

APÊNDICE AO CAPÍTULO 26

CIRCUNSTÂNCIAS FAVORÁVEIS PARA DETERMINAÇÃO DA LONGITUDE

1 ESTUDO DAS CIRCUNSTÂNCIAS FAVORÁVEIS PARA O CÁLCULO DA LONGITUDE

Conforme visto no corpo do Capítulo 26, a Longitude é obtida por comparação do ângulo do pólo do Sol, em Greenwich e no local, para um mesmo instante. Como sabemos, o ângulo no pólo do Sol em Greenwich (t_1G) é obtido no Almanaque Náutico, em função da Hora do Cronômetro, regulado para aquele meridiano. O ângulo no pólo local do Sol (t_1) é dado pela resolução do triângulo esférico de posição, através da fórmula fundamental:

$$\cos z = \cos c \cdot \cos p + \sin c \cdot \sin p \cdot \cos t_1$$

Onde:

z = distância zenital do Sol ($z = 90^\circ - a$)

c = colatitude ($c = 90^\circ - \varphi$)

p = distância polar do Sol ($p = 90^\circ \pm \text{Dec}$)

t_1 = ângulo no pólo local do Sol

Conclui-se, assim, que estudar as circunstâncias favoráveis para o cálculo da Longitude corresponde à pesquisa destas circunstâncias para o cálculo do ângulo no pólo local (t_1), uma vez que $t_1G - t_1 = \lambda$.

Teremos então:

a. ERRO NO ÂNGULO NO PÓLO (E, PORTANTO, NA HORA OU NA LONGITUDE) PROVENIENTE DE UM ERRO NA LATITUDE.

$$\begin{aligned} t_1 &= f(c) \\ t_1 + \Delta t_1 &= f(c + \Delta c) \\ t_1 + \Delta t_1 &= f(c) + \Delta c \cdot f'(c) \\ \Delta t_1 &= \Delta c \cdot f'(c) \end{aligned}$$

Cálculo da derivada $f'(c)$:

$$\cos z = \cos c \cdot \cos p + \sin c \cdot \sin p \cdot \cos t_1$$

$$0 = -\sin c \cdot \cos p \, dc + \cos c \cdot \sin p \cdot \cos t_1 \, dc - \sin c \cdot \sin p \cdot \sin t_1 \, dt_1$$

$$0 = -(\sin c \cdot \cos p - \cos c \cdot \sin p \cdot \cos t_1) \, dc - \sin c \cdot \sin p \cdot \sin t_1 \, dt_1$$

$$\begin{aligned} \frac{dt_1}{dc} &= -\frac{\sin c \cdot \cos p - \cos c \cdot \sin p \cdot \cos t_1}{\sin c \cdot \sin p \cdot \sin t_1} = -\frac{\sin z \cdot \cos Z}{\sin c \cdot \sin p \cdot \sin t_1} = \\ &= -\frac{\sin t_1 \cdot \cos Z}{\sin c \cdot \sin Z \cdot \sin t_1} = -\frac{1}{\cos \varphi \cdot \text{tg } Z} \\ \text{e } \Delta t_1 &= \frac{\Delta \varphi}{\cos \varphi \text{ tg } Z} \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

Pela expressão (1) verifica-se que Δt_1 será mínimo quando:

$$\varphi = 0^\circ \text{ e } Z = 90^\circ$$

b. ERRO NO ÂNGULO NO PÓLO (E, PORTANTO, NA HORA OU NA LONGITUDE) PROVENIENTE DE UM ERRO NA ALTURA.

$$\begin{aligned} t_1 &= f(z) \\ \Delta t_1 &= \Delta z \cdot f'(z) \end{aligned}$$

Cálculo da derivada $f'(z)$:

$$\cos z = \cos c \cdot \cos p + \sin c \cdot \sin p \cdot \cos t_1$$

$$- \sin z \, dz = - \sin c \cdot \sin p \cdot \sin t_1 \, dt_1$$

$$\begin{aligned} \frac{dt_1}{dz} &= \frac{\sin z}{\sin c \cdot \sin p \cdot \sin t_1} = \frac{\sin t_1}{\sin c \cdot \sin Z \cdot \sin t_1} = \frac{1}{\sin Z \cdot \cos \varphi} \\ \text{ou: } \frac{dt_1}{dz} &= \frac{\sin z}{\sin c \cdot \sin p \cdot \sin t_1} = \frac{\sin t_1}{\sin Ap \cdot \sin p \cdot \sin t_1} = \frac{1}{\sin Ap \cdot \cos \delta} \\ \text{Logo: } \Delta t_1 &= \frac{\Delta a}{\sin Z \cdot \cos \varphi} \dots\dots\dots(2) \\ \text{ou } \Delta t_1 &= \frac{\Delta a}{\sin Ap \cdot \cos \delta} \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$

NOTA:

Ap = ângulo paralático

Pelas expressões (2) e (3) verifica-se que Δt_1 será mínimo quando:

$$Z = 90^\circ, \quad Ap = 90^\circ, \quad \varphi = 0^\circ \text{ e } \delta = 0^\circ$$

c. ERRO NO ÂNGULO NO PÓLO (E, PORTANTO, NA HORA OU NA LONGITUDE) PROVENIENTE DE UM ERRO NA DECLINAÇÃO.

$$\begin{aligned} t_1 &= f(p) \\ \Delta t_1 &= \Delta p \cdot f'(p) \end{aligned}$$

Cálculo da derivada $f'(p)$:

$$\cos z = \cos c \cdot \cos p + \sin c \cdot \sin p \cdot \cos t_1$$

$$\begin{aligned} 0 &= - \cos c \cdot \sin p \, dp + \sin c \cdot \cos p \cdot \cos t_1 \, dp - \sin c \cdot \sin p \cdot \sin t_1 \, dt_1 \\ (\sin p \cdot \cos c - \sin c \cdot \cos p \cdot \cos t_1) \, dp &= - \sin c \cdot \sin p \cdot \sin t_1 \, dt_1 \end{aligned}$$

$$\frac{dt_1}{dp} = - \frac{\text{sen } p \cdot \text{cos } c - \text{sen } c \cdot \text{cos } p \cdot \text{cos } t_1}{\text{sen } c \cdot \text{sen } p \cdot \text{sen } t_1} = - \frac{\text{sen } z \cdot \text{cos } Ap}{\text{sen } c \cdot \text{sen } p \cdot \text{sen } t_1}$$

$$= - \frac{\text{sen } t_1 \cdot \text{cos } Ap}{\text{sen } Ap \cdot \text{sen } p \cdot \text{sen } t_1} = - \frac{1}{\text{cos } \delta \cdot \text{tg } Ap}$$

Donde:

$$\Delta t_1 = - \frac{\Delta p}{\text{cos } \delta \cdot \text{tg } Ap} \dots\dots\dots(4)$$

Pela expressão (4) verifica-se que Δt_1 será nulo quando:

$$\delta = 0^\circ \text{ e } Ap = 90^\circ$$

d. CONCLUSÕES

Como foi verificado, as expressões:

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta \varphi}{\text{cos } \varphi \cdot \text{tg } Z}$$

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta a}{\text{sen } Z \cdot \text{cos } \varphi}$$

$$\Delta t_1 = - \frac{\Delta p}{\text{cos } \delta \cdot \text{tg } Ap}$$

indicam que o erro cometido na determinação da Longitude será mínimo quando $\varphi = 0^\circ$, $\delta = 0^\circ$, $Z = 90^\circ$ e $Ap = 90^\circ$, isto é, nas baixas Latitudes, corte do 1º vertical, na máxima digressão ou observando astros de pequena declinação, como o Sol, por exemplo.

2 CONDIÇÕES PARA QUE HAJA MÁXIMA DIGRESSÃO

Consideremos um astro M (figura 26.3, no corpo do Capítulo) que não cruza o primeiro vertical em seu movimento diurno. Então, à medida que M descreve seu arco diurno em torno de Pn, o Ângulo no Zênite (Z), relativo a M, varia entre 0° e um valor máximo (Z max), para Leste e para Oeste do meridiano do observador.

Quando $Z = Z \text{ max}$, diz-se que o astro está em elongação máxima ou máxima digressão. No momento da elongação máxima, o vertical do astro é tangente ao círculo diurno por ele descrito, daí resultando tornar-se retângulo em M o triângulo esférico

de posição. Depreende-se, portanto, que, na máxima digressão do astro, o ângulo paralático é igual a 90°.

Com auxílio das figuras 26.3 e 26.4 (no corpo do Capítulo) as seguintes relações podem ser estabelecidas:

$$\cos t_1 = \operatorname{tg} p \cdot \operatorname{cotg} c \quad \cos t_1 = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \delta} \dots\dots\dots(1)$$

$$\operatorname{sen} p = \operatorname{sen} Z \cdot \operatorname{sen} c \quad \operatorname{sen} Z = \frac{\operatorname{cos} \delta}{\operatorname{cos} \varphi} \dots\dots\dots(2)$$

$$\operatorname{cos} c = \operatorname{cos} z \cdot \operatorname{cos} p \quad \operatorname{cos} z = \frac{\operatorname{sen} \varphi}{\operatorname{sen} \delta} \dots\dots\dots(3)$$

A simples vista da figura 26.3 permite-nos deduzir que as expressões (1), (2) e (3) são válidas apenas para o caso de termos $\varphi \leq \delta$ e ambas do mesmo nome. Estas são, assim, as condições necessárias para que um astro possa ser observado em máxima digressão.

3 PREVISÃO DA HORA E ALTURA DA MÁXIMA DIGRESSÃO

As expressões

$\cos t_1 = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \delta} \quad \text{e} \quad \cos z = \frac{\operatorname{sen} \varphi}{\operatorname{sen} \delta}$
--

fornecendo o ângulo no pólo e a distância zenital correspondentes à máxima digressão do astro, permitem-nos resolver o problema da previsão da hora e da altura em que ocorrerá o evento.

A principal dificuldade no cálculo desses elementos é determinar a Declinação do astro e a Latitude estimada, pois, como sabemos, essas coordenadas devem ser obtidas para o instante da máxima digressão, instante este que é uma incógnita.

Como primeira aproximação, estima-se a Latitude para 1 hora depois do nascer do Sol, se for de manhã, ou para 1 hora antes do pôr, se for à tarde; para a HMG correspondente ao instante escolhido, tira-se, do Almanaque Náutico, a Declinação. Com a Latitude e a Declinação assim obtidas, calcula-se t_1 . Em geral, uma única aproximação é suficiente para se ter a hora aproximada da circunstância favorável. O ângulo no pólo obtido é transformado em Hora Legal. Então, neste instante e altura previstos, o navegante observa o Sol para cálculo da Longitude em circunstância favorável.

EXEMPLO:

Às 0550 (Hleg do nascer do Sol) do dia 2 de janeiro de 1993, encontrava-se o NHi "SIRIUS" na posição estimada Latitude 08° 36,0' S e Longitude 031° 06,0' W, navegando no rumo 230°, com a velocidade de 10 nós.

Deseja-se saber:

- a. Se haveria máxima digressão do Sol na manhã desse dia.
- b. No caso de resposta afirmativa no item anterior, em que instante legal (aproximado) mais favorável para o cálculo da Longitude deveria o Sol ser observado.
- c. Qual a altura aproximada do Sol no instante de sua máxima digressão.

SOLUÇÃO:

- a. $\varphi_e \cong 08^\circ S$ $\delta > \varphi$ e do mesmo nome:
 $\delta_\odot \cong 23^\circ S$ a máxima digressão certamente ocorreria

b. Cálculo da Declinação para 1 hora após o nascer do Sol:

Dia 02/01/1993
 HMG = 0850
 $\delta_\odot = 22^\circ 54,0'S$

c. Cálculo da posição do navio para 1 hora após o nascer do Sol

Posição do navio às 0550: $\varphi_e = 08^\circ 36,0' S$
 $\lambda_e = 031^\circ 06,0' W$

Com o auxílio das Tábuas para Navegação Estimada, calcularemos a posição do navio para as 0650:

Na Tábua III, entrando com $R = 230^\circ$ e $dist = 10'$, obtemos $\Delta\varphi = 6,4' S$ e $ap = 7,7' W$.

$$\begin{array}{r} \varphi_1 = 08^\circ 36,0' S \\ \Delta\varphi = \quad 6,4' S \\ \hline \varphi_2 = 08^\circ 42,4' S \\ \varphi_1 = 08^\circ 36,0' S \\ \hline \varphi_m = 08^\circ 39,2' S \end{array}$$

Na Tábua IV, entrando com $\varphi_m = 08^\circ 39,2' S$ e $ap = 7,7' W$, obtemos $\Delta\lambda = 7,8' W$.

$$\begin{array}{r} \lambda_1 = 031^\circ 06,0' W \\ \Delta\lambda = \quad 7,8' W \\ \hline \lambda_2 = 031^\circ 13,8' W \end{array}$$

d. Cálculo de t_1 para as 0650 (Hleg):

$$\cos t_1 = \frac{\text{tg } \varphi}{\text{tg } \delta} \rightarrow t_1 = 68^\circ 44,6' E$$

e. Cálculo da Hora Legal aproximada em que o Sol deveria ser observado:

$$\begin{array}{r}
 t_1 = 68^\circ 44,6' \text{ E} \\
 t = 291^\circ 15,4' \\
 \lambda = 031^\circ 13,8' \text{ W} \\
 \hline
 tG = 322^\circ 29,2' \\
 313^\circ 58,8' \dots\dots\dots \text{HMG} = 09^{\text{h}} 00,0^{\text{m}} \dots\dots (\text{A.N.}) \\
 08^\circ 30,4' \dots\dots\dots \phantom{\text{HMG}} = 34,0^{\text{m}} \dots\dots (\text{A.N.}) \\
 \hline
 \text{HMG} = 09^{\text{h}} 34,0^{\text{m}} \\
 f = 02^{\text{h}} \quad (\text{O}) \\
 \hline
 \text{Hleg} = 07^{\text{h}} 34,0^{\text{m}} \\
 = 0734
 \end{array}$$

f. Cálculo da altura aproximada do Sol no instante de sua máxima digressão:

$$\cos z = \frac{\text{sen } \varphi}{\text{sen } \delta} \quad \text{ou} \quad \text{sen } a = \text{sen } \varphi \cdot \text{cosec } \delta$$

$$a = 22^\circ 53,6'$$

4 CONDIÇÕES PARA QUE HAJA CORTE DO 1º VERTICAL

No instante da passagem de um astro pelo 1º vertical (figura 26A.1) tem-se $Z = 90^\circ$, isto é, o triângulo de posição é retângulo no Zênite.

Então, do triângulo assim formado, tem-se:

$$\cos t_1 = \cotg p \cdot \tg c = \tg \delta \cdot \cotg \varphi$$

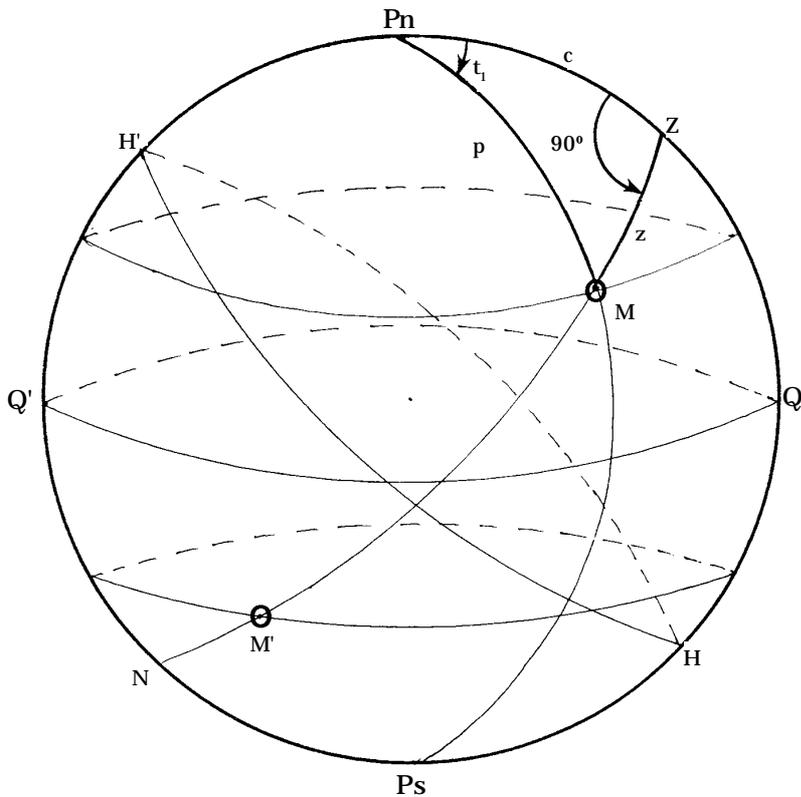
$$\cos p = \cos z \cdot \cos c \quad \therefore \text{sen } a = \frac{\text{sen } \delta}{\text{sen } \varphi}$$

ou: $\text{sen } a = \text{sen } \delta \cdot \text{cosec } \varphi$

Do exame da figura 26A.1 conclui-se, ainda, que, para que o corte do 1º vertical ocorra acima do horizonte do observador, é necessário que se tenha $\delta < \varphi$ e ambas do mesmo nome, porque, se fossem de nomes contrários, como no caso do astro M', o corte do 1º vertical seria invisível, ocorrendo abaixo do horizonte.

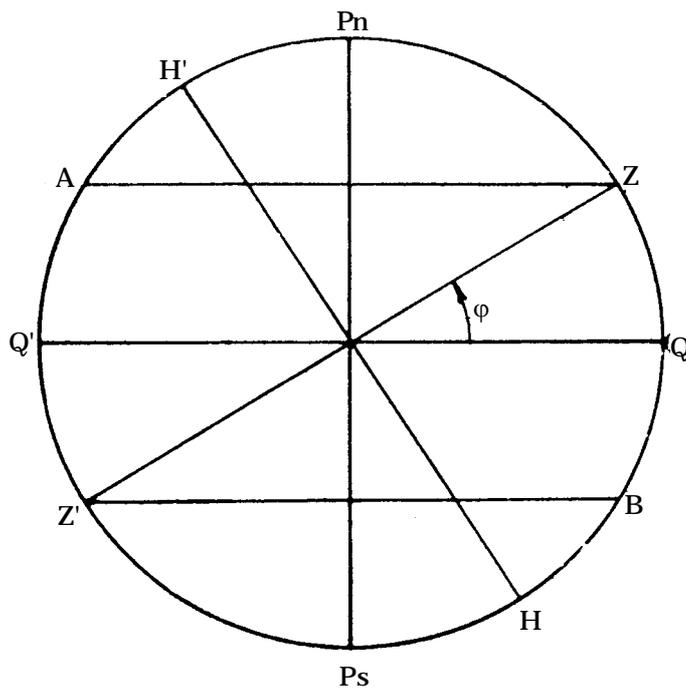
Representemos em projeção ortogonal, sobre o meridiano local, o equador QQ', o horizonte HH', o eixo do mundo PnPs, o 1º vertical ZZ' e os paralelos de declinação ZA e Z'B, conforme mostra a figura 26A.2.

Figura 26A.1 – Condições para Corte do 1º Vertical



LATITUDE MAIOR QUE A DECLINAÇÃO E AMBAS DO MESMO NOME.

Figura 26A.2



A vista dessa figura permite-nos chegar a algumas conclusões a respeito do instante em que a observação do Sol seria favorável ao cálculo da Longitude, bastando que imaginemos, no sistema de projeção adotado, que o observador e o astro ocupem as posições figuradas nos casos mencionados em seguida.

1ª. Latitude do observador e Declinação do astro iguais a zero.

A observação poderá ser efetuada em qualquer instante, entre o nascer e o pôr, pois o Sol percorre o primeiro vertical, não sendo conveniente a observação estando o astro com menos de 15° de altura.

2ª. Latitude ou Declinação igual a zero.

A observação deverá ser efetuada nas proximidades do horizonte. Contudo, devido aos erros causados pela refração, a altura não deverá ser inferior a 15°.

3ª. Latitude maior que a Declinação e de nomes opostos.

O corte do 1º vertical ocorrerá abaixo do horizonte, tornando impraticável a observação.

4ª. Latitude maior que a Declinação e ambas do mesmo nome.

A observação deverá ser efetuada no instante da passagem do astro pelo 1º vertical.

5ª. Latitude menor que a Declinação e de nomes opostos.

A máxima digressão ocorrerá abaixo do horizonte.

6ª. Latitude menor que a Declinação e ambas do mesmo nome.

A observação deverá ser efetuada no instante da máxima digressão.

5 PREVISÃO DA HORA E ALTURA DO CORTE DO 1º VERTICAL

As expressões $\cos t_1 = \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{cotg} \varphi$ e $\operatorname{sen} a = \operatorname{sen} \delta \cdot \operatorname{cosec} \varphi$, fornecendo o ângulo no pólo e a altura do astro no instante do corte do 1º vertical, permitem-nos resolver o problema da previsão da hora e da altura em que ocorrerá o evento. A rapidez no cálculo é conseguida pela Tábua “HORA MAIS FAVORÁVEL PARA OBSERVAÇÃO DA LONGITUDE”, reproduzida nas figuras 26A.3 e 26A.4, que nos dá o valor de t_1 em função da Latitude e da Declinação. Já a Tábua “ALTURA DO ASTRO NO CORTE DO PRIMEIRO VERTICAL”, reproduzida nas figuras 26A.5 e 26A.6, fornece o valor de a em função desses mesmos argumentos de entrada (Lat e Dec). Ambas as tábuas resolvem o triângulo esférico de posição retângulo em Z.

A determinação da Declinação do astro e da Latitude estimada a serem utilizadas como argumentos de entrada nas Tábuas acima mencionadas é feita da mesma maneira já explicada no Artigo 3.

EXEMPLO:

Às 1400 (Hleg) do dia 02 de maio de 1993, o Encarregado de Navegação do CT “PARANÁ” estimou que o seu navio, na hora do pôr-do-Sol (1914), estaria na posição Latitude 37° 21,5' N e Longitude 144° 19,0' E. O CT “PARANÁ” navegava no rumo 160°, com a velocidade de 18 nós.

Figura 26A.3

HORA MAIS FAVORÁVEL PARA OBSERVAÇÃO DA LONGITUDE (ASTRO NO PRIMEIRO VERTICAL OU EM MÁXIMA DIGRESSÃO)													
Lat.	Declinação de mesmo nome que a Latitude												
	0°	2°	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°
°	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.
0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0
1	6 0	4 0	5 2	5 22	5 31	5 37	5 41	5 44	5 46	5 48	5 49	5 50	5 51
2	6 0	0 0	4 0	4 42	5 2	5 14	5 22	5 28	5 32	5 35	5 38	5 40	5 42
3	6 0	3 13	2 46	4 0	4 32	4 51	5 3	5 11	5 18	5 23	5 27	5 30	5 33
4	6 0	4 0	0 0	3 13	4 1	4 27	4 43	4 55	5 4	5 10	5 16	5 20	5 24
5	6 0	4 26	2 28	2 15	3 26	4 1	4 23	4 38	4 49	4 58	5 4	5 10	5 15
6	6 0	4 42	3 13	0 0	2 46	3 34	4 1	4 20	4 34	4 45	4 53	5 0	5 5
7	6 0	4 54	3 41	2 5	1 56	3 3	3 39	4 2	4 19	4 31	4 41	4 49	4 56
8	6 0	5 2	4 1	2 46	0 0	2 29	3 14	3 43	4 3	4 17	4 29	4 39	4 46
9	6 0	5 9	4 15	3 14	1 50	1 44	2 47	3 22	3 46	4 3	4 17	4 28	4 37
10	6 0	5 14	4 27	3 34	2 29	0 0	2 16	3 0	3 28	3 49	4 4	4 16	4 27
11	6 0	5 19	4 36	3 49	2 55	1 40	1 35	2 35	3 9	3 33	3 51	4 5	4 16
12	6 0	5 22	4 43	4 1	3 14	2 16	0 0	2 6	2 49	3 17	3 37	3 53	4 6
13	6 0	5 25	4 49	4 12	3 30	2 41	1 32	1 29	2 26	2 59	3 23	3 41	3 55
14	6 0	5 28	4 55	4 20	3 43	3 0	2 6	0 0	1 58	2 40	3 7	3 28	3 44
15	6 0	5 30	4 59	4 28	3 53	3 15	2 30	1 26	1 23	2 18	2 50	3 14	3 32
16	6 0	5 32	5 4	4 34	4 3	3 28	2 49	1 58	0 0	1 52	2 32	2 59	3 20
17	6 0	5 34	5 7	4 40	4 11	3 39	3 4	2 21	1 21	1 19	2 11	2 43	3 7
18	6 0	5 35	5 10	4 45	4 17	3 49	3 17	2 40	1 52	0 0	1 47	2 26	2 53
19	6 0	5 37	5 13	4 49	4 24	3 57	3 28	2 54	2 14	1 17	1 16	2 6	2 37
20	6 0	5 38	5 16	4 53	4 29	4 4	3 37	3 7	2 32	1 47	0 0	1 43	2 21
21	6 0	5 39	5 18	4 56	4 34	4 11	3 46	3 18	2 47	2 9	1 14	1 13	2 2
22	6 0	5 40	5 20	5 0	4 39	4 16	3 53	3 28	2 59	2 26	1 43	0 0	1 39
23	6 0	5 41	5 22	5 3	4 43	4 22	4 0	3 36	3 10	2 40	2 4	1 11	1 10
24	6 0	5 42	5 24	5 5	4 46	4 27	4 6	3 44	3 20	2 53	2 21	1 39	0 0
25	6 0	5 43	5 26	5 8	4 50	4 31	4 12	3 51	3 28	3 3	2 35	2 0	1 9
26	6 0	5 44	5 27	5 10	4 53	4 35	4 17	3 57	3 36	3 13	2 47	2 16	1 36
27	6 0	5 44	5 28	5 12	4 56	4 39	4 21	4 3	3 43	3 22	3 0	2 30	1 56
28	6 0	5 45	5 30	5 14	4 59	4 43	4 26	4 8	3 49	3 29	3 7	2 42	2 13
29	6 0	5 46	5 31	5 16	5 1	4 46	4 30	4 13	3 55	3 36	3 16	2 53	2 26
30	6 0	5 46	5 32	5 18	5 4	4 49	4 34	4 18	4 1	3 43	3 24	3 2	2 38
31	6 0	5 47	5 33	5 20	5 6	4 52	4 37	4 22	4 6	3 49	3 31	3 11	2 49
32	6 0	5 47	5 34	5 21	5 8	4 54	4 40	4 26	4 11	3 55	3 38	3 19	2 58
33	6 0	5 48	5 35	5 23	5 10	4 57	4 44	4 30	4 15	4 0	3 44	3 26	3 6
34	6 0	5 48	5 36	5 24	5 12	4 59	4 47	4 33	4 19	4 5	3 49	3 33	3 15
35	6 0	5 49	5 37	5 25	5 14	5 2	4 49	4 37	4 23	4 9	3 55	3 39	3 22
36	6 0	5 49	5 38	5 27	5 15	5 4	4 52	4 40	4 27	4 14	4 0	3 45	3 29
37	6 0	5 49	5 39	5 28	5 17	5 6	4 54	4 43	4 31	4 18	4 4	3 50	3 35
38	6 0	5 50	5 39	5 29	5 19	5 8	4 57	4 46	4 34	4 22	4 9	3 55	3 41
39	6 0	5 50	5 40	5 30	5 20	5 10	4 59	4 48	4 37	4 25	4 13	4 0	3 47
40	6 0	5 50	5 41	5 31	5 21	5 11	5 1	4 51	4 40	4 29	4 17	4 5	3 52
41	6 0	5 51	5 42	5 32	5 23	5 13	5 3	4 53	4 43	4 32	4 21	4 9	3 57
42	6 0	5 51	5 42	5 33	5 24	5 15	5 5	4 56	4 46	4 35	4 25	4 13	4 1
43	6 0	5 51	5 43	5 34	5 25	5 16	5 7	4 58	4 48	4 38	4 28	4 17	4 6
44	6 0	5 52	5 43	5 35	5 27	5 18	5 9	5 0	4 51	4 41	4 31	4 21	4 10
45	6 0	5 52	5 44	5 36	5 28	5 19	5 11	5 2	4 53	4 44	4 35	4 25	4 14
46	6 0	5 52	5 45	5 37	5 29	5 21	5 13	5 4	4 56	4 47	4 38	4 28	4 18
47	6 0	5 53	5 45	5 38	5 30	5 22	5 14	5 6	4 58	4 49	4 41	4 31	4 22
48	6 0	5 53	5 46	5 38	5 31	5 23	5 16	5 8	5 0	4 52	4 43	4 35	4 25
49	6 0	5 53	5 46	5 39	5 32	5 25	5 17	5 10	5 2	4 54	4 46	4 38	4 29
50	6 0	5 53	5 47	5 40	5 33	5 26	5 19	5 12	5 4	4 57	4 49	4 41	4 32
52	6 0	5 54	5 47	5 41	5 35	5 28	5 22	5 15	5 8	5 1	4 54	4 46	4 39
54	6 0	5 54	5 48	5 42	5 37	5 31	5 24	5 18	5 12	5 5	4 59	4 52	4 45
56	6 0	5 55	5 49	5 44	5 38	5 33	5 27	5 21	5 15	5 9	5 3	4 57	4 50
58	6 0	5 55	5 50	5 45	5 40	5 35	5 29	5 24	5 19	5 13	5 7	5 2	4 55
60	6 0	5 55	5 51	5 46	5 41	5 37	5 32	5 27	5 22	5 17	5 11	5 6	5 0
62	6 0	5 56	5 51	5 47	5 43	5 38	5 34	5 30	5 25	5 20	5 15	5 10	5 5
64	6 0	5 56	5 52	5 48	5 44	5 40	5 36	5 32	5 28	5 24	5 19	5 15	5 10
66	6 0	5 56	5 53	5 49	5 46	5 42	5 38	5 35	5 31	5 27	5 23	5 19	5 14
68	6 0	5 57	5 54	5 50	5 47	5 44	5 40	5 37	5 33	5 30	5 26	5 22	5 19
70	6 0	5 57	5 54	5 51	5 48	5 45	5 42	5 39	5 36	5 33	5 30	5 26	5 23

Figura 26A.4

HORA MAIS FAVORÁVEL PARA OBSERVAÇÃO DA LONGITUDE (ASTRO NO PRIMEIRO VERTICAL OU EM MÁXIMA DIGRESSÃO)													
Lat. °	Declinação de mesmo nome que a Latitude												
	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°
	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.
0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0
1	5 52	5 52	5 53	5 54	5 54	5 54	5 55	5 55	5 56	5 56	5 56	5 56	5 57
2	5 44	5 45	5 46	5 47	5 48	5 49	5 50	5 50	5 51	5 52	5 52	5 53	5 53
3	5 35	5 37	5 39	5 41	5 42	5 43	5 45	5 46	5 47	5 48	5 48	5 49	5 50
4	5 27	5 30	5 32	5 34	5 36	5 38	5 39	5 41	5 42	5 43	5 45	5 46	5 47
5	5 19	5 22	5 25	5 28	5 30	5 32	5 34	5 36	5 38	5 39	5 41	5 42	5 43
6	5 10	5 14	5 18	5 21	5 24	5 27	5 29	5 31	5 33	5 35	5 37	5 38	5 40
7	5 2	5 7	5 11	5 15	5 18	5 21	5 24	5 26	5 29	5 31	5 33	5 35	5 36
8	4 53	4 59	5 4	5 8	5 12	5 15	5 19	5 21	5 24	5 27	5 29	5 31	5 33
9	4 44	4 51	4 56	5 1	5 6	5 10	5 13	5 16	5 19	5 22	5 25	5 27	5 29
10	4 35	4 43	4 49	4 54	4 59	5 4	5 8	5 11	5 15	5 18	5 21	5 23	5 26
11	4 26	4 34	4 41	4 48	4 53	4 58	5 2	5 6	5 10	5 14	5 17	5 20	5 22
12	4 17	4 26	4 34	4 40	4 47	4 52	4 57	5 1	5 5	5 9	5 13	5 16	5 19
13	4 7	4 17	4 26	4 33	4 40	4 46	4 51	4 56	5 1	5 5	5 8	5 12	5 15
14	3 57	4 8	4 18	4 26	4 33	4 40	4 46	4 51	4 56	5 0	5 4	5 8	5 12
15	3 47	3 59	4 9	4 18	4 26	4 33	4 40	4 46	4 51	4 56	5 0	5 4	5 8
16	3 36	3 49	4 1	4 11	4 19	4 27	4 34	4 40	4 46	4 51	4 56	5 0	5 4
17	3 25	3 40	3 52	4 3	4 12	4 20	4 28	4 35	4 41	4 46	4 51	4 56	5 1
18	3 13	3 29	3 43	3 55	4 5	4 14	4 22	4 29	4 35	4 41	4 47	4 52	4 57
19	3 0	3 19	3 34	3 46	3 57	4 7	4 15	4 23	4 30	4 36	4 42	4 48	4 53
20	2 47	3 7	3 24	3 38	3 49	4 0	4 9	4 17	4 25	4 31	4 38	4 43	4 49
21	2 32	2 55	3 13	3 28	3 41	3 52	4 2	4 11	4 19	4 26	4 33	4 39	4 45
22	2 16	2 42	3 2	3 19	3 33	3 45	3 55	4 5	4 13	4 21	4 28	4 35	4 41
23	1 58	2 28	2 51	3 9	3 24	3 37	3 48	3 58	4 7	4 16	4 23	4 30	4 37
24	1 36	2 13	2 38	2 58	3 15	3 29	3 41	3 52	4 1	4 10	4 18	4 25	4 32
25	1 8	1 55	2 25	2 47	3 5	3 20	3 33	3 45	3 55	4 5	4 13	4 21	4 28
26	0 0	1 34	2 9	2 35	2 55	3 11	3 25	3 38	3 49	3 59	4 8	4 16	4 23
27	1 7	1 6	1 52	2 21	2 44	3 2	3 17	3 30	3 42	3 53	4 2	4 11	4 19
28	1 34	0 0	1 32	2 7	2 32	2 52	3 8	3 23	3 35	3 46	3 56	4 6	4 14
29	1 53	1 6	1 5	1 50	2 19	2 41	2 59	3 15	3 28	3 40	3 50	4 0	4 9
30	2 9	1 32	0 0	1 30	2 5	2 30	2 49	3 6	3 20	3 33	3 44	3 55	4 4
31	2 23	1 51	1 4	1 4	1 48	2 17	2 39	2 57	3 13	3 26	3 38	3 49	3 59
32	2 35	2 7	1 30	0 0	1 28	2 3	2 28	2 47	3 4	3 19	3 32	3 43	3 54
33	2 45	2 20	1 49	1 3	1 3	1 47	2 15	2 37	2 55	3 11	3 25	3 37	3 48
34	2 55	2 32	2 5	1 28	0 0	1 27	2 1	2 26	2 46	3 3	3 17	3 30	3 42
35	3 3	2 42	2 18	1 47	1 2	1 2	1 45	2 14	2 36	2 54	3 10	3 24	3 36
36	3 11	2 52	2 30	2 3	1 27	0 0	1 26	2 0	2 25	2 45	3 2	3 17	3 30
37	3 19	3 0	2 40	2 16	1 46	1 2	1 1	1 44	2 13	2 35	2 53	3 9	3 23
38	3 25	3 8	2 49	2 28	2 1	1 26	0 0	1 26	1 59	2 24	2 44	3 1	3 16
39	3 32	3 16	2 58	2 38	2 14	1 45	1 1	1 1	1 44	2 12	2 34	2 53	3 9
40	3 38	3 23	3 6	2 47	2 26	2 0	1 26	0 0	1 25	1 59	2 23	2 44	3 1
41	3 43	3 29	3 14	2 56	2 36	2 13	1 44	1 1	1 0	1 43	2 12	2 34	2 53
42	3 49	3 35	3 20	3 4	2 46	2 25	1 59	1 25	0 0	1 25	1 58	2 23	2 44
43	3 54	3 41	3 27	3 12	2 55	2 35	2 12	1 43	1 0	1 0	1 43	2 12	2 34
44	3 59	3 46	3 33	3 19	3 4	2 45	2 24	1 59	1 25	0 0	1 25	1 58	2 23
45	4 3	3 52	3 39	3 25	3 10	2 54	2 34	2 12	1 43	1 0	1 0	1 43	2 12
46	4 8	3 56	3 44	3 32	3 17	3 2	2 44	2 23	1 58	1 25	0 0	1 25	1 59
47	4 12	4 1	3 50	3 37	3 24	3 9	2 53	2 34	2 12	1 43	1 0	1 0	1 43
48	4 16	4 6	3 55	3 43	3 30	3 17	3 1	2 44	2 23	1 58	1 25	0 0	1 25
49	4 20	4 10	4 0	3 48	3 36	3 23	3 9	2 53	2 34	2 12	1 43	1 0	1 0
50	4 23	4 14	4 4	3 54	3 42	3 30	3 16	3 1	2 44	2 23	1 59	1 25	0 0
52	4 30	4 22	4 13	4 3	3 53	3 42	3 30	3 16	3 1	2 44	2 24	1 59	1 26
54	4 37	4 29	4 21	4 12	4 3	3 53	3 42	3 30	3 17	3 2	2 45	2 25	2 0
56	4 43	4 36	4 28	4 20	4 12	4 3	3 53	3 42	3 30	3 17	3 3	2 46	2 26
58	4 49	4 42	4 35	4 28	4 20	4 12	4 3	3 54	3 43	3 32	3 19	3 4	2 47
60	4 55	4 48	4 42	4 35	4 28	4 21	4 13	4 4	3 55	3 44	3 33	3 20	3 6
62	5 0	4 54	4 48	4 42	4 36	4 29	4 22	4 14	4 6	3 56	3 46	3 35	3 23
64	5 5	5 0	4 55	4 49	4 43	4 37	4 30	4 23	4 16	4 8	3 59	3 49	3 38
66	5 10	5 5	5 0	4 55	4 50	4 45	4 39	4 32	4 25	4 18	4 10	4 1	3 52
68	5 15	5 10	5 6	5 2	4 57	4 52	4 46	4 41	4 35	4 28	4 21	4 13	4 5
70	5 19	5 15	5 11	5 7	5 3	4 59	4 54	4 49	4 43	4 38	4 31	4 22	4 17

Figura 26A.5

ALTURA DO ASTRO NO CORTE DO 1º VERTICAL (OU EM MÁXIMA DIGRESSÃO)													
Lat.	Declinação de mesmo nome que a Latitude												
	0°	2°	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°
0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
1	0 0	30 0	14 29	9 37	7 12	5 46	4 49	4 8	3 38	3 14	2 55	2 40	2 28
2	0 0	90 0	30 1	19 30	14 31	11 36	9 40	8 18	7 16	6 29	5 51	5 21	4 55
3	0 0	41 49	48 37	30 3	22 5	17 32	14 35	12 30	10 57	9 45	8 48	8 2	7 24
4	0 0	30 1	90 0	41 52	30 5	23 41	19 36	16 45	14 40	13 3	11 46	10 44	9 53
5	0 0	23 36	53 10	56 30	38 46	30 8	24 47	21 7	18 26	16 23	14 46	13 27	12 22
6	0 0	19 30	41 52	90 0	48 41	37 1	30 11	25 36	22 17	19 46	17 48	16 12	14 53
7	0 0	16 38	34 55	59 4	61 7	44 34	35 53	30 15	26 14	23 14	20 52	18 59	17 26
8	0 0	14 31	30 5	48 41	90 0	53 16	42 1	35 7	30 20	26 46	24 1	21 49	20 1
9	0 0	12 53	26 29	41 56	62 50	64 16	48 48	40 17	34 35	30 25	27 13	24 41	22 37
10	0 0	11 36	23 41	37 1	53 16	90 0	56 38	45 52	39 3	34 11	30 31	27 37	25 16
11	0 0	10 32	21 27	33 13	46 50	65 31	63 36	52 4	43 48	38 8	33 55	30 37	27 59
12	0 0	9 40	19 36	30 11	42 1	56 38	90 0	59 15	48 58	42 17	37 26	33 43	30 45
13	0 0	8 56	18 4	27 41	38 13	50 32	67 33	68 25	54 42	46 43	41 8	36 54	33 35
14	0 0	8 18	16 45	25 36	35 7	45 52	59 15	90 0	61 22	51 32	45 1	40 14	36 30
15	0 0	7 45	15 38	23 49	32 32	42 8	53 27	69 11	69 53	56 53	49 11	43 42	39 31
16	0 0	7 16	14 40	22 17	30 20	39 3	48 58	61 22	90 0	63 7	53 42	47 22	42 40
17	0 0	6 51	13 43	20 57	28 26	36 26	45 20	55 50	70 31	71 7	58 45	51 18	45 57
18	0 0	6 29	13 3	19 46	26 46	34 11	42 17	51 32	63 7	90 0	64 37	55 35	49 27
19	0 0	6 9	12 22	18 44	25 18	32 14	39 41	48 0	57 51	71 39	72 9	60 21	53 10
20	0 0	5 51	11 46	17 48	24 1	30 31	37 26	45 1	53 42	64 37	90 0	65 55	57 14
21	0 0	5 35	11 13	16 57	22 51	28 59	35 28	42 28	50 17	59 34	72 38	73 4	61 47
22	0 0	5 21	10 44	16 12	21 49	27 37	33 43	40 14	47 22	55 35	65 55	90 0	67 5
23	0 0	5 7	10 17	15 31	20 52	26 23	32 9	38 15	44 52	52 16	61 5	73 29	67 53
24	0 0	4 55	9 53	14 53	20 1	25 16	30 45	36 30	42 40	49 27	57 14	67 5	90 0
25	0 0	4 44	9 30	14 19	19 14	24 16	29 28	34 55	40 43	46 59	54 1	62 25	74 16
26	0 0	4 34	9 9	13 48	18 31	23 20	28 19	33 30	38 58	44 49	51 17	58 43	68 5
27	0 0	4 25	8 50	13 19	17 51	22 29	27 15	32 12	37 23	42 54	48 53	55 36	63 37
28	0 0	4 16	8 33	12 52	17 15	21 42	26 17	31 1	35 57	41 10	46 46	52 56	60 3
29	0 0	4 8	8 16	12 27	16 41	20 59	25 24	29 56	34 39	39 36	44 52	50 36	57 2
30	0 0	4 0	8 1	12 4	16 10	20 19	24 34	28 56	33 27	38 10	43 10	48 31	54 26
31	0 0	3 53	7 47	11 43	15 41	19 42	23 49	28 1	32 21	36 52	41 37	46 40	52 10
32	0 0	3 47	7 34	11 23	15 14	19 8	23 6	27 10	31 21	35 40	40 12	44 59	50 9
33	0 0	3 40	7 22	11 4	14 48	18 36	22 26	26 22	30 24	34 34	38 54	43 27	48 18
34	0 0	3 35	7 10	10 46	14 25	18 5	21 50	25 38	29 32	33 33	37 42	42 4	46 39
35	0 0	3 29	6 59	10 30	14 3	17 37	21 15	24 57	28 43	32 36	36 36	40 47	45 11
36	0 0	3 24	6 49	10 16	13 42	17 11	20 43	24 18	27 58	31 43	35 35	39 36	43 46
37	0 0	3 19	6 39	10 0	13 22	16 46	20 13	23 42	27 16	30 54	34 38	38 30	42 31
38	0 0	3 15	6 31	9 47	13 4	16 23	19 44	23 8	26 36	30 8	33 45	37 29	41 20
39	0 0	3 11	6 22	9 34	12 47	16 1	19 18	22 36	25 59	29 25	32 55	36 32	40 16
40	0 0	3 7	6 14	9 22	12 30	15 40	18 52	22 7	25 24	28 44	32 9	35 39	39 15
41	0 0	3 3	6 6	9 10	12 15	15 21	18 29	21 38	24 51	28 6	31 25	34 49	38 18
42	0 0	2 59	5 59	8 59	12 0	15 2	18 6	21 12	24 20	27 30	30 44	34 3	37 25
43	0 0	2 56	5 52	8 49	11 47	14 45	17 45	20 47	23 50	26 57	30 6	33 19	36 36
44	0 0	2 53	5 46	8 39	11 33	14 29	17 25	20 23	23 23	26 25	29 30	32 38	35 49
45	0 0	2 50	5 40	8 30	11 21	14 13	17 6	20 0	22 57	25 55	28 56	31 59	35 6
46	0 0	2 47	5 34	8 21	11 9	13 58	16 48	19 39	22 32	25 26	28 23	31 25	34 25
47	0 0	2 44	5 28	8 13	10 58	13 44	16 31	19 19	22 8	25 0	27 53	30 49	33 47
48	0 0	2 42	5 23	8 5	10 48	13 31	16 15	19 0	21 46	24 34	27 24	30 16	33 12
49	0 0	2 39	5 18	7 58	10 38	13 18	15 59	18 42	21 25	24 10	26 57	29 46	32 35
50	0 0	2 37	5 13	7 51	10 28	13 6	15 45	18 25	21 5	23 47	26 31	29 17	32 4
52	0 0	2 32	5 5	7 37	10 10	12 44	15 18	17 53	20 28	23 5	25 43	28 23	31 7
54	0 0	2 28	4 57	7 25	9 54	12 24	14 54	17 24	19 55	22 27	25 1	27 35	30 10
56	0 0	2 25	4 50	7 15	9 40	12 5	14 31	16 58	19 25	21 53	24 22	26 52	29 22
58	0 0	2 22	4 43	7 5	9 27	11 49	14 11	16 35	18 58	21 22	23 47	26 13	28 39
60	0 0	2 19	4 37	6 56	9 15	11 34	13 53	16 13	18 34	20 54	23 16	25 38	28 0
62	0 0	2 16	4 31	6 47	9 3	11 19	13 37	15 54	18 12	20 29	22 48	25 6	27 26
64	0 0	2 14	4 27	6 41	8 54	11 8	13 23	15 37	17 52	20 7	22 22	24 38	26 54
66	0 0	2 11	4 23	6 34	8 46	10 57	13 9	15 21	17 34	19 46	21 59	24 13	26 26
68	0 0	2 9	4 19	6 28	8 38	10 48	12 57	15 7	17 18	19 28	21 39	23 50	26 1
70	0 0	2 8	4 15	6 23	8 31	10 39	12 47	14 55	17 3	19 12	21 21	23 30	25 39

Figura 26A.6

ALTURA DO ASTRO NO CORTE DO 1º VERTICAL (OU EM MÁXIMA DIGRESSÃO)													
Lat.	Declinação de mesmo nome que a Latitude												
	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°
0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
1	2 17	2 8	2 0	1 53	1 47	1 42	1 37	1 33	1 30	1 26	1 23	1 21	1 18
2	4 34	4 16	4 0	3 47	3 35	3 24	3 15	3 7	2 59	2 53	2 47	2 42	2 37
3	6 51	6 24	6 0	5 40	5 22	5 6	4 53	4 40	4 29	4 19	4 10	4 2	3 55
4	9 9	8 33	8 1	7 34	7 10	6 49	6 31	6 14	5 59	5 46	5 34	5 23	5 12
5	11 28	10 42	10 2	9 28	8 58	8 32	8 8	7 48	7 29	7 12	6 58	6 44	6 32
6	13 48	12 52	12 4	11 23	10 46	10 16	9 47	9 22	8 59	8 39	8 21	8 5	7 51
7	16 8	15 3	14 6	13 18	12 35	11 58	11 25	10 56	10 30	10 6	9 45	9 26	9 9
8	18 31	17 15	16 10	15 14	14 25	13 42	13 4	12 30	12 0	11 33	11 9	10 48	10 28
9	20 54	19 28	18 14	17 10	16 15	15 26	14 43	14 5	13 31	13 1	12 34	12 9	11 47
10	23 20	21 42	20 19	19 8	18 5	17 11	16 23	15 40	15 2	14 29	13 58	13 31	13 6
11	25 48	23 59	22 26	21 6	19 57	18 57	18 3	17 16	16 34	15 57	15 23	14 53	14 25
12	28 19	26 17	24 34	23 6	21 50	20 43	19 44	18 52	18 6	17 25	16 48	16 15	15 45
13	30 52	28 38	26 44	25 7	23 43	22 30	21 26	20 29	19 39	18 54	18 13	17 37	17 5
14	33 30	31 1	28 56	27 10	25 38	24 18	23 8	22 7	21 12	20 23	19 39	19 0	18 25
15	36 11	33 27	31 10	29 14	27 34	26 8	24 52	23 45	22 45	21 53	21 5	20 23	19 5
16	38 58	35 57	33 27	31 21	29 32	27 58	26 36	25 24	24 20	23 23	22 32	21 46	21 5
17	41 50	38 31	35 47	33 29	31 31	29 50	28 21	27 3	25 55	24 53	23 59	23 10	22 25
18	44 49	41 10	38 10	35 40	33 33	31 43	30 8	28 44	27 30	26 25	25 26	24 34	23 47
19	47 58	43 54	40 38	37 54	35 36	33 38	31 56	30 26	29 7	27 57	26 55	25 59	25 9
20	51 17	46 46	43 10	40 12	37 42	35 35	33 45	32 9	20 44	29 30	28 23	27 24	26 31
21	54 50	49 46	45 47	42 33	39 51	37 34	35 36	33 53	32 23	31 3	29 53	28 50	27 54
22	58 43	52 56	48 31	44 59	42 4	39 36	37 29	35 39	34 3	32 38	31 23	30 16	29 17
23	63 2	56 20	51 24	47 30	44 20	41 40	39 24	37 26	35 44	34 14	32 54	31 43	30 40
24	68 6	60 2	54 26	50 8	46 40	43 47	41 21	39 15	37 26	35 50	34 26	33 11	32 4
25	74 36	64 11	57 42	52 54	49 6	45 58	43 21	41 6	39 10	37 28	35 59	34 40	33 29
26	90 0	69 2	61 15	55 49	51 37	48 14	45 24	43 0	40 56	39 8	37 33	36 9	34 54
27	74 56	75 15	65 14	58 57	54 17	50 34	47 31	44 56	42 44	40 49	39 8	37 39	36 21
28	69 2	90 0	69 52	62 22	57 6	53 0	49 41	46 55	44 33	42 31	40 45	39 11	37 48
29	64 43	75 33	75 50	66 11	60 7	55 34	51 57	48 57	46 26	44 16	42 22	40 43	39 16
30	61 15	69 52	90 0	70 39	63 24	58 17	54 18	51 4	48 21	46 2	44 2	42 17	40 45
31	58 20	65 43	76 7	76 23	67 5	61 11	56 47	53 15	50 20	47 51	45 43	43 52	42 15
32	55 49	62 22	70 39	90 0	71 23	64 22	59 24	55 32	52 22	49 43	47 27	45 29	43 46
33	53 36	59 32	66 38	76 39	76 54	67 55	62 12	57 55	54 29	51 38	49 13	47 8	45 19
34	51 37	57 6	63 24	71 23	90 0	72 3	65 16	60 27	56 41	53 37	51 1	48 48	46 53
35	49 51	54 56	60 40	67 30	77 8	77 22	68 42	63 10	59 0	55 40	52 53	50 31	48 29
36	48 14	53 0	58 17	64 22	72 3	90 0	72 42	66 8	61 27	57 48	54 48	52 16	50 7
37	46 45	51 16	56 11	61 42	68 18	77 36	77 49	69 26	64 5	60 2	56 47	54 5	51 47
38	45 24	49 41	54 18	59 24	65 16	72 42	90 0	73 18	66 56	62 25	58 51	55 56	53 29
39	44 9	48 15	52 37	57 24	62 42	69 4	78 2	78 15	70 8	64 57	61 2	57 52	55 14
40	43 0	46 55	51 4	55 32	60 27	66 8	73 18	90 0	73 52	67 43	63 20	59 53	57 3
41	41 56	45 42	49 39	53 53	58 28	63 38	69 47	78 28	78 39	70 49	65 47	61 59	58 55
42	40 56	44 33	48 21	52 22	56 41	61 27	66 56	73 52	90 0	74 25	68 28	64 13	60 52
43	40 0	43 30	47 9	50 59	55 5	59 32	64 31	70 29	78 51	79 3	71 27	66 36	62 55
44	39 8	42 31	46 2	49 43	53 37	57 48	62 25	67 43	74 25	90 0	74 57	69 11	65 4
45	38 19	41 36	45 0	48 32	52 16	56 14	60 32	65 22	71 8	79 14	79 25	72 5	67 23
46	37 33	40 45	44 2	47 27	51 1	54 48	58 51	63 20	68 28	74 57	90 0	75 28	69 53
47	36 50	39 56	43 8	46 26	49 52	53 29	57 20	61 31	66 12	71 46	79 36	79 47	72 42
48	36 9	39 11	42 17	45 29	48 48	52 16	55 56	59 53	64 13	69 11	75 28	90 0	75 57
49	35 31	38 28	41 29	44 36	47 49	51 9	54 40	58 24	62 27	66 59	72 23	79 57	80 8
50	34 54	37 48	40 45	43 46	46 53	50 7	53 29	57 3	60 52	65 4	69 53	75 57	90 0
52	33 48	36 34	39 23	42 16	45 12	48 14	51 23	54 40	58 7	61 50	65 54	70 34	76 25
54	32 49	35 28	38 10	40 55	43 43	46 36	49 33	52 37	55 48	59 10	62 46	66 43	71 14
56	31 55	34 30	37 6	39 44	42 25	45 9	47 57	50 50	53 49	56 55	60 11	63 41	67 31
58	31 8	33 37	36 8	38 40	41 15	43 53	46 33	49 17	52 6	55 0	58 1	61 12	64 36
60	30 25	32 50	35 16	37 44	40 13	42 45	45 19	47 55	50 36	53 20	56 10	59 6	62 12
62	29 46	32 7	34 30	36 53	39 18	41 44	44 13	46 43	49 17	51 53	54 32	57 19	60 11
64	29 11	31 30	33 48	36 8	38 28	40 51	43 14	45 40	48 7	50 37	53 10	55 47	58 28
66	28 41	30 55	33 11	35 27	37 45	40 3	42 22	44 43	47 6	49 30	51 57	54 26	56 59
68	28 13	30 26	32 38	34 51	37 6	39 20	41 36	43 53	46 12	48 31	50 53	53 16	55 43
70	27 48	29 59	32 9	34 20	36 31	38 43	40 56	43 10	45 24	47 40	49 57	52 16	54 36

Deseja-se saber:

- a. Em que circunstância favorável para o cálculo da Longitude deveria o Sol ser observado na tarde desse dia.
- b. Se houve corte do 1º vertical, em que Hora Legal aproximada deve ter ocorrido.
- c. Qual a altura aproximada do Sol no instante do corte do 1º vertical.

SOLUÇÃO:

a. $\varphi_e \cong 37^\circ \text{ N}$

$$\delta_{\odot} \cong 15^\circ \text{ N}$$

$\varphi > \delta$ e ambas do mesmo nome: haveria, pois, corte do 1º vertical e a observação deveria ser efetuada no instante para o qual foi prevista a ocorrência desta circunstância favorável para o cálculo da Longitude.

b. Cálculo da Declinação para 1 hora antes do pôr-do-Sol:

Hleg (pôr-do-Sol) = 19^h 14^m. Assim, 1 hora antes, Hleg = 18^h 14^m

$$\begin{array}{r} \text{Hleg} = 18^{\text{h}} \ 14^{\text{m}} \\ \underline{\quad \quad \quad} \\ \quad \quad \quad f = 10^{\text{h}} \quad \quad (\text{K}) \\ \hline \text{HMG} = 08^{\text{h}} \ 14^{\text{m}} \end{array} \quad \rightarrow \quad \delta_{\odot} = 15^{\circ} \ 25,1' \ \text{N}$$

c. Cálculo da posição do navio para 1 hora antes do pôr-do-Sol:

Posição do navio às 1914: $\varphi_e = 37^\circ \ 21,5' \ \text{N}$

$$\lambda_e = 144^\circ \ 19,0' \ \text{E}$$

Com auxílio das Tábuas para Navegação Estimada, teremos:

Na Tábua III, entrando com R = 160° e dist = 18', obtemos $\Delta\varphi = 16,9' \ \text{S}$ e $ap = 6,2' \ \text{E}$.

$$\begin{array}{r} \varphi_1 = 37^\circ \ 21,5' \ \text{N} \\ \Delta\varphi = \quad \quad 16,9' \ \text{S} \\ \hline \varphi_2 = 37^\circ \ 38,4' \ \text{N} \\ \varphi_1 = 37^\circ \ 21,5' \ \text{N} \\ \hline \varphi_m = 37^\circ \ 30,0' \ \text{N} \end{array}$$

Na Tábua IV, entrando com $\varphi_m = 37^\circ \ 30,0' \ \text{N}$ e $ap = 6,2' \ \text{E}$, obtemos $\Delta\lambda = 7,8' \ \text{E}$.

$$\begin{array}{r} \lambda_1 = 144^\circ \ 19,0' \ \text{E} \\ \Delta\lambda = \quad \quad \quad 7,8' \ \text{E} \\ \hline \lambda_2 = 144^\circ \ 11,2' \ \text{E} \end{array}$$

Posição do navio às 1814: $\varphi_e = 37^\circ \ 38,4' \ \text{N}$

$$\lambda_e = 144^\circ \ 11,2' \ \text{E}$$

d. Cálculo da Hora Legal aproximada do corte do 1^a vertical:

$$\varphi_e = 37^\circ 38,4' \text{ N} \quad \text{Tábua da figura 26A.3: } t_1 = 4^h 37^m \text{ W}$$

$$\delta_\odot = 15^\circ 25,1' \text{ N}$$

$$\begin{array}{r} \text{HML (pmd Sol)} = 11^h 57^m \\ t_1 = 4^h 37^m \text{ W} \\ \hline \text{HML} = 16^h 34^m \\ \lambda = 09^h 37^m \text{ (E)} \\ \hline \text{HMG} = 06^h 57^m \\ \text{Fuso} = 10^h \quad \text{(K)} \\ \hline \text{Hleg} = 16^h 57^m \end{array}$$

e. Cálculo da altura aproximada do Sol no instante do corte do 1^o vertical:

$$\varphi_e = 37^\circ 38,4' \text{ N} \quad \text{Tábua da figura 26A.5: } a = 25^\circ 42,0'$$

$$\delta_\odot = 15^\circ 25,1' \text{ N}$$

OBSERVAÇÃO:

Além de serem empregadas para cálculo da hora e da altura aproximada em que ocorrerá corte do primeiro vertical, as Tábuas “HORA MAIS FAVORÁVEL PARA OBSERVAÇÃO DA LONGITUDE” e “ALTURA DO ASTRO NO CORTE DO PRIMEIRO VERTICAL” (reproduzidas nas figuras 26A.3 a 26A.6) também podem ser usadas para previsão da hora aproximada e altura em que o astro estará em máxima digressão (elongação máxima), o que, como vimos, ocorre quando δ e φ são de mesmo nome e $\delta \geq \varphi$. Para ilustrar, vamos resolver o exemplo já solucionado no Artigo 3, com o auxílio das referidas Tábuas.

No exemplo em questão, temos

- a. $\varphi_e = 08^\circ 42,4' \text{ S}$ $\delta > \varphi$ e do mesmo nome:
 $\delta_\odot = 22^\circ 54,0' \text{ S}$ ocorrerá máxima digressão

b. Determinação da Hora Legal aproximada em que ocorrerá a máxima digressão:

$$\varphi_e = 08^\circ 42,4' \text{ S} \quad \text{Tábua da figura 26A.3: } t_1 = 04^h 35^m \text{ E}$$

$$\delta_\odot = 22^\circ 54,0' \text{ S}$$

$$\begin{array}{r} \text{HML (pmd Sol)} = 12^h 04^m \\ t_1 = 04^h 35^m \text{ E} \\ \hline \text{HML (máxima digressão)} = 07^h 29^m \\ \lambda = 02^h 05^m \text{ W} \\ \hline \text{HMG} = 09^h 34^m \\ \text{fuso} = 02^h \quad \text{(O)} \\ \hline \text{Hleg} = 07^h 34^m \end{array}$$

O que coincide com o valor obtido pelo cálculo (ver o exemplo do Artigo 3 deste Apêndice).

c. Cálculo da altura aproximada do Sol no instante da sua máxima digressão:

$$\varphi_e = 08^\circ 42,4' \text{ S} \quad \text{Tábua da figura 26A.5: } a = 22^\circ 58,0'$$

$$\delta_\odot = 22^\circ 54,0' \text{ S}$$

Valor que está bastante próximo do obtido pelo cálculo no exemplo do Artigo 3 ($a = 22^\circ 53,6'$).