito poder de ampliação (magnificação) e os que têm são montados em tripé nas asas do passadiço ou no tijupá, por serem grandes e pesados. Também ocorre que, em condições normais, há uma perda de cerca de 5% da luz quando um raio luminoso passa através de uma superfície ar-vidro. Os binóculos possuem inúmeras lentes e, assim, há uma grande perda de luz. Para evitar isso, as lentes sofrem um revestimento (COATING), que elimina essa perda e restaura a luz do feixe luminoso. Esse revestimento aparece como uma película azul escura quando a lente é vista sob luz refletida.

A distância interpupilar dos olhos varia de 55 a 70 milímetros. A ajustagem para a distância correta é feita dobrando o **binóculo** em torno da articulação central e, assim, aproximando ou afastando as lentes. Quando na posição correta, deve ser lida e anotada a marca na escala da articulação, para uso futuro pelo mesmo observador. O binóculo estará corretamente ajustado quando os dois campos de visão circulares se juntarem em um único.

Existem dois tipos de binóculos quanto ao sistema de focagem. Um tem sistema de focagem central, através um rolete montado entre os dois tubos oculares, para finalidade de foco. Uma das oculares, a da direita, é ajustável para compensar as variações na potência da visão. O outro sistema é de mecanismo de focagem individual, que não possui rolete central. Cada ocular é focada separada e independentemente. Para esse fim, ambas as oculares possuem escala para o conveniente posicionamento dióptrico.

Atualmente, são usados na navegação tipos sofisticados de **binóculos**. Muitos incorporam **agulhas magnéticas (bússolas)**, para obtenção de marcações magnéticas, e são à prova d'água, como os modelos mostrados na Figura 11.61 (a) e (b). Outros, além de **bússola**, possuem dispositivo para visão noturna ou sob condições de pouca luz.

**Figura 11.61 (a) - Binóculo 7 x 50 com bússola e telêmetro-brilho relativo: 95%; campo de visão: 366'**



**Figura 11.61 (b) - Binóculo 7 x 50 com bússola e telêmetro-brilho relativo: 78%; campo de visão: 366'**



Sempre que usar **binóculos**, o navegante deve ter o cuidado de passar as alças em torno do pescoço e proteger o instrumento, para que não sofra choques, que, mesmo pequenos, podem causar o desalinhamento das lentes. Uma boa maneira de guardar os binóculos a bordo, com segurança e de modo a tê-los sempre à mão para uso, é confeccionar caixas especiais para os instrumentos, fixadas às anteparas internas do passadiço.

## 11.7.2 INSTRUMENTOS DIVERSOS

### a. Cronógrafo

É um instrumento muito útil para navegação, principalmente à noite, para determinação de características de faróis, faroletes e outros auxílios luminosos à navegação, a fim de permitir sua correta identificação. Na falta de um **cronógrafo**, o navegante deve dispor, no mínimo, de um bom relógio com contagem de segundos. Os **cronômetros**, essenciais na **Navegação Astronômica**, serão estudados no Volume II deste Manual.

### b. Calculadora Eletrônica

É, também, muito útil ao navegante, desde as mais simples, para os cálculos rotineiros (especialmente os associados à **navegação estimada**) até as **calculadoras programáveis**, com **programas de navegação** para operações complexas, tais como o cálculo de **derrotas ortodrônicas** e de **retas de posição** na **Navegação Astronômica**. Não se deve esquecer de providenciar baterias de reserva.

### c. Lanterna

Embora simples, este instrumento não pode deixar de ser mencionado, pela sua utilidade na navegação noturna, para leitura do sextante ou do peloro, anotação dos valores obtidos, etc. Lanternas (e pilhas sobressalentes) devem estar sempre disponíveis à noite. O ideal é que seja equipada com vidro vermelho, ou, pelo menos, estar adaptada com um pedaço de papel celofane encarnado, para não prejudicar a “visão noturna” do navegante.

