

PARTE I

TABELAS DE NAVEGAÇÃO ESTIMADA E COSTEIRA

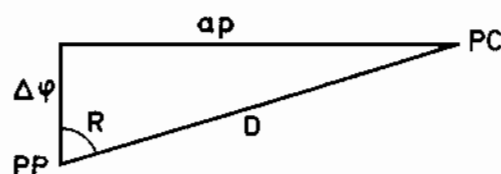
TABELA 1 — TÁBUAS DE CARTEAÇÃO

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 .



$$\begin{aligned}\Delta\phi &= D \cos R \\ ap &= D \sin R\end{aligned}$$

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

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

Dividindo por 10

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

Ou da pág. 66 determinando valores parciais

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

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

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.

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

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).

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

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 (ΔL) 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 ΔL

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

$$\begin{array}{ll} \phi_m = 33^\circ & ap = 31.9 \rightarrow \Delta L = 38.0 \\ \phi_m = 33^\circ & ap = 32.7 \rightarrow \Delta L = 39.0 \end{array}$$

Interpolando entre esses valores virá:

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

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

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

Dividindo por 10

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

* Entrando na tábua com $D = .5 \times 10 \approx 5$ 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 φ_m (R) é apresentado de grau a grau, quando for superior a 20° 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 ΔL

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 (λ) 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

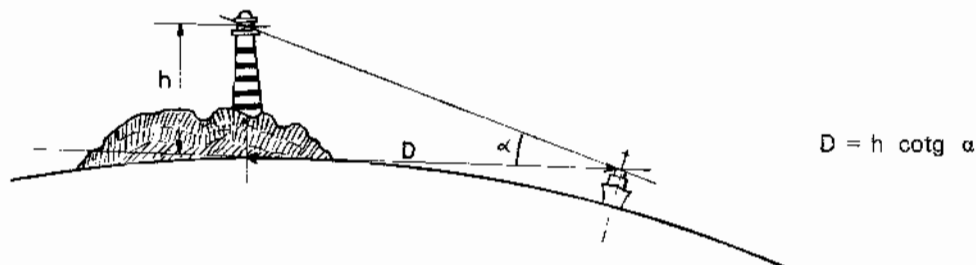
Pretende-se determinar a diferença de latitudes crescidas ($\Delta\lambda$) entre $\varphi_1 = 43^\circ 10' \text{ N}$ e $\varphi_2 = 45^\circ 50' \text{ N}$

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 reear 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:

	160 m	165 m	170 m	
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
 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 ($P = 760 \text{ mm Hg}$, $T = 10^\circ\text{C}$).
 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*.

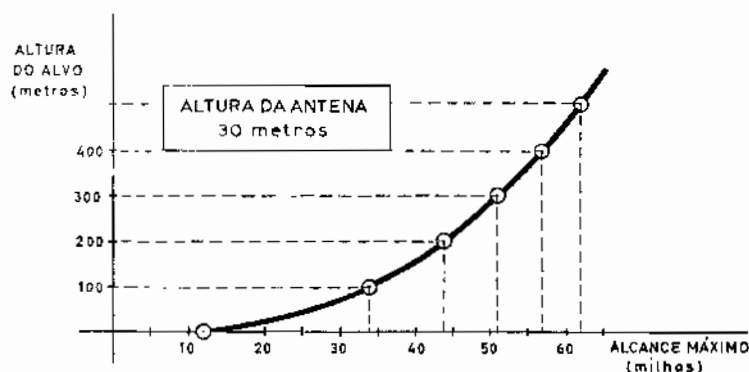
5.3.1 — Exemplo

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

Da pág. 103:

20 m → 10.0 mi
 160 m → 28.2 mi
 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^h 20^m à velocidade de 15.7 nós

Pág. 107	{	8 ^h , 15 nós	120.0 mi
		8 ^h , 0.7 nós	5.6 mi
Pág. 104	{	20 ^m , 15 nós	5.0 mi
		20 ^m , 0.7 nós	0.2 mi
		8 ^h 20 ^m , 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.^a decimal.

6.4.1 — Exemplo

Determinar a distância percorrida em 38^m à velocidade de 23.4 nós

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