

PARTE II

TABELAS DE NAVEGAÇÃO ASTRONÓMICA

TABELA 10 — CORRECÇÃO DE ALTURAS — SOL, ESTRELAS E PLANETAS

10.1 — Este grupo de tabelas destina-se à correcção das alturas observadas do Sol (limbo inferior ou superior), das Estrelas e dos Planetas.

10.2 — A primeira correcção a aplicar à altura observada (altura instrumental corrigida do erro de índice $\rightarrow a_0 = a_i \pm e_i$) será a correcção correspondente à depressão do horizonte. Esta correcção, sempre subtractiva, obtém-se na «Tabela da Depressão Aparente Média do Horizonte», incluída na mesma página, em função da elevação do olho do observador. Os valores desta tabela foram calculados pela fórmula $dp' = 1'.76 \sqrt{e}$, em que "e" é a elevação do olho do observador expressa em metros.

As observações feitas em condições de grande diferença de temperatura entre o ar e a água do mar ($\text{dif} > 5^\circ\text{C}$) devem ser usadas com extrema precaução.

10.3 — Tendo como argumento de entrada a altura aparente ($a_{ap} = a_0 - dp$), a tabela principal* fornece uma correcção que, no caso do Sol, engloba as correcções correspondentes ao semi-diâmetro mínimo, refração astronómica média e paralaxe em altura.

No caso das estrelas e planetas esta correcção da tabela principal corresponde exclusivamente ao valor da refração astronómica, uma vez que a sua dimensão aparente e a paralaxe podem considerar-se nulas. Exceptua-se o caso de Marte e Vénus para os quais, quando possível, se deverá aplicar a correcção para a fase e paralaxe tabelada no Almanaque Náutico na Tabela A 2.

Os sinais das correcções vêm indicados na própria tabela.

10.4 — Atendendo a que o valor do semi-diâmetro aparente do Sol varia ao longo do ano, na 3.ª tabela deste grupo, ao fundo da página, são dadas as correcções suplementares para o caso de observações do Sol.

— No caso do limbo inferior estas correcções não são mais do que a diferença entre o semi-diâmetro mínimo do Sol e o semi-diâmetro médio em cada um dos meses do ano.

O sinal da correcção vem indicado na própria tabela.

10.4.1 — **Exemplo**

Data = 20 JAN. 1973	$\odot a_i = 47^\circ 20'.0$
$\odot a_i = 47^\circ 20'.0$	$e_i = + 2'.1$
$e_i = + 2'.1$	$\odot a_0 = 47^\circ 22'.1$
$e = 12 \text{ m}$	$(e = 12 \text{ m}) dp = - 6'.1$
	$\odot a_{ap} = 47^\circ 16'.0$
	(corr. principal) $c_1 = + 15'.0$
	(corr. suplem. — JAN.) $c_2 = + 0'.5$
	$\odot a_v = 47^\circ 31'.5$

* Para valores de a_{ap} compreendidos entre 10° e 90° a tabela toma a estruturação de tabela crítica, ou seja, cada correcção tabelada corresponde a todos os valores de a_{ap} compreendidos entre duas linhas consecutivas.

- 10.5 — Para o caso de observações do limbo superior, a correcção da altura observada (a_o) deverá fazer-se como se do limbo inferior se tratasse, exceptuando-se a correcção suplementar que, agora, deverá ser obtida na 2.ª linha da respectiva tabela. Neste caso, os valores contidos na tabela correspondem ao valor médio do diâmetro aparente para cada mês, menos a diferença entre o semidiâmetro mínimo e o semidiâmetro para o mês, ou seja, o erro residual da tabela principal. Tal como anteriormente o sinal de correcção vem indicado no corpo da tabela.

Data = 15 OUT. 1973	$\odot a_i = 38^\circ 20'.0$
$\odot a_i = 38^\circ 20'.0$	$e_i = - 1'.5$
$e_i = - 1'.5$	$\odot a_o = 38^\circ 18'.5$
$e = 8 \text{ m}$	(e = 8 m) $dp = - 5'.0$
	$\odot a_{ap} = 38^\circ 13'.5$
(corr. principal)	$c_1 = + 14'.7$
	$= 38^\circ 28'.2$
(corr. suplem. — OUT.)	$c_2 = - 31'.9$
	$\odot a_v = 37^\circ 56'.3$

- 10.6 — Como já foi referido em 10.3 a correcção das alturas aparentes das estrelas e planetas faz-se usando apenas a coluna adequada da tabela de correcções principal.

10.6.1 — Exemplo

$\star a_i = 29^\circ 32'.3$	$\star a_i = 29^\circ 32'.3$
$e_i = + 1'.2$	$e_i = + 1'.2$
$e = 14 \text{ m}$	$\star a_o = 29^\circ 33'.5$
	(e = 14 m) $d_p = - 6'.6$
	$\star a_{ap} = 29^\circ 26'.9$
	$c_t = - 1'.7$
	$\star a_v = 29^\circ 25'.2$

TABELA 11 — CORRECÇÃO DE ALTURAS — LUA

- 11.1 — Este grupo de tabelas destina-se à correcção das alturas observadas da Lua (limbo inferior ou limbo superior).
- 11.2 — A primeira correcção a aplicar à altura observada (altura instrumental corrigida do erro de índice $\rightarrow a_o = a_i \pm e_i$) será a correcção correspondente à depressão do horizonte. A tabela que fornece esta correcção (ver 10.2), além de figurar no grupo de tabelas para a correcção de alturas do Sol, estrelas e planetas (Tabela 10) foi também incluída no grupo de tabelas para correcção de alturas da Lua, a fim de se evitar a necessidade de consultar várias páginas.
- 11.3 — A tabela principal deste grupo fornece a correcção global para alturas de limbo inferior, correcção essa que é sempre positiva. Para evitar uma tabela com grande número de páginas, sem contudo se cair nas correcções individualizadas, optou-se pela construção de subtabelas que englobam intervalos de 4° do argumento a_{ap} e onde se obtém a correcção total em duas partes. A primeira parte da correcção obtém-se, na parte superior da sub tabela, em função da altura aparente ($a_{ap} = a_o - dp$) e engloba as correcções para a refração astronómica, semidiâmetro mínimo ($14'.7$), aumento do semidiâmetro e paralaxe horizontal mínima ($54'$).

$$c_1 = -rf + 14'.7 + \text{aum SD} + 54' \times \cos a_{ap}$$

A segunda parte da correcção obtém-se, na parte inferior da mesma subtabela, em função da paralaxe horizontal (PH) para o dia e hora considerados. Este valor é igual à soma da:

Diferença entre o semidiâmetro para o dia considerado e o semidiâmetro mínimo.
Diferença entre a paralaxe em altura para o valor médio de a_{ap} (intervalo de 4°) e a paralaxe em altura que se utilizou para o cálculo da 1.ª parte da correcção.

$$c_2 = (SD - 14'.7) + (PH \times \cos a_{apm} - 54' \times \cos a_{ap})$$

11.3.1 — Exemplo

$\begin{aligned} \underline{a}_i &= 40^\circ 20'.7 \\ e_i &= - 1'.4 \\ e &= 12 \text{ m} \\ (\text{do A.N.}) \text{ PH} &= 58'.4 \end{aligned}$	$\begin{aligned} \underline{a}_i &= 40^\circ 20'.7 \\ e_i &= - 1'.4 \\ \underline{a}_o &= 40^\circ 19'.3 \\ (e = 12 \text{ m}) \text{ } d_p &= - 6'.1 \\ \underline{a}_{ap} &= 40^\circ 13'.2 \\ \text{Corr. principal } \left\{ \begin{array}{l} (a_{ap} = 40^\circ 10') \text{ } c_1 = + 54'.9 \\ (PH = 58'.4) \text{ } c_2 = + 4'.5 \end{array} \right. \\ -\underline{a}_v &= 41^\circ 12'.6 \end{aligned}$
---	---

11.4 — Para corrigir alturas do limbo superior procede-se como para o limbo inferior mas, no final, há que aplicar uma correcção suplementar que se obtém na tabela «Correcção Suplementar para o Limbo Superior», com o sinal apropriado. Essa correcção não é mais do que o valor do diâmetro aparente, e obtém-se na referida tabela entrando com o valor da PH, por sua vez obtido no «Almanaque Náutico» para o dia e hora considerados.

11.4.1 — Exemplo

$\begin{aligned} \underline{a}_i &= 34^\circ 10'.3 \\ e_i &= - 1'.4 \\ e &= 12 \text{ m} \\ (\text{do A.N.}) \text{ PH} &= 60'.2 \end{aligned}$	$\begin{aligned} \underline{a}_i &= 34^\circ 10'.3 \\ e_i &= - 1'.4 \\ \underline{a}_o &= 34^\circ 08'.9 \\ (e = 12 \text{ m}) \text{ } d_p &= - 6'.1 \\ \underline{a}_{ap} &= 34^\circ 02'.8 \\ \text{Corr. principal } \left\{ \begin{array}{l} (a_{ap} = 34^\circ 00') \text{ } c_1 = + 58'.2 \\ (PH = 60'.2) \text{ } c_2 = + 6'.8 \end{array} \right. \\ &35^\circ 07'.8 \\ (\text{corr. suplem.}) \text{ } (PH = 60'.2) &= - 32'.8 \\ -\underline{a}_v &= 34^\circ 35'.0 \end{aligned}$
---	---

TABELA 12 — CORRECÇÃO DE ALTURAS — CORRECÇÃO ADICIONAL DA REFACÇÃO

12.1 — Os valores de refacção astronómica utilizados na elaboração das Tabelas 10 e 11 foram os correspondentes a uma atmosfera padrão.

$$(P = 760 \text{ mm Hg e } T = 10^\circ\text{C})$$

12.2 — Para alturas superiores a 20° a variação do valor da refacção por efeito de variação da pressão e/ou temperatura é geralmente muito pequena e pode, normalmente, desprezar-se.

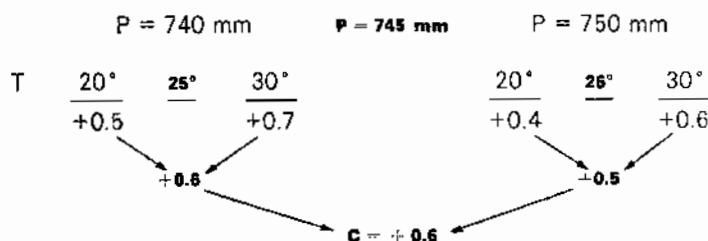
12.3 — Para alturas inferiores a 20° a variação do valor de refacção, por efeito das variações já referidas, começa a tornar-se tanto mais significativa quanto menores forem essas alturas.

- Assim, para alturas observadas próximo do horizonte, sempre que a pressão e/ou a temperatura diferirem sensivelmente dos valores padrão, deverá utilizar-se a correção dada pela tabela 12 interpolando, se necessário, entre os valores tabelados.
- O sinal da correção é dado na própria tabela.

12.3.1 — Exemplo

$a_{ap} = 7^{\circ} 10' 5''$
 $P = 745 \text{ mm Hg}$
 $T = + 25^{\circ}\text{C}$
 Pretende-se determinar a correção adicional da refração

Da pág. 114:

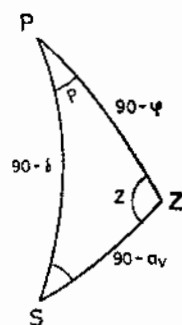


- 12.4 — As observações feitas em condições de grande diferença de temperatura entre o ar e a água do mar ($\text{dif} > 5^{\circ}\text{C}$) devem ser usadas com extrema precaução.

TABELAS 13 E 13.1 — TÁBUAS DE AZIMUTE (a, b e c)

- 13.1 — Tabelas deste tipo foram pela primeira vez publicadas há cerca de 130 anos. Não constituem pois qualquer novidade e têm ao longo dos anos sido usadas para resolver variados problemas de navegação. Ainda hoje se podem considerar de muita utilidade para a determinação de azimutes de astros em qualquer momento ou para determinação do rumo inicial duma ortodrómia.
- 13.2 — O arranjo gráfico das tabelas visou justamente a resolução desses dois problemas, tendo-se incluído em todas as páginas duplas indicações nos argumentos de entrada e as regras de sinais necessárias.
- 13.3 — Os valores tabelados foram calculados pela fórmula

$$\underbrace{\cotg Z \sec \varphi}_{\mathbf{c}} = - \underbrace{\cotg P \operatorname{tg} \delta}_{\mathbf{a}} + \underbrace{\operatorname{cosec} P \operatorname{tg} \delta}_{\mathbf{b}}$$



que resulta da adequada transformação da fórmula de "Delambre" aplicada a quatro elementos consecutivos do triângulo de posição.

- 13.4 — A primeira parte das tabelas usando como argumentos de entrada " φ " e " hl " em vez de " P " fornece o valor de " \mathbf{a} ". Usando como argumentos " δ " e novamente " hl " em vez de " P ", fornece o valor de " \mathbf{b} ".

Os valores de " \mathbf{a} " e " \mathbf{b} " encontram-se na mesma página, sendo impressos em cores diferentes para maior facilidade de identificação.

A segunda parte (tabela 13.1) fornece o valor do azimute, por quadrantes, com aproximação ao décimo de grau, sendo argumentos de entrada a latitude e o valor de " \mathbf{c} ", resultante da soma algébrica de " \mathbf{a} " e " \mathbf{b} " obtidos na primeira parte das tabelas.

Os intervalos entre os valores consecutivos do ângulo horário "hl" e de "c" são variáveis e foram seleccionados de modo a tornar normalmente desnecessárias as interpolações, bastando entrar nas tabelas com os valores mais próximos dos valores reais. Contudo, quando se pretender o rigor máximo poderá interpolar-se entre os valores tabelados.

13.4.1 — Exemplo

★ hl = 318° 05'
φ = 27° 10' N
δ = 9° 08' N
Pretende-se determinar o azimuth

Da pág. 123:

$$\begin{aligned} \left. \begin{array}{l} \star hl = 318^\circ \\ \varphi = 27^\circ \text{ N} \end{array} \right] &\longrightarrow a = - 0.57 \\ \left. \begin{array}{l} \star hl = 318^\circ \\ \delta = 9^\circ \text{ N} \end{array} \right] &\longrightarrow b = + 0.24 \\ &c = - 0.33 \end{aligned}$$

Da pág. 132, interpolando à vista:

$$\left. \begin{array}{l} c = - 0.33 \\ \varphi = 27^\circ \text{ N} \end{array} \right] \longrightarrow \begin{array}{l} Z = 73^\circ.6 \text{ SE} \\ Z = 106^\circ.4 \end{array}$$

13.5 — No caso da ortodrómia do triângulo esférico obtêm-se:

$$\cotg R_i \sec \varphi_p = - \cotg \Delta L \operatorname{tg} \varphi_p + \operatorname{cosec} \Delta L \operatorname{tg} \varphi_c$$

em que:

R_i = Rumo inicial \angle Z
 φ_p = Latitude de partida \angle φ
 φ_c = Latitude de chegada \angle δ
 ΔL = Diferença de longitudes \angle hl até 180°

As regras de sinais incluídas nas páginas das tabelas referem-se à determinação de azimutes, mas são igualmente válidas para o caso da ortodrómia, substituindo adequadamente os elementos mencionados do triângulo de posição.

A determinação do nome do quadrante de R_i , Norte ou Sul, é feita pela regra da Tabela 13.1. Quanto à determinação do nome do quadrante, Leste ou Oeste, faz-se muito simplesmente apreciando se do ponto de partida para o de chegada, se terá de navegar para Leste ou Oeste.

13.5.1 — Exemplo

PP $\left[\begin{array}{l} \varphi = 45^\circ 10' \text{ S} \\ L = 139^\circ 50' \text{ E} \end{array} \right]$	$L_p = 139^\circ 50' \text{ E}$ $L_c = 110^\circ 12' \text{ W}$
PC $\left[\begin{array}{l} \varphi = 65^\circ 03' \text{ S} \\ L = 110^\circ 12' \text{ W} \end{array} \right]$	$\frac{250^\circ 02'}{360^\circ}$ $\Delta L = 109^\circ 58' \text{ E}$

Da pág. 127:

$$\begin{aligned} \left. \begin{array}{l} \Delta L = 110^\circ \\ \varphi_p = 45^\circ \text{ S} \end{array} \right] &\longrightarrow a = + 0.36 \\ \left. \begin{array}{l} \Delta L = 110^\circ \\ \varphi_c = 65^\circ \text{ S} \end{array} \right] &\longrightarrow b = + 2.28 \\ &c = + 2.64 \end{aligned}$$

Da pág. 139:

$$\left. \begin{array}{l} c = + 2.64 \\ \varphi_p = 45^\circ \text{ S} \end{array} \right] \longrightarrow \begin{array}{l} R_i = 28^\circ.1 \text{ SE} \\ R_i = 152^\circ \end{array}$$

TABELA 14 — AZIMUTE DO SOL — NASCIMENTO E OCASO VERDADEIROS

14.1 — Esta tabela, tendo como argumentos de entrada a latitude do lugar considerado (φ) e a declinação do Sol para o dia (δ), permite determinar directamente o azimuth no momento do nascimento ou ocaso verdadeiros*.

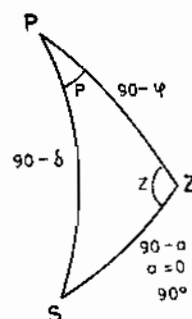
14.2 — Os valores tabelados resultaram da resolução da fórmula

$$\cos Z = \sin \delta \sec \varphi$$

que resolve o triângulo esférico rectilátero correspondente ao nascimento ou ocaso verdadeiros.

Os intervalos de variação dos argumentos de entrada foram escolhidos de modo a tornar as interpolações desnecessárias ou muito simples de efectuar à vista.

14.3 — Para tornar a tabela pouco extensa o azimuth é indicado por quadrantes, sendo estes definidos pelo nome da declinação (são sempre do mesmo nome) e pela efeméride em si (Leste ou Oeste conforme se trata do nascimento ou ocaso).



14.3.1 — Exemplo

Pretende-se determinar o azimuth do nascimento verdadeiro do Sol, no dia 3 de Março de 1972, no ponto de coordenadas $\varphi = 48^{\circ} 30' \text{ N}$ $L = 75^{\circ} 00' \text{ W}$

(Do A.N. dia 3/3) $\delta = 6^{\circ} 46' \text{ S}$
 $\varphi = 48^{\circ} 30' \text{ N}$

Interpolando (pág. 146):

$\varphi \backslash \delta$	$6^{\circ} 30'$	$6^{\circ} 46'$	$7^{\circ} 00'$
48°	80°.3	79°.9	79°.5
$48^{\circ} 30'$		79°.8	
49°	80°.1	79°.7	79°.3

$$Z_{\text{nasc}} = 79^{\circ}.8 \text{ SE} = 100^{\circ}.2$$

Nome de δ — $\uparrow \uparrow$ Nascimento

14.4 — A tabela é ainda aplicável para qualquer astro cuja declinação não exceda $23^{\circ} 30'$.

TABELA 16 — LIMITES DE VELOCIDADE EM LATITUDE PARA QUE A ALTURA MÁXIMA SE POSSA CONSIDERAR COMO MERIDIANA

15.1 — Esta tabela, já publicada no «Manual de Navegação» (Gameiro e Azevedo 1959), foi calculada pela fórmula

$$V_{\varphi} = \sqrt{\frac{471}{|\text{tg } \varphi - \text{tg } \delta|}}$$

tomando o valor mais desfavorável da declinação e $1'$ como erro máximo admissível para a altura.

* Devido à refacção o nascimento ou ocaso verdadeiro do Sol ocorrem, normalmente, quando se observa o seu limbo inferior com uma altura acima do horizonte visual de cerca de $3/4$ do diâmetro aparente ($\approx 24'$).

- 15.2 — Quando a velocidade em latitude excede os limites indicados na tabela, deve tratar-se a observação de altura máxima como observação comum, calculando a recta de altura correspondente, como extrameridiana que efectivamente é.

15.2.1 — **Exemplo**

Pretende-se verificar se uma altura máxima do Sol observada na latitude $\varphi = 60^\circ$ N, navegando ao Rumo $R = 150^\circ$, velocidade $v = 25$ nós, pode ser tratada como uma observação da passagem meridiana.

Da Tabela 1, pág. 60:

$$\left. \begin{array}{l} R = 150^\circ \\ v = 25 \text{ nós} \end{array} \right\} \Delta\varphi = 21.7 \equiv V_{N-S}$$

Da Tabela 15, pág. 150:

$$\varphi = 60^\circ \rightarrow \text{limite } V_{N-S} = 14 \text{ nós}$$

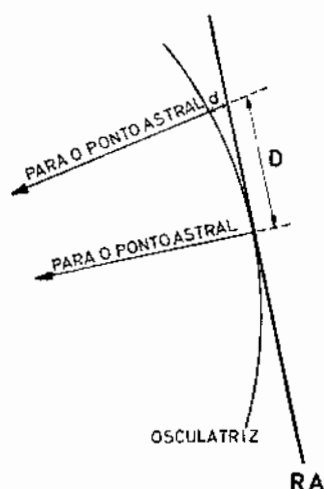
$$\text{Como } v_{N-S} = 21.7 > \text{limite } v_{N-S} = 14 \text{ nós}$$

A altura máxima observada nas condições referidas, deve ser tratada como extrameridiana.

TABELA 16 — INTERVALO MÁXIMO ENTRE OBSERVAÇÕES EXTREMAS PARA QUE SE POSSAM CONSIDERAR SIMULTÂNEAS

- 16.1 — Os valores tabelados correspondem ao tempo necessário para que, às várias velocidades indicadas, o navio percorra 1 milha (caso de 2 observações) ou 2 milhas (3 ou mais observações).
- 16.2 — Quando o intervalo de tempo entre a primeira e última observação for superior ao valor tabelado, deverá efectuar-se o transporte de todas elas a um momento comum.

TABELA 17 — DISTÂNCIA MÁXIMA ADMISSÍVEL ENTRE O PONTO DETERMINANTE E O PONTO OBSERVADO



- 17.1 — Os valores tabelados correspondem a metade do comprimento utilizável da recta de altura e foram calculados pela fórmula

$$D = \frac{6865,6 \times d}{\operatorname{tg} a + \operatorname{tg} \varphi}$$

sendo a = altura observada, φ = latitude do observador e admitindo um erro máximo de 1 milha ($d = 1$), ou seja, considerando este valor como o afastamento máximo admissível entre a osculatriz à curva de altura e a recta de altura.

TABELAS 18 — EFEMÉRIDES ASTRONÓMICAS PARA LONGO PERÍODO

A inclusão de tabelas de Efemérides Astronómicas neste volume de «Tábuas Náuticas» visa tornar possível efectuar navegação astronómica quando, por qualquer circunstância se não disponha do «Almanaque Náutico».

Em particular, teve-se em mente a determinação da posição a bordo de meios de salvamento, reduzindo assim, a uma única publicação, o material necessário para tal.

As efemérides-base são de 1972-73.

TABELA 18.1 — Ponto Vernal e Estrelas

18.1.1 — Ângulo horário do Ponto Vernal

O erro máximo nos valores calculados com as tabelas do Ponto Vernal e das estrelas é da ordem de 1' e resulta principalmente de não ser considerado o movimento de nutação da Terra.

Para se calcular o ângulo horário do Ponto Vernal em Greenwich (γ_{hg}) o procedimento a seguir deverá ser o seguinte:

- 1) Subtrair **1973** ou **1972** ao ano para o qual se pretende determinar o γ_{hg} , conforme se tratar, respectivamente, de uma data de **1 de Janeiro a 29 de Fevereiro** ou de **1 de Março a 31 de Dezembro**.
- 2) Dividir por 4 a diferença encontrada. Anotar o quociente e o resto.
- 3) Extrair da Tabela do Ponto Vernal o valor correspondente ao mês.
- 4) Extrair da 1.ª Tabela de Incrementos — **Quadrienal** o valor correspondente ao quociente da divisão referida em 2).
- 5) Extrair da 2.ª Tabela de Incrementos — **Anual** — o valor correspondente ao resto da divisão referida em 2).
- 6) Extrair das restantes Tabelas de Incrementos os valores correspondentes ao **dia do mês, horas, minutos e segundos** do momento para o qual se pretende o γ_{hg} .
- 7) Somar algebricamente ao valor obtido em 3), os incrementos obtidos em 4), 5) e 6). (São todos aditivos exceptuando o **anual**).

18.1.1.1 — Exemplo

Pretende-se calcular o ângulo horário do Ponto Vernal em Greenwich (γ_{hg}) às Hmg = 18^h 25^m 32^s do dia 17 de Agosto de 1990

Pág. 151 {	1)	1990 — 1972 = 18	
	2)	18 : 4 = 4 (resto 2)	
	3)	Agosto	$\gamma_{hg} = 308^{\circ} 42'.8$
	4)	incremento quadrienal (4)	$c_1 = 7'.4$
	5)	incremento anual (2)	$c_2 =$
	6)	<div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">dia 17</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">18 horas</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">25 minutos</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">32 segundos</div> </div>	<div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">$c_3 = 16^{\circ} 45'.4$</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">$c_4 = 270^{\circ} 44'.4$</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">$c_5 = 6^{\circ} 16'.0$</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">$c_6 = 8'.0$</div> </div>
	7)	<div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">$602^{\circ} 44'.0$</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">$- 28'.7$</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">$602^{\circ} 15'.3$</div> </div>
		17/8/1990 às 18 ^h 25 ^m 32 ^s —→	$\gamma_{hg} = 242^{\circ} 15'.3$

18.1.2 — Ângulo sidereal e declinação de 30 estrelas seleccionadas

Aos valores tabelados que são os das coordenadas aparentes para o dia 1 de Janeiro de 1972, terá que se aplicar uma correcção igual à diferença entre o ano considerado e 1972 multiplicada pela variação anual da declinação e do ângulo sidereal dessa estrela.

Não são considerados os efeitos da nutação, aberração e paralaxe anual e consideram-se constantes as coordenadas ao longo do ano.

As variações anuais da declinação e do ângulo sideral foram calculadas pelas fórmulas:

$$\begin{aligned}\Delta\delta &= \sin \varepsilon \, d\lambda \cos AR \\ \Delta AR &= \sin \varepsilon \, d\lambda \sin AR \, \operatorname{tg} \delta - \cos \varepsilon \, d\lambda \\ \Delta AS &= - \Delta AR\end{aligned}$$

em que ε é a inclinação da eclíptica e $d\lambda$ a precessão geral em minutos.

18.1.2.1 — Exemplo

Pretende-se determinar o ângulo sideral (AS) e a declinação (δ) da \star Capella para o dia 20 de Abril de 1995

$$1995 - 1972 = 23$$

Da pág. 151:

$\begin{array}{rcl} AS & = & 281^{\circ} 20'.0 \\ 23 \times (-1.11) \quad c & = & -25'.5 \\ \hline AS & = & 280^{\circ} 54'.5 \end{array}$	$\begin{array}{rcl} \delta & = & 45^{\circ} 58'.5 \quad N \\ 23 \times (+.07) \quad c & = & +1'.6 \\ \hline \delta & = & 46^{\circ} 00'.1 \quad N \end{array}$
--	--

TABELA 18.2 — Declinação do Sol

Esta tabela foi calculada com base na diferença entre o ano civil e o ano trópico.

O erro máximo nos valores calculados com esta tabela é da ordem de 1'. Resulta principalmente do facto de o incremento quadrienal não estar tabelado para todos os dias e de se usarem incrementos diários que são valores médios para um certo número de dias.

Embora a utilização prevista da tabela não requeira interpolações, estas poderão efectuar-se para melhorar o rigor, sobretudo relativamente ao incremento quadrienal (para datas muito afastadas de 1972) e relativamente ao incremento diário (para os anos anteriores aos bissextos).

18.2.1 — Para se calcular a Declinação do Sol num determinado momento deve proceder-se como a seguir se indica:

- 1) Subtrair **1973** ou **1972** ao ano para o qual se pretende determinar a Declinação, conforme se tratar, respectivamente, de uma data de **1 de Janeiro a 29 de Fevereiro** ou de **1 de Março a 31 de Dezembro**.
- 2) Dividir por 4 a diferença encontrada em 1). Anotar o quociente e o resto.
- 3) Extrair da tabela o valor da Declinação para o dia pretendido ou, se este não constar, para o dia anterior mais próximo.
Os incrementos mencionados nos passos seguintes deverão ser todos extraídos da mesma linha onde se extrair o valor inicial da Declinação.
- 4) Multiplicar o **incremento quadrienal** pelo quociente da divisão efectuada em 2).
- 5) Multiplicar o **incremento anual** pelo resto da divisão efectuada em 2).
- 6) Multiplicar o **incremento diário** pelo número inteiro de dias, decorridos entre o dia usado em 3) e o dia para o qual se pretende a Declinação.
- 7) Multiplicar o **incremento horário** pelo número de horas do momento para o qual se pretende a Declinação.
- 8) Mentalmente achar a parte proporcional do **incremento horário**, correspondente ao número de minutos do momento para o qual se pretende a Declinação.
- 9) Somar algebricamente as correcções obtidas em 4), 5), 6), 7) e 8) ao valor obtido em 3).

18.2.1.1 — Exemplo

Pretende-se calcular a Declinação do Sol.
às Hmg = 11^h 30^m do dia 12 de Dezembro
do ano 2015.

Pág. 152	1)	2015 — 1972 = 43			
	2)	43 : 4 = 10 (resto 3)			
	3)	Dia 11 de Dezembro	$\delta = 22^{\circ} 59'.5 \text{ S}$		
	4)	incremento quadrienal $[10 \times 0.14]$	$c_1 = + 1'.4$		
	5)	incremento anual $[3 \times (-1.4)]$	$c_2 = - 4'.2$		
	6)	incremento diário $[1 \times 4.6]$	$c_3 = + 4'.6$		
	7)	incremento horário $[11 \times 0.19]$	$c_4 = + 2'.1$		
	8)	incremento/30 minutos	$c_5 = + 0'.1$		
	9)		$\left\{ \begin{array}{l} 23^{\circ} 07'.7 \text{ S} \\ - 4'.2 \end{array} \right.$		
		de 12/12/2015 às 11 ^h 30 ^m	$\delta = 23^{\circ} 03'.5 \text{ S}$		

18.2.1.2 — Exemplo

Pretende-se calcular a Declinação do Sol
às Hmg = 15^h 20^m do dia 21 de Fevereiro
do ano 1995.

Pág. 152	1)	1995 — 1973 = 22			
	2)	22 : 4 = 5 (resto 2)			
	3)	Dia 19 de Fevereiro	$\delta = 11^{\circ} 24'.0 \text{ S}$		
	4)	incremento quadrienal $[5 \times (-0.62)]$	$c_1 = - 3'.1$		
	5)	incremento anual $[2 \times 5.2]$	$c_2 = + 10'.4$		
	6)	incremento diário $[2 \times (-21.6)]$	$c_3 = - 43'.2$		
	7)	incremento horário $[15 \times (-0.90)]$	$c_4 = - 13'.5$		
	8)	incremento/20 minutos	$c_5 = - 0'.3$		
	9)		$\left\{ \begin{array}{l} 11^{\circ} 34'.4 \\ - 1^{\circ} 00'.1 \end{array} \right.$		
		21/2/1995 às 15 ^h 20 ^m	$\delta = 10^{\circ} 34'.3 \text{ S}$		

TABELA 18.3 — Equação do Tempo — Ângulo horário do Sol em Greenwich

Esta tabela foi também calculada com base na diferença entre o ano civil e o ano trópico. Embora menos rigorosa que a da Declinação, permite calcular a Equação do Tempo por um período superior a 50 anos com o rigor suficiente para a determinação do Ângulo Horário do Sol em qualquer momento e, assim, estas duas tabelas, fornecem os elementos básicos para a resolução do Triângulo de Posição.

18.3.1 — Para se calcular a Equação do Tempo, num determinado momento, deve proceder-se como a seguir se indica:

- 1) Considerar o sinal da equação do tempo indicada na tabela só depois de aplicar as correcções a seguir referidas.
- 2) Subtrair **1973** ou **1972** ao ano para o qual se pretende determinar a Equação do Tempo, conforme se tratar, respectivamente, de uma data de **1 de Janeiro a 29 de Fevereiro** ou de **1 de Março a 31 de Dezembro**.
- 3) Dividir por 4 a diferença encontrada em 2). Anotar o quociente e o resto.
- 4) Extrair da tabela o valor da Equação do Tempo para o dia pretendido, ou se este não constar, para o dia anterior mais próximo. Os incrementos mencionados nos passos seguintes deverão ser todos extraídos da mesma linha onde se extrair o valor inicial da Equação do Tempo.
- 5) Multiplicar o **incremento quadrienal** pelo quociente da divisão efectuada em 3).
- 6) Multiplicar o **incremento anual** pelo resto da divisão efectuada em 3).
- 7) Multiplicar o **incremento diário** pelo número inteiro de dias decorridos entre o dia usado em 4) e o dia para o qual se pretende a Equação do Tempo.

