

43

NAVEGAÇÃO EM BALSAS SALVA-VIDAS

43.1 INTRODUÇÃO

Os capítulos anteriores trataram da navegação praticada a bordo de navios bem equipados. A navegação em balsas salva-vidas é muito diferente; as facilidades disponíveis para os navegantes são mínimas e mesmo instrumentos básicos, como o sextante, podem estar faltando. Ademais, outra diferença da navegação em balsas salva-vidas é que, em geral, é impossível navegar qualquer distância considerável para barlavento, mesmo em uma embarcação de salvamento a motor; assim, o ponto de destino tem que ser cuidadosamente escolhido.

Enquanto navios singrarem os oceanos haverá naufrágios, e o navegante prudente deve planejar com antecedência para a eventualidade de seu navio ser um dos que se perdem no mar. Não se pode esperar que haja tempo suficiente para organizar o equipamento após a ordem de **“abandonar o navio”**. Além de estar completamente familiarizado com o uso dos equipamentos disponíveis, o navegante deve ser capaz de improvisar, para o caso de estarem faltando sextante, cronômetro, Almanaque Náutico, tábuas de navegação e outros itens básicos.

No que concerne à navegação, a primeira consideração após o abandono do navio é determinar se se deve permanecer o mais próximo possível do ponto do naufrágio ou tentar alcançar terra ou uma rota marítima de tráfego intenso. Esta decisão geralmente depende de que um sinal de socorro tenha, ou não, sido transmitido e de quando se pode esperar a chegada de auxílio.

Se a chegada de ajuda não puder ser prevista, o navegante deve estar ciente de que longas travessias em embarcações de salvamento precárias podem ser feitas, como provado

pelo Comandante Bligh, do HMS “Bounty”, que navegou 3.000 milhas quando abandonado em alto-mar, em uma pequena embarcação. O navegante deve, também, considerar que o **moral** é um fator da mais alta importância para que uma longa viagem seja completada com sucesso.

43.2 PREPARAÇÃO PARA UMA EMERGÊNCIA

A melhor maneira de enfrentar uma emergência é estar sempre pronto para ela. Do ponto de vista da navegação, o modo correto de preparar-se para uma emergência de abandono de navio é organizar um “kit” de navegação para cada balsa salva-vidas ou embarcação de salvamento, colocá-los em embalagens à prova d’água e mantê-los prontos para embarque nas balsas e baleeiras, ou lanchas. Os seguintes itens são desejáveis, mesmo que nem todos possam ser incluídos em cada “kit” de navegação:

- **Cartas Náuticas:** as melhores cartas para uso em balsas salva-vidas são cartas gerais (de pequena escala, cobrindo grandes áreas) e cartas-piloto. Assim, com umas poucas cartas tem-se uma grande região representada.

- **Sextante:** além dos sextantes náuticos convencionais, sextantes de plástico, mais simples e mais baratos, porém capazes de proporcionar uma precisão aceitável para uso em embarcações de salvamento, também podem ser utilizados.

- **Almanaque Náutico e Identificador de Astros:** se possível, o Almanaque Náutico do ano e um “Star Finder” devem estar disponíveis. Na falta do identificador, as cartas celestes do Almanaque Náutico podem ser usadas. Um **Almanaque Permanente** (“Long Term Almanac”) é incluído no Apêndice a este Manual, fornecendo dados de efemérides do Sol e de estrelas selecionadas, válidos para um período de muitos anos e bastante precisos. É importante ter cópias deste almanaque e das tábuas de refração e depressão do horizonte do Almanaque Náutico (também reproduzidas neste Manual) nos “kits” de navegação das embarcações de salvamento.

- **Tábuas:** a publicação **DN4-2 Tábuas para Navegação Astronômica** é ideal para uso em emergência, pois congrega em um só volume, de pequeno tamanho, todas as tábuas necessárias para cálculo das **retas de altura** e do **azimute do Sol** ou outro astro, para qualquer combinação de Latitude, Declinação e Ângulo Horário.

- **Calculadora Eletrônica de Navegação:** pelo menos uma das embarcações de salvamento deverá incluir no “kit” de emergência uma **calculadora eletrônica de navegação** programada para cálculo de retas de altura, azimutes e outros problemas de navegação ortodrômica e loxodrômica. Não esquecer de incluir baterias sobressalentes.

- **Rádio Portátil:** um pequeno rádio a pilha pode ser de grande valor, principalmente para recepção de **sinais horários**, em especial se operar em faixas de ondas curtas. O rádio deve ser usado com cuidado, para economizar as baterias. Se possível, devem ser levadas para a embarcação de salvamento baterias sobressalentes.

- **EPIRB:** embora não esteja diretamente relacionado com a navegação praticada a bordo das balsas salva-vidas, é oportuno mencionar que cada embarcação deverá estar equipada com um **EPIRB** (“Emergency Position Indicating Radio Beacon”), unidade que transmite automaticamente um sinal nas frequências de emergência. O EPIRB pode servir não apenas para alertar as autoridades de busca e salvamento sobre a ocorrência de

um naufrágio, mas, também, subseqüentemente, como um auxílio à busca, para navios e aeronaves engajados no resgate de sobreviventes.

- **Transmissor de Emergência e VHF Portátil:** um transmissor de emergência (operando nas freqüências internacionais de socorro) e um transceptor VHF portátil são fundamentais. O VHF portátil, operando no canal 16, será essencial para alertar e estabelecer contato com navios (ou aeronaves de busca) avistados.

- **Refletor radar:** os refletores radar dobráveis, feitos de alumínio ou de treliça metálica, são os mais convenientes. Este refletor proporciona um forte eco de retorno, facilitando a detecção radar das embarcações de salvamento pelos navios e aeronaves de busca, principalmente se estiver em uma posição elevada (para aumentar o horizonte radar). Se não estiver disponível, um refletor radar deve ser improvisado com material metálico, ou, até mesmo, com papel alumínio (cobrindo placas de madeira).

- **Agulha Magnética Portátil:** uma **agulha magnética portátil**, ou uma **agulha magnética de mão** ("hand bearing compass"), é indispensável a bordo das embarcações de salvamento, para determinar o rumo em que se desloca a balsa salva-vidas e para tomar marcações quando se aproximar de terra.

- **GPS Portátil:** pelo menos uma das embarcações de salvamento deverá dispor de um equipamento GPS portátil, que deve ser operado com prudência (no máximo cinco vezes por dia), a fim de prolongar a vida das baterias.

- **Outros Itens:** material de desenho e plotagem (lápiz, borracha, plotador ou régua-paralela, régua decimal e compasso); sacos plásticos grossos para armazenar os instrumentos e tábuas, mantendo-os secos; lanternas (com pilhas sobressalentes); rosas de manobra e papel para cálculo e anotações.

43.3 INFORMAÇÕES. AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO

Devem ser anotadas todas as informações divulgadas por ocasião da faina de abandono do navio, previstas nas normas para abandono, tais como: coordenadas geográficas (j e l) da posição do naufrágio, profundidade local, rumo magnético, distância e identificação da terra mais próxima, direção e velocidade do vento, rumo e intensidade da corrente, etc. Além disso, é importante que se conheçam outras informações relevantes para a navegação na área em que se opera, como, por exemplo:

- **Posições:** o conhecimento da Latitude e Longitude aproximadas de portos e ilhas da região é muito útil, principalmente se não se dispuser de cartas náuticas na embarcação de salvamento. Um conhecimento geral das cartas da área em que se opera é, também, importante.

- **Correntes:** um conhecimento geral do regime das correntes oceânicas na área em que se navega é importante, principalmente se não se dispuser das cartas-piloto na embarcação de salvamento.

- **Meteorologia:** um conhecimento geral das condições meteorológicas da região é muito útil, especialmente no que se refere aos ventos predominantes nas diversas estações do ano, que poderão, em conjunto com as correntes, definir a direção na qual derivarão as balsas salva-vidas. Além disso, é útil conhecer as evoluções típicas do tempo na área, assim como os sinais e a previsão das trajetórias das frentes e tempestades.

Ademais, é necessário conhecer os procedimentos para sobrevivência no mar e o conteúdo dos pacotes de sobrevivência existentes nas balsas salva-vidas (que incluem água, rações, anzóis, balde, “kit” de primeiros socorros, espelhos para sinalização, linha para pesca, âncora de mar ou drogue, pirotécnicos, etc.).

A primeira consideração após abandonar o navio é, como vimos, decidir entre permanecer tão próximo quanto possível do ponto do naufrágio ou tentar alcançar terra ou uma rota marítima de tráfego intenso. Tendo tomado esta decisão crucial, deve ser definido um plano de ação e estabelecida claramente uma liderança a bordo da balsa salva-vidas. Se houver várias embarcações na água, é fundamental mantê-las juntas umas das outras.

As primeiras horas a bordo das balsas salva-vidas podem ser as mais importantes. É essencial manter o **moral** elevado. O estabelecimento de uma rotina regular de trabalho e a atribuição de tarefas a cada indivíduo auxiliam a preservar o **moral**.

Se sinais de socorro adequados foram transmitidos antes de abandonar o navio, pode-se esperar que navios e aeronaves de salvamento conduzam uma busca no local; neste caso, pode ser melhor permanecer no local do naufrágio.

Se for decidido tentar alcançar terra ou uma rota de tráfego marítimo intenso (normalmente representadas nas cartas-piloto), antes de estabelecer o rumo a seguir as influências de vento e corrente devem ser devidamente avaliadas, para estimar qual o melhor destino e a correspondente duração do trajeto, o que permitirá definir o racionamento da água e dos alimentos disponíveis.

Diversos fatores influenciam a decisão sobre que rumo tomar. Se uma carta-piloto estiver disponível, estude-a minuciosamente para verificar a corrente oceânica e o vento predominantes. Se a embarcação de salvamento dispuser de motor ou vela, considere sua autonomia/raio de ação e a velocidade média. Pode ser melhor rumar para terra mais distante, com vento e correntes favoráveis, do que para um local mais próximo, porém difícil de alcançar.

Verifique a localização das rotas de tráfego marítimo da área e, se possível, rume para a mais próxima. Ao escolher o rumo lembre-se que a distância possível de ser navegada para barlavento, mesmo com uma embarcação a motor, é muito limitada. O Comandante Bligh sabia que havia ilhas a cerca de 200 milhas para barlavento do ponto onde iniciou sua epopéia, mas tinha certeza que não poderia alcançá-las; sua decisão de rumar para sotavento tornou a sobrevivência possível, após uma jornada de 3.000 milhas.

Considere, também, o tamanho e a altura da terra para a qual se ruma. Lembre-se que a distância ao horizonte é muito restrita para um observador em uma balsa salva-vidas (a distância ao horizonte, em milhas, é aproximadamente igual a duas vezes a raiz quadrada da altura do olho do observador, em metros). Leve em conta, ainda, a precisão com que podem ser determinadas as posições da embarcação de salvamento. Uma ilha pequena e baixa, embora mais próxima, pode ser muito difícil de encontrar, com os métodos aproximados de navegação praticados em uma balsa; assim, pode ser mais vantajoso rumar para uma ilha ou costa mais distante, porém mais alta e conspícua.

Se não for possível manter com precisão a hora a bordo da embarcação de salvamento, será impraticável determinar a Longitude com exatidão (cada 4 segundos de erro na hora resultam em 1' de erro na Longitude). Neste caso, pode não ser aconselhável rumar diretamente para o destino, mas, conhecendo-se a Latitude deste ponto, buscar atingir o seu paralelo e, então, navegar para **E** ou para **W** (mantendo, portanto, a Latitude) até alcançá-lo. Este método, denominado de “**navegação por paralelo**”, foi usado com êxito por muitos séculos, antes da invenção do cronômetro.

43.4 NAVEGAÇÃO ESTIMADA

A **navegação estimada** é de importância fundamental em uma balsa salva-vidas. O ponto de partida (local do naufrágio ou do abandono do navio) deve ser determinado com a maior precisão possível e, a partir daí, deve ser mantido um registro rigoroso dos rumos, velocidades, correntes oceânicas estimadas e abatimento e caimento da embarcação. Estes elementos permitirão manter uma **plotagem estimada** ou, se isto se mostrar impossível na embarcação, calcular os movimentos matematicamente, através da **tábua do ponto** adiante apresentada.

Se as posições determinadas para a balsa salva-vidas, usando os métodos aproximados possíveis de serem empregados a bordo, não tiverem boa confiabilidade, é melhor não abandonar a **plotagem estimada** antes de avaliar a totalidade de informações disponíveis. O navegante deve utilizar toda sua experiência para ponderar cuidadosamente os dados que tem à mão e, assim, determinar a verdadeira posição da embarcação. Desta sua habilidade poderá depender a questão de a balsa alcançar ou não o seu destino.

- Direção

Os rumos devem ser determinados pela **agulha magnética portátil** ou **agulha magnética de mão** (“**hand bearing compass**”) levada para a balsa. A **declinação magnética** pode ser obtida da carta náutica ou carta-piloto. Se a embarcação de salvamento tiver propulsão e quisermos determinar o **desvio da agulha** no rumo escolhido, basta localizar um destroço do naufrágio flutuando, ou lançar na água um objeto que flutue sem sofrer muita influência do vento, e navegar, a partir deste objeto, na recíproca do rumo magnético escolhido, por cerca de meia milha (enquanto se possa, ainda, distinguir o objeto flutuante). Então, inverter a proa e governar na direção do objeto. Se não houver desvio, o rumo da agulha coincidirá com o rumo magnético escolhido (ou seja, será a recíproca do primeiro rumo em que se governou); se não coincidir, o rumo da agulha desejado estará a meio entre a recíproca do primeiro rumo e o rumo da agulha direto para o objeto.

Durante a viagem, o **desvio da agulha** deve ser determinado a intervalos regulares. Deve-se recordar que, na **passagem meridiana** do Sol, o seu azimute é exatamente 000° ou 180° . Estas são **direções verdadeiras**, que podem fornecer diretamente o **desvio da agulha**, desde que se considere o valor da **declinação magnética** no local. Se estiverem disponíveis Almanaque Náutico e tábuas para Navegação Astronômica, ou calculadora eletrônica de navegação, o **desvio da agulha** pode ser determinado pela observação do azimute do Sol, ou de qualquer outro astro, conforme explicado no Capítulo 31 (Volume II deste Manual).

Se não se dispuser de **agulha magnética**, pode-se determinar a direção pelo Sol no nascer e no ocaso. Se conhecermos a nossa Latitude, podemos determinar a direção do Norte pela observação do Sol no nascer e no ocaso. A figura 43.1 mostra o Azimute verdadeiro (marcação verdadeira) do Sol no nascer e sua marcação relativa no ocaso, para todos os meses do ano, nos Hemisférios Norte e Sul. No dia 26 de janeiro, por exemplo, na Latitude 50° S, o Azimute do Sol no nascer é 120° (ver a figura 43.1). Como o Sol está nascendo, sabemos que esse é o seu azimute verdadeiro contado a partir do **Norte**. Então, se olharmos para o Sol nascente, o **Norte** estará a 120° para a nossa **esquerda** (ou seja, por ocasião do nascer, o **Norte** estará 120° à esquerda do Sol). Para determinar o Norte no ocaso, a tabela nos fornece a marcação relativa do Sol. Como o Sol se põe a **Oeste**, o **Norte**

deverá estar à direita do Sol. Assim, no dia 26 de janeiro, se olharmos para o Sol no poente, o Norte estará 120° para a nossa direita (isto é, no ocaso o Norte estará 120° à direita do Sol).

Figura 43.1 - Azimute do Sol no Nascer e no Ocaso

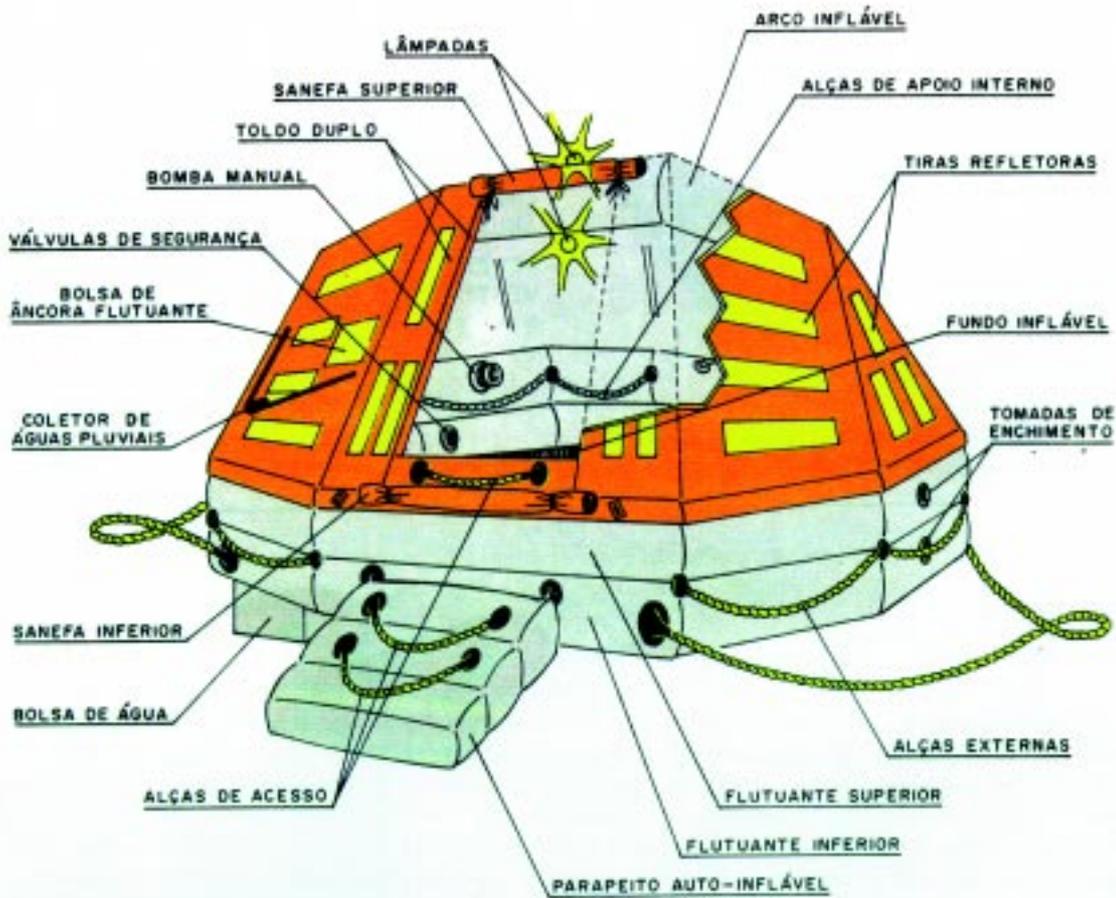
DATA		AZIMUTE DO SOL NO NASCER E NO OCASO												
		Latitude												
		0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°
JANEIRO	1	113	113	113	114	115	116	117	118	121	124	127	133	141
	6	112	113	113	113	114	115	116	118	120	123	127	132	140
	11	112	112	112	113	113	114	115	117	119	122	125	130	138
	16	111	111	111	112	112	113	114	116	118	120	124	129	136
FEVEREIRO	1	107	107	108	108	108	109	110	111	113	115	117	121	126
	6	106	106	106	106	107	107	108	109	111	113	115	118	123
	11	104	104	105	105	105	106	107	108	109	110	112	116	120
	16	103	103	103	103	103	104	105	106	107	108	110	112	116
MARÇO	1	98	98	98	98	99	99	99	100	100	101	102	104	106
	6	96	96	96	96	96	96	97	97	97	98	98	99	100
	11	94	94	94	94	94	94	95	95	95	96	96	97	98
	16	92	92	92	92	92	92	92	92	93	93	93	93	94
ABRIL	1	86	86	86	86	85	85	85	85	84	84	83	82	81
	6	84	84	84	83	83	83	83	82	82	81	80	79	77
	11	82	82	82	82	81	81	81	80	80	79	77	76	74
	16	80	80	80	80	79	79	78	78	77	76	74	72	70
MAIO	1	75	75	75	74	74	73	73	72	70	69	66	63	59
	6	74	74	73	73	73	72	71	70	68	67	64	61	56
	11	72	72	72	72	71	70	69	68	67	65	63	58	52
	16	71	71	71	70	70	69	68	67	65	63	60	55	49
JUNHO	1	68	68	68	67	66	66	64	63	61	58	54	49	41
	6	67	67	67	67	66	65	64	62	60	57	53	48	40
	11	67	67	67	66	65	64	63	62	59	56	53	47	39
	16	67	67	67	66	65	64	63	62	59	56	53	47	39
JULHO	1	67	67	67	66	66	65	64	62	60	57	53	48	40
	6	67	67	67	66	66	65	64	62	60	57	53	48	40
	11	68	68	68	67	66	65	64	63	61	58	54	49	41
	16	69	68	68	68	67	66	65	64	62	59	55	50	43
AGOSTO	1	72	72	72	71	71	70	69	68	66	64	61	57	51
	6	73	73	73	73	72	71	71	69	68	66	63	60	55
	11	75	75	74	74	74	73	72	71	70	68	66	63	58
	16	76	76	76	76	75	75	74	73	72	70	68	65	61
SETEMBRO	1	82	82	82	81	81	81	80	80	79	78	77	75	73
	6	83	83	83	83	83	83	82	82	81	81	80	78	77
	11	85	85	85	85	85	85	85	84	84	83	83	82	81
	16	87	87	87	87	87	87	87	86	86	86	85	85	84
OUTUBRO	1	93	93	93	93	93	93	93	94	94	94	95	95	96
	6	95	95	95	95	95	96	96	96	97	97	98	99	100
	11	97	97	97	97	97	98	98	99	99	100	101	102	104
	16	99	99	99	99	99	100	100	101	101	102	104	105	108
NOVEMBRO	1	104	104	105	105	105	106	107	108	109	110	113	116	120
	6	106	106	106	107	107	108	109	110	111	113	115	119	123
	11	107	107	108	108	108	109	110	111	113	115	117	121	126
	16	109	109	109	109	110	111	112	113	115	117	120	124	130
DEZEMBRO	1	112	112	112	113	113	114	115	117	119	122	125	130	138
	6	112	112	113	113	114	115	116	118	120	123	126	132	140
	11	113	113	113	114	115	116	117	118	121	124	127	133	141
	16	113	113	113	114	115	116	117	118	121	124	127	133	141
DEZEMBRO	21	113	113	113	114	115	116	117	118	121	124	127	133	141
	26	113	113	113	114	115	116	117	118	121	124	127	133	141

NOTA: NASCER ® AZIMUTE VERDADEIRO (A PARTIR DO NORTE)
 OCASO ® MARCAÇÃO (ÂNGULO) DO OESTE PARA O NORTE.

A tabela não inclui cada dia do ano nem cada grau de Latitude, podendo-se interpolar entre os valores dados, se for desejada precisão da ordem de 1° de azimute. Contudo, para todos os fins práticos, tomando por base o dia e o grau de Latitude mais próximos tabelados, sem interpolar, será obtido um Azimute que permitirá que se conserve o rumo com a precisão necessária. Para se ter uma idéia, na Latitude 32° S, no dia 13 de abril, o Azimute

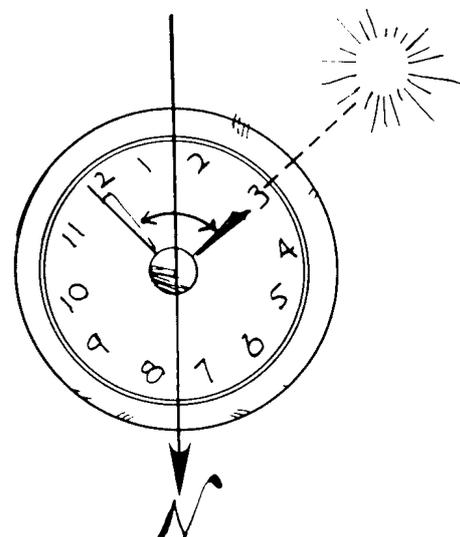
exato do Sol no nascer é $079^{\circ} 22'$. Entrando na tabela da figura 43.1, no dia mais próximo da data em questão (11 de abril) e na Latitude mais próxima ($30^{\circ} S$), obtém-se o valor de 081° para Azimute do Sol no nascer, o que é razoavelmente exato para navegação de uma balsa salva-vidas (figura 43.2).

Figura 43.2 - Balsa Pneumática Auto-Inflável (Aberta)



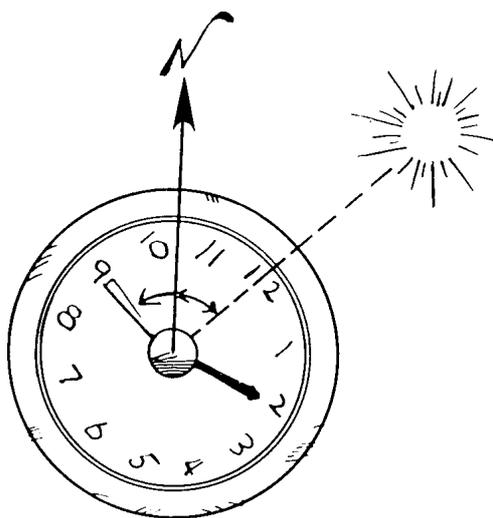
Além disso, a direção pode ser determinada, de forma aproximada, usando um relógio com mostrador analógico. Na zona temperada do Hemisfério Norte, o **ponteiro da hora** aponta na direção do Sol. Uma linha na direção **Sul** estará na bissetriz do ângulo entre o **ponteiro da hora** (apontado para o Sol) e **12 horas** (figura 43.3). Se houver qualquer dúvida sobre qual o extremo da linha que indica o **Norte**, é só lembrar que o Sol está a **Leste** antes do meio dia e a **Oeste** no período da tarde.

Figura 43.3 - Determinação da Direção Usando um Relógio - Zona Temperada do Hemisfério Norte



Na zona temperada do Hemisfério Sul, a marca de **12 horas** no mostrador deve ser apontada para o Sol. A direção do **Norte** estará na bissetriz do ângulo entre **12 horas** (apontado para o Sol) e o **ponteiro da hora**, conforme mostrado na figura 43.4. As zonas temperadas estendem-se da Latitude 23,5° até 66,5°, em ambos os hemisférios. O método do relógio pode conduzir a erros na determinação do Norte, especialmente em Latitudes mais baixas (zona tropical).

Figura 43.4 - Determinação da Direção Usando um Relógio - Zona Temperada do Hemisfério Sul



No Hemisfério Norte, à noite, a embarcação pode ser mantida no rumo Norte, Sul, Leste ou Oeste, tomando como referência a **estrela polar (Polaris)**, cuja identificação no céu foi explicada em capítulos anteriores.

- Velocidade

Durante o deslocamento a velocidade deve ser determinada com a maior exatidão possível, para que a navegação estimada possa ser mantida com precisão. Um método prático para determinação da velocidade consiste em lançar um objeto flutuante na proa e anotar o tempo, em segundos, requerido para percorrer o comprimento da embarcação.

A velocidade, em nós, será igual a:

$$\text{vel (nós)} = 1,94 \times \frac{\text{comprimento (m)}}{\text{tempo (s)}}$$

ou, de maneira aproximada:

$$\text{vel (nós)} = 2 \times \frac{\text{comprimento (m)}}{\text{tempo (s)}}$$

Assim, por exemplo, se um objeto flutuante leva 4 segundos para percorrer, de proa a popa, uma embarcação de salvamento de 9 metros de comprimento, a velocidade da embarcação, em nós, será:

$$v = 2 \times \frac{9}{4} = 4,5 \text{ nós}$$

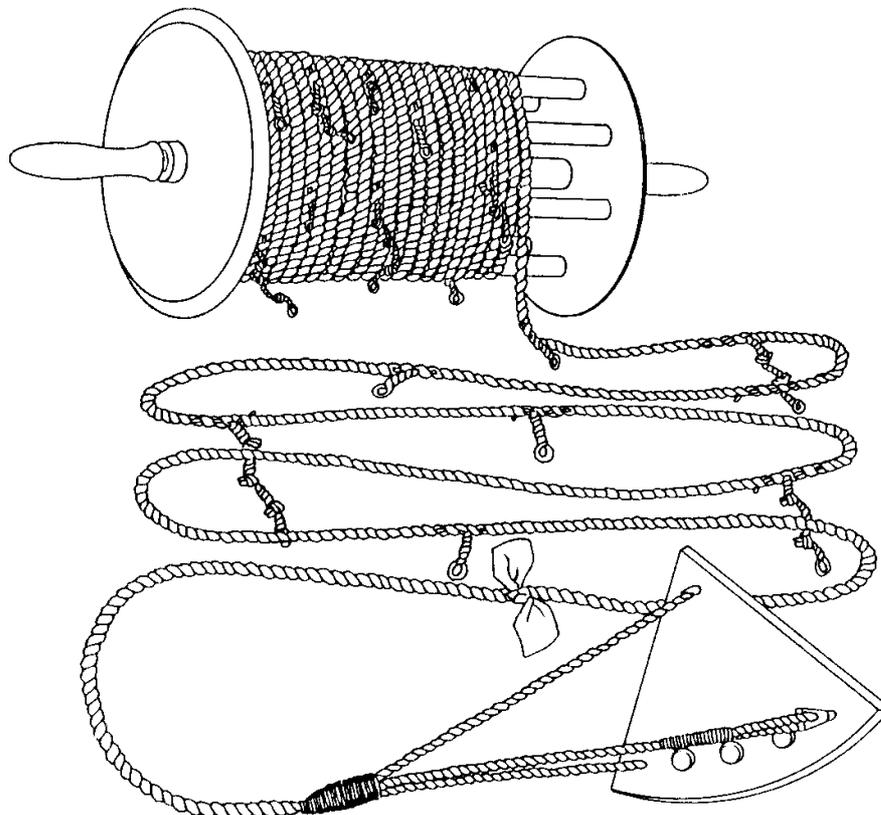
Como sabemos, por este modo determina-se a velocidade com relação à água (velocidade na superfície) e não a velocidade no fundo.

Entretanto, os objetos disponíveis para lançar ao mar podem ser escassos e, além disso, este método não é apropriado para uso em uma balsa salva-vidas, de forma arredondada, que deriva sem propulsão própria.

Então, pode-se improvisar um odômetro ou velocímetro usando um pequeno objeto flutuante (como uma talisca de madeira) e uma linha leve (como as usadas para a pesca). Um extremo da linha é atado ao objeto e o outro permanece a bordo, de modo que o objeto possa ser recuperado após a medição e usado novamente. A linha deve ser capaz de correr livremente durante a medição e deve ter **nós** a intervalos regulares, para permitir a determinação da velocidade. O objeto flutuante deve estar a alguma distância pela popa antes de se iniciar a medição. Portanto, o primeiro nó na linha deve ser dado a cerca de 10 metros do objeto flutuante.

Uma embarcação a 1 nó percorre 1 milha por hora, isto é, 1.852 metros em 3.600 segundos, ou, de maneira aproximada, 0,5 m/s ou 5 metros em 10 segundos. Assim, a linha do odômetro deve ter um **nó** a cada 5 metros (figura 43.5). Para determinação da velocidade, conforme o objeto se afasta mede-se o tempo, em segundos, entre a passagem de dois nós consecutivos pela mão do operador. Se o tempo for 10 segundos, a velocidade será 1 nó; se for 5 segundos, 2 nós, etc. Pode-se fazer facilmente uma tabela, ou curva, de velocidade em função do tempo. Tal como no caso anterior, a velocidade é determinada em relação à água (velocidade na superfície). Para obtenção de bons resultados, é essencial que a linha do odômetro corra livremente.

Figura 43.5 - Odômetro de Fortuna (“CHIP LOG”)



Mesmo sem um relógio, o método ainda pode ser usado. Pode-se contar mentalmente os segundos e meio segundos, intercalando-se a letra **e** entre os numerais (e 1 e 2 e 3 e 4, etc.), ou improvisar um contador de segundos, construindo um simples pêndulo, com um pequeno peso e uma linha leve. Se o comprimento do pêndulo, a partir do centro do peso até o extremo da linha for de 24,9 cm (9,8 polegadas), seu período (ida e volta) será de 1 segundo. A embarcação deve estar razoavelmente estável quando se usa esta técnica, pois o balanço e o caturro afetam a oscilação normal do pêndulo.

- Tábua do Ponto

A tábua abaixo é muito útil na solução de problemas de navegação estimada. As qua-tro primeiras colunas contêm os valores de rumos; a quinta coluna informa o valor da diferença de latitude (D_j) em minutos, por milha navegada no rumo; a sexta coluna informa o valor do apartamento (**ap**), ou milhas E-W, por milha de distância. Para determinar a D_j e o **ap** totais, basta multiplicar os valores fornecidos pela tábua, pela distância navegada.

RUMOS				D_j	ap
o	o	o	o		
000	180	180	360	1,00	0,00
005	175	185	355	1,00	0,09
010	170	190	350	0,98	0,17
015	165	195	345	0,97	0,26
020	160	200	340	0,94	0,34
025	155	205	335	0,91	0,42
030	150	210	330	0,87	0,50
035	145	215	325	0,82	0,57
040	140	220	320	0,77	0,64
045	135	225	315	0,71	0,71
050	130	230	310	0,64	0,77
055	125	235	305	0,57	0,82
060	120	240	300	0,50	0,87
065	115	245	295	0,42	0,91
070	110	250	290	0,34	0,94
075	105	255	285	0,26	0,97
080	100	260	280	0,17	0,98
085	095	265	275	0,09	1,00
090	090	270	270	0,00	1,00

Esta tábua pode ser usada para solução de qualquer triângulo retângulo. Para a distância navegada por uma embarcação de salvamento durante 1 dia, a Terra pode ser considerada plana, sem qualquer erro apreciável. A diferença de latitude (D_j) deve ser aplicada à Latitude inicial, para obter a Latitude final. Para converter o **apartamento (ap)** em **diferença de longitude (Dl)**, multiplicar **ap** pelo valor dado pela tábua seguinte, usando a Latitude média (j_m) como argumento de entrada. O rumo em que se navegou indicará a direção da diferença de longitude. Com o valor de Dl aplicado à Longitude inicial, obtém-se a Longitude final.

jm	FATOR	jm	FATOR	jm	FATOR
0		0		0	
0	1,00	30	1,15	60	2,00
5	1,00	35	1,22	65	2,37
10	1,02	40	1,30	70	2,92
15	1,04	45	1,41	75	3,86
20	1,06	50	1,56	80	5,76
25	1,10	55	1,74	85	11,47

EXEMPLO:

Uma embarcação de salvamento parte da posição Latitude 28° 37,4' S, Longitude 160° 12,6' E e navega no rumo 240° por 80 milhas. Determinar sua posição final.

SOLUÇÃO:

a) Entrando na primeira tábua com rumo = 240° encontram-se:

$$Dj = 0,50' \text{ e } ap = 0,87'$$

b) Como a distância navegada foi de 80 milhas, teremos:

$$Dj \text{ (total)} = 80 \times 0,50' = 40,0' \text{ S}$$

$$ap \text{ (total)} = 80 \times 0,87' = 69,6' \text{ W}$$

c) $j_1 = 28^\circ 37,4' \text{ S}$

$$Dj = \quad 40,0' \text{ S}$$

$$j_2 = 29^\circ 17,4' \text{ S}$$

d) $jm = 28^\circ 57,4' \text{ S} @ 29^\circ \text{ S}$

Entrando na segunda tábua com jm, obtém-se, interpolando:

$$\text{FATOR} = 1,14$$

e) Portanto: $Dl = 69,6' \times 1,14 = 79,3' \text{ W}$

f) $l_1 = 160^\circ 12,6' \text{ E}$

$$Dl = \quad 1^\circ 19,3' \text{ W}$$

$$l_2 = 158^\circ 53,3' \text{ E}$$

g) Posição final da embarcação de salvamento:

Latitude 29° 17,4' S, Longitude 158° 53,3' E.

43.5 NAVEGAÇÃO ASTRONÔMICA

- Medição da Altura dos Astros

Se um sextante estiver disponível, as alturas dos astros devem ser medidas conforme descrito no Capítulo 21 (Volume II deste Manual). O erro instrumental deve ser determinado e verificado com frequência. Quando utilizando um sextante em uma balsa salva-vidas ou

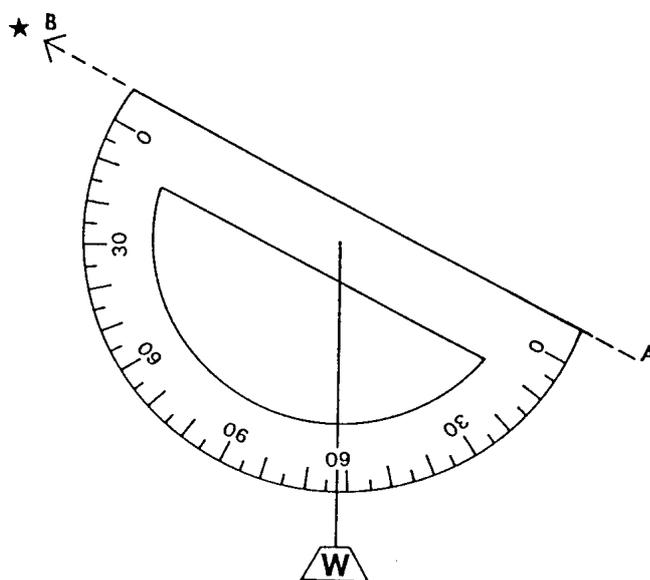
outra embarcação miúda, o observador deve medir a altura do astro no instante em que estiver sobre uma crista de onda, para assegurar melhores resultados. A elevação do olho a ser usada nos cálculos deve ser igual à altura do olho em águas calmas mais metade da altura das ondas.

Na ausência de sextante, as alturas dos astros podem ser medidas com um instrumento de fortuna, conforme adiante descrito.

Um transferidor de desenho, convencional ou construído com uma rosa de manobra fixada a uma tábua ou prancheta, tendo um peso atado ao seu centro de curvatura por uma linha leve, de modo que cruze a escala externa, poderá ser usado para medição de alturas dos astros.

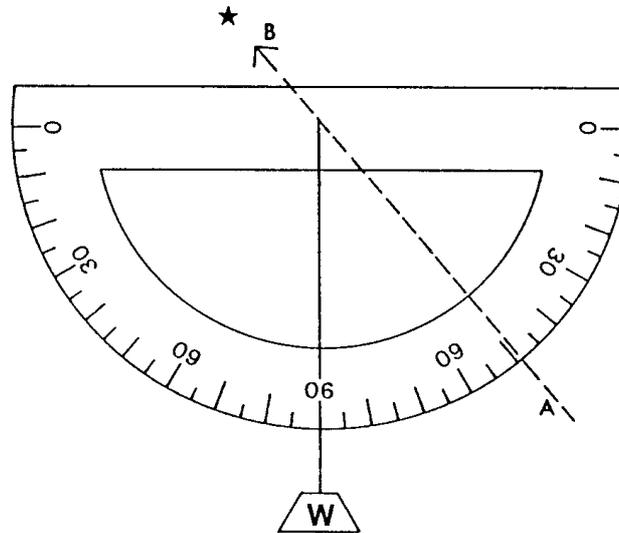
Na figura 43.6, o observador visa o astro através do lado reto do transferidor, **AB**, enquanto um assistente efetua a leitura, na escala do instrumento, no ponto onde a linha fixada ao peso cruza a escala. Esta leitura é a **distância zenital (z)** do astro (se o transferidor for graduado como mostra a figura 43.6). A altura do astro, então, será igual a $90^\circ - z$. Na figura, a leitura é $62,5^\circ$; portanto, a altura do astro visado será de $27,5^\circ$. Diversas leituras devem ser tomadas e calculada a média, para obtenção de um valor mais preciso para a altura. No caso do Sol, este método exige que o olho do observador esteja adequadamente protegido, com óculos escuros ou filtros apropriados.

Figura 43.6 – Medição da Distância Zenital de um Astro com Sextante de Fortuna



Uma variante do método, mostrada na figura 43.7, consiste em fixar o peso ao centro de curvatura do transferidor por um pino perpendicular ao plano do instrumento. Na medição, o transferidor é mantido na horizontal por um assistente, que garante que a linha que suporta o peso cruza a escala de leitura exatamente a 90° . O observador, então, move um outro pino ao longo da escala de leitura do transferidor, até que este e o pino do centro do instrumento estejam alinhados com o astro (na direção **AB**, mostrada na figura 43.7). Quando o transferidor é usado deste modo, a altura do astro é indicada diretamente na escala de leitura. Na figura, a altura é de 49° . Como no caso anterior, este método só deve ser usado para medição da altura do Sol se o olho do observador estiver adequadamente protegido.

Figura 43.7 – Medição da Altura de um Astro com Sextante de Fortuna

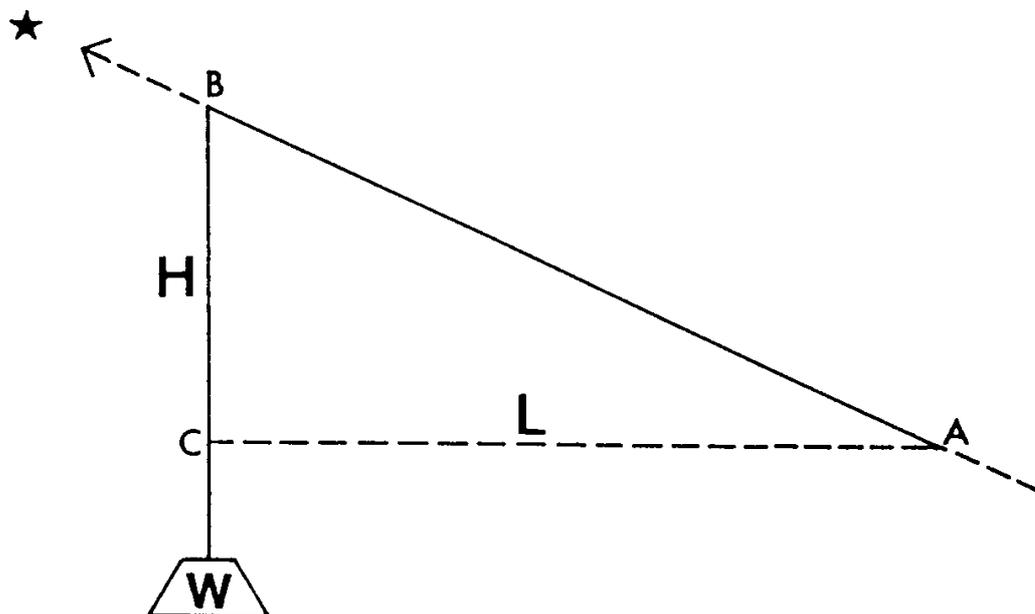


Para o Sol, ambos os métodos podem ser usados, desde que um pino maior seja montado perpendicularmente, no centro do transferidor. No primeiro método, a leitura da altura do Sol será feita quando a sombra do pino cair sobre o 0° da escala de leituras; no segundo, a leitura da altura do Sol é feita na graduação da escala onde cai a sombra do pino, com o transferidor sendo mantido na horizontal (linha do peso a 90°).

Se nenhuma escala graduada em graus estiver disponível, fixe dois pinos, ou dois pregos, **A** e **B**, numa tábua (figura 43.8) e ate ao pino **B** um peso, por meio de uma linha leve. Vise ao longo da linha **AB** até alinhar os dois pinos com o astro escolhido, como mostrado na figura (no caso do Sol, mova a tábua até que a sombra do pino **B** caia sobre o pino **A**). Estando os pinos **A** e **B** alinhados com o astro visado, segure a linha no lugar, com o polegar e o indicador da outra mão. Então, trace, do pino **A**, uma perpendicular, **AC**, à linha do peso. Depois meça os segmentos **L=AC** e **H=BC**; calcule a divisão **L/H** e, com o valor encontrado, entre na tabela abaixo, na coluna **L/H**, obtendo a altura do astro na coluna ao lado.

Alt.	L/H	Alt.	L/H	Alt.	L/H
0		0		0	
5	11,430	35	1,428	65	0,466
10	5,671	40	1,192	70	0,364
15	3,732	45	1,000	75	0,268
20	2,747	50	0,839	80	0,176
25	2,145	55	0,700	85	0,087
30	1,732	60	0,577	90	0,000

Figura 43.8 - Medição da Altura de um Astro com Um Prumo e Dois Pinos (Sem Escala Graduada em Graus)



EXEMPLO:

Após efetuar a medição da altura da estrela polar pelo método acima, foram encontrados os seguintes valores:

$$AC = L = 16 \text{ cm}$$

$$BC = H = 10,2 \text{ cm}$$

Determinar a altura do astro.

SOLUÇÃO:

a. $L/H = 1,575$

b. Entrando com este valor na tabela acima, interpolando, obtém-se:

$$\text{altura @ } 32,6^\circ = 32^\circ 36'$$

Se estivermos em terra, ou se a embarcação de salvamento estiver bem estável (“mar chão”), a altura do Sol pode ser determinada pela medida do comprimento de sua sombra. Fixe um pino ou prego sem cabeça perpendicularmente em uma tábua e coloque-a para flutuar em um balde com água. Então, meça cuidadosamente o comprimento da sombra do pino (ou prego). Vire a tábua 180° em azimute e meça novamente o comprimento da sombra, calculando a média com o valor anterior. Divida a média do comprimento da sombra (L) pela altura do pino (H) e entre com o valor encontrado na coluna L/H da tabela reproduzida na página anterior, obtendo, na coluna ao lado, o valor da altura do Sol naquele instante.

EXEMPLO:

O comprimento da sombra de um pino de 5 cm de altura é 3,5 cm. Calcular a altura do Sol.

SOLUÇÃO:

- a. Temos: $L = 3,5 \text{ cm}$ e $H = 5 \text{ cm}$
- b. Então: $L/H = 0,700$
- c. Entrando na tabela com o valor L/H , obtém-se:
altura do Sol = 55°

Quando usando qualquer dos métodos descritos, devem ser realizadas várias medições e calculada a média das alturas (com a média das horas das medições), para obtenção de valores mais precisos.

Seja qual for o método usado, **meça** a altura do astro. Por mais aproximada que seja, esta medida será melhor que uma estima da altura. Não tente **estimar** a altura de um astro.

- Correção das Alturas Medidas

Se as tábuas para correções de alturas do Almanaque Náutico estiverem disponíveis, as correções devem ser feitas como anteriormente explicado.

Se for usado um prumo (peso) para estabelecer a vertical, ou se a altura for obtida pela medida do comprimento da sombra, não há correção para **depressão do horizonte**. Além disso, quando se obtém a altura do Sol pela medida do comprimento de uma sombra ou pelo alinhamento da sombra de um pino com uma escala graduada ou com outro pino, a altura determinada corresponde ao centro do Sol; assim, não é necessária qualquer correção para o semidiâmetro.

· Refração:

Os valores aproximados das correções de altura para a **refração** podem ser encontrados na tábua abaixo:

Alt. (°)	5	6	7	8	10	12	15	21	33	63	90
Corr. (')	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

A tábua crítica acima mostrada fornece correções para alturas de 5° a 90° . Se o método empregado para medição das alturas dos astros for muito aproximado pode-se adotar o seguinte procedimento:

- alturas acima de 20° : podem ser consideradas como não tendo correção para a refração;
- alturas entre 5° e 20° : aplicar uma correção de $0,1^\circ$. Observações de alturas inferiores a 5° devem ser evitadas.

A correção para a refração é sempre **subtrativa** e aplica-se às observações de todos os astros, seja qual for o método empregado.

· Semidiâmetro:

O semidiâmetro médio do Sol é $16'$ e o valor real não difere deste valor médio de mais de $0,3'$. Se o **limbo inferior** do Sol for observado, a correção é **positiva (+)**; se o **limbo superior** for observado, a correção é **negativa (-)**.

· **Depressão:**

Pode-se considerar, com precisão suficiente para uso em uma embarcação de salvamento, a **correção para a depressão do horizonte**, em minutos de arco, igual a:

$$c (') = \sqrt{\text{elevação (pés)}}$$

ou:

$$c (') = 1,8 \sqrt{\text{elevação (metros)}}$$

Esta correção deve ser usada para todos os astros, sempre que o **horizonte visual** for utilizado como referência para as alturas observadas; ela é sempre **negativa (-)**.

· **Paralaxe:**

Correção só aplicável para observações da Lua.

- **Observações de Astros no Horizonte**

Uma **linha de posição** pode ser obtida sem um sextante ou outro instrumento de medição de altura, pela anotação da hora em que um astro faz contato com o horizonte visual. O astro mais conveniente para estas observações é o **Sol**, podendo-se usar tanto o **limbo superior** como o **limbo inferior**. Um binóculo pode ajudar na determinação do instante de contato; não deve haver nuvem ou nebulosidade nesse setor do horizonte.

Tais observações do Sol proporcionam resultados bastante precisos. A altura observada (sem as correções) é 00° 00' e deve ser cuidadosamente corrigida para **depressão, refração e semidiâmetro**. Para a **refração**, adotar uma correção para altura 0° igual a - 34,5'.

EXEMPLO:

Um observador, com elevação (altura do olho sobre o nível do mar) igual a 2,0 m (6,5 pés), observou o **limbo superior** do Sol no horizonte. Determinar a **altura verdadeira** do astro no referido instante.

SOLUÇÃO:

Altura observada (ao) =	00° 00,0'
dp ap (elev. 2,0 m) =	- 2,5'
Refração (altura 0°) =	- 34,5'
<u>SD (limbo superior) =</u>	<u>- 16,0'</u>
Altura verdadeira (a) =	- 00°53,0'

O próximo passo seria determinar a **altura calculada (ae)** e o **Azimute verdadeiro (Az)** do astro para nossa posição estimada (ou assumida). Então, poderíamos obter a **diferença de alturas (Da = a - ae)** e plotar a **reta de altura (LDP)** do Sol.

O Azimute do Sol deve ser obtido no mesmo instante em que se observa o astro no horizonte, para verificação do desvio da agulha da embarcação de salvamento.

Nos trópicos, um curto relâmpago verde ocorre no horizonte no exato momento do nascer ou ocaso do Sol. O fenômeno, que se estima que possa ser visto nos mares tropicais cerca de 50% das vezes em que o limbo superior do Sol toca o horizonte, é denominado de **raio verde** ("green flash"), sendo causado pela refração, dispersão e

absorção atmosférica dos raios luminosos do **Sol**. Este curto relâmpago verde dura, normalmente, entre 0,5 e 1 segundo e pode ser melhor observado no ocaso. Se marcarmos a hora em que o **raio verde** ocorre, estaremos observando o limbo superior do Sol no horizonte e poderemos determinar uma LDP, conforme já explicado.

- Linhas de Posição

Se houver a bordo da embarcação de salvamento Almanaque Náutico e Tábuas para Navegação Astronômica, ou calculadora eletrônica de navegação, o cálculo das retas de altura deve ser feito como explicado em capítulos anteriores. Entretanto, se estes recursos não estiverem disponíveis, a Latitude e a Longitude devem ser determinadas separadamente, conforme se fazia antes da descoberta da linha de posição pelo Capitão Sumner, em 1837.

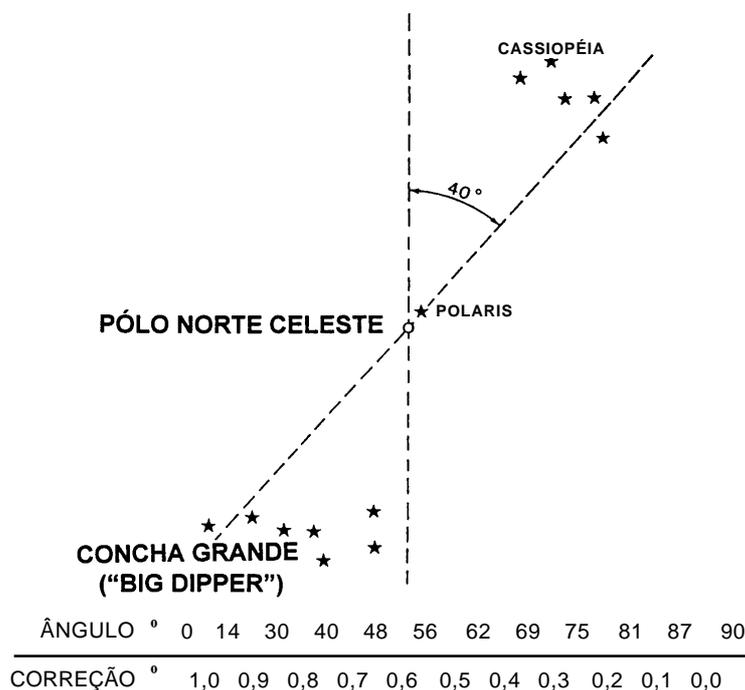
- Determinação da Latitude

A Latitude pode ser determinada, no Hemisfério Norte, por meio da observação da **altura da estrela polar** (“**Polaris**”), e em qualquer local pela observação da **altura meridiana do Sol**.

· Latitude pela Estrela Polar:

Se as tábuas para correção da altura da **estrela polar** não estiverem disponíveis, a correção pode ser estimada da seguinte maneira: a linha através de **Polaris** e o **Pólo Norte Celeste**, quando estendida, passa entre as estrelas $\hat{\Gamma}$ Cassiopéia e Ruchbah (as duas estrelas da esquerda de Cassiopéia, quando esta constelação aparece como um “**W**”), de um lado, e entre Alkaid e Mizar (as últimas duas estrelas do cabo da Concha Grande, ou “**Big Dipper**”), do outro (ver a figura 43.9). A **estrela polar**, com relação ao pólo, está na direção de Cassiopéia. A correção para a altura de **Polaris** depende apenas do ângulo que a linha descrita faz com a vertical; seu valor é fornecido na tábua também mostrada na figura 43.9. Se Cassiopéia estiver acima da **estrela polar**, a correção é **negativa** (-); se a Concha Grande, ou Caçarola (“**Big Dipper**”) estiver acima a correção é **positiva** (+). Na figura 43.9, o ângulo entre a linha Cassiopéia–Polaris–Pn–Concha Grande e a vertical foi estimado como sendo de 40°. A correção para a altura da **estrela polar**, dada pela tábua mostrada na figura, é 0,8°. Como Cassiopéia está acima do pólo, a correção é negativa: - 0,8°. Aplicando-se esta correção à altura verdadeira da estrela polar, obtém-se a Latitude do local.

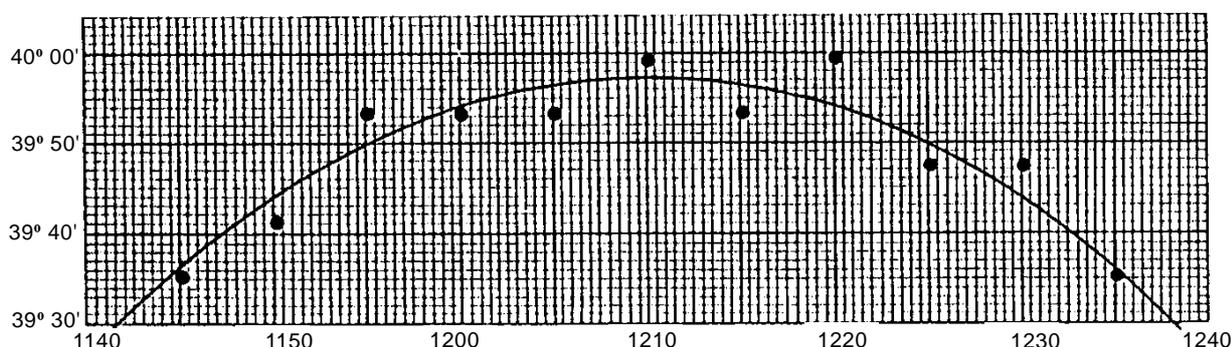
Figura 43.9 - Estimando a Correção da Altura da Estrela Polar



• **Latitude pela Altura Meridiana do Sol:**

A determinação da Latitude pela observação da altura do Sol na passagem meridiana (Latitude meridiana) foi explicada no Capítulo 25 (Volume II deste Manual). Em uma embarcação de salvamento, a **altura meridiana** será sempre a **altura máxima** do Sol (**altura de culminação**). Se se dispuser de papel milimetrado, pode-se plotar um gráfico das alturas observadas, para determinação da **altura meridiana** (com a **hora** correspondente), conforme mostrado na figura 43.10. Determinada a **altura meridiana verdadeira (amd)**, calcula-se a **distância zenital meridiana (zmd = 90° - amd)** e combina-se com a **Declinação** do Sol, para obter a **Latitude**.

Figura 43.10 - Gráfico das Alturas do Sol Próximo à Passagem Meridiana



• **Obtenção da Declinação do Sol na Passagem Meridiana:**

Se nenhum almanaque estiver disponível, o valor aproximado da **Declinação** do Sol para uma determinada data pode ser obtido da seguinte maneira: conte os dias entre a data em questão e o próximo solstício (21 de junho ou 22 de dezembro); divida este valor pelo número de dias deste solstício para o equinócio (21 de março ou 23 de setembro) cuja data dada esteja entre ele e o solstício; multiplique o resultado por 90°. Então, entre com o ângulo obtido na tabela abaixo e determine o valor do fator correspondente. Multiplique o fator por 23,45°, obtendo a Declinação do Sol para a data.

ÂNGULO	0°	18°	31°	41°	49°	56°	63°	69°	75°	81°	87°	90°
FATOR	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	

EXEMPLOS:

1 - Determinar a Declinação do Sol em 24 de agosto.

SOLUÇÃO:

- a. Número de dias entre 24/08 e o solstício mais próximo (21/06): 64 dias.
- b. Número de dias entre o solstício mais próximo (21/06) e o equinócio cuja data dada esteja entre ele e o solstício (neste caso: 23/09): 94 dias.
- c. $\hat{\text{Ângulo}} = 64/94 \times 90^\circ = 61,3^\circ$

d. Na tabela acima: FATOR = 0,5

e. Dec (SOL) = $0,5 \times 23,45^\circ = 11,7^\circ$ N (sabe-se que a Declinação é Norte por causa da data).

2 – Determinar a Declinação do Sol em 17 de maio.

SOLUÇÃO:

a. Número de dias entre 17/05 e o solstício mais próximo (21/06): 35 dias.

b. Número de dias entre o equinócio (21/03) e o solstício (21/06) que circundam a data: 92 dias.

c. Ângulo = $35/92 \times 90^\circ = 34,2^\circ$

d. Na tabela: FATOR: 0,8

e. Dec (SOL) = $0,8 \times 23,45^\circ = 18,8^\circ$ N

Com o valor da Declinação do Sol e da sua distância zenital meridiana, calcula-se a **Latitude** do observador, conforme explicado no Capítulo 25 (Volume II deste Manual).

– Determinação da Latitude pela Duração da Luz do Dia

A **Latitude** também pode ser determinada, embora de maneira menos precisa, pela duração da luz do dia.

Para usar este método, devem ser anotadas as horas do nascer e do pôr-do-Sol e calculado o período total de duração da luz do dia. Este período, para uma determinada data, é função da Latitude. A duração da luz do dia deve ser computada desde o momento que o limbo superior do Sol surge acima do horizonte, no nascer, até o instante em que desaparece abaixo do horizonte, no ocaso (esse instante é, às vezes, marcado por um raio de luz verde).

Com a duração da luz do dia, pode-se determinar a Latitude, pelos gráficos das figuras 43.11 (para o Hemisfério Sul) e 43.12 (para o Hemisfério Norte).

EXEMPLOS:

1 – Data: 21 de fevereiro; duração da luz do dia: $13^{\text{h}}50^{\text{m}}$; Hemisfério Sul. Pelo gráfico da figura 43.11, determina-se: Latitude = 45° S.

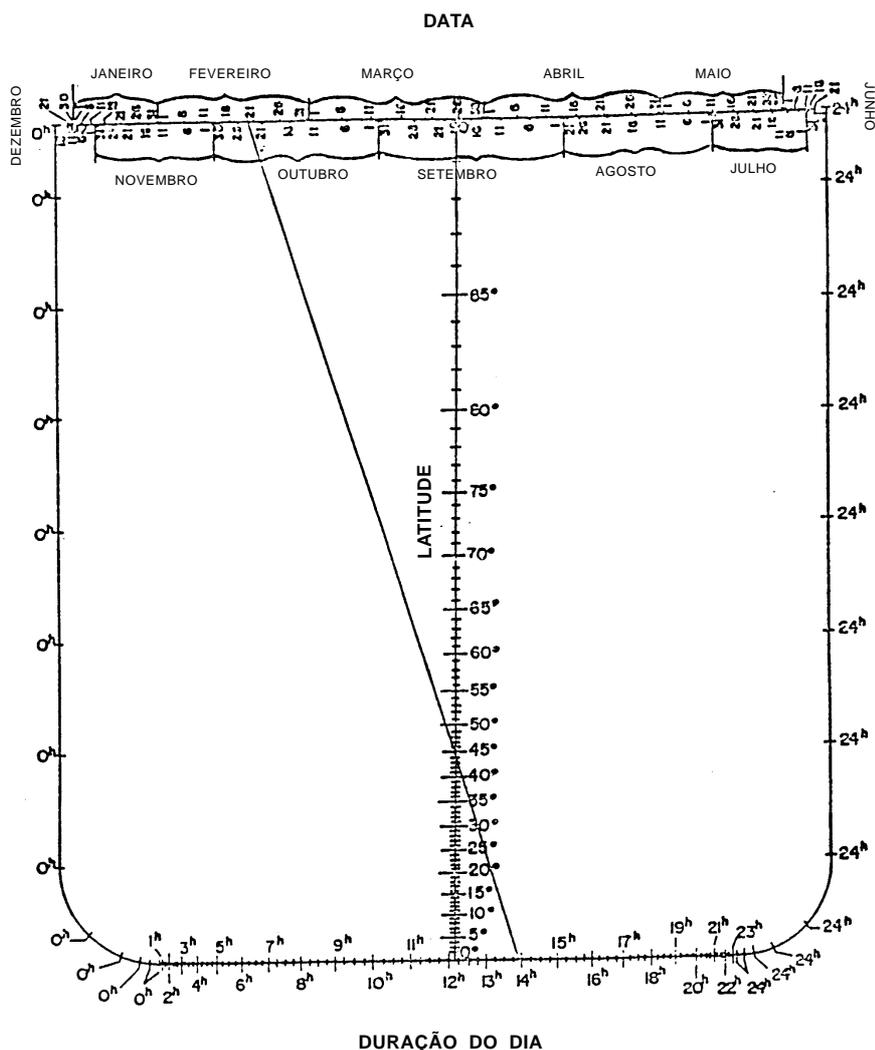
2 – Data: 23 de abril; duração da luz do dia: $13^{\text{h}}50^{\text{m}}$; Hemisfério Norte. Pelo gráfico da figura 43.12, determina-se: Latitude = 45° N.

Este método para determinação da Latitude é pouco preciso e só deve ser usado quando não houver meios para medição de altura de astros. Próximo dos equinócios de março e de setembro o método não deve ser usado; além disso, ele é de pouco valor nas vizinhanças do equador, em qualquer época.

– Determinação da Longitude

Sem um cronômetro, ou relógio razoavelmente preciso, não há como determinar a Longitude no mar.

Figura 43.11 - Latitude pela Duração da Luz do Dia - Hemisfério Sul



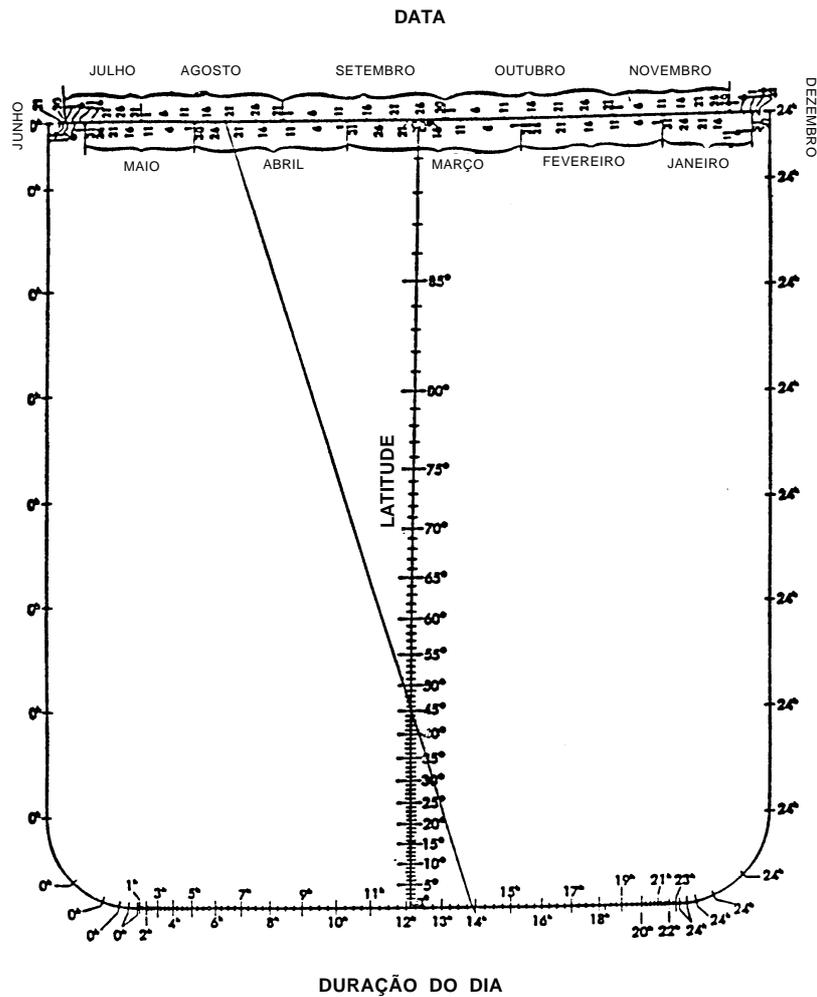
Sabemos que, na **passagem meridiana** do Sol, tem-se, para um observador situado a W de Greenwich: $Long = AHG (Sol)$; e para um observador a E de Greenwich: $Long = 360^\circ - AHG (Sol)$.

O problema de obtenção da Longitude, portanto, consiste em determinar a hora exata da passagem meridiana e o valor do AHG do Sol nesse instante.

A hora da passagem meridiana pode ser obtida, de maneira aproximada, anotando-se a hora em que o Sol alcançou sua altura máxima (**altura de culminação**).

Este instante, entretanto, não pode ser determinado com precisão na prática, pois a altura do Sol varia muito lentamente nas proximidades do meridiano, tornando muito difícil definir exatamente o momento em que o astro atinge, realmente, sua altura máxima. Uma precisão melhor é obtida observando-se alturas iguais do Sol cerca de 30 minutos antes e depois da passagem meridiana, conforme explicado no Capítulo 26, Volume II deste Manual (no item “Cálculo da Longitude por Ocasão da Passagem Meridiana – Método das Alturas Iguais”). A hora da passagem meridiana será a média das horas correspondentes às alturas iguais medidas antes e depois da **pmd**.

Figura 43.12 - Latitude pela Duração da Luz do Dia - Hemisfério Norte



Com a hora da passagem meridiana e o valor aproximado da Equação do Tempo para a data, fornecido pela tabela abaixo, podemos calcular a Longitude da embarcação de salvamento por ocasião da passagem meridiana do Sol.

Data	Eq. T.	Data	Eq. T.	Data	Eq. T.
	m s		m s		m s
Jan. 10	- 7 29	Maio 10	+ 3 41	Set. 10	+ 2 53
20	- 11 02	20	+ 3 39	20	+ 6 25
30	- 13 21	30	+ 2 42	30	+ 9 51
Fev. 10	- 14 21	Jun. 10	+ 0 50	Out. 10	+12 51
20	- 13 53	20	- 1 16	20	+15 05
28	- 12 43	30	- 3 23	30	+16 15
Mar. 10	- 10 30	Jul. 10	- 5 08	Nov. 10	+16 04
20	- 7 41	20	- 6 10	20	+14 25
30	- 4 39	30	- 6 19	30	+11 25
Abr. 10	- 1 27	Ago. 10	- 5 19	Dez. 10	+ 7 20
20	+ 1 01	20	- 3 24	20	+ 2 33
30	+ 2 47	30	- 0 43	30	- 2 25

Deve-se interpolar na tabela acima, para determinar o valor aproximado da Equação do Tempo para a data da observação, com maior rigor.

EXEMPLO:

No dia 15 de julho, a altura do Sol é de 30° nas seguintes horas legais do fuso + 9(V): $11^h 21^m 14^s$ e $12^h 06^m 32^s$. Calcular a Longitude do observador.

SOLUÇÃO:

a) Cálculo da Hleg da pmd:

$$H_1 = 11^h 21^m 14^s$$

$$H_2 = 12^h 06^m 32^s$$

$$S = 23^h 27^m 46^s$$

$$S/2 = 11^h 43^m 53^s$$

b) Cálculo da HMG da pmd:

$$\text{Hleg} = 11^h 43^m 53^s$$

$$\text{Fuso} = +9^h \quad (\text{V})$$

$$\text{HMG} = 20^h 43^m 53^s$$

c) A Equação do Tempo dada pela tabela acima para 15 de julho é:

$$\text{ET} = -5^m 39^s \text{ (interpolando).}$$

d) Sabemos que $\text{ET} = \text{HVG} - \text{HMG}$. Portanto, $\text{HVG} = \text{HMG} + \text{ET}$. Então:

$$\text{HMG} = 20^h 43^m 53^s$$

$$\text{ET} = -5^m 39^s$$

$$\text{HVG} = 20^h 38^m 14^s$$

e) O AHG do Sol será igual a $\text{HVG} \pm 12$ horas

$$\text{AHG} = 20^h 38^m 14^s - 12^h = 08^h 38^m 14^s$$

$$\text{AHG} = 129^\circ 33,5' \text{ (transformando tempo em arco)}$$

f) Assim, a Longitude do observador será $129^\circ 33,5' \text{ W}$

43.6 ESTIMA DA DISTÂNCIA DE TERRA OU DE UM NAVIO

Quando se avista terra ou um navio, é conveniente determinar a sua distância aproximada. Para isto, é necessário conhecer a altitude do ponto avistado (o que pode ser obtido, no caso de um ponto de terra, através da Carta Náutica). Se um objeto de altitude conhecida (como um pico de montanha ou ilha) bóia no horizonte, sua **distância aproximada (d)**, em **milhas náuticas**, será dada por $d = 2\sqrt{H}$, onde **H** é a **altitude** do objeto (altura sobre o nível do mar), em **metros**. Para um resultado mais preciso, deve-se somar ao valor obtido a distância entre o observador e o horizonte, calculada pela mesma fórmula, para o valor da altura do olho do observador (em metros).

EXEMPLO:

O pico de uma ilha de 610 metros de altitude bóia no horizonte de um observador cuja altura do olho sobre o nível do mar é de 2,5 metros. Calcular a distância aproximada entre a balsa salva-vidas e a ilha.

SOLUÇÃO:

$$d = 2\sqrt{H} + 2\sqrt{h} = 52,6 \text{ milhas} \cong 53 \text{ milhas}$$

Se um objeto de altitude conhecida estiver totalmente visível, sua distância aproximada pode ser determinada pelo **método da régua**, por simples proporção. Com o braço esticado, segure uma régua graduada na vertical e meça a distância subtendida pelo objeto de altitude conhecida. A distância (D) é, então, calculada pela proporção:

$$\frac{D}{d} = \frac{H}{h}$$

$$\text{ou } D = d \times \frac{H}{h}$$

Onde (ver a figura 43.13):

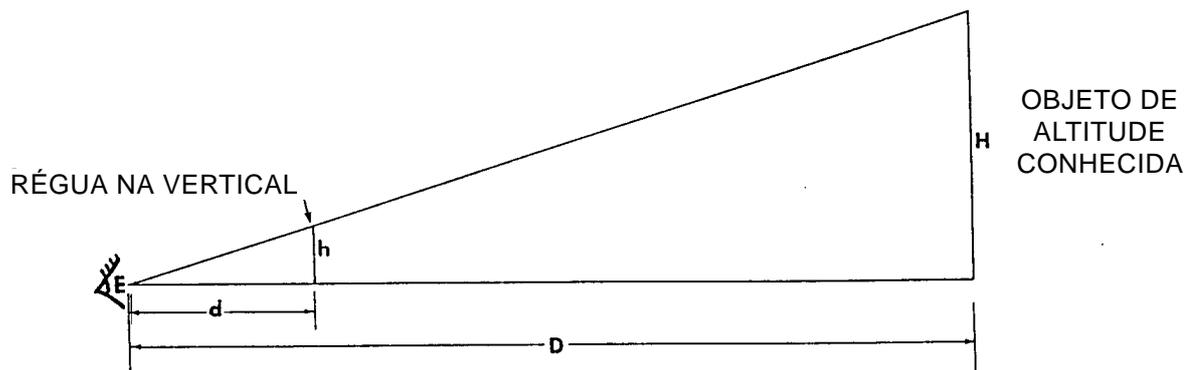
D ≙ distância ao objeto (em metros);

H ≙ altitude do objeto (em metros);

d ≙ distância do olho à régua (comprimento do braço), em centímetros;

h ≙ altura medida na régua (subtendida pelo objeto), em centímetros.

Figura 43.13 - Distância a Objeto de Altitude Conhecida pelo Método da Régua na Vertical



EXEMPLO:

Uma ilha de 900 metros de altitude subtende na régua uma altura de 5 centímetros para um observador cujo comprimento do braço (distância do olho à régua) é de 70 centímetros. Calcular a distância aproximada da ilha.

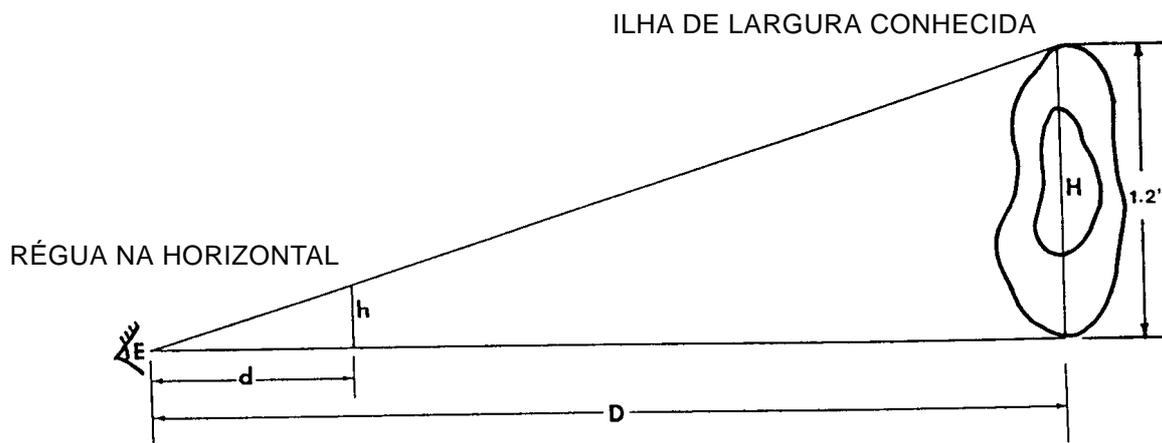
SOLUÇÃO:

$$D = 70 \times \frac{900}{5} = 12.600 \text{ m} = 6,8 \text{ milhas} @ 7 \text{ milhas}$$

Uma variação deste método consiste em medir, com a régua na horizontal, a distância aproximada a um objeto de largura conhecida como uma ilha, por exemplo.

Neste caso, deve-se segurar a régua na horizontal e verificar o comprimento subtendido pelo objeto (ver a figura 43.14). Como na situação anterior, a distância é obtida por simples proporção.

Figura 43.14 - Distância a Ilha de Largura Conhecida pelo Método da Régua na Horizontal



EXEMPLO:

Uma ilha de 1,2 milha de largura subtende um comprimento de 10 cm em uma régua, para um observador cujo comprimento do braço (distância do olho à régua) é de 65 cm. Calcular a distância aproximada da ilha.

SOLUÇÃO:

$$D = 65 \times \frac{1,2}{10} = 7,8 \text{ milhas @ 8 milhas}$$

43.7 NAVEGAÇÃO SEM INSTRUMENTOS. SINAIS DE TERRA

Os antigos polinésios eram capazes de navegar sem quaisquer instrumentos, usando apenas seu conhecimento do céu e do mar. Poucas pessoas hoje têm esta capacidade; por isto, este capítulo abordou o uso de instrumentos (convencionais ou improvisados) e de métodos familiares à maioria dos navegantes. No entanto, na navegação de uma embarcação de salvamento é necessário empregar todo e qualquer dado ou conhecimento disponível, principalmente quando não é possível utilizar métodos e instrumentos rotineiros.

A Declinação de uma estrela é igual à Latitude do ponto na superfície da Terra diretamente abaixo do astro (ponto subastral ou subestelar); para efeitos de navegação em uma balsa salva-vidas, a Declinação das estrelas pode ser considerada constante. Este é um dado-chave para navegação sem instrumentos. A Declinação de **Sirius**, a estrela mais brilhante do céu, por exemplo, é de cerca de 16° 40' S. Esta é aproximadamente a Latitude de Porto Seguro, na Bahia. Assim, se estivermos no Atlântico Sul com Sirius diretamente no Zênite, podemos determinar nossa Latitude (igual à Declinação do astro) e saber que, se tomarmos um rumo **W**, chegaremos a Porto Seguro. A Declinação de Alpherat (@ 08° 38' S) é aproximadamente igual à Latitude da Ilha de Ascensão. A posição do equador é indicada no céu por qualquer astro de Declinação igual a 0°. A Declinação do Sol é 0° nos equinócios (21 de março e 23 de setembro). A estrela **Orionis** (a mais ao norte das Três Marias ou Cinturão de Orion) está muito próxima do equador. Este astro, ao nascer, indica o ponto **E** do horizonte e, ao se pôr, o ponto **W**, em qualquer Latitude.

Assim, uma determinação aproximada da Latitude pode ser feita pela observação da passagem de uma estrela de Declinação conhecida diretamente pelo Zênite. Pela comparação da Declinação da estrela com a Latitude de locais conhecidos, a posição a **E**, ou a **W**, destes lugares pode ser obtida. Então, navegando no rumo **E** ou **W** pode-se alcançar tais lugares.

A direção para terra pode ser determinada pela observação do vôo de aves marinhas ou por formações típicas de nuvens sobre ilhas. Pode-se governar em um rumo constante mantendo-se um ângulo fixo entre a proa da embarcação e a direção das ondas ou marulho. Algumas vezes, terras próximas podem ser detectadas por sons ou, até mesmo, por odores característicos. Enfim, na navegação em balsas salva-vidas é necessário ser imaginativo e engenhoso, usando os materiais que se têm à mão e o conhecimento e experiência acumulados.

De forma mais específica, são os seguintes os sinais de terra:

– **Indicação por nuvens:** nuvens e certos reflexos característicos no céu são as indicações de terra mais confiáveis. Nuvens pequenas são comuns sobre um atol, podendo, também, situar-se sobre recifes de coral. Nuvens fixas ou cristas de nuvens muitas vezes aparecem em torno dos cumes de ilhas montanhosas ou de costas elevadas. Estas nuvens são reconhecidas facilmente, pois permanecem paradas, enquanto as demais nuvens, em movimento, passam por elas. Outras indicações de terra são relâmpagos e reflexos característicos. Relâmpagos de uma determinada direção pela manhã indicam uma área montanhosa, especialmente nos trópicos. Em regiões polares, um reflexo brilhante em um céu cinzento é sinal de um campo de gelo ou de gelo terrestre no meio da água livre (ver o Capítulo 41).

– **Indicação por som:** sons de terra podem originar-se de gritos continuados de aves marinhas vindo de uma determinada direção, sons de fábricas, navios e outros ruídos da civilização.

– **Outras indicações de terra:** um aumento no número de aves e insetos indica terra próxima. Algas e sargaços normalmente encontrados em águas rasas também podem indicar a proximidade de terra, assim como um aumento de galhos, troncos e vegetação flutuando. A terra também pode ser indicada por odores característicos, que podem ser propagados pelo vento a longas distâncias. Este fato é importante quando se navega com a embarcação de salvamento sob nevoeiro espesso ou à noite.

Finalmente, o navegante deve estar familiarizado com as manobras para vencer a arrebentação com a embarcação de salvamento e desembarcar em uma praia ou outro tipo de costa. Atravessar a arrebentação é uma manobra arriscada e necessita ser completamente entendida, a fim de que a difícil travessia na balsa salva-vidas ou baleeira seja coroada de êxito.

