

## PARTE I

# TABELAS DE NAVEGAÇÃO ESTIMADA E COSTEIRA

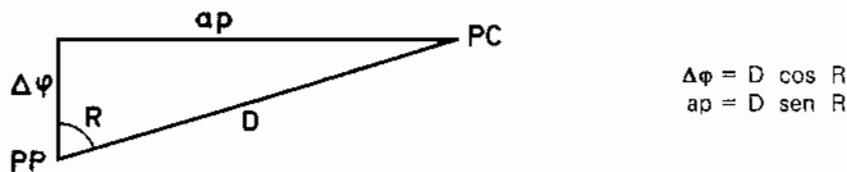
### TABELA 1 — TÁBUAS DE CARTEAÇÃO

1.1 — Esta tabela resolve um triângulo rectângulo plano. A sua organização visa especialmente a resolução dos problemas mais frequentes da carteação, para o que os cabeçalhos contêm as indicações adequadas, quer para a resolução do «Triângulo de Rumo», quer para a conversão do apartamento em diferença de longitude e vice-versa. Não foi incluída uma tabela para a determinação da latitude intermédia, por se considerar desnecessária na prática corrente da navegação. Ver Anexo A, pág. A5.

### 1.2 — RESOLUÇÃO DO TRIÂNGULO DE RUMO

Para a resolução do «Triângulo de Rumo», a tabela fornece directamente a diferença da latitude ( $\Delta\phi$ ) e o apartamento ( $ap$ ) correspondentes aos argumentos de entrada Rumo ( $R$ ) e Distância ( $D$ ).

A utilização inversa permite obter  $R$  e  $D$ , usando como argumentos de entrada  $\Delta\phi$  e  $ap$ .



O argumento  $R$  determina a utilização do cabeçalho superior ou inferior de cada página. Os números em tipo mais pequeno nos cantos das páginas, à esquerda e à direita dos valores de  $R$ , dão indicação dos limites tabulares da variação desse argumento, desde a primeira à última página desta tabela e destinam-se a facilitar a procura do valor pretendido.

#### 1.2.1 — Exemplo

Conhecidos  $R = 237^\circ$  e  $D = 38.5$  mi  
Pretende-se determinar  $\Delta\phi$  e  $ap$

Da pág. 67 usando o cabeçalho inferior

$$\left[ \begin{array}{l} R = 237^\circ \\ D = 385 \text{ mi} \end{array} \right] \rightarrow \left[ \begin{array}{l} \Delta\phi = 209.7 \text{ S} \\ ap = 322.9 \text{ W} \end{array} \right]$$

Dividindo por 10

$$\left. \begin{array}{l} R = 237^\circ \\ D = 38.5 \text{ mi} \end{array} \right\} \longrightarrow \begin{array}{l} \Delta\phi = 20.97 \text{ S} \\ ap = 32.29 \text{ W} \end{array}$$

Ou da pág. 66 determinando valores parciais

$$\left. \begin{array}{l} R = 237^\circ \\ D = 38 \text{ mi} \end{array} \right\} \longrightarrow \begin{array}{l} \Delta\phi = 20.7 \text{ S} \\ ap = 31.9 \text{ W} \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} R = 237^\circ \\ * D = 0.5 \text{ mi} \end{array} \right\} \longrightarrow \begin{array}{l} \Delta\phi = 0.27 \text{ S} \\ \Delta\phi = 20.97 \text{ S} \\ ap = 0.42 \text{ W} \\ ap = 32.32 \text{ W} \end{array}$$

### 1.2.2 — Exemplo

Conhecidos  $\Delta\phi = 417.3 \text{ S}$  e  $ap = 127.6 \text{ E}$   
 Pretende-se determinar R e D

Folheando a tabela, encontra-se no corpo da mesma, na pág. 35 a parelha de valores  $\Delta\phi$  e  $ap$  mais próximos dos dados. Na linha que contém  $\Delta\phi$  e  $ap$ , à esquerda, obtém-se imediatamente a distância.

$$\left. \begin{array}{l} \Delta\phi = 416.9 \\ ap = 127.5 \end{array} \right\} \longrightarrow D = 436 \text{ mi}$$

Como a indicação de  $\Delta\phi$  e  $ap$  correspondem à leitura do cabeçalho superior \*\* os possíveis valores de R são os dos cantos superiores (um em cada quadrante).

$$\begin{array}{r} 343 \\ \hline 197 \end{array} \quad \text{ou} \quad \begin{array}{r} 017 \\ \hline 163 \end{array}$$

Como  $\Delta\phi = \text{S}$        $R = 163^\circ$   
 $ap = \text{E}$

## 1.3 — CONVERSÃO DO APARTAMENTO EM DIFERENÇA DE LONGITUDE

A conversão do apartamento ( $ap$ ) em diferença de longitude ( $\Delta L$ ) faz-se também com esta tabela, aproveitando a analogia entre as fórmulas  $\Delta\phi = D \cos R$  e  $ap = \Delta L \cos \phi_m$ , substituindo adequadamente os argumentos de entrada.

### 1.3.1 — Exemplo

Conhecidos  $ap = 32.3$  e  $\phi_m = 33^\circ \text{ N}$   
 Pretende-se determinar  $\Delta L$

Da pág. 66, usando o cabeçalho superior, obtém-se directamente.

$$\begin{array}{l} \phi_m = 33^\circ \\ \phi_m = 33^\circ \end{array} \quad \begin{array}{l} ap = 31.9 \longrightarrow \Delta L = 38.0 \\ ap = 32.7 \longrightarrow \Delta L = 39.0 \end{array}$$

Interpolando entre esses valores virá:

$$\phi_m = 33^\circ \quad ap = 32.3 \longrightarrow \Delta L = 38.5$$

Igual resultado se obterá imediatamente da pág. 67, usando o cabeçalho superior:

$$\phi_m = 33^\circ \quad ap = 322.9 \longrightarrow \Delta L = 385$$

Dividindo por 10

$$ap = 32.3 \longrightarrow \Delta L = 38.5$$

\* Entrando na tábua com  $D = .5 \times 10 = 5$  e dividindo por 10 os valores de  $\Delta\phi$  e  $ap$  correspondentes.

\*\* Outro processo para identificar se a leitura se faz nos cantos superiores ou inferiores, será verificar se  $\Delta\phi > ap$  ou  $ap > \Delta\phi$ . R será lido nos cantos superiores no primeiro caso e nos inferiores no segundo

### 1.3.2 — Exemplo

Conhecidos  $\Delta L = 315$  e  $\varphi_m = 33^\circ$   
Pretende-se determinar  $ap$

Da pág. 67, usando o cabeçalho superior obtém-se imediatamente:

$$\varphi_m = 33^\circ \quad \Delta L = 315 \longrightarrow ap = 264.2$$

1.3.3 — Dado que o argumento  $\varphi_m$  (R) é apresentado de grau a grau, quando for superior a  $20^\circ$  e não for expresso por um número exacto de graus, dever-se-á interpolar entre os valores tabelados.

#### 1.3.3.1 — Exemplo

Conhecidos  $ap = 70.3$  e  $\varphi_m = 56^\circ 40'$   
Pretende-se determinar  $\Delta L$

Das págs. 68 e 66, usando o cabeçalho inferior obtém-se:

$$\begin{array}{ll} \varphi_m = 56^\circ & ap = 70.5 \longrightarrow \Delta L = 126 \\ \varphi_m = 57^\circ & ap = 70.3 \longrightarrow \Delta L = 129 \end{array}$$

Interpolando virá:

$$\varphi_m = 56^\circ 40' \quad ap = 70.3 \longrightarrow \Delta L = 128$$

## TABELA 2 — LATITUDES CRESCIDAS

2.1 — Esta tabela destina-se à resolução do «Triângulo de Mercator» e possibilita ainda a construção expedita de uma quadrícula na projecção Mercator.

2.2 — Os valores tabelados são relativos ao Elipsóide Internacional ou de Hayford (Madrid 1924) e foram calculados pela fórmula:

$$\lambda = \frac{180 \times 60}{\pi} \cdot \log_e \left[ \operatorname{tg} \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \left( \frac{1 - e \operatorname{sen} \varphi}{1 + e \operatorname{sen} \varphi} \right)^{\frac{e}{2}} \right]$$

em que:  $e$  (excentricidade) =  $\sqrt{2\mu - \mu^2} = 0.08199188997$

$$\mu \text{ (achatamento)} = \frac{a - b}{a} = \frac{1}{297.0}$$

$$a \text{ (semi-eixo equatorial)} = 6.378.388 \text{ m}$$

$$b \text{ (semi-eixo polar)} = 6.356.912 \text{ m}$$

2.3 — Os valores das latitudes crescidas ( $\lambda$ ) estão tabelados a intervalos de um minuto de latitude. Quando a latitude for expressa com aproximação de décimos de minuto, poder-se-á interpolar linearmente entre os valores tabelados.

#### 2.3.1 — Exemplo

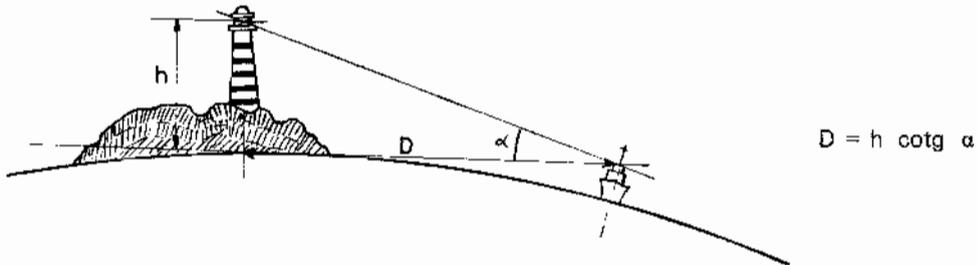
Pretende-se determinar a diferença de latitudes crescidas ( $\Delta\lambda$ ) entre  $\varphi_1 = 43^\circ 10' \text{ N}$  e  $\varphi_2 = 45^\circ 50' \text{ N}$

Da pág. 95 obtém-se:

$$\begin{array}{ll} \varphi_2 = 45^\circ 50' \text{ N} & \lambda_2 = 3084'.6 \\ \varphi_1 = 43^\circ 10' \text{ N} & \lambda_1 = 2861'.0 \\ & \Delta\lambda = 223'.6 \end{array}$$

**TABELA 3 — DISTÂNCIA A OBJECTOS AQUÉM — HORIZONTE**

- 3.1 — Esta tabela permite determinar a distância aproximada a um objecto cuja altitude se conhece e cuja base se encontra aquém do horizonte visual.
- 3.2 — Os valores tabelados correspondem à resolução de um triângulo rectângulo plano que na prática da navegação substitui a situação real sobre o elipsóide.



Ter sempre presente que embora, estejam tabelados valores angulares para distâncias até 10 milhas, a tabela só é utilizável até à «distância ao horizonte visível» correspondente à elevação do observador (Tabela 4). Por outro lado, só é razoavelmente correcta quando a distância do navio à costa é maior do que a distância da costa à vertical do objecto que se está a utilizar.

Não esquecer também que condições anómalas de refacção atmosférica, de reccar quando houver grande diferença de temperatura ( $> 5^{\circ}\text{C}$ ) entre o ar e a água do mar, podem dar origem ao alongamento ou achatamento aparente da dimensão vertical visada.

- 3.3 — Para determinar a distância, procurar a coluna correspondente à altitude do objecto. Nessa coluna localizar o valor angular mais próximo do valor medido e na linha em que este se encontrar, na moldura da tabela, à esquerda ou à direita obter o valor da distância.

**3.3.1 — Exemplo**

Observou-se o farol do Cabo Espichel com um ângulo de  $2^{\circ} 28'$  (erro de índice =  $- 2'.0$ )  
Determinar a distância ao farol

Da Lista de Ajudas à Navegação ou da carta:

Altitude do farol (foco luminoso) = 165 m

Ângulo vertical =  $2^{\circ} 28' - 2'.0 = 2^{\circ} 26'$

Da pág. 101, interpolando entre os valores tabelados:

	<u>160 m</u>	<u>165 m</u>	<u>170 m</u>	
2.0 mi	$2^{\circ} 28'$	$2^{\circ} 33'$	$2^{\circ} 37'$	dif = 9'
2.1 mi	$2^{\circ} 21'$	$2^{\circ} 26'$	$2^{\circ} 30'$	dif = 9'

**D = 2.1 mi**

**TABELA 4 — DISTÂNCIA AO HORIZONTE VISÍVEL**

- 4.1 — Os valores tabelados foram obtidos pela resolução da fórmula  $D \text{ (mi)} = 2.080 \sqrt{h}$ , em que «h» é a elevação do olho do observador expressa em metros.
- 4.2 — A constante 2.080 resulta da consideração do valor de refacção atmosférica para condições médias ( $P = 760 \text{ mm Hg}$ ,  $T = 10^{\circ}\text{C}$ ). Para condições atmosféricas muito diferentes das referidas ou ainda quando houver uma grande diferença de temperatura ( $> 5^{\circ}\text{C}$ ) entre o ar e a água do mar, as distâncias indicadas por esta tabela podem estar substancialmente erradas.
- 4.3 — Além de fornecer directamente a distância ao horizonte em função da elevação do olho do observador, a tabela permite também determinar a distância de avistamento de faróis ou qualquer outro objecto cuja altitude se conheça.

### 4.3.1 — Exemplo

Elevação do olho do observador = 14 m
Altitude do farol = 44 m
Pretende-se determinar a distância de avistamento

Da pág. 103:

14 m	→	7.8 mi
44 m	→	13.8 mi
		<hr/>
Distância de avistamento =		21.6 mi

## TABELA 5 — DISTÂNCIA AO HORIZONTE RADAR

5.1 — Os valores tabelados foram obtidos pela resolução da fórmula  $D \text{ (mi)} = 2,23 \sqrt{h}$ , em que «h» é a elevação da antena, expressa em metros.

5.2 — A constante 2,23 resulta da consideração do valor da refração atmosférica para a frequência de 10.000 MHz →  $\lambda = 3 \text{ cm}$  (frequência mais utilizada em radares de navegação), em condições médias (P = 760 mm Hg, T = 10°C).

Para frequências e condições atmosféricas muito diferentes das referidas, as distâncias indicadas por esta tabela podem estar substancialmente erradas.

5.3 — Para determinar a distância de detecção possível, correspondente a um alvo com uma certa altura ou altitude, somar as distâncias ao horizonte radar da antena e do alvo\*.

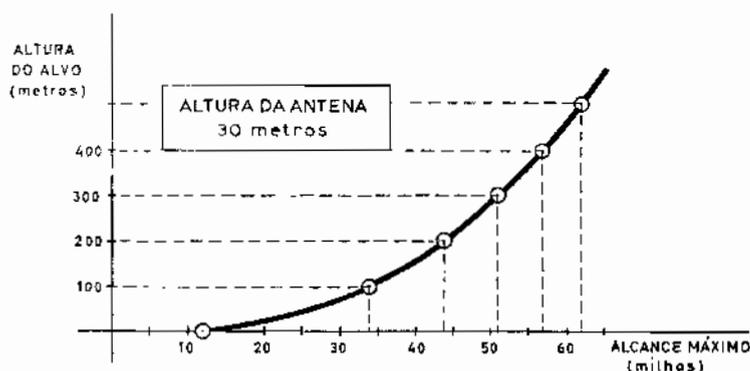
### 5.3.1 — Exemplo

Elevação da antena = 20 m
Altitude do alvo = 160 m

Da pág. 103:

20 m	→	10.0 mi
160 m	→	28.2 mi
		<hr/>
Distância de detecção =		38.2 mi

5.4 — Com os valores tabelados poderá construir-se um gráfico de alcances/altitude do alvo para uma determinada elevação da antena.



\* Admite-se que o radar tem potência suficiente.

**TABELA 6 — VELOCIDADE — TEMPO — DISTÂNCIA**

- 6.1 — Esta tabela destina-se primariamente a ser utilizada como auxiliar de cálculos de navegação marítima e por isso se refere a velocidades expressas em nós e a distâncias em milhas. Contudo, pode ser utilizada para qualquer outra unidade de velocidade horária, devendo então considerar-se os valores de distância tabelados na unidade correspondente.
- 6.2 — A tabela está dividida em duas partes. A primeira cobre intervalos de tempo de 1 minuto, de 0 a 60, e velocidades de 1 a 46 nós (valores inteiros). A segunda cobre intervalos de tempo de 1 hora, de 1 a 25 e as mesmas velocidades. Para intervalos de tempo expressos em horas e minutos será necessário utilizar as duas partes da tabela e adicionar os valores parciais.
- 6.3 — Embora só estejam tabelados os valores de distâncias correspondentes a valores inteiros da unidade de velocidade, poder-se-á usar a tabela para velocidades expressas até à primeira decimal. A determinação da distância percorrida num determinado intervalo de tempo, a uma velocidade expressa até décimos de nó, será então feita, parceladamente, adicionando o valor correspondente ao número de décimos de nó, extraído das colunas 1 a 9 e dividindo por 10.
  - Para velocidades de 1.1 a 4.6 também se poderão dividir por 10 os valores tabelados para as velocidades de 11 a 46.

**6.3.1 — Exemplo**

Determinar a distância percorrida em 8<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> à velocidade de 15.7 nós

Pág. 107	{	8 <sup>h</sup> , 15 nós	120.0 mi
		8 <sup>h</sup> , 0.7 nós	5.6 mi
Pág. 104	{	20 <sup>m</sup> , 15 nós	5.0 mi
		20 <sup>m</sup> , 0.7 nós	0.2 mi
		8 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> , 15.7 nós	—————→ D = 130.8 mi

- 6.4 — Outra modalidade de utilização da tabela consiste em obter todos os valores parciais nas primeiras colunas, multiplicando ou dividindo por 10 os valores tabelados, conforme necessário. Para que se mantenha o rigor geral da tabela — décimos de milha — essas colunas foram tabeladas com aproximação até à 2.<sup>a</sup> decimal.

**6.4.1 — Exemplo**

Determinar a distância percorrida em 38<sup>m</sup> à velocidade de 23.4 nós

Pág. 104	{	38 <sup>m</sup> , 20 nós	1.27 × 10 = 12.7 mi
		38 <sup>m</sup> , 3 nós	= 1.9 mi
		38 <sup>m</sup> , 0.4 nós	2.5 : 10 = 0.25 mi
		38 <sup>m</sup> , 23.4 nós	—————→ D = 14.85 mi