

# 22

# CORREÇÕES DAS ALTURAS DOS ASTROS

## 22.1 ALTURA INSTRUMENTAL E ALTURA VERDADEIRA

Para o cálculo dos elementos da **reta de altura (LDP astronômica)**, é preciso conhecer a **altura verdadeira do astro observado (a)**, isto é, sua altura com relação ao **horizonte verdadeiro**, conforme indicado na figura 22.1. Assim sendo, torna-se necessário aplicar à altura obtida pelo **sextante**, denominada de **altura instrumental (ai)**, medida a partir do **horizonte visual** (ver a figura 22.1), uma série de correções, que permitam convertê-la em **altura verdadeira**.

## 22.2 CORREÇÕES DA ALTURA

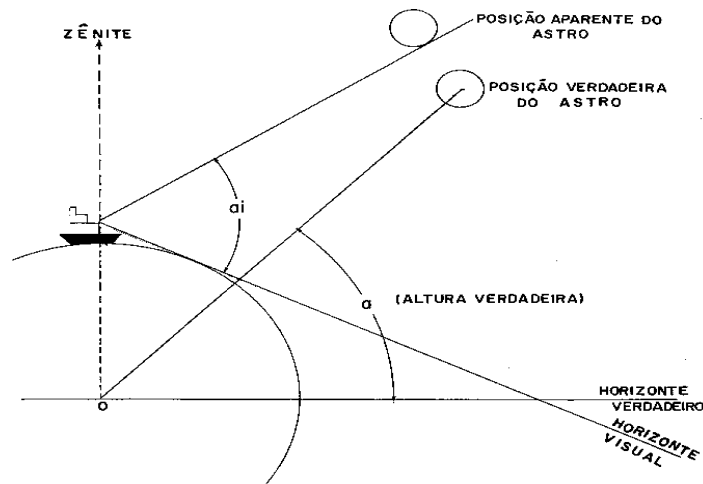
As correções a serem aplicadas à **altura instrumental (ai)**, para transformá-la em **altura verdadeira (a)** são as seguintes (figura 22.2):

### a. ERRO INSTRUMENTAL (ei)

É a primeira correção a aplicar, sendo função do instrumento empregado e da precisão da sua **retificação**.

Mesmo depois que todos os erros ajustáveis foram eliminados ou reduzidos o máximo possível, o **sextante** ainda apresenta algum **erro residual**.

Figura 22.1 - Correções das Alturas dos Astros

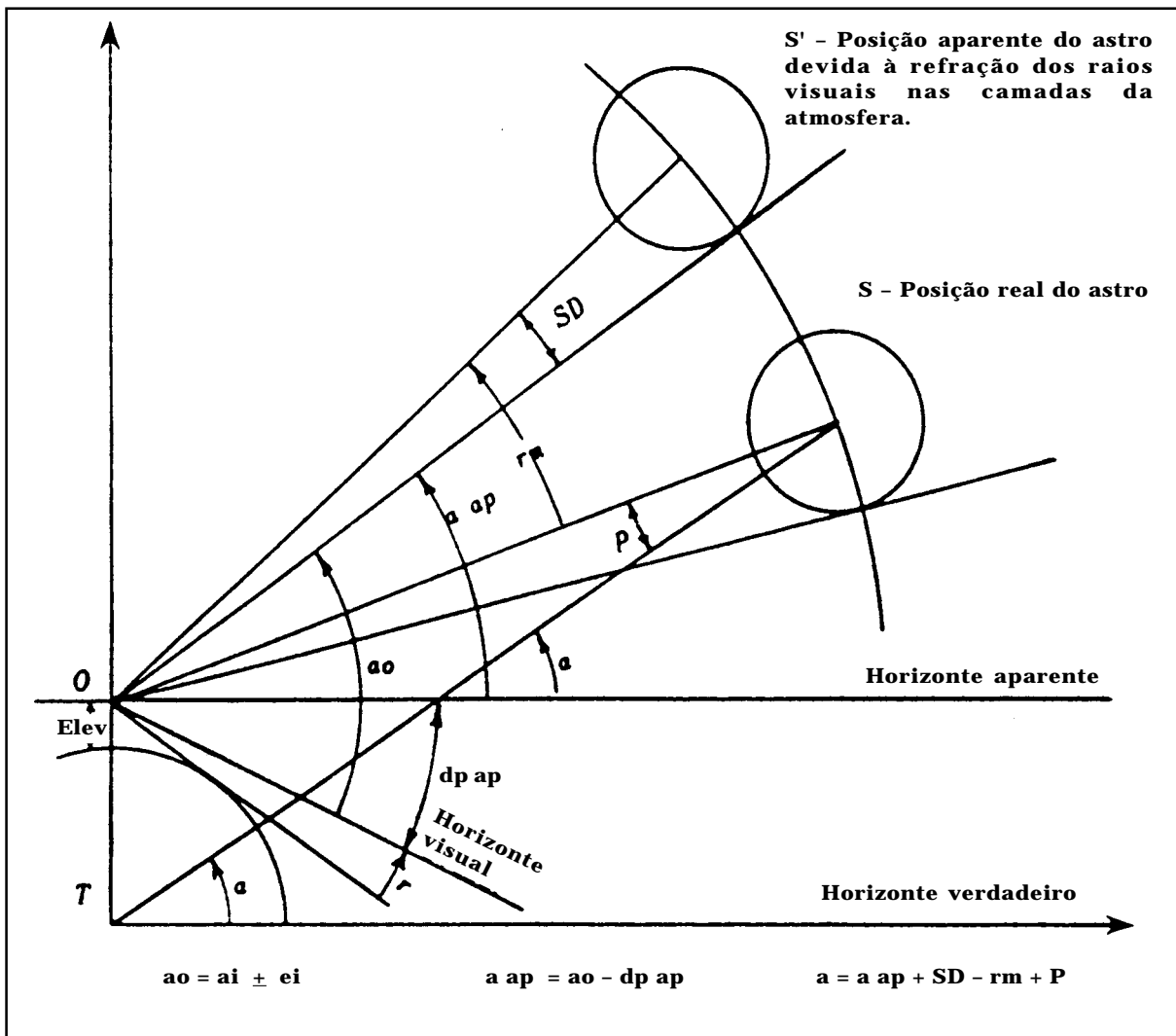


$a_i$  = ALTURA INSTRUMENTAL

$a$  = ALTURA VERDADEIRA

TRANSFORMANDO A ALTURA INSTRUMENTAL, MEDIDA COM O SEXTANTE, EM ALTURA VERDADEIRA, A SER UTILIZADA NO CÁLCULO DA LINHA DE POSIÇÃO.

Figura 22.2 - Sumário das Correções das Alturas dos Astros



Conforme visto no capítulo anterior, este **erro residual**, que resulta do não paralelismo do **espelho grande** com o **espelho pequeno** quando o **sextante** indica exatamente  $00^{\circ} 00,0'$ , é denominado **erro instrumental (ei)**.

O **erro instrumental (ei)** deve ser determinado freqüentemente (se possível, em cada ocasião em que o **sextante** for utilizado para uma série de observações).

O **erro instrumental (ei)** pode ser **positivo** ou **negativo** e deve ser aplicado com o seu sinal.

A **altura instrumental (ai)** corrigida do **erro instrumental (ei)** é denominada **altura observada (ao)**.

#### EXEMPLO:

Antes do início da observação, o navegante verificou o seu **sextante** pelo **horizonte** e determinou o **erro instrumental (ei)** = + 1,6'. Em seguida observou Sirius e determinou a **altura instrumental (ai)** =  $45^{\circ} 33,2'$ .

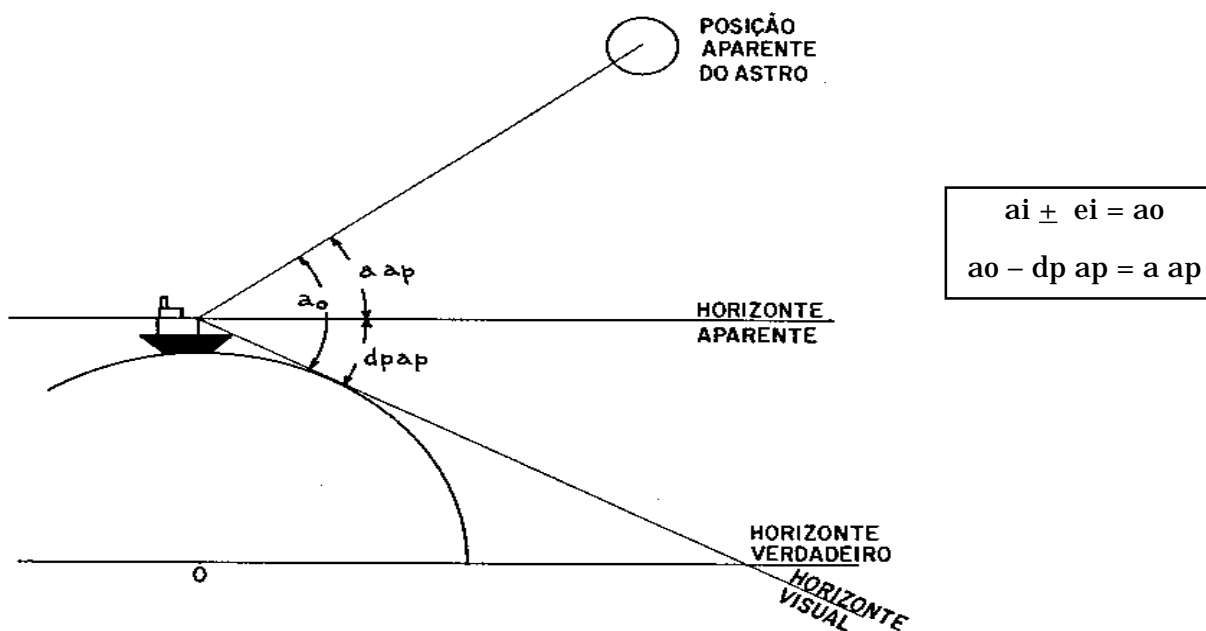
A **altura observada (ao)** será:

$$\begin{array}{r} ai = 45^{\circ} 33,2' \\ ei = + \quad 1,6' \\ \hline ao = 45^{\circ} 34,8' \end{array}$$

## b. DEPRESSÃO DO HORIZONTE OU DEPRESSÃO APARENTE (dp ap)

A **depressão do horizonte** ou **depressão aparente (dp ap)** resulta de se usar o **horizonte visual** como origem das **alturas observadas**. É definida como sendo o ângulo, formado no olho do observador, entre o **horizonte visual** e o **horizonte aparente** (figura 22.3).

Figura 22.3 – Depressão do Horizonte ou Depressão Aparente



A CORREÇÃO DA DEPRESSÃO APARENTE (dp ap) É SEMPRE NEGATIVA E AUMENTA CONFORME CRESCE A ELEVAÇÃO DO OLHO DO OBSERVADOR

A **depressão aparente (dp ap)** depende da elevação do olho do observador sobre o nível do mar e, também, da **refração terrestre (r)**, que é o ângulo formado no olho do observador entre a tangente à superfície da **Terra** e o horizonte visual (ver a figura 22.2).

A correção **dp ap** é **sempre negativa** e aumenta à medida que cresce a elevação do olho do observador.

A correção **dp ap** é tabulada no **Almanaque Náutico** (páginas A<sub>2</sub> e XXXIV, reproduzidas nas figuras 22.7 e 22.9), sendo calculada pelas fórmulas:

$$dp\ ap = - 1,76' \sqrt{\text{Elevação (metros)}}$$

$$\text{ou: } dp\ ap = - 0,97' \sqrt{\text{Elevação (pés)}}$$

Estas fórmulas já incorporam o valor normal da **refração terrestre (r)**, cujo efeito é elevar o **horizonte visual** acima da superfície da **Terra**, como mostrado na figura 22.2. Conforme ilustrado nessa figura, a **depressão do horizonte** é algo reduzida pela **refração terrestre** (refração atmosférica entre o observador e o horizonte), que eleva o horizonte visível, que aparece ligeiramente mais alto do que ocorreria se a **Terra** não tivesse **atmosfera**.

À **altura observada (ao)** é aplicada a correção para a **depressão aparente (dp ap)**, a fim de obter a **altura aparente (a ap)**, que é o argumento de entrada para as demais correções.

#### EXEMPLOS:

1. Com os dados do exemplo anterior e sabendo que a **elevação** do olho do observador sobre o nível do mar é **4 metros**, determinar a **altura aparente (a ap)**.

$$\begin{array}{r} ai = 45^{\circ} 33,2' \\ ei = + 1,6' \\ \hline ao = 45^{\circ} 34,8' \\ dp\ ap(4m) = - 3,5' \\ \hline a\ ap = 45^{\circ} 31,3' \end{array}$$

2. O navegante observou um astro com o **sextante** tendo obtido a **altura instrumental ai** = 37° 23,5'. O **erro instrumental** é **ei** = - 2,3' e a **elevação** do olho do observador 18 metros. Determinar a **altura aparente (a ap)**.

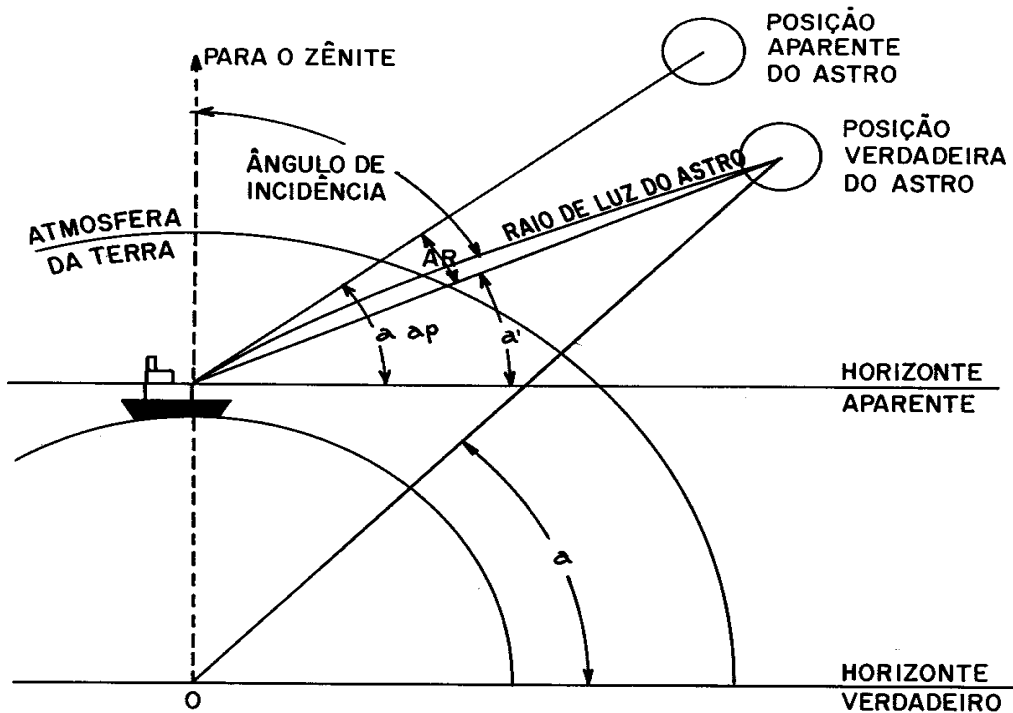
$$\begin{array}{r} ai = 37^{\circ} 23,5' \\ ei = - 2,3' \\ \hline ao = 37^{\circ} 21,2' \\ dp\ ap(18m) = - 7,5' \\ \hline a\ ap = 37^{\circ} 13,7' \end{array}$$

Nem sempre, a bordo, as observações são efetuadas de um mesmo local. Assim, é recomendável a preparação de uma tabela que forneça as **elevações**, sobre o nível do mar, dos diversos conveses e pontos do navio de onde habitualmente se observa, acrescidas da altura média de um homem (1,70 metro ou 5,6 pés).

### c. CORREÇÃO PARA A REFRAÇÃO ATMOSFÉRICA (OU REFRAÇÃO ASTRONÔMICA)

Os raios luminosos irradiados do astro sofrem uma curvatura para baixo quando penetram na **atmosfera terrestre**. Por isso, a posição em que vemos e observamos um astro não é sua **posição verdadeira**, mas sim sua **posição aparente**, que é sempre mais elevada que a posição verdadeira (figura 22.4).

**Figura 22.4 – Refração Atmosférica e sua Correção**



A CORREÇÃO PARA A REFRAÇÃO ATMOSFÉRICA (AR) É SEMPRE NEGATIVA. O EFEITO DE REFRAÇÃO AUMENTA À MEDIDA QUE A ALTURA DO ASTRO DIMINUI (NORMALMENTE, NÃO SÃO OBSERVADOS ASTROS COM ALTURAS MENORES QUE 15°).

Assim, a correção para a **refração atmosférica** é sempre **negativa**. Além disso, o efeito da **refração** aumenta à medida que a **altura do astro** sobre o **horizonte** diminui (por isso, normalmente não se observam astros com **altura** menor que 15°) e depende, ainda, das **condições atmosféricas** (principalmente da **temperatura** e da **pressão**).

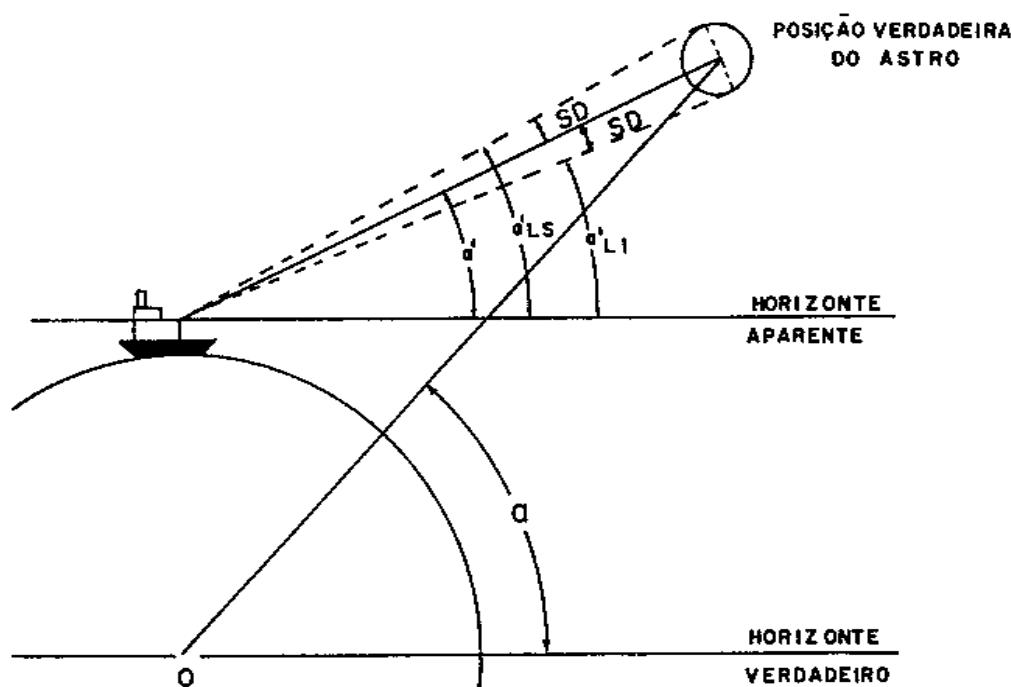
A **correção para a refração** é tabulada no **Almanaque Náutico**, isoladamente (para as **estrelas** e **planetas**), ou em conjunto com outras correções (para o **Sol** e a **Lua**).

Os valores da **correção para a refração** tabulados no Almanaque Náutico referem-se aos efeitos da refração normal, correspondente a **condições atmosféricas** médias (**temperatura** de 50°F, ou 10°C, e **pressão** de 1010 mb). Caso as **condições atmosféricas** por ocasião das observações difiram muito das acima citadas e o valor da **altura observada** seja pequeno (menor que 10°), deve ser aplicada uma **correção complementar** para a refração (tabelada na página A<sub>4</sub> do **Almanaque Náutico**), conforme adiante explicado.

#### d. CORREÇÃO PARA O SEMIDIÂMETRO (SD)

No cálculo dos elementos da **LDP astronômica**, utiliza-se o valor da **altura do centro do astro** observado sobre o **horizonte**. Entretanto, no caso do **Sol** e da **Lua**, é impossível, na prática, colimar, com o **sextante**, o centro do astro no horizonte, o que acarreta a necessidade de uma correção, resultante de não se observar o centro do astro, mas sim o seu **limbo inferior** ou **superior** (figura 22.5).

Figura 22.5 - Correção para o Semidiâmetro



A CORREÇÃO PARA O SEMIDIÂMETRO (SD) PODE SER POSITIVA (OBSERVAÇÃO DO LIMBO INFERIOR) OU NEGATIVA (OBSERVAÇÃO DO LIMBO SUPERIOR).

A CORREÇÃO PARA O SEMIDIÂMETRO É SOMENTE APLICÁVEL NO CASO DO SOL E DA LUA.

A correção para o **semidiâmetro (SD)** é aplicável apenas para o **Sol** e a **Lua** (as **estrelas** e os **planetas** usados em **Navegação Astronômica** são considerados “astros punctiformes”, isto é, pontos no firmamento).

A correção para o **semidiâmetro (SD)** é **positiva** quando se observa o **limbo inferior** do **Sol** ou da **Lua**. É **negativa** quando se observa o **limbo superior** do **Sol** ou da **Lua**. A correção é tabulada no **Almanaque Náutico**, em conjunto com outras correções, para o **Sol** (páginas  $A_2$  e  $A_3$ ) e para a **Lua** (páginas XXXIV e XXXV).

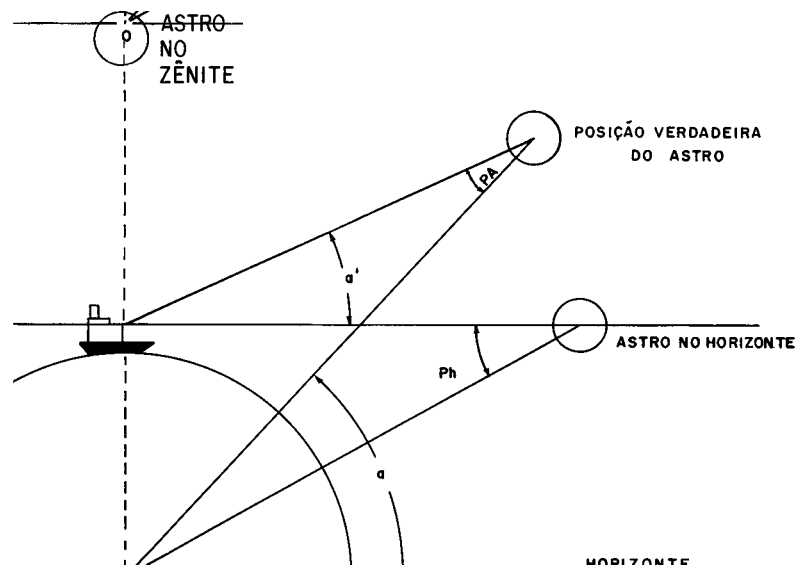
Além disso, o **Almanaque Náutico** informa, nas “**páginas diárias**”, o valor do **semidiâmetro** da **Lua** para cada dia; o **semidiâmetro** do **Sol** é fornecido para cada grupo de 3 dias.

#### e. CORREÇÃO PARA A PARALAXE

É a correção que se aplica para reduzir a observação efetuada ao **centro da Terra**. A **paralaxe** pode ser definida como sendo o ângulo segundo o qual um observador no astro veria o raio da terra no ponto considerado (ou o ângulo no astro entre o observador e o centro da Terra).

A **paralaxe** depende da **altura do astro** e de sua **distância à Terra**. No que se refere à **altura do astro**, a **paralaxe** é **máxima** com o **astro no horizonte**, quando é chamada de **paralaxe horizontal (Ph)** e **nula** com o **astro no Zênite**, como se observa na figura 22.6. Com relação à **distância à Terra**, a **paralaxe** é tanto menor quanto **mais afastado** estiver o **astro observado**. Na prática, a **correção para a paralaxe** é aplicável apenas nos casos do **Sol, Lua, Vênus** ou **Marte**. Para os **outros astros** usados em **Navegação Astronômica**, que estão muito mais distantes, o seu valor é **desprezível**.

**Figura 22.6 – Correção para a Paralaxe**



A CORREÇÃO PARA A PARALAXE, SEMPRE POSITIVA, DEPENDE DA ALTURA DO ASTRO E DE SUA DISTÂNCIA À TERRA.

A CORREÇÃO SÓ É APLICÁVEL AO SOL, LUA, VÊNUS E MARTE.

A **correção para a paralaxe** é **sempre positiva**. Como se observa na figura 22.6, a **correção para a paralaxe (PA)** deve ser sempre somada à **altura aparente** (após aplicadas as outras correções) para obtenção da **altura verdadeira**, isto é:

$$a = a' + PA$$

O **Almanaque Náutico** fornece, para cada hora inteira (HMG), a **paralaxe horizontal (Ph)** da **Lua**, para ser usada como argumento de entrada nas tábuas para correções da altura da Lua, como veremos ainda neste mesmo capítulo.

## 22.3 USO DAS TÁBUAS DO ALMANAQUE NÁUTICO PARA CORREÇÕES DAS ALTURAS

### 22.3.1 CORREÇÕES DAS ALTURAS DO SOL

As tábuas para correções das alturas do **Sol** são apresentadas nas páginas **A<sub>2</sub>** (para alturas de 10° a 90°) e **A<sub>3</sub>** (para alturas de 00° a 10°) do **Almanaque Náutico** (figuras 22.7 e 22.8).

Figura 22.7 – Tábuas para Correção de Alturas (10°– 90°)

**A<sub>2</sub> CORREÇÃO DE ALTURA DE 10°–90°–SOL, ESTRELAS E PLANETAS**

Out. Mar SOL		Abr – Set		ESTRELAS E PLANETAS		DEPRESSÃO							
a ap	Limbo Inf Sup	a ap	Limbo Inf Sup	a ap	Corr.	a ap	Corr. adicional	Elev do Olho	Corr.	Elev do Olho	Corr.	Elev do Olho	Corr.
9 34	+10.8 21.5	9 39	+10.6 21.2	9 56	5.3	1993		m		Pés		m	
9 45	+10.9 21.4	9 51	+10.7 21.1	10 08	5.3	VENUS		2.4	-2.8	8.0		1.0	-1.8
9 56	+11.0 21.3	10 03	+10.8 21.0	10 20	5.2	1. Jan -- 2. Fev		2.6	-2.8	8.6		1.5	-2.2
10 08	+11.1 21.2	10 15	+10.8 21.0	10 33	5.1	28. Mai -- 15. Jul		2.8	-2.9	9.2		2.0	-2.5
10 21	+11.2 21.1	10 27	+10.9 20.9	10 46	5.0	0		3.0	-3.0	9.8		2.5	-2.8
10 34	+11.3 21.0	10 40	+11.0 20.8	11 00	4.9	41 +0.2		3.2	-3.1	10.5		3.0	-3.0
10 47	+11.4 20.9	10 54	+11.1 20.7	11 14	4.8	76 +0.1		3.4	-3.2	11.2		Ver Tábuas	
11 01	+11.5 20.8	11 08	+11.2 20.6	11 29	4.7	8. Fev -- 26. Fev		3.6	-3.3	11.9		+	
11 15	+11.6 20.7	11 23	+11.3 20.5	11 45	4.6	5. Mai -- 27. Mai		3.8	-3.4	12.6		m	
11 30	+11.7 20.6	11 38	+11.4 20.4	12 01	4.5	0		4.0	-3.5	13.3		20.	-7.9
11 46	+11.8 20.5	11 54	+11.5 20.3	12 18	4.4	0		4.3	-3.6	14.1		22.	-8.3
12 02	+11.9 20.4	12 10	+11.6 20.2	12 35	4.3	34 +0.3		4.5	-3.7	14.9		24.	-8.6
12 19	+12.0 20.3	12 28	+11.7 20.1	12 54	4.2	60 +0.2		4.7	-3.8	15.7		26.	-9.0
12 37	+12.1 20.2	12 46	+11.8 20.0	13 13	4.1	80 +0.1		5.0	-4.0	16.5		28.	-9.3
12 55	+12.2 20.1	13 05	+11.9 19.9	13 33	4.0	27. Fev -- 14. Mar		5.2	-4.1	17.4			
13 14	+12.3 20.0	13 24	+12.0 19.8	13 54	3.9	19. Abr -- 4. Mai		5.5	-4.2	18.3		30.	-9.6
13 35	+12.4 19.9	13 45	+12.1 19.7	14 16	3.8	0		5.8	-4.3	19.1		32.	-10.0
13 56	+12.5 19.8	14 07	+12.2 19.6	14 40	3.7	29 +0.4		6.1	-4.3	20.1		34.	-10.3
14 18	+12.6 19.7	14 30	+12.3 19.5	15 04	3.6	51 +0.3		6.3	-4.4	21.0		36.	-10.6
14 42	+12.7 19.6	14 54	+12.4 19.4	15 30	3.5	68 +0.2		6.6	-4.5	22.0		38.	-10.8
15 06	+12.8 19.5	15 19	+12.5 19.3	15 57	3.4	83 +0.1		6.9	-4.6	22.9			
15 32	+12.9 19.4	15 46	+12.6 19.2	16 26	3.3	15. Mar -- 18. Abr		7.2	-4.7	23.9		40.	-11.1
15 59	+13.0 19.3	16 14	+12.7 19.1	16 56	3.2	0		7.5	-4.8	24.9		42.	-11.4
16 28	+13.1 19.2	16 44	+12.8 19.0	17 28	3.1	26 +0.5		7.9	-4.9	26.0		44.	-11.7
16 59	+13.2 19.1	17 15	+12.9 18.9	18 02	3.0	46 +0.4		8.2	-5.0	27.1		46.	-11.9
17 32	+13.3 19.0	17 48	+13.0 18.8	18 38	2.9	60 +0.3		8.5	-5.1	28.1		48.	-12.2
18 06	+13.4 18.9	18 24	+13.1 18.7	19 17	2.8	73 +0.2		8.8	-5.2	29.2		Pés	
18 42	+13.5 18.8	19 01	+13.2 18.6	19 58	2.7	84 +0.1		9.2	-5.3	30.4		2.	-1.4
19 21	+13.6 18.7	19 42	+13.3 18.5	20 42	2.6	16. Jul -- 31. Dez		9.5	-5.4	31.5		4.	-1.9
20 03	+13.7 18.6	20 25	+13.4 18.4	21 28	2.5	0		9.9	-5.5	32.7		6.	-2.4
20 48	+13.8 18.5	21 11	+13.5 18.3	22 19	2.4	60 +0.1		10.3	-5.6	33.9		8.	-2.7
21 35	+13.9 18.4	22 00	+13.6 18.2	23 13	2.3	0		10.6	-5.7	35.1		10.	-3.1
22 26	+14.0 18.3	22 54	+13.7 18.1	24 11	2.2	MAIUS		11.0	-5.8	36.3		Ver Tábuas	
23 22	+14.1 18.2	23 51	+13.8 18.0	25 14	2.1	1. Jan -- 7. Mar		11.4	-5.9	37.6		+	
24 21	+14.2 18.1	24 53	+14.0 17.8	26 22	2.0	0		11.8	-6.0	38.9		ft.	
25 26	+14.3 18.0	26 00	+14.1 17.7	27 36	1.9	41 +0.2		12.2	-6.1	40.1		70.	-8.1
26 36	+14.4 17.9	27 13	+14.2 17.6	28 56	1.8	76 +0.1		12.6	-6.2	41.5		75.	-8.4
27 52	+14.5 17.8	28 33	+14.3 17.5	30 24	1.7	8. Mar -- 31. Dez		13.0	-6.3	42.8		80.	-8.7
29 15	+14.6 17.7	30 00	+14.4 17.4	32 00	1.6	0		13.4	-6.4	44.2		85.	-8.9
30 46	+14.7 17.6	31 35	+14.5 17.3	33 45	1.5	60 +0.1		13.8	-6.5	45.5		90.	-9.2
32 26	+14.8 17.5	33 20	+14.6 17.2	35 40	1.4	0		14.2	-6.6	46.9		95.	-9.5
34 17	+14.9 17.4	35 17	+14.7 17.1	37 48	1.3	0		14.7	-6.7	48.4			
36 20	+15.0 17.3	37 26	+14.8 17.0	40 08	1.2	0		15.1	-6.8	49.8			
38 36	+15.1 17.2	39 50	+14.9 16.9	42 44	1.1	0		15.5	-6.9	51.3		100.	-9.7
41 08	+15.2 17.1	42 31	+15.0 16.8	45 36	1.0	41 +0.2		16.0	-7.0	52.8		105.	-9.9
43 59	+15.3 17.0	45 31	+15.1 16.7	48 47	0.9	76 +0.1		16.5	-7.1	54.3		110.	-10.2
47 10	+15.4 16.9	48 55	+15.2 16.6	52 28	0.8	0		16.9	-7.2	55.8		115.	-10.4
50 46	+15.5 16.8	52 44	+15.3 16.5	56 11	0.7	0		17.4	-7.3	57.4		120.	-10.6
54 49	+15.6 16.7	57 02	+15.4 16.4	60 28	0.6	0		17.9	-7.4	58.9		125.	-10.8
59 23	+15.7 16.6	61 51	+15.5 16.3	65 08	0.5	0		18.4	-7.5	60.5			
64 30	+15.8 16.5	67 17	+15.6 16.2	70 11	0.4	0		18.8	-7.6	62.1		130.	-11.1
70 12	+15.9 16.4	73 16	+15.7 16.1	75 34	0.3	0		19.3	-7.7	63.8		135.	-11.3
76 26	+16.0 16.3	79 43	+15.8 16.0	81 13	0.2	0		19.8	-7.8	65.4		140.	-11.5
83 05	+16.1 16.2	86 32	+15.9 15.9	87 03	0.1	0		20.4	-7.9	67.1		145.	-11.7
90 00		90 00		90 00	0.0	0		20.9	-8.0	68.8		150.	-11.9
						0		21.4	-8.1	70.5		155.	-12.1

a ap = Altura dada pelo sextante corrigida do erro instrumental e da depressão.



Figura 22.8 – Tábuas para Correção de Alturas (00°-10°)

CORREÇÃO DE ALTURA DE 0°-10°-SOL, ESTRELAS E PLANETAS A<sub>3</sub>

- n ap	Out - Mar SOL		Abr - Set		Estrelas * Planetas	n ap	Out - Mar SOL		Abr - Set		Estrelas * Planetas
	Límbo Inf Sup	Límbo Inf Sup	Límbo Inf Sup	Límbo Inf Sup			Límbo Inf Sup	Límbo Inf Sup			
0 00	-18.2	-50.5	-18.4	-50.2	-34.5	3 30	+ 3.3	-29.0	+ 3.1	-28.7	-13.0
03	17.5	49.8	17.8	49.6	33.8	35	3.6	28.7	3.3	28.5	12.7
06	16.9	49.2	17.1	48.9	33.2	40	3.8	28.5	3.5	28.3	12.5
09	16.3	48.6	16.5	48.3	32.6	45	4.0	28.3	3.7	28.1	12.3
12	15.7	48.0	15.9	47.7	32.0	50	4.2	28.1	3.9	27.9	12.1
15	15.1	47.4	15.3	47.1	31.4	3 55	4.4	27.9	4.1	27.7	11.9
0 18	-14.5	-46.8	-14.8	-46.6	-30.8	4 00	+ 4.5	27.8	+ 4.3	-27.5	-11.8
21	14.0	46.3	14.2	46.0	30.3	05	4.7	27.6	4.5	27.3	11.6
24	13.5	45.7	13.7	45.5	29.8	10	4.9	27.4	4.6	27.2	11.4
27	12.9	45.2	13.2	45.0	29.2	15	5.1	27.2	4.8	27.0	11.2
30	12.4	44.7	12.7	44.5	28.7	20	5.2	27.1	5.0	26.8	11.1
33	11.9	44.2	12.2	44.0	28.2	25	5.4	26.9	5.1	26.7	10.9
0 36	-11.5	-43.8	-11.7	-43.5	-27.8	4 30	+ 5.6	-26.7	+ 5.3	-26.5	-10.7
39	11.0	43.3	11.2	43.0	27.3	35	5.7	26.6	5.5	26.3	10.6
42	10.5	42.8	10.8	42.6	26.8	40	5.9	26.4	5.6	26.2	10.4
45	10.1	42.4	10.3	42.1	26.4	45	6.0	26.3	5.8	26.0	10.3
48	9.6	41.9	9.9	41.7	25.9	50	6.2	26.1	5.9	25.9	10.1
51	9.2	41.5	9.5	41.3	25.5	4 55	6.3	26.0	6.0	25.8	10.0
0 54	- 8.8	-41.1	- 9.1	-40.9	-25.1	5 00	+ 6.4	-25.9	+ 6.2	-25.6	- 9.9
0 57	8.4	40.7	8.7	40.5	24.7	05	6.6	25.7	6.3	25.5	9.7
1 00	8.0	40.3	8.3	40.1	24.3	10	6.7	25.6	6.4	25.4	9.6
03	7.7	40.0	7.9	39.7	24.0	15	6.8	25.5	6.6	25.2	9.5
06	7.3	39.6	7.5	39.3	23.6	20	6.9	25.4	6.7	25.1	9.4
09	6.9	39.2	7.2	39.0	23.2	25	7.1	25.2	6.8	25.0	9.2
1 12	- 6.6	-38.9	- 6.8	-38.6	-22.9	5 30	+ 7.2	-25.1	+ 6.9	-24.9	- 9.1
15	6.2	38.5	6.5	38.3	22.5	35	7.3	25.0	7.0	24.8	9.0
18	5.9	38.2	6.2	38.0	22.2	40	7.4	24.9	7.2	24.6	8.9
21	5.6	37.9	5.8	37.6	21.9	45	7.5	24.8	7.3	24.5	8.8
24	5.3	37.6	5.5	37.3	21.6	50	7.6	24.7	7.4	24.4	8.7
27	4.9	37.2	5.2	37.0	21.2	5 55	7.7	24.6	7.5	24.3	8.6
1 30	- 4.6	-36.9	- 4.9	-36.7	-20.9	6 00	+ 7.8	-24.5	+ 7.6	-24.2	- 8.5
33	4.2	36.5	4.4	36.2	20.5	10	8.0	24.3	7.8	24.0	8.3
40	3.7	36.0	4.0	35.8	20.0	20	8.2	24.1	8.0	23.8	8.1
45	3.2	35.5	3.5	35.3	19.5	30	8.4	23.9	8.1	23.7	7.9
50	2.8	35.1	3.1	34.9	19.1	40	8.6	23.7	8.3	23.5	7.7
1 55	2.4	34.7	2.6	34.4	18.7	6 50	8.7	23.6	8.5	23.3	7.6
2 00	- 2.0	-34.3	- 2.2	-34.0	-18.3	7 00	+ 8.9	-23.4	+ 8.6	-23.2	- 7.4
05	1.6	33.9	1.8	33.6	17.9	10	9.1	23.2	8.8	23.0	7.2
10	1.2	33.5	1.5	33.3	17.5	20	9.2	23.1	9.0	22.8	7.1
15	0.9	33.2	1.1	32.9	17.2	30	9.3	23.0	9.1	22.7	7.0
20	0.5	32.8	0.8	32.6	16.8	40	9.5	22.8	9.2	22.6	6.8
25	- 0.2	32.5	0.4	32.2	16.5	7 50	9.6	22.7	9.4	22.4	6.7
2 30	+ 0.2	32.1	- 0.1	-31.9	-16.1	8 00	+ 9.7	-22.6	+ 9.5	-22.3	- 6.6
35	0.5	31.8	+ 0.2	31.6	15.8	10	9.9	22.4	9.6	22.2	6.4
40	0.8	31.5	0.5	31.3	15.5	20	10.0	22.3	9.7	22.1	6.3
45	1.1	31.2	0.8	31.0	15.2	30	10.1	22.2	9.8	22.0	6.2
50	1.4	30.9	1.1	30.7	14.9	40	10.2	22.1	10.0	21.8	6.1
2 55	1.6	30.7	1.4	30.4	14.7	8 50	10.3	22.0	10.1	21.7	6.0
3 00	+ 1.9	-30.4	+ 1.7	-30.1	-14.4	9 00	+10.4	-21.9	+10.2	-21.6	- 5.9
05	2.2	30.1	1.9	29.9	14.1	10	10.5	21.8	10.3	21.5	5.8
10	2.4	29.9	2.1	29.7	13.9	20	10.6	21.7	10.4	21.4	5.7
15	2.6	29.7	2.4	29.4	13.7	30	10.7	21.6	10.5	21.3	5.6
20	2.9	29.4	2.6	29.2	13.4	40	10.8	21.5	10.6	21.2	5.5
25	3.1	29.2	2.9	28.9	13.2	9 50	10.9	21.4	10.6	21.2	5.4
3 30	+ 3.3	-29.0	+ 3.1	-28.7	-13.0	10 00	+11.0	-21.3	+10.7	-21.1	- 5.3

Correções adicionais para a temperatura e pressão são dadas na página seguinte. Para as observações com sextante de bolha não se leva em conta a depressão do horizonte e usam-se as correções das estrelas para o Sol, os planetas e as estrelas.

Os argumentos de entrada são:

**DATA** (período do ano: out-mar ou abr-set)

**ALTURA APARENTE (a ap)**

**LIMBO OBSERVADO (limbo inferior ou limbo superior)**

A correção obtida engloba todas as correções aplicáveis ao **Sol (refração atmosférica média, correção para o semidiâmetro e paralaxe)**.

Não esquecer que, para obter a **altura aparente**, que é um dos argumentos de entrada nas tábuas de correções, deve-se antes aplicar as correções do **erro instrumental (ei)** e da **depressão aparente (dp ap)** à altura medida com o **sextante (altura instrumental)**.

**EXEMPLOS:**

1. Um observador (**elevação do olho** = 5m) observou o **limbo inferior** do **Sol** no dia 26/09/93, obtendo a **altura instrumental ai** = 35° 25,9'. Sabendo-se que o **erro instrumental do sextante** é **ei** = - 2,0', calcular a **altura verdadeira (a)**.

$$\begin{array}{r}
 ai = 35^{\circ} 25,9' \\
 ei = - \quad 2,0' \\
 \hline
 ao = 35^{\circ} 23,9' \\
 dp \text{ ap (5m)} = - \quad 3,9' \\
 \hline
 a \text{ ap} = 35^{\circ} 20,0' \\
 c = + \quad 14,7' \\
 \hline
 a = 35^{\circ} 34,7' \quad (\text{altura verdadeira})
 \end{array}$$

2. Um observador (**elevação do olho** = 13m) observou o **limbo superior** do **Sol** no dia 20/10/93, obtendo a **altura instrumental ai** = 27° 08,6'. Sabendo-se que o **erro instrumental do sextante** é **ei** = + 1,4', calcular a **altura verdadeira (a)**.

$$\begin{array}{r}
 ai = 27^{\circ} 08,6' \\
 ei = + \quad 1,4' \\
 \hline
 ao = 27^{\circ} 10,0' \\
 dp \text{ ap (13m)} = - \quad 6,3' \\
 \hline
 a \text{ ap} = 27^{\circ} 03,7' \\
 c = - \quad 17,9' \\
 \hline
 a = 26^{\circ} 45,8' \quad (\text{altura verdadeira})
 \end{array}$$

### 22.3.2 CORREÇÕES DAS ALTURAS DAS ESTRELAS

As correções para as alturas das **estrelas** estão tabuladas nas páginas **A<sub>2</sub>** (alturas de 10° a 90°) e **A<sub>3</sub>** (alturas de 00° a 10°) do **Almanaque Náutico** (ver as figuras 22.7 e 22.8).

O **argumento de entrada** é apenas a **altura aparente (a ap)**. Não esquecer que, para obter a **altura aparente (a ap)**, é necessário aplicar à **altura medida com o sextante (altura instrumental)** as correções para o **erro instrumental (ei)** e para a **depressão aparente ou depressão do horizonte (dp ap)**.

A correção obtida leva em consideração o efeito da **refração média**, sendo **sempre negativa**.

**EXEMPLOS:**

1. Um observador (**elevação do olho** = 4m) observou a estrela **Sirius**, obtendo a **altura instrumental**  $ai = 48^\circ 32,0'$ . Sabendo-se que o **erro instrumental do sextante** é  $ei = + 1,0'$ , determinar a **altura verdadeira (a)**.

$$\begin{array}{r}
 ai = 48^\circ 32,0' \\
 ei = + \quad 1,0' \\
 \hline
 ao = 48^\circ 33,0' \\
 dp \text{ ap (4m)} = - \quad 3,5' \\
 \hline
 a \text{ ap} = 48^\circ 29,5' \\
 c = - \quad 0,9' \\
 \hline
 a = 48^\circ 28,6' \text{ (altura verdadeira)}
 \end{array}$$

2. Um observador (**elevação do olho** = 13,5m) observou a estrela **Canopus**, obtendo a **altura instrumental**  $ai = 19^\circ 55,5'$ . Sabendo-se que o **erro instrumental do sextante** é  $ei = - 2,5'$ , calcular a **altura verdadeira (a)**.

$$\begin{array}{r}
 ai = 19^\circ 55,5' \\
 ei = - \quad 2,5' \\
 \hline
 ao = 19^\circ 53,0' \\
 dp \text{ ap (13,5m)} = - \quad 6,5' \\
 \hline
 a \text{ ap} = 19^\circ 46,5' \\
 c = - \quad 2,7' \\
 \hline
 a = 19^\circ 43,8' \text{ (altura verdadeira)}
 \end{array}$$

### 22.3.3 CORREÇÕES DAS ALTURAS DOS PLANETAS

As correções para as alturas dos **planetas** também estão tabuladas nas páginas  $A_2$  (alturas de  $10^\circ$  a  $90^\circ$ ) e  $A_3$  (alturas de  $00^\circ$  a  $10^\circ$ ) do **Almanaque Náutico** (ver as figuras 22.7 e 22.8).

O **argumento de entrada** é a **altura aparente (a ap)** que, como vimos, é a **altura instrumental (ai)** corrigida do **erro instrumental (ei)** e da **depressão aparente (dp ap)**. A **correção (c)** obtida leva em consideração o efeito da **refração média**, sendo sempre negativa. Para **Vênus** e **Marte** é necessária uma **correção adicional (c ad)** para a **paralaxe**. Os **argumentos de entrada** para obter esta **correção adicional** são a **data** e a **altura aparente (a ap)**. A **correção adicional** é sempre positiva.

**EXEMPLOS:**

1. Um navegante (**elevação do olho** = 3m) observou o planeta **Saturno** e obteve a **altura instrumental**  $ai = 40^\circ 28,6'$ , sendo o **erro instrumental do sextante**  $ei = +1,0'$ . Calcular a **altura verdadeira (a)**.

$$\begin{array}{r}
 ai = 40^\circ 28,6' \\
 ei = + \quad 1,0' \\
 \hline
 ao = 40^\circ 29,6' \\
 dp \text{ ap (3m)} = - \quad 3,0' \\
 \hline
 a \text{ ap} = 40^\circ 26,6' \\
 c = - \quad 1,1' \\
 \hline
 a = 40^\circ 25,5' \text{ (altura verdadeira)}
 \end{array}$$

2. Um navegante (**elevação do olho** = 10m) observou o planeta **Vênus** em 3 de maio de 1993, obtendo a **altura instrumental**  $ai = 18^\circ 13,8'$ , sendo o **erro instrumental do sextante**  $ei = + 2,0'$ . Calcular a **altura verdadeira** (**a**).

$$\begin{array}{r}
 ai = 18^\circ 13,8' \\
 ei = + 2,0' \\
 \hline
 ao = 18^\circ 15,8' \\
 dp\ ap\ (10m) = - 5,6' \\
 \hline
 a\ ap = 18^\circ 10,2' \\
 c = - 2,9' \\
 c\ ad = + 0,4' \\
 \hline
 a = 18^\circ 07,7' \quad (\text{altura verdadeira})
 \end{array}$$

### 22.3.4 CORREÇÕES DAS ALTURAS DA LUA

As tábuas de correção de alturas para a **Lua**, apresentadas nas páginas XXXIV e XXXV, no final do **Almanaque Náutico** (ver as figuras 22.9 e 22.10), incluem os efeitos da **refração média, semidiâmetro, paralaxe e acréscimo** (“**augmentation**”).

As correções para as alturas de  $00^\circ$  a  $35^\circ$  estão na página XXXIV. As correções para as alturas de  $35^\circ$  a  $90^\circ$  são mostradas na página XXXV. As tábuas da **Lua** estão divididas em 2 partes. A **correção principal (c)** fornecida na parte superior da tabela, é função apenas da **altura aparente (a ap)**; a **outra correção (c ad)** depende, também, do **limbo observado** (I – limbo inferior; S – limbo superior) e da **paralaxe horizontal (Ph)**, que deve ser obtida na página correspondente à **data**, para a **Hora Média de Greenwich (HMG)** inteira mais próxima do instante da observação. A **correção adicional (c ad)**, fornecida na parte inferior da tabela, deve ser lida na **mesma coluna** que a **correção principal (c)**, na linha correspondente ao valor da **paralaxe horizontal (Ph)** e no conjunto de dados referentes ao **limbo observado** (I – inferior; S – superior).

As duas correções (**c** e **c ad**) são positivas. Entretanto, subtrair  $30'$  quando for observado o **limbo superior**.

#### EXEMPLOS:

1. Um navegante observou a **Lua (limbo inferior)**, obtendo  $ai = 33^\circ 28,6'$ , sendo  $ei = - 1,0'$ . A **elevação do olho** do observador é 5,4m. A **data** é 04 de maio de 1993 e a **HMG** da observação é  $10^h 05^m 00,0^s$ . Determinar a **altura verdadeira (a)**.

$$\begin{array}{r}
 ai = 33^\circ 28,6' \\
 ei = - 1,0' \\
 \hline
 ao = 33^\circ 27,6' \\
 dp\ ap\ (5,4m) = - 4,1' \\
 \hline
 a\ ap = 33^\circ 23,5' \\
 c = + 57,4' \\
 c\ ad\ (Ph = 60,4) = + 8,0' \\
 \hline
 a = 34^\circ 28,9' \quad (\text{altura verdadeira})
 \end{array}$$

2. Um navegante (**elevação do olho** = 5,4m) observou a **Lua (limbo superior)** em 26/09/93, **HMG** =  $21^h 15^m 00,0^s$ , obtendo  $ai = 26^\circ 04,7'$ , sendo  $ei = + 2,0'$ . Determinar a **altura verdadeira (a)**.

Figura 22.9 – Correções de Altura da Lua (00°– 35°)

TÁBUAS PARA CORREÇÕES DE ALTURA 0°–35°–LUA

a ap	0°–4°	5°–9°	10°–14°	15°–19°	20°–24°	25°–29°	30°–34°	a ap
	Corr.	Corr.	Corr.	Corr.	Corr.	Corr.	Corr.	
00	0	5	10	15	20	25	30	00
10	33.8	58.2	62.1	62.8	62.2	60.8	58.9	10
20	35.9	58.5	62.2	62.8	62.1	60.8	58.8	20
30	37.8	58.7	62.2	62.8	62.1	60.7	58.8	30
40	39.6	58.9	62.3	62.8	62.1	60.7	58.7	40
50	41.2	59.1	62.3	62.8	62.0	60.6	58.6	50
	42.6	59.3	62.4	62.7	62.0	60.6	58.5	
00	1	6	11	16	21	26	31	00
10	44.0	59.5	62.4	62.7	62.0	60.5	58.5	10
20	45.2	59.7	62.4	62.7	61.9	60.4	58.4	20
30	46.3	59.9	62.5	62.7	61.9	60.4	58.3	30
40	47.3	60.0	62.5	62.7	61.9	60.3	58.2	40
50	48.3	60.2	62.5	62.7	61.8	60.3	58.2	50
	49.2	60.3	62.6	62.7	61.8	60.2	58.1	
00	2	7	12	17	22	27	32	00
10	50.0	60.5	62.6	62.7	61.7	60.1	58.0	10
20	50.8	60.6	62.6	62.6	61.7	60.1	57.9	20
30	51.4	60.7	62.6	62.6	61.6	60.0	57.8	30
40	52.1	60.9	62.7	62.6	61.6	59.9	57.8	40
50	52.7	61.0	62.7	62.6	61.5	59.9	57.7	50
	53.3	61.1	62.7	62.6	61.5	59.8	57.6	
00	3	8	13	18	23	28	33	00
10	53.8	61.2	62.7	62.5	61.5	59.7	57.5	10
20	54.3	61.3	62.7	62.5	61.4	59.7	57.4	20
30	54.8	61.4	62.7	62.5	61.4	59.6	57.4	30
40	55.2	61.5	62.8	62.5	61.3	59.6	57.3	40
50	55.6	61.6	62.8	62.4	61.3	59.5	57.2	50
	56.0	61.6	62.8	62.4	61.2	59.4	57.1	
00	4	9	14	19	24	29	34	00
10	56.4	61.7	62.8	62.4	61.2	59.3	57.0	10
20	56.7	61.8	62.8	62.3	61.1	59.3	56.9	20
30	57.1	61.9	62.8	62.3	61.1	59.2	56.9	30
40	57.4	61.9	62.8	62.3	61.0	59.1	56.8	40
50	57.7	62.0	62.8	62.2	60.9	59.1	56.7	50
	57.9	62.1	62.8	62.2	60.9	59.0	56.6	
Ph	I S	I S	I S	I S	I S	I S	I S	Ph
54.0	0.3 0.9	0.3 0.9	0.4 1.0	0.5 1.1	0.6 1.2	0.7 1.3	0.9 1.5	54.0
54.3	0.7 1.1	0.7 1.2	0.7 1.2	0.8 1.3	0.9 1.4	1.1 1.5	1.2 1.7	54.3
54.6	1.1 1.4	1.1 1.4	1.1 1.4	1.2 1.5	1.3 1.6	1.4 1.7	1.5 1.8	54.6
54.9	1.4 1.6	1.5 1.6	1.5 1.6	1.6 1.7	1.6 1.8	1.8 1.9	1.9 2.0	54.9
55.2	1.8 1.8	1.8 1.8	1.9 1.9	1.9 1.9	2.0 2.0	2.1 2.1	2.2 2.2	55.2
55.5	2.2 2.0	2.2 2.0	2.3 2.1	2.3 2.1	2.4 2.2	2.4 2.3	2.5 2.4	55.5
55.8	2.6 2.2	2.6 2.2	2.6 2.3	2.7 2.3	2.7 2.4	2.8 2.4	2.9 2.5	55.8
56.1	3.0 2.4	3.0 2.5	3.0 2.5	3.0 2.5	3.1 2.6	3.1 2.6	3.2 2.7	56.1
56.4	3.4 2.7	3.4 2.7	3.4 2.7	3.4 2.7	3.4 2.8	3.5 2.8	3.5 2.9	56.4
56.7	3.7 2.9	3.7 2.9	3.8 2.9	3.8 2.9	3.8 3.0	3.8 3.0	3.9 3.0	56.7
57.0	4.1 3.1	4.1 3.1	4.1 3.1	4.1 3.1	4.2 3.1	4.2 3.2	4.2 3.2	57.0
57.3	4.5 3.3	4.5 3.3	4.5 3.3	4.5 3.3	4.5 3.3	4.5 3.4	4.6 3.4	57.3
57.6	4.9 3.5	4.9 3.5	4.9 3.5	4.9 3.5	4.9 3.5	4.9 3.5	4.9 3.6	57.6
57.9	5.3 3.8	5.3 3.8	5.2 3.8	5.2 3.7	5.2 3.7	5.2 3.7	5.2 3.7	57.9
58.2	5.6 4.0	5.6 4.0	5.6 4.0	5.6 4.0	5.6 3.9	5.6 3.9	5.6 3.9	58.2
58.5	6.0 4.2	6.0 4.2	6.0 4.2	6.0 4.2	6.0 4.1	5.9 4.1	5.9 4.1	58.5
58.8	6.4 4.4	6.4 4.4	6.4 4.4	6.3 4.4	6.3 4.3	6.3 4.3	6.2 4.2	58.8
59.1	6.8 4.6	6.8 4.6	6.7 4.6	6.7 4.6	6.7 4.5	6.6 4.5	6.6 4.4	59.1
59.4	7.2 4.8	7.1 4.8	7.1 4.8	7.1 4.8	7.0 4.7	7.0 4.7	6.9 4.6	59.4
59.7	7.5 5.1	7.5 5.0	7.5 5.0	7.5 5.0	7.4 4.9	7.3 4.8	7.2 4.7	59.7
60.0	7.9 5.3	7.9 5.3	7.9 5.2	7.8 5.2	7.8 5.1	7.7 5.0	7.6 4.9	60.0
60.3	8.3 5.5	8.3 5.5	8.2 5.4	8.2 5.4	8.1 5.3	8.0 5.2	7.9 5.1	60.3
60.6	8.7 5.7	8.7 5.7	8.6 5.7	8.6 5.6	8.5 5.5	8.4 5.4	8.2 5.3	60.6
60.9	9.1 5.9	9.0 5.9	9.0 5.9	8.9 5.8	8.8 5.7	8.7 5.6	8.6 5.4	60.9
61.2	9.5 6.2	9.4 6.1	9.4 6.1	9.3 6.0	9.2 5.9	9.1 5.8	8.9 5.6	61.2
61.5	9.8 6.4	9.8 6.3	9.7 6.3	9.7 6.2	9.5 6.1	9.4 5.9	9.2 5.8	61.5

DEPRESSÃO			
Elev do Olho	Corr.	Elev do Olho	Elev do Olho
m	Pés	m	Pés
2.4	-2.8	8.0	9.5
2.6	-2.9	8.6	9.9
2.8	-3.0	9.2	10.3
3.0	-3.1	9.8	10.6
3.2	-3.2	10.5	11.0
3.4	-3.3	11.2	11.4
3.6	-3.4	11.9	11.8
3.8	-3.5	12.6	12.2
4.0	-3.6	13.3	12.6
4.3	-3.7	14.1	13.0
4.5	-3.8	14.9	13.4
4.7	-3.9	15.7	13.8
5.0	-4.0	16.5	14.2
5.2	-4.1	17.4	14.7
5.5	-4.2	18.3	15.1
5.8	-4.3	19.1	15.5
6.1	-4.4	20.1	16.0
6.3	-4.5	21.0	16.5
6.6	-4.6	22.0	16.9
6.9	-4.7	22.9	17.4
7.2	-4.8	23.9	17.9
7.5	-4.9	24.9	18.4
7.9	-5.0	26.0	18.8
8.2	-5.1	27.1	19.3
8.5	-5.2	28.1	19.8
8.8	-5.3	29.2	20.4
9.2	-5.4	30.4	20.9
9.5		31.5	21.4

A correção compõe-se de duas partes; a primeira correção é tirada da parte superior da tábua com o argumento a ap (altura aparente), e a segunda da parte inferior (na mesma coluna), com o argumento Ph (paralaxe horizontal). As correções inferiores (I) e superiores (S) referem-se aos limbos superior e inferior, respectivamente. Todas as correções são aditivas; subtrair, porém, 30' quando se tratar do limbo superior. Para as correções relativas à pressão e temperatura, veja a pág. A4.

Para as observações com sextante de bolha não leve em conta a depressão, tome a média das correções para os dois limbos e subtraia 15' da altura.

a ap = Altura aparente = Altura medida com sextante, corrigida do erro instrumental e da depressão.

Figura 22.10 – Correções de Altura da Lua (35°– 90°)

TÁBUAS PARA CORREÇÕES DE ALTURA 35°-90°-LUA

a ap	35°-39° Corr.	40°-44° Corr.	45°-49° Corr.	50°-54° Corr.	55°-59° Corr.	60°-64° Corr.	65°-69° Corr.	70°-74° Corr.	75°-79° Corr.	80°-84° Corr.	85°-89° Corr.	a ap
00	35 56.5	40 53.7	45 50.5	50 46.9	55 43.1	60 38.9	65 34.6	70 30.1	75 25.3	80 20.5	85 15.6	00
10	56.4	53.6	50.4	46.8	42.9	38.8	34.4	29.9	25.2	20.4	15.5	10
20	56.3	53.5	50.2	46.7	42.8	38.7	34.3	29.7	25.0	20.2	15.3	20
30	56.2	53.4	50.1	46.5	42.7	38.5	34.1	29.6	24.9	20.0	15.1	30
40	56.2	53.3	50.0	46.4	42.5	38.4	34.0	29.4	24.7	19.9	15.0	40
50	56.1	53.2	49.9	46.3	42.4	38.2	33.8	29.3	24.5	19.7	14.8	50
00	36 56.0	41 53.1	46 49.8	51 46.2	56 42.3	61 38.1	66 33.7	71 29.1	76 24.4	81 19.6	86 14.6	00
10	55.9	53.0	49.7	46.0	42.1	37.9	33.5	29.0	24.2	19.4	14.5	10
20	55.8	52.8	49.5	45.9	42.0	37.8	33.4	28.8	24.1	19.2	14.3	20
30	55.7	52.7	49.4	45.8	41.8	37.7	33.2	28.7	23.9	19.1	14.1	30
40	55.6	52.6	49.3	45.7	41.7	37.5	33.1	28.5	23.8	18.9	14.0	40
50	55.5	52.5	49.2	45.5	41.6	37.4	32.9	28.3	23.6	18.7	13.8	50
00	37 55.4	42 52.4	47 49.1	52 45.4	57 41.4	62 37.2	67 32.8	72 28.2	77 23.4	82 18.6	87 13.7	00
10	55.3	52.3	49.0	45.3	41.3	37.1	32.6	28.0	23.3	18.4	13.5	10
20	55.2	52.2	48.8	45.2	41.2	36.9	32.5	27.9	23.1	18.2	13.3	20
30	55.1	52.1	48.7	45.0	41.0	36.8	32.3	27.7	22.9	18.1	13.2	30
40	55.0	52.0	48.6	44.9	40.9	36.6	32.2	27.6	22.8	17.9	13.0	40
50	55.0	51.9	48.5	44.8	40.8	36.5	32.0	27.4	22.6	17.8	12.8	50
00	38 54.9	43 51.8	48 48.4	53 44.6	58 40.6	63 36.4	68 31.9	73 27.2	78 22.5	83 17.6	88 12.7	00
10	54.8	51.7	48.2	44.5	40.5	36.2	31.7	27.1	22.3	17.4	12.5	10
20	54.7	51.6	48.1	44.4	40.3	36.1	31.6	26.9	22.1	17.3	12.3	20
30	54.6	51.5	48.0	44.2	40.2	35.9	31.4	26.8	22.0	17.1	12.2	30
40	54.5	51.4	47.9	44.1	40.1	35.8	31.3	26.6	21.8	16.9	12.0	40
50	54.4	51.2	47.8	44.0	39.9	35.6	31.1	26.5	21.7	16.8	11.8	50
00	39 54.3	44 51.1	49 47.6	54 43.9	59 39.8	64 35.5	69 31.0	74 26.3	79 21.5	84 16.6	89 11.7	00
10	54.2	51.0	47.5	43.7	39.6	35.3	30.8	26.1	21.3	16.5	11.5	10
20	54.1	50.9	47.4	43.6	39.5	35.2	30.7	26.0	21.2	16.3	11.4	20
30	54.0	50.8	47.3	43.5	39.4	35.0	30.5	25.8	21.0	16.1	11.2	30
40	53.9	50.7	47.2	43.3	39.2	34.9	30.4	25.7	20.9	16.0	11.0	40
50	53.8	50.6	47.0	43.2	39.1	34.7	30.2	25.5	20.7	15.8	10.9	50
Ph	I S	I S	I S	I S	I S	I S	I S	I S	I S	I S	I S	Ph
54.0	1.1 1.7	1.3 1.9	1.5 2.1	1.7 2.4	2.0 2.6	2.3 2.9	2.6 3.2	2.9 3.5	3.2 3.8	3.5 4.1	3.8 4.5	54.0
54.3	1.4 1.8	1.6 2.0	1.8 2.2	2.0 2.5	2.3 2.7	2.5 3.0	2.8 3.2	3.0 3.5	3.3 3.8	3.6 4.1	3.9 4.4	54.3
54.6	1.7 2.0	1.9 2.2	2.1 2.4	2.3 2.6	2.5 2.8	2.7 3.0	3.0 3.3	3.2 3.5	3.5 3.8	3.7 4.1	4.0 4.3	54.6
54.9	2.0 2.2	2.2 2.3	2.3 2.5	2.5 2.7	2.7 2.9	2.9 3.1	3.2 3.3	3.4 3.5	3.6 3.8	3.9 4.0	4.1 4.3	54.9
55.2	2.3 2.3	2.5 2.4	2.6 2.6	2.8 2.8	3.0 2.9	3.2 3.1	3.4 3.3	3.6 3.5	3.8 3.7	4.0 4.0	4.2 4.2	55.2
55.5	2.7 2.5	2.8 2.6	2.9 2.7	3.1 2.9	3.2 3.0	3.4 3.2	3.6 3.4	3.7 3.5	3.9 3.7	4.1 3.9	4.3 4.1	55.5
55.8	3.0 2.6	3.1 2.7	3.2 2.8	3.3 3.0	3.5 3.1	3.6 3.3	3.8 3.4	3.9 3.6	4.1 3.7	4.2 3.9	4.4 4.0	55.8
56.1	3.3 2.8	3.4 2.9	3.5 3.0	3.6 3.1	3.7 3.2	3.8 3.3	4.0 3.4	4.1 3.6	4.2 3.7	4.4 3.8	4.5 4.0	56.1
56.4	3.6 2.9	3.7 3.0	3.8 3.1	3.9 3.2	3.9 3.3	4.0 3.4	4.1 3.5	4.3 3.6	4.4 3.7	4.5 3.8	4.6 3.9	56.4
56.7	3.9 3.1	4.0 3.1	4.1 3.2	4.1 3.3	4.2 3.3	4.3 3.4	4.3 3.5	4.4 3.6	4.5 3.7	4.6 3.8	4.7 3.8	56.7
57.0	4.3 3.2	4.3 3.3	4.3 3.3	4.4 3.4	4.4 3.4	4.5 3.5	4.5 3.5	4.6 3.6	4.7 3.6	4.7 3.7	4.8 3.8	57.0
57.3	4.6 3.4	4.6 3.4	4.6 3.4	4.6 3.5	4.7 3.5	4.7 3.5	4.7 3.6	4.8 3.6	4.8 3.6	4.8 3.7	4.9 3.7	57.3
57.6	4.9 3.6	4.9 3.6	4.9 3.6	4.9 3.6	4.9 3.6	4.9 3.6	4.9 3.6	4.9 3.6	5.0 3.6	5.0 3.6	5.0 3.6	57.6
57.9	5.2 3.7	5.2 3.7	5.2 3.7	5.2 3.7	5.2 3.7	5.1 3.6	5.1 3.6	5.1 3.6	5.1 3.6	5.1 3.6	5.1 3.6	57.9
58.2	5.5 3.9	5.5 3.8	5.5 3.8	5.4 3.8	5.4 3.7	5.4 3.7	5.3 3.7	5.3 3.6	5.2 3.6	5.2 3.5	5.2 3.5	58.2
58.5	5.9 4.0	5.8 4.0	5.8 3.9	5.7 3.9	5.6 3.8	5.6 3.8	5.5 3.7	5.5 3.6	5.4 3.6	5.3 3.5	5.3 3.4	58.5
58.8	6.2 4.2	6.1 4.1	6.0 4.1	6.0 4.0	5.9 3.9	5.8 3.8	5.7 3.7	5.6 3.6	5.5 3.5	5.4 3.5	5.3 3.4	58.8
59.1	6.5 4.3	6.4 4.3	6.3 4.2	6.2 4.1	6.1 4.0	6.0 3.9	5.9 3.8	5.8 3.6	5.7 3.5	5.6 3.4	5.4 3.3	59.1
59.4	6.8 4.5	6.7 4.4	6.6 4.3	6.5 4.2	6.4 4.1	6.2 3.9	6.1 3.8	6.0 3.7	5.8 3.5	5.7 3.4	5.5 3.2	59.4
59.7	7.1 4.6	7.0 4.5	6.9 4.4	6.8 4.3	6.6 4.1	6.5 4.0	6.3 3.8	6.2 3.7	6.0 3.5	5.8 3.3	5.6 3.2	59.7
60.0	7.5 4.8	7.3 4.7	7.2 4.5	7.0 4.4	6.9 4.2	6.7 4.0	6.5 3.9	6.3 3.7	6.1 3.5	5.9 3.3	5.7 3.1	60.0
60.3	7.8 5.0	7.6 4.8	7.5 4.7	7.3 4.5	7.1 4.3	6.9 4.1	6.7 3.9	6.5 3.7	6.3 3.5	6.0 3.2	5.8 3.0	60.3
60.6	8.1 5.1	7.9 5.0	7.7 4.8	7.6 4.6	7.3 4.4	7.1 4.2	6.9 3.9	6.7 3.7	6.4 3.4	6.2 3.2	5.9 2.9	60.6
60.9	8.4 5.3	8.2 5.1	8.0 4.9	7.8 4.7	7.6 4.5	7.3 4.2	7.1 4.0	6.8 3.7	6.6 3.4	6.3 3.2	6.0 2.9	60.9
61.2	8.7 5.4	8.5 5.2	8.3 5.0	8.1 4.8	7.8 4.5	7.6 4.3	7.3 4.0	7.0 3.7	6.7 3.4	6.4 3.1	6.1 2.8	61.2
61.5	9.1 5.6	8.8 5.4	8.6 5.1	8.3 4.9	8.1 4.6	7.8 4.3	7.5 4.0	7.2 3.7	6.9 3.4	6.5 3.1	6.2 2.7	61.5

$$\begin{array}{r}
 ai = 26^{\circ} 04,7' \\
 ei = + 2,0' \\
 \hline
 ao = 26^{\circ} 06,7' \\
 dp\ ap\ (5,4m) = - 4,1' \\
 \hline
 a\ ap = 26^{\circ} 02,6' \\
 c = + 60,5' \\
 c\ ad\ (Ph = 54,7) = + 1,8' \\
 \hline
 Limbo\ sup = - 30,0' \\
 \hline
 a = 26^{\circ} 34,9' \quad (\text{altura verdadeira})
 \end{array}$$

A correção para o **acréscimo** (em inglês, “**augmentation**”), mencionada no início deste artigo, pode ser explicada da seguinte maneira: o **semidiâmetro** de um astro depende da sua distância ao observador. Quando o astro está no **horizonte**, sua distância ao observador é maior do que quando ele está no **Zênite**, sendo a diferença em distância igual ao **raio da Terra**. Como o raio da Terra é muito pequeno, comparado com a sua distância ao **Sol**, às **estrelas** ou aos **planetas** utilizados em **Navegação Astronômica**, o acréscimo não acarreta efeito mensurável nas alturas desses astros medidas com o **sextante**. No caso da **Lua**, entretanto, devido à sua comparativa proximidade da **Terra**, o seu **acréscimo** (“**augmentation**”) desde o **horizonte** até o **Zênite** do observador é de cerca de 0,3' (à distância lunar média). A correção para o **acréscimo**, portanto, somente é significativa para a **Lua** e está incluída nas Tábuas para Correções de Altura da Lua constantes do Almanaque Náutico e reproduzidas nas figuras 22.9 e 22.10.

### 22.3.5 TÁBUAS CRÍTICAS

A tábua para correção da **depressão do horizonte** ou **depressão aparente (dp ap)** e as tábuas para correções de alturas do **Sol** e das **estrelas** e **planetas** estão organizadas como **tábuas críticas**.

Nestas tábuas, a um intervalo de **altura aparente** (ou **elevação do olho** do observador) corresponde um único valor da correção; nenhuma interpolação é necessária. Se o argumento de entrada em uma tábua crítica for um **valor tabulado**, leia **para cima** para obter o valor da **correção**.

#### EXEMPLO:

Elevação do olho do observador = 5,5m; correção para depressão aparente (dp ap) = - 4,1'.

### 22.3.6 CORREÇÃO COMPLEMENTAR PARA REFRAÇÃO

Como vimos no capítulo anterior, a prática recomenda que, normalmente, não sejam observados astros com alturas inferiores a 15°, para evitar os efeitos incertos da **refração** nas pequenas alturas. Entretanto, a necessidade às vezes obriga a observação de um astro baixo, principalmente o **Sol** (em geral, uma observação de oportunidade, quando já se navega há um longo tempo sem obtenção de posição, em virtude de condições atmosféricas adversas, ou uma observação efetuada em regiões polares). Nesses casos, os efeitos da refração devem ser encarados com maior cuidado.

As tábuas para correções de alturas foram organizadas levando em consideração uma **refração média**, calculada para as seguintes condições:

**TEMPERATURA:** 50° F (10° C)

**PRESSÃO:** 29,83 pol Hg (1010 mb)

Quando as condições atmosféricas no instante da observação são muito diferentes das condições acima, é necessário aplicar às alturas uma **correção complementar para a refração**, tabulada na página **A<sub>4</sub>** do Almanaque Náutico (ver a figura 22.11).

Essa correção adicional, entretanto, não é normalmente necessária, exceto para observações de astros muito baixos, ou seja, esta **correção complementar** só é significativa para **alturas dos astros inferiores a 10°**, podendo ser dispensada quando se tratar de alturas acima de 10° (exceto, eventualmente, em condições extremas). Assim, todas as observações de alturas menores que 10° devem ser corrigidas para **temperatura e pressão atmosférica**.

Para obter o valor da correção, devem ser lidas no momento da observação a **temperatura** e a **pressão atmosférica**.

Entra-se, então, na parte superior da tabela da página **A<sub>4</sub>** (figura 22.11) com a **temperatura**, em graus Celsius ou Fahrenheit, e projeta-se uma vertical para baixo, até a interseção com uma linha horizontal traçada do valor apropriado da **pressão**, em milibares ou pol Hg, isto é, faz-se o cruzamento da abcissa (temperatura) com a ordenada (pressão). A interseção das duas linhas define uma faixa diagonal assinalada com uma letra de identificação. Essa letra estabelece a coluna vertical de correções a ser usada. Na parte inferior da tábua, nessa mesma coluna, usando como argumento de entrada a **altura aparente (a ap)**, obtém-se o valor da **correção complementar para a refração**. Esta correção pode ser **positiva** ou **negativa** e deve ser aplicada a todas as observações de alturas menores que 10°, interpolando na tabela, se necessário.

#### EXEMPLO:

No dia 20 de maio de 1993, observou-se o **Sol (limbo inferior)**, obtendo-se a **altura instrumental ai** = 09° 12,5'. Sabendo-se que a **elevação do olho do observador** era de 15 metros, que o valor do **erro instrumental** era **ei** = - 2,5', que a **temperatura** era de 30° C e a **pressão atmosférica** era de 1020 hPa (mb), determinar a **altura verdadeira (a)**.

$$\begin{array}{r}
 ai = 09^{\circ} 12,5' \\
 ei = - \quad 2,5' \\
 \hline
 ao = 09^{\circ} 10,0' \\
 dp \text{ ap (15m)} = - \quad 06,8' \\
 \hline
 a \text{ ap} = 09^{\circ} 03,2' \\
 c = + \quad 10,2' \\
 c \text{ ad} = + \quad 0,4' \\
 \hline
 a = 09^{\circ} 13,8' \quad (\text{altura verdadeira})
 \end{array}$$

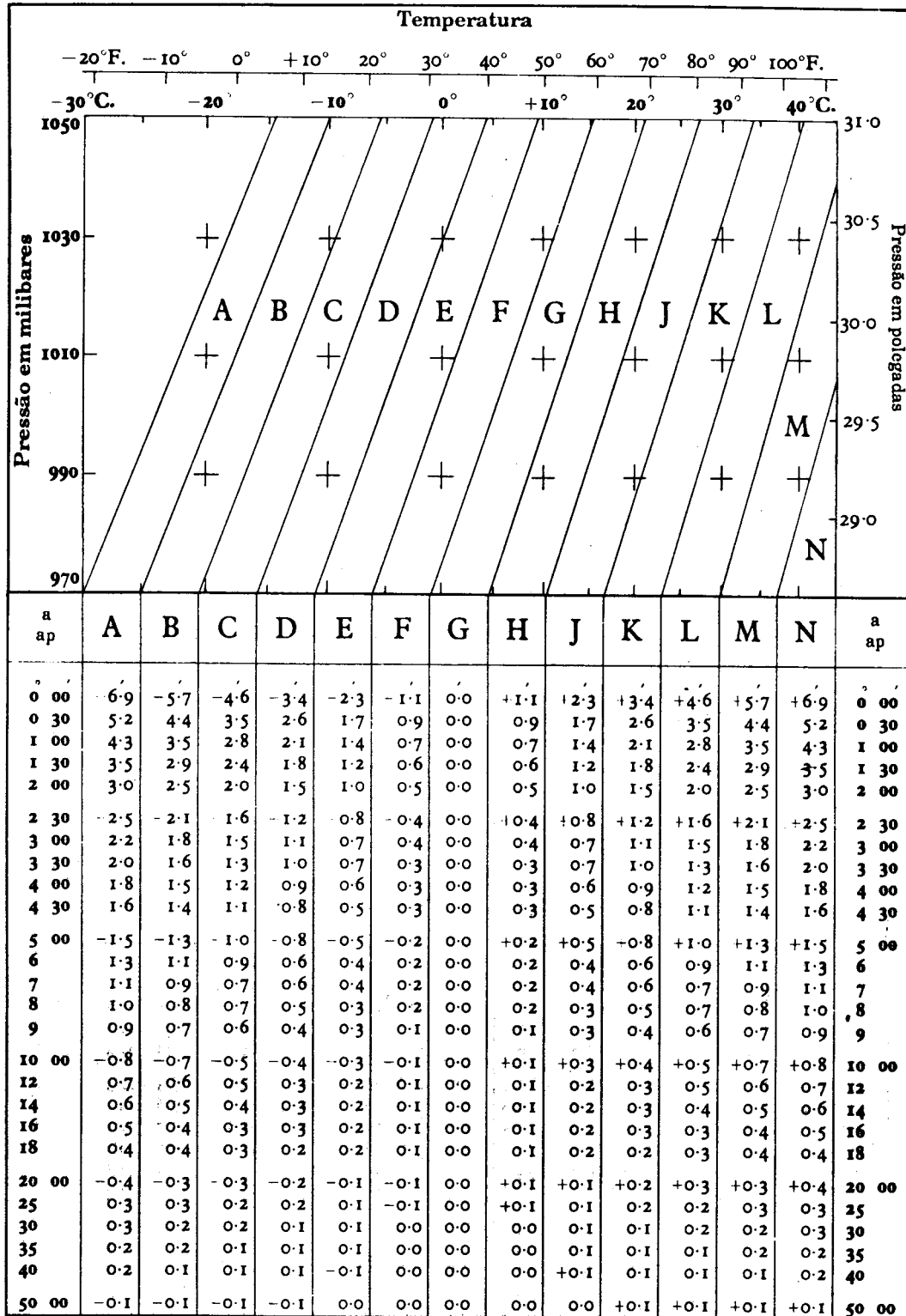
## 22.4 PRECISÃO NAS CORREÇÕES DAS ALTURAS DOS ASTROS

Assim como se faz nas observações de alturas com o **sextante**, é necessário precisão nas correções das alturas dos astros, pois 1' de erro na **altura** é igual a 1 milha de erro na **linha de posição** obtida, isto é, os erros cometidos na observação ou na correção das alturas dos astros transmitem-se em verdadeira grandeza para as LDP correspondentes.



Figura 22.11 – Correção Adicional para Condições Anormais (Aplicável Somente a Alturas Menores que 10°)

**A<sub>4</sub> TÁBUAS PARA CORREÇÕES DE ALTURA**  
**CORREÇÕES COMPLEMENTARES PARA CONDIÇÕES ANORMAIS**



Entra-se no gráfico com a temperatura e a pressão para encontrar a letra pertencente a uma faixa; usando como argumentos essa letra e a altura aparente (altura instrumental corrigida da depressão), lê-se na tábua a correção correspondente. Essa correção deve ser aplicada à altura instrumental como complemento às correções para condições normais de temperatura e pressão, dadas nas páginas A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, XXXIV e XXXV.

## 22.5 OBSERVAÇÕES COM O SEXTANTE DE BOLHA

Quando se observa com o **sextante de bolha**, nenhuma correção é necessária para a **depressão**, **semidiâmetro** ou **aumento do semidiâmetro**. As correções de altura das **estrelas** e **planetas** da página A<sub>2</sub> e do marcador de página devem ser usadas para o **Sol** assim como para as **estrelas** e **planetas**; no caso da **Lua**, é mais simples calcular a média das correções para os limbos superior e inferior e subtrair 15' da altura; a correção relativa à **depressão** não deve ser aplicada.