

28

CÁLCULO DAS RETAS DE ALTURA PELAS TÁBUAS PARA NAVEGAÇÃO ASTRONÔMICA

28.1 SOLUÇÃO DO TRIÂNGULO DE POSIÇÃO PELAS TÁBUAS

Vimos, no capítulo anterior, que é necessário resolver o **triângulo de posição** para obter os **elementos determinativos da reta de altura** (diferença de alturas e Azimute Verdadeiro do astro), que nos permitirão plotar, a partir da **posição estimada** do navio no instante da observação, ou de uma posição próximo a ela, o **ponto determinativo da reta de altura** e por ele traçar a **linha de posição (reta de altura)**, perpendicularmente ao Azimute Verdadeiro do astro.

Então, a solução do **triângulo de posição** nos fornece o valor da **altura calculada (ae)** e do **Azimute Verdadeiro (Az)** do astro. A diferença entre a **altura verdadeira (a)**, resultante da observação do astro, e a **altura calculada (ae)**, ou seja, $\Delta a = a - ae$, e o valor do **Azimute Verdadeiro (Az)** do astro nos permitirão, em conjunto com as coordenadas geográficas da **posição assumida (AP)**, traçar a **reta de altura**.

Vimos, ademais, que o **triângulo de posição** pode ser resolvido matematicamente, utilizando fórmulas e conceitos de Trigonometria Esférica, ou, de maneira mais cômoda, por meio de **Tábuas para Navegação Astronômica**.

Existem inúmeras **Tábuas para Navegação Astronômica** que, conforme já mencionado, nada mais são do que um conjunto de soluções previamente calculadas para o **triângulo de posição** (utilizando fórmulas como as apresentadas no Capítulo 27), abrangendo todas as combinações possíveis de **Latitude, Declinação e Ângulo Horário Local**.

28.2 RETA DE ALTURA PELA PUB.229 “SIGHT REDUCTION TABLES FOR MARINE NAVIGATION”

a. DESCRIÇÃO DAS TÁBUAS

As Tábuas **PUB.229**, especialmente destinadas à navegação marítima, são publicadas pela “National Imagery and Mapping Agency” –NIMA, dos Estados Unidos da América, e vieram substituir as antigas Tábuas **HO-214**¹. As Tábuas **PUB.229**, que neste Manual serão denominadas **PUB.229**, constituem as primeiras Tábuas para Navegação Astronômica inteiramente calculadas por computador.

As **PUB.229** são do tipo “TÁBUAS DE INSPEÇÃO DIRETA”, de uso muito simples. Porém, para abranger todas as Latitudes (de zero a 90°), são necessários **6** volumes:

Vol. 1 – Latitudes 00° – 15°, inclusive;	Vol. 4 – Latitudes 45° – 60°, inclusive;
Vol. 2 – Latitudes 15° – 30°, inclusive;	Vol. 5 – Latitudes 60° – 75°, inclusive; e
Vol. 3 – Latitudes 30° – 45°, inclusive;	Vol. 6 – Latitudes 75° – 90°, inclusive.

Desta forma, cada volume cobre uma faixa de 16° de Latitude, com um “overlap” (superposição) de 1° de Latitude entre volumes adjacentes.

Em cada Volume da **PUB.229**, a faixa de Latitudes coberta é dividida em duas zonas, de 8° cada. O início do volume (páginas 2 a 183) abrange os 8° de Latitude inferiores; o final do volume (páginas 184 a 365) cobre os demais 8° de Latitude.

Como vimos, para resolver o **triângulo de posição** é necessário conhecer dois lados e o ângulo formado entre eles. No caso da **PUB.229**, à **Latitude** corresponde o lado do triângulo **colatitude**; à **Declinação** corresponde o lado **distância polar**; e ao **Ângulo Horário Local** corresponde o **ângulo no pólo**.

Assim, os **argumentos de entrada** na Tábua são:

Latitude

Ângulo Horário Local (AHL), em inglês LHA (“LOCAL HOUR ANGLE”)

Declinação (Dec)

Estes **argumentos de entrada** são tabulados em **graus inteiros** (“integral degrees”) e as **PUB.229** foram projetadas para se trabalhar com uma **posição assumida (AP)**, de modo que seja necessário, apenas, interpolação para os valores de **Declinação (Dec)**, ficando dispensadas as interpolações para **Latitude** e **Ângulo Horário Local (AHL)**. Entrando com a **Latitude**, o **Ângulo Horário Local** e a **Declinação**, em graus inteiros, a **PUB.229** fornece:

I. A **altura tabulada (a tb)**, abreviada, em inglês, Hc (“computed height”) em graus, minutos e décimos;

II. a **diferença tabular (d)**, com o seu sinal (**positivo** ou **negativo**), que corresponde ao incremento ou redução da altura para o aumento de 1° (um grau) de Declinação; e

III. o **Ângulo no Zênite (Z)**, aproximado ao décimo de grau (0,1°).

¹ A denominação PUB.229 substitui a antiga, HO-229, em virtude da reestruturação dos serviços cartográficos do governo dos EUA. Todas as antigas tábuas com a denominação HO, porém, continuam em vigor, até que novas edições sejam publicadas pela NIMA.

A **Latitude da posição assumida (AP)** define qual o Volume da **PUB.229** que devemos utilizar. Ademais, dentro de cada Volume, existem, conforme anteriormente mencionado, 2 zonas de Latitude: a primeira abrangendo os primeiros 8° da faixa de Latitudes correspondente ao volume, e a segunda zona cobrindo os demais 8° de Latitude. Assim, a **Latitude da AP** também define a zona em que se deve entrar no Volume.

Definida a zona de Latitudes em que está inserida a **Latitude** de nossa **posição assumida (AP)**, o argumento principal de entrada será o **Ângulo Horário Local (AHL)**, que definirá qual a página da Tábua que deve ser consultada, para solução do nosso **triângulo de posição**.

Para cada valor do **Ângulo Horário Local (AHL)** em graus inteiros (“integral degrees”) corresponde um conjunto de duas páginas consecutivas, face a face (página da esquerda e página da direita). Os valores do **AHL** de cada página são mostrados no tope e na parte de baixo da página (ver a figura 28.1).

Em cada página, o **argumento horizontal** é a **Latitude**, em graus inteiros, e o **argumento vertical** é a **Declinação**, também em graus inteiros.

Dentro de cada abertura da **PUB.229** (conjunto de duas páginas consecutivas, face a face), a **página da esquerda** apresenta os dados tabulados (alturas tabuladas, diferenças tabulares e Ângulos no Zênite) para **Latitudes** e **Declinações** de **mesmo nome** (“Latitude same name as Declination”).

Os valores de **Ângulo Horário Local (AHL)** tabulados nas páginas da esquerda abrangem as seguintes faixas:

000° aumentando até 090°
360° diminuindo até 270°

Cada **página da esquerda** abrange dois valores de **AHL**, um na faixa de 000° a 90° e outro na faixa de 360° a 270°, de modo que a soma dos dois valores é sempre 360° (ou seja, um valor é o replemento do outro), como mostrado na figura 28.1.

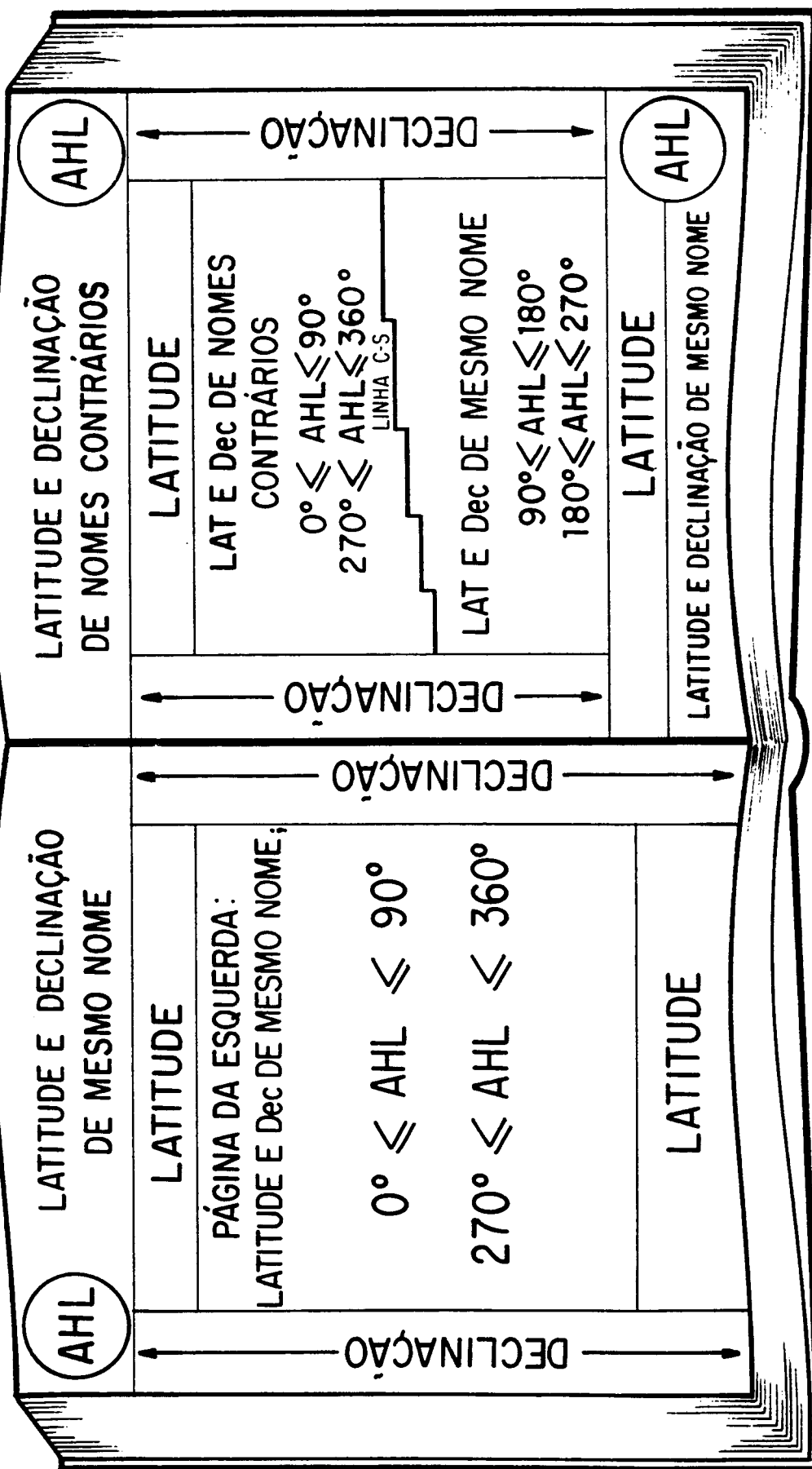
Na **página da direita** de cada abertura, a **parte superior** apresenta os dados tabulados para **Latitude** e **Declinação** de **nomes contrários**, para os valores de **Ângulo Horário Local (AHL)** mostrados no tope da página. A **parte inferior** de cada **página da direita** apresenta os dados tabulados para **Latitude** e **Declinação** de **mesmo nome** e para os valores de **Ângulo Horário Local (AHL)** entre 090° e 270°, dispostos em duas faixas:

180° diminuindo até 090°
180° aumentando até 270°

Na **parte inferior** da **página da direita**, o **Ângulo Horário Local (AHL)** da faixa 090°/180° é o **suplemento** do **AHL** da faixa de 000°/090° mostrado no tope da página. O outro valor de **AHL** é igual a 180° + **AHL** do tope da página (faixa 000°/090°).

A **parte superior** e a **parte inferior** de cada “**página da direita**” são separadas por uma **linha quebrada** (com um perfil semelhante ao de uma escada). Esta

Figura 28.1 - PUB.229 (Disposição dos Argumentos de Entrada - LAT, DEC e AHL)



linha, conhecida como **Linha C-S** (“Contrary-Same Line” ou “C-S Line”), separa os dados referentes a **Lat e Dec** de **nomes contrários**, dos dados correspondentes a **Lat e Dec** de **mesmo nome** e indica o grau de **Declinação** em que o **Horizonte Verdadeiro** ocorre, para cada combinação de **Latitude** e **Ângulo Horário Local** (ver a figura 28.2).

Na figura 28.2, por exemplo, verifica-se que, para um determinado valor de **Ângulo Horário Local** (AHL = 47°), à medida que a **Latitude** cresce, o valor da **Declinação** correspondente ao **Horizonte Verdadeiro** diminui, significando que astros com **Declinações** maiores que o valor limite estarão abaixo do horizonte.

As **alturas tabuladas (a tb)** nas **páginas da direita** são contínuas através da **Linha C-S** que, como afirmamos, representa o **Horizonte Verdadeiro**. Desta forma, as alturas que estão, em relação à **Linha C-S**, no lado oposto àquele de entrada na Tábua, são **negativas**, isto é, estão abaixo do horizonte.

Nas **páginas da esquerda** não existe **Linha C-S** pois, para todos os **Ângulos Horários Locais (AHL)** nelas tabulados e para qualquer combinação dos argumentos de **Latitude** e **Declinação**, as **alturas tabuladas** estão sempre acima do horizonte do observador.

Em resumo, a seqüência para a entrada na **PUB.229** é a seguinte:

1º. Com a **Latitude** da **posição assumida (AP)**, sempre em graus inteiros, definir o **Volume** e a **zona** em que se encontra o observador;

2º. localizar a abertura (página) da **PUB.229**, de acordo com o **Ângulo Horário Local (AHL)** do astro observado, em graus inteiros; e

3º. com os valores de **Latitude** e **Declinação**, em graus inteiros, na **página da esquerda** ou na **página da direita, em baixo** (Lat e Dec de mesmo nome), ou na **página da direita, em cima** (Lat e Dec de nomes contrários), obter os **dados tabulados**:

ALTURA TABULADA (a tb), em inglês Hc (“computed height”);

DIFERENÇA TABULAR (d), com o seu sinal; e

ÂNGULO NO ZÊNITE (Z).

Em seguida, restam apenas:

– Interpolar a **altura tabulada (a tb)** e o **Ângulo no Zênite (Z)** para o valor correto da **Declinação (Dec)**; e

– transformar o **Ângulo no Zênite (Z)** para **Azimuth Verdadeiro (Az)**, utilizando as regras apresentadas nas próprias páginas da **PUB.229**, isto é:

Em Latitude Norte:

Quando AHL > 180° (Astro a Leste): $Az = Z$

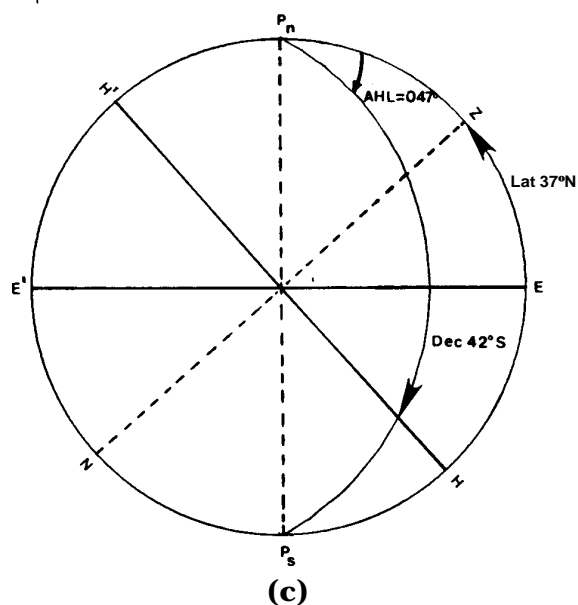
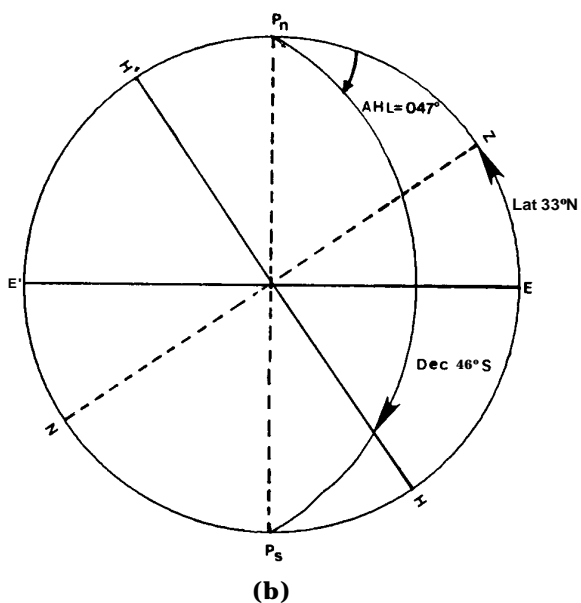
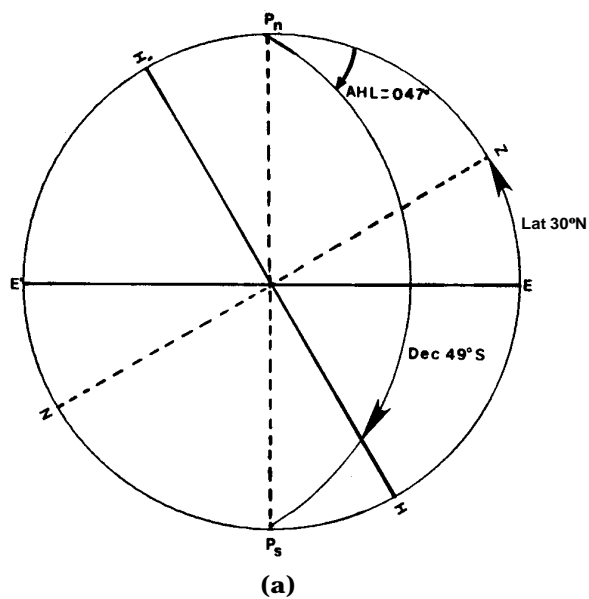
Quando AHL < 180° (Astro a Oeste): $Az = 360^\circ - Z$

Em Latitude Sul:

Quando AHL > 180° (Astro a Leste): $Az = 180^\circ - Z$

Quando AHL < 180° (Astro a Oeste): $Az = 180^\circ + Z$

Figura 28.2 - Significado da Linha C-S (PUB.229)



A LINHA QUE SEPARA AS DUAS PORÇÕES DAS PÁGINAS DA DIREITA DA PUB.229 INDICA O VALOR DA DECLINAÇÃO EM QUE O HORIZONTE VERDADEIRO OCORRE, PARA CADA COMBINAÇÃO DE LATITUDE E ÂNGULO HORÁRIO LOCAL (AHL).

b. EMPREGO DAS PUB.229

Conforme mencionado, as **PUB.229** foram projetadas para serem utilizadas supondo o observador em uma **posição assumida (AP)**, escolhida próximo de sua **posição estimada** no instante da observação, de modo que sua **Latitude assumida** e o **Ângulo Horário Local do astro (AHL)** sejam expressos em **graus inteiros** (“integral degrees”). Assim, será necessário, apenas, interpolar para o valor correto da **Declinação (Dec)** do astro no instante da observação.

As regras para escolha da **posição assumida (AP)**, resumidas no quadro da figura 28.3, são:

1ª. A **Latitude assumida** é o **grau inteiro de Latitude** mais próximo da **Latitude estimada** do observador no instante da observação.

EXEMPLOS:

- Latitude estimada: 15° 48,0' S
Latitude assumida: 16° S
- Latitude estimada: 19° 18,0' S
Latitude assumida: 19° S
- Latitude estimada: 23° 30' S
Latitude assumida: 24° S ou 23° S (indiferente)

2ª. A **Longitude assumida** deve ser o valor mais próximo da **Longitude estimada** do observador no instante da observação, escolhido de modo a produzir, em combinação com o **Ângulo Horário em Greenwich (AHG)** do astro, um valor de **Ângulo Horário Local (AHL)** em **graus inteiros**, pela aplicação das fórmulas:

$$\text{AHL} = \text{AHG} - \text{LONG (W)}$$

ou

$$\text{AHL} = \text{AHG} + \text{LONG (E)}$$

EXEMPLOS:

- Longitude estimada = 030° 27,0' W

$$\begin{array}{r} \text{AHG*} = 246^\circ 08,6' \\ \text{LONG AP} = 030^\circ 08,6' \text{ W} \\ \hline \text{AHL*} = 216^\circ \end{array}$$

- Longitude estimada = 035° 56,0' W

$$\begin{array}{r} \text{AHG*} = 018^\circ 12,7' \\ \text{LONG AP} = 036^\circ 12,7' \text{ W} \\ \hline \text{AHL*} = 342^\circ \end{array}$$

- Longitude estimada = 163° 50,0' E

$$\begin{array}{r} \text{AHG*} = 303^\circ 51,7' \\ \text{LONG AP} = 164^\circ 08,3' \text{ E} \\ \hline \text{AHL*} = 108^\circ 00,0' \end{array}$$

Entretanto, para a **Declinação do astro (Dec)** no instante da observação não se pode assumir um valor. Temos de usar o valor correto da Declinação fornecido pelo

Almanaque Náutico e, portanto, fazer as interpolações necessárias na **altura tabulada** e no **Ângulo no Zênite** obtidos.

Para obter os dados tabulados, entra-se sempre na **PUB.229** com o valor da Declinação, em **graus inteiros, menor e mais próximo** do valor real da **Declinação do astro no instante da observação**.

A **interpolação** para o valor real da declinação é, em 99% de todas as observações de altura, apenas uma **interpolação linear**, cujo valor pode ser obtido pela fórmula:

$$\text{CORREÇÃO} = \text{DIFERENÇA TABULAR (d)} \times \frac{\text{INCREMENTO Dec}}{60}$$

Figura 28.3 - Regras para Escolha da Posição Assumida (AP)

PUB.229 – ESCOLHA DA POSIÇÃO ASSUMIDA (AP)

- OS VALORES DA ALTURA TABULADA (Hc) E ÂNGULO NO ZÊNITE (Z) SÃO DADOS PARA CADA GRAU INTEIRO DOS ARGUMENTOS DE ENTRADA (AHL, LATITUDE E Dec).
- DEVE-SE INTERPOLAR SOMENTE PARA DECLINAÇÃO, EMPREGANDO-SE UMA POSIÇÃO ASSUMIDA (AP), ESCOLHIDA PRÓXIMO DA POSIÇÃO ESTIMADA DO OBSERVADOR NO INSTANTE DA OBSERVAÇÃO, DE ACORDO COM AS SEGUINTE REGRAS:

1ª) A LATITUDE ASSUMIDA É O VALOR EM GRAUS INTEIROS DE LATITUDE MAIS PRÓXIMO DA LATITUDE ESTIMADA DO OBSERVADOR NO INSTANTE DA OBSERVAÇÃO;

2ª) A LONGITUDE ASSUMIDA DEVE SER O VALOR MAIS PRÓXIMO DA LONGITUDE ESTIMADA ESCOLHIDO DE MODO A PRODUZIR, EM COMBINAÇÃO COM O AHG DO ASTRO, UM VALOR DE AHL EM GRAUS INTEIROS, PELA APLICAÇÃO DAS FÓRMULAS:

$$\text{AHL} = \text{AHG} - \text{LONG (W)}$$

ou

$$\text{AHL} = \text{AHG} + \text{LONG (E)}$$

A **correção** também pode ser obtida da **tabela de interpolação** (“INTERPOLATION TABLE”) existente no verso da capa e no verso da contracapa de cada Volume da **PUB.229** (ver a figura 28.4).

O principal argumento de entrada desta tábua é o **incremento da declinação (Dec. Inc.)**, isto é, o número de **minutos de arco e décimos** do valor exato da **Declinação do astro** no instante da observação, ou seja, o número de minutos de arco e décimos da Declinação que excede o valor em graus inteiros, utilizado para entrada na **PUB.229** (Declinação tabulada).

O **incremento da declinação (Dec. Inc.)** é o argumento vertical de entrada na **tabela de interpolação**. Está tabulado de 0,0' a 31,9' na tabela impressa no verso da capa da **PUB.229** e na página que se segue. Ademais, o **incremento da declinação** está tabulado de 28,0' a 59,9' na **tabela de interpolação** impressa no verso da contracapa da **PUB.229** e na página que a precede.

O outro argumento de entrada na **tábua de interpolação** é a **diferença tabular (d)**, retirada da **PUB.229**, quando se entra com a **Latitude assumida**, o **AHL** e a **Dec em graus inteiros**.

Por conveniência da apresentação da **tabela de interpolação**, a **diferença tabular (d)** está dividida em duas partes: a primeira parte corresponde à **dezena** (“tens”) da **diferença de altura** (10', 20', 30', 40' ou 50'). A segunda parte corresponde às **unidades** (“units”) da **diferença de altura** (0' a 9') e aos seus **décimos** (“decimals”).

As **unidades de minuto** dessa segunda parte aparecem como **argumento horizontal** e os **décimos** como **argumento vertical**, na zona da tabela correspondente ao valor do **incremento da declinação** utilizado.

Desta forma, a **correção da altura** é fornecida em duas partes, que devem ser somadas para obtenção da **correção total** para o **incremento da declinação**. O sinal da **correção total** é o mesmo da **diferença tabular (d)**, fornecida pela **PUB.229**.

Nenhuma tábua especial é fornecida para a interpolação do **Ângulo no Zênite (Z)** para o valor exato da **Declinação do astro** no instante da observação. Assim sendo, o **Ângulo no Zênite (Z)** deve ser interpolado mentalmente, “a olho”, ou por uma simples “Regra de Três”.

c. **MODELO PARA CÁLCULO DA RETA DE ALTURA PELA PUB.229**

Embora o cálculo da **reta de altura** pela **PUB.229** seja relativamente simples, o modelo de cálculo mostrado nas figuras 28.5 e 28.8 facilita ainda mais a resolução dos problemas, ordenando o raciocínio, poupando tempo e reduzindo as possibilidades de erro para o navegante.

Entra-se no modelo com os dados conhecidos e os elementos obtidos por ocasião da observação dos astros, tais como posição estimada, rumo e velocidade do navio, data, astro visado, Hora do Cronômetro da observação, altura instrumental, Estado Absoluto do cronômetro, valor do erro instrumental e da elevação do observador.

Figura 28.4 – Extrato da Tabela de Interpolação da PUB.229

Dec. Inc.		Altitude Difference (d)										Double Second Diff. and Corr.	Dec. Inc.		Altitude Difference (d)										Double Second Diff. and Corr.																			
		Tens					Decimals								Units					Tens						Decimals					Units													
		10'	20'	30'	40'	50'	0'	1'	2'	3'	4'				5'	6'	7'	8'	9'	10'	20'	30'	40'	50'		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	20'	30'	40'	50'	0'	1'	2'	3'
28.0	4.6	9.3	14.0	18.6	23.3	0	0.0	0.5	0.9	1.4	1.9	2.4	2.8	3.3	3.8	4.3	0.8	0.1	36.0	6.0	12.0	18.0	24.0	30.0	0	0.0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.3	4.9	5.5	0.8	0.1							
28.1	4.7	9.3	14.0	18.7	23.4	1	0.0	0.5	1.0	1.5	1.9	2.4	2.9	3.4	3.8	4.3	2.4	0.2	36.1	6.0	12.0	18.0	24.0	30.1	1	0.1	0.7	1.3	1.9	2.5	3.1	3.7	4.3	4.9	5.5	2.5	0.2							
28.2	4.7	9.4	14.1	18.8	23.5	2	0.1	0.6	1.0	1.5	2.0	2.5	2.9	3.4	3.9	4.4	4.0	0.3	36.2	6.0	12.0	18.1	24.1	30.1	2	0.1	0.7	1.3	1.9	2.6	3.2	3.8	4.4	5.0	5.6	4.5	0.3							
28.3	4.7	9.4	14.1	18.9	23.6	3	0.1	0.6	1.1	1.6	2.0	2.5	3.0	3.5	3.9	4.4	5.6	0.4	36.3	6.0	12.1	18.1	24.2	30.2	3	0.2	0.8	1.4	2.0	2.6	3.2	3.8	4.4	5.0	5.7	4.5	0.4							
28.4	4.7	9.5	14.2	18.9	23.7	4	0.2	0.7	1.1	1.6	2.1	2.6	3.0	3.5	4.0	4.5	7.2	0.5	36.4	6.1	12.1	18.2	24.3	30.3	4	0.2	0.9	1.5	2.1	2.7	3.3	3.9	4.5	5.1	5.7	4.6	0.5							
28.5	4.8	9.5	14.3	19.0	23.8	5	0.2	0.7	1.2	1.7	2.1	2.6	3.1	3.6	4.0	4.5	8.8	0.6	36.5	6.1	12.2	18.3	24.3	30.4	5	0.3	0.9	1.5	2.1	2.7	3.3	4.0	4.6	5.2	5.8	4.7	0.6							
28.6	4.8	9.5	14.3	19.1	23.8	6	0.3	0.8	1.2	1.7	2.2	2.7	3.1	3.6	4.1	4.6	10.4	0.7	36.6	6.1	12.2	18.3	24.4	30.5	6	0.4	1.0	1.6	2.2	2.8	3.4	4.0	4.6	5.2	5.8	4.8	0.7							
28.7	4.8	9.6	14.4	19.2	23.9	7	0.3	0.8	1.3	1.8	2.2	2.7	3.2	3.7	4.1	4.6	12.0	0.8	36.7	6.1	12.3	18.4	24.5	30.6	7	0.4	1.0	1.6	2.3	2.9	3.5	4.1	4.7	5.3	5.9	4.9	0.8							
28.8	4.8	9.6	14.4	19.2	24.0	8	0.4	0.9	1.3	1.8	2.3	2.8	3.2	3.7	4.2	4.7	15.2	0.9	36.8	6.2	12.3	18.4	24.6	30.7	8	0.5	1.1	1.7	2.3	2.9	3.5	4.1	4.7	5.4	6.0	5.0	0.9							
28.9	4.9	9.7	14.5	19.3	24.1	9	0.4	0.9	1.4	1.9	2.3	2.8	3.3	3.8	4.2	4.7	16.8	1.0	36.9	6.2	12.3	18.5	24.6	30.8	9	0.5	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	5.1	1.0							
29.0	4.8	9.6	14.5	19.3	24.1	0	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	2.9	3.4	3.9	4.4	18.4	1.1	37.0	6.1	12.3	18.5	24.6	30.8	0	0.0	0.6	1.2	1.9	2.5	3.1	3.7	4.4	5.0	5.6	1.1	1.1							
29.1	4.8	9.7	14.5	19.4	24.2	1	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	20.0	1.2	37.1	6.2	12.3	18.5	24.7	30.9	1	0.1	0.7	1.3	1.9	2.6	3.2	3.8	4.4	5.1	5.7	1.2	1.2							
29.2	4.8	9.7	14.6	19.4	24.3	2	0.1	0.6	1.1	1.6	2.1	2.6	3.0	3.5	4.0	4.5	21.6	1.3	37.2	6.2	12.4	18.6	24.8	31.0	2	0.1	0.7	1.4	2.0	2.6	3.2	3.9	4.5	5.1	5.7	1.3	1.3							
29.3	4.9	9.8	14.6	19.5	24.4	3	0.1	0.6	1.1	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	4.6	23.2	1.4	37.3	6.2	12.4	18.6	24.9	31.1	3	0.2	0.8	1.4	2.1	2.7	3.3	3.9	4.5	5.1	5.7	1.4	1.4							
29.4	4.9	9.8	14.7	19.6	24.5	4	0.2	0.7	1.2	1.7	2.2	2.7	3.1	3.6	4.1	4.6	24.8	1.5	37.4	6.2	12.5	18.7	24.9	31.2	4	0.2	0.9	1.5	2.1	2.7	3.4	4.0	4.6	5.2	5.9	1.5	1.5							
29.5	4.9	9.8	14.8	19.7	24.6	5	0.2	0.7	1.2	1.7	2.2	2.7	3.2	3.7	4.2	4.7	26.4	1.6	37.5	6.3	12.5	18.8	25.0	31.3	5	0.3	0.9	1.6	2.2	2.8	3.4	4.1	4.7	5.3	5.9	1.6	1.6							
29.6	4.9	9.9	14.8	19.7	24.7	6	0.3	0.8	1.3	1.8	2.3	2.8	3.2	3.7	4.2	4.7	28.0	1.7	37.6	6.3	12.5	18.8	25.1	31.3	6	0.4	1.0	1.6	2.2	2.9	3.5	4.1	4.7	5.4	6.0	1.7	1.7							
29.7	5.0	9.9	14.9	19.8	24.8	7	0.3	0.8	1.3	1.8	2.3	2.8	3.3	3.8	4.2	4.7	29.6	1.8	37.7	6.3	12.6	18.9	25.2	31.4	7	0.4	1.1	1.7	2.3	2.9	3.6	4.2	4.8	5.4	6.1	1.8	1.8							
29.8	5.0	10.0	14.9	19.9	24.9	8	0.4	0.9	1.4	1.9	2.4	2.9	3.3	3.8	4.3	4.8	31.2	1.9	37.8	6.3	12.6	18.9	25.2	31.5	8	0.5	1.1	1.7	2.4	3.0	3.6	4.2	4.9	5.5	6.1	1.9	1.9							
29.9	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	9	0.4	0.9	1.4	1.9	2.4	2.9	3.4	3.9	4.4	4.9	32.8	2.0	37.9	6.4	12.7	19.0	25.3	31.6	9	0.6	1.2	1.8	2.4	3.1	3.7	4.3	4.9	5.6	6.2	2.0	2.0							
30.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	0	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.6	4.1	4.6	0.8	0.1	38.0	6.3	12.6	19.0	25.3	31.6	0	0.0	0.6	1.3	1.9	2.6	3.2	3.8	4.5	5.1	5.8	0.9	0.9							
30.1	5.0	10.0	15.0	20.0	25.1	1	0.1	0.6	1.1	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	4.6	2.4	0.2	38.1	6.3	12.7	19.0	25.4	31.7	1	0.1	0.7	1.3	2.0	2.6	3.3	3.9	4.6	5.2	5.8	1.0	1.0							
30.2	5.0	10.0	15.1	20.1	25.1	2	0.1	0.6	1.1	1.6	2.1	2.6	3.2	3.7	4.2	4.7	4.0	0.3	38.2	6.3	12.7	19.1	25.4	31.8	2	0.1	0.8	1.4	2.1	2.7	3.4	4.0	4.6	5.3	5.9	1.1	1.1							
30.3	5.0	10.1	15.1	20.2	25.2	3	0.2	0.7	1.2	1.7	2.2	2.7	3.2	3.7	4.2	4.7	5.6	0.3	38.3	6.4	12.8	19.1	25.5	31.9	3	0.2	0.8	1.5	2.1	2.8	3.4	4.0	4.7	5.3	6.0	1.2	1.2							
30.4	5.1	10.1	15.2	20.3	25.3	4	0.2	0.7	1.2	1.7	2.2	2.7	3.3	3.8	4.3	4.8	7.2	0.4	38.4	6.4	12.8	19.2	25.6	32.0	4	0.3	0.9	1.5	2.2	2.8	3.5	4.1	4.7	5.4	6.0	1.3	1.3							
30.5	5.1	10.2	15.3	20.4	25.4	5	0.3	0.8	1.3	1.8	2.3	2.8	3.3	3.8	4.3	4.8	8.8	0.5	38.5	6.4	12.8	19.3	25.7	32.1	5	0.3	1.0	1.6	2.2	2.9	3.5	4.2	4.8	5.5	6.1	1.4	1.4							
30.6	5.1	10.2	15.3	20.4	25.5	6	0.3	0.8	1.3	1.8	2.3	2.8	3.4	3.9	4.4	4.9	10.4	0.6	38.6	6.4	12.9	19.3	25.7	32.2	6	0.4	1.0	1.7	2.3	3.0	3.6	4.2	4.9	5.6	6.2	1.5	1.5							
30.7	5.1	10.3	15.4	20.5	25.6	7	0.4	0.9	1.4	1.9	2.4	2.9	3.4	3.9	4.4	4.9	12.0	0.7	38.7	6.5	12.9	19.4	25.8	32.3	7	0.4	1.1	1.7	2.4	3.0	3.7	4.3	4.9	5.6	6.3	1.6	1.6							
30.8	5.2	10.3	15.4	20.6	25.7	8	0.4	0.9	1.4	1.9	2.4	2.9	3.5	4.0	4.5	5.0	15.2	0.9	38.8	6.5	13.0	19.4	25.9	32.4	8	0.5	1.2	1.8	2.4	3.1	3.7	4.4	5.0	5.6	6.3	1.7	1.7							
30.9	5.2	10.3	15.5	20.6	25.8	9	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	16.8	1.0	38.9	6.5	13.0	19.5	26.0	32.5	9	0.6	1.2	1.9	2.5	3.1	3.8	4.4	5.1	5.7	6.4	1.8	1.8							
31.0	5.1	10.3	15.5	20.6	25.8	0	0.0	0.5	1.0	1.6	2.1	2.6	3.1	3.7	4.2	4.7	18.4	1.1	39.0	6.5	13.0	19.5	26.0	32.5	0	0.0	0.7	1.3	2.0	2.6	3.3	3.9	4.6	5.3	5.9	1.9	1.9							
31.1	5.2	10.3	15.5	20.7	25.9	1	0.1	0.6	1.1	1.6	2.2	2.7	3.2	3.7	4.3	4.8	20.0	1.2	39.1	6.5	13.0	19.6	26.0	32.6	1	0.1	0.7	1.4	2.0	2.7	3.4	4.0	4.7	5.3	6.0	2.0	2.0							
31.2	5.2	10.4	15.6	20.8	26.0	2	0.1	0.6	1.2	1.7	2.2	2.7	3.3	3.8	4.3	4.8	21.6	1.3	39.2	6.5	13.0	19.6	26.1	32.6	2	0.1	0.8	1.4	2.1	2.8	3.4	4.1	4.7	5.4	6.1	2.1	2.1							
31.3	5.2	10.4	15.6	20.9	26.1	3	0.2	0.7	1.2	1.7	2.3	2.8	3.3	3.8	4.3	4.8	23.2	1.4	39.3	6.5	13.1	19.6	26.2	32.7	3	0.2	0.9	1.5	2.2	2.8	3.5	4.1	4.8	5.5	6.1	2.2	2.2							
31.4	5.2	10.5	15.7	20.9	26.2	4	0.2	0.7	1.3	1.8	2.3	2.8	3.4	3.9	4.4	4.9	24.8	1.5	39.4	6.6	13.1	19.7	26.3	32.8	4	0.3	0.9	1.6	2.2	2.9	3.6	4.2	4.9	5.6	6.2	2.3	2.3							
31.5	5.3	10.5	15.8	21.0	26.3	5	0.3	0.8	1.3	1.8	2.4	2.9	3.4	3.9	4.5	5.0	26.4	1.6	39.5	6.6	13.2	19.8	26.3	32.9	5	0.3	1.0	1.6	2.3	3.0	3.6	4.3	4.9	5.6	6.3	2.4	2.4							
31.6	5.3	10.5	15.8	21.1	26.3	6	0.3	0.8	1.4	1.9	2.4	2.9	3.5	4.0	4.5	5.0	28.0	1.7	39.6	6.6	13.2	19.8	26.4	33.0	6	0.4	1.1	1.7	2.4	3.0	3.7	4.3	5.0	5.7	6.3	2.5	2.5							
31.7	5.3	10.6	15.9	21.2	26.4	7	0.4	0.9	1.4	1.9																																		

Calculam-se, então, utilizando o Almanaque Náutico e as linhas correspondentes do tipo de cálculo, as **coordenadas horárias (Dec e AHL)** do astro. Conforme mencionado, deve-se assumir para a Longitude um valor tal que o AHL do astro seja obtido em graus inteiros.

Em seguida, entra-se na **PUB.229** com a Latitude assumida (em graus inteiros), o AHL (também em graus inteiros) e o valor da Declinação do astro no instante da observação e, após interpolar para a Declinação, obtêm-se a **altura calculada (ae)** e o **Ângulo no Zênite (Z)** do astro.

Aplicam-se, então, as correções devidas à altura instrumental (a_i), para transformá-la em **altura verdadeira (a)** do astro.

Finalmente, calcula-se a **diferença de alturas** ($\Delta a = a - ae$) e transforma-se o **Ângulo no Zênite (Z)** em **Azimute Verdadeiro (Az)**, obtendo-se os **elementos determinativos da reta de altura**, com os quais pode-se traçar a LDP, a partir da **posição assumida (AP)**.

d. EXEMPLOS

1. Navegando ao largo do litoral da Bahia, na **posição estimada** Latitude $15^\circ 10,0' S$ e Longitude $030^\circ 15,0' W$, no dia 08/11/93, o Encarregado de Navegação da Fragata “Defensora” observou o Sol (reta da manhã) às Hleg = 0927, obtendo:

$$\begin{aligned} \text{HCr obs} &= 11^{\text{h}} 27^{\text{m}} 12,0^{\text{s}} ; a_i = 57^\circ 20,2' (\text{LI}) ; e_i = + 1,6' \\ E_a &= + 00^{\text{h}} 00^{\text{m}} 15,0^{\text{s}} ; \text{Elev} = 14\text{m} ; R = 320^\circ ; \text{vel} = 14 \text{ nós} \end{aligned}$$

Calcular os **elementos determinativos** e traçar a **reta de altura**.

SOLUÇÃO:

Ver o modelo “Reta de Altura pela **PUB.229**” (figura 28.5).

A “página diária” do Almanaque Náutico referente ao dia 08/11/93 está reproduzida na figura 24.4 (ver o Capítulo 24).

Os “Acréscimos e Correções” para os minutos e segundos estão reproduzidos na figura 23.5 (ver o Capítulo 23).

A página correspondente da **PUB.229** está reproduzida na figura 28.6.

Os **elementos determinativos da reta de altura** são (ver o cálculo na figura 28.5):

$$\Delta a = + 13,9' ; Az = 097,6^\circ$$

A **posição assumida (AP)** é:

$$\text{Latitude} = 15^\circ S , \text{Longitude} = 029^\circ 55,1' W$$

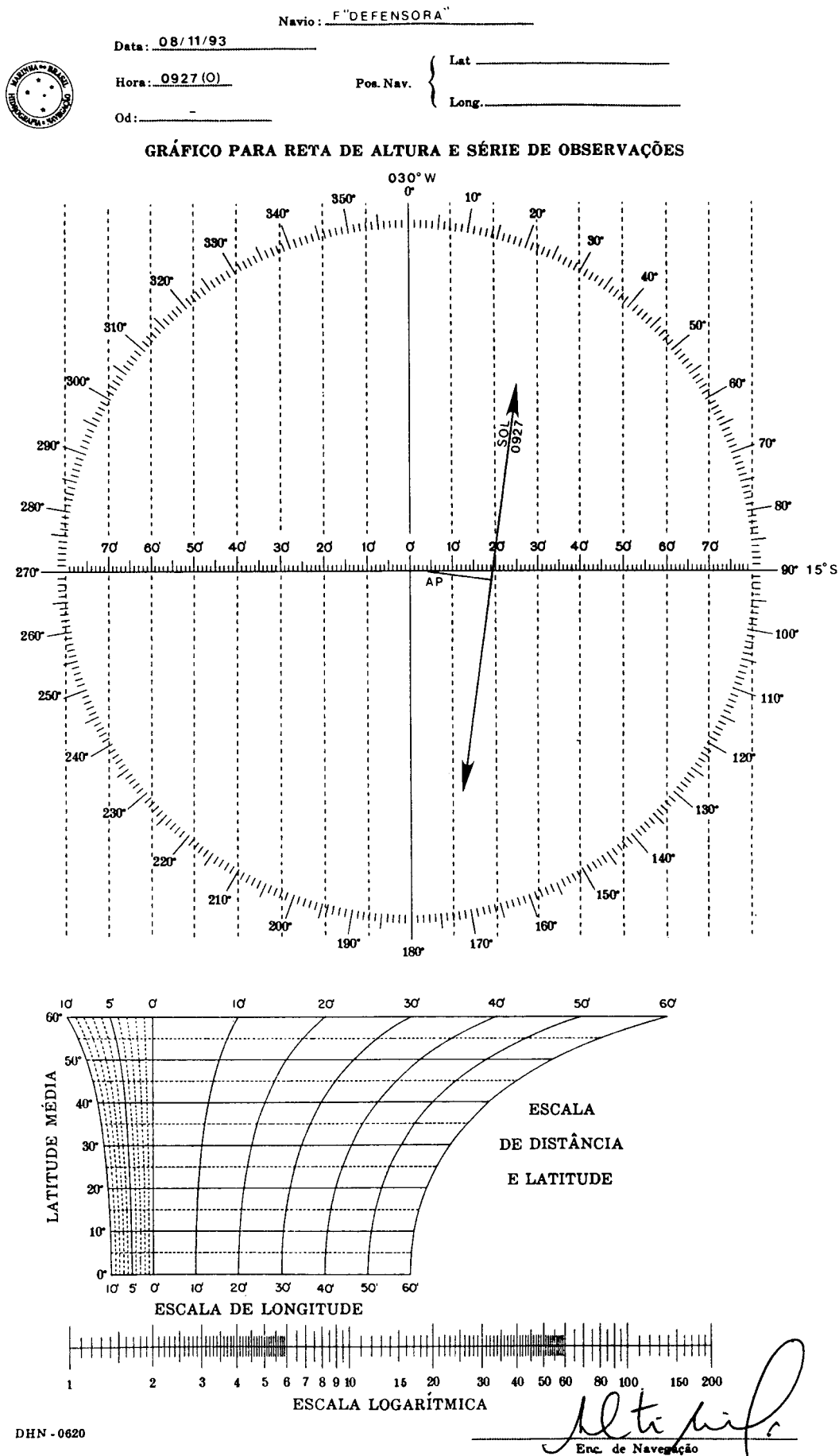
A plotagem da **reta de altura** está mostrada na figura 28.7.

Figura 28.5 - Cálculo da Reta de Altura pela PUB.229

RETA DE ALTURA PELA PUB.229

NAVIO_ Frigate " DEFENSORA "		DATA_ 08/11/93	
LATITUDE ESTIMADA_ 15° 10.0' S		LONGITUDE ESTIMADA_ 030° 15.0' W	
RUMO_ 320°		VELOCIDADE_ 14 nós	
DATA	08/11/93		
ASTRO	SOL (L1)		
1 Hleg obs	09 27		
2 FUSO	+02 (θ)		
3 HCr obs	11 27 12.0		
4 Ea	+00 00 15.0		
5 HMG obs	11 27 27.0		
6 AHG (h)	349° 03.3'		
7 corr (m/s)	06° 51.8'		
8 corr. v (LUA, PLAN)	—		
9 AHG (h/m/s)	355° 55.1'		
10 ARV ★	—		
11 AHG★(h/m/s)	—		
12 LONG. ASSUMIDA	029° 55.1' W		
13 AHL (1º ARGUMENTO)	326°		
14 LAT. ASSUMIDA (2º ARG)	15° S		
15 Dec. (h) d	16° 38.6' S +0.7		
16 corr (m/s)	+ 0.3'		
17 Dec (h/m/s)	16° 38.9' S		
18 Dec TABULADA (3º ARG)	16° S		
19 INCREMENTO DEC	38.9'		
ELEM DA TÁBUA			
20 ÂNGULO NO ZENITE (Z)	82.4° SE		
21 ALT. TAB. (HC) d	57° 15.4' +2.3		
CORREÇÕES ALT.			
22 DEZENAS	—		
23 UNIDADES E DÉCIMOS	+ 1.5'		
24 DIFERENÇA SEGUNDA	—		
25 CORREÇÃO TOTAL	+ 1.5'		
26 ALTURA CALCULADA (ee)	57° 16.9'		
27 ALTURA INSTRUM. (ei)	57° 20.2'		
28 ERRO INSTRUM. (ei)	+ 1.6'		
29 ALTURA OBSERV. (eo)	57° 21.8'		
30 COR. DEP. ELEV:	- 6.6' 14m		
31 ALTURA APARENTE (eop)	57° 15.2'		
32 CORREÇÃO (c)	+ 15.6'		
33 CORR. AD (LUA, PLAN)	—		
34 ALTURA VERD (e)	57° 30.8'		
35 ALTURA CALC. (ee)	57° 16.9'		
36 DIF. (e - ee)	+ 13.9'		
37 AZIMUTE (Az)	097.6°		

Figura 28.7 - Plotagem da Reta de Altura



2. Navegando ao Sul do Rio de Janeiro, no rumo 290° , velocidade 6,0 nós, o navegador do Veleiro de Oceano “Brekelé”, no crepúsculo matutino do dia 27 de setembro de 1993, fez as seguintes observações, na posição estimada Latitude $24^\circ 54,0' S$ e Longitude $042^\circ 50,0' W$:

ASTROS: ALDEBARAN : HCr = $08^h 25^m 50,0^s$; ai = $44^\circ 00,3'$
 ALPHARD : HCr = $08^h 26^m 44,0^s$; ai = $38^\circ 01,3'$
 PROCYON : HCr = $08^h 27^m 46,0^s$; ai = $51^\circ 30,9'$

Sabendo-se que:

$$ei = + 2,0' ; \text{Elev} = 4,0 \text{ m} ; Ea = + 00^h 00^m 12,0^s$$

Determinar a posição observada.

SOLUÇÃO:

Ver o modelo “Reta de Altura pela **PUB.229**” (figura 28.8).

A “página diária” referente ao dia 27/09/93 está reproduzida na figura 23.3 (ver o Capítulo 23).

Os “Acréscimos e Correções” para os minutos e segundos estão reproduzidos na figura 23.5 (ver o Capítulo 23).

As páginas correspondentes da **PUB.229** estão reproduzidas nas figuras 28.9, 28.10 e 28.11.

A plotagem da **posição astronômica** está mostrada na figura 28.12.

As coordenadas da **posição observada** são:

$$\text{Latitude } 24^\circ 52,5' S , \text{Longitude } 043^\circ 03,0' W$$

e. CORREÇÃO PARA DIFERENÇA SEGUNDA (DSD)

Conforme anteriormente citado, a correção da **altura tabulada (a tb)** para o valor real da **Declinação** é, em 99% de todas as observações de altura, apenas uma **interpolação linear**, cujo valor pode ser obtido da **TABELA DE INTERPOLAÇÃO** (“INTERPOLATION TABLE”) impressa no verso da capa e da contracapa da **PUB.229** ou pela fórmula:

$$\text{CORREÇÃO} = \text{DIFERENÇA TABULAR (d)} \times \frac{\text{INCREMENTO Dec}}{60}$$

Entretanto, em certas situações, a **interpolação linear** não é suficiente. Quando a **diferença tabular (d)** tabulada na **PUB.229** está impressa em itálico e seguida por um pequeno ponto negro, é necessário fazer, além da **interpolação linear**, uma correção adicional para **DIFERENÇA SEGUNDA (DSD)**.

A precisão da **interpolação linear** normalmente decresce à medida que a altura do astro cresce. Em alturas acima de 60° , pode ser necessário incluir a **CORREÇÃO PARA DIFERENÇA SEGUNDA (DSD)**.

Figura 28.8 - Cálculo de Retas de Altura pela PUB.229

RETA DE ALTURA PELA PUB.229

NAVIO_ VO "BREKELE"		DATA_ 27/09/93	
LATITUDE ESTIMADA_ 24° 54.0' S		LONGITUDE ESTIMADA_ 042° 50.0' W	
RUMO_ 290°		VELOCIDADE_ 6.0 nós	
DATA	27/09/93	27/09/93	27/09/93
ASTRO	ALDEBARAN	ALPHARD	PROCYON
1 Hlog obs	05 26	05 27	05 28
2 FUSO	+03 (P)	+03 (P)	+03 (P)
3 HCr obs	08 - 25 - 50.0	08 - 26 - 44.0	08 - 27 - 46.0
4 Ea	+00 - 00 - 12.0	+00 - 00 - 12.0	+00 - 00 - 12.0
5 HMG obs	08 - 26 - 02.0	08 - 26 - 56.0	08 - 27 - 58.0
6 AHG (h)	126° 07.5'	126° 07.5'	126° 07.5'
7 corr (m/s)	06° 31.6'	06° 45.1'	07° 00.6'
8 corr. v (LUA, PLAN)	-	-	-
9 AHG (h/m/s)	132° 39.1'	132° 52.6'	133° 08.1'
10 ARV *	291° 06.2'	218° 10.8'	245° 15.2'
11 AHG*(h/m/s)	063° 45.3'	351° 03.4'	018° 23.3'
12 LONG. ASSUMIDA	042° 45.3' W	043° 03.4' W	042° 23.3' W
13 AHL (1º ARGUMENTO)	021°	308°	336°
14 LAT. ASSUMIDA (2º ARG)	25° S	25° S	25° S
15 Dec. (h) d	- -	- -	- -
16 corr (m/s)	-	-	-
17 Dec (h/m/s)	16° 29.9' N	08° 37.8' S	05° 14.5' N
18 Dec TABULADA (3º ARG)	16° N (C)	08° S (S)	05° N (C)
19 INCREMENTO DEC	29.9'	37.8'	14.5'
20 ELEM DA TÁBUA ÂNGULO NO ZENITE (Z)	151.6° SW	098.8° SE	139.0° SE
21 ALT. TAB. (HC) d	44° 10.5' -53.6	37° 41.3' +25.5	51° 59.8' -48.3
22 CORREÇÕES ALT. DEZENAS	-25.0'	+12.6'	-09.7'
23 UNIDADES E DÉCIMOS	-1.8'	+3.4'	-2.0'
24 DIFERENÇA SEGUNDA	-	-	-
25 CORREÇÃO TOTAL	-26.8'	+16.0'	-11.7'
26 ALTURA CALCULADA (oo)	43° 43.7'	37° 57.3'	51° 48.1'
27 ALTURA INSTRUM. (ei)	44° 00.3'	38° 01.3'	51° 30.9'
28 ERRO INSTRUM. (ei)	+2.0'	+2.0'	+2.0'
29 ALTURA OBSERV. (oo)	44° 02.3'	38° 03.3'	51° 32.9'
30 COR. DEP. ELEV*	-03.5 4m	-03.5 4m	-03.5 4m
31 ALTURA APARENTE (oop)	43° 58.8'	37° 59.8'	51° 29.4'
32 CORREÇÃO (c)	-1.0'	-1.2'	-0.8'
33 CORR. AD (LUA, PLAN)	-	-	-
34 ALTURA VERD (o)	43° 57.8'	37° 58.6'	51° 28.6'
35 ALTURA CALC. (oo)	43° 43.7'	37° 57.3'	51° 48.1'
36 DIF. (o-oo)	+14.1'	+01.3'	-19.5'
37 AZIMUTE (Az)	331.6°	081.2°	041.0°

Figura 28.9 - Extrato da PUB.229

LATITUDE CONTRARY NAME TO DECLINATION													L.H.A. 21°, 339°												
Dec.	23°			24°			25°			26°			27°			28°			29°			30°			Dec.
	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	
0	59 14.7	-46.2	135.5	58 31.5	-47.1	136.7	57 47.5	-47.9	137.8	57 02.7	-48.6	138.8	56 17.2	-49.3	139.8	55 31.1	-50.0	140.7	54 44.3	-50.6	141.6	53 57.0	-51.2	142.5	0
1	58 28.5	-46.9	136.7	57 44.4	-47.7	137.8	56 59.6	-48.5	138.9	56 14.1	-49.2	139.9	55 27.9	-49.8	140.8	54 41.1	-50.4	141.7	53 53.7	-51.0	142.5	53 05.8	-51.5	143.4	1
2	57 41.6	-47.5	137.9	56 56.7	-48.2	139.0	56 11.1	-48.9	139.9	55 24.9	-49.6	140.9	54 38.1	-50.3	141.8	53 50.7	-50.9	142.6	53 02.7	-51.4	143.4	52 14.3	-51.9	144.2	2
3	56 54.1	-48.1	139.1	56 08.5	-48.8	140.0	55 22.2	-49.5	141.0	54 35.3	-50.1	141.9	53 47.8	-50.7	142.7	52 59.8	-51.2	143.5	52 11.3	-51.7	144.3	51 22.4	-52.2	145.0	3
4	56 06.0	-48.6	140.1	55 19.7	-49.4	141.1	54 32.7	-49.9	142.0	53 45.2	-50.6	142.8	52 57.1	-51.0	143.6	52 08.6	-51.6	144.4	51 19.6	-52.1	145.1	50 30.2	-52.5	145.8	4
5	55 17.4	-49.2	141.2	54 30.3	-49.7	142.1	53 42.3	-50.4	142.9	52 54.6	-50.9	143.7	52 06.1	-51.5	144.5	51 17.0	-51.9	145.2	50 27.5	-52.3	145.9	49 37.7	-52.8	146.6	5
6	54 28.2	-49.6	142.2	53 40.6	-50.3	143.0	52 52.4	-50.8	143.8	52 03.7	-51.3	144.6	51 14.6	-51.8	145.3	50 25.1	-52.2	146.0	49 35.2	-52.7	146.7	48 44.9	-53.1	147.3	6
7	53 38.6	-50.1	143.1	52 50.3	-50.6	143.9	52 01.6	-51.1	144.7	51 12.4	-51.6	145.4	50 22.8	-52.0	146.1	49 32.9	-52.6	146.8	48 42.5	-52.9	147.4	47 51.8	-53.3	148.0	7
8	52 48.5	-50.5	144.0	51 59.7	-51.0	144.8	51 10.5	-51.5	145.5	50 20.8	-51.9	146.2	49 30.8	-52.4	146.9	48 40.3	-52.8	147.5	47 49.6	-53.2	148.1	46 58.5	-53.6	148.7	8
9	51 58.0	-50.8	144.9	51 08.7	-51.3	145.7	50 19.0	-51.8	146.3	49 28.9	-52.3	147.0	48 38.4	-52.7	147.6	47 47.5	-53.0	148.2	46 56.4	-53.4	148.8	46 04.9	-53.7	149.3	9
10	51 07.2	-51.2	145.8	50 17.4	-51.7	146.5	49 27.2	-52.2	147.1	48 36.6	-52.5	147.7	47 45.7	-52.9	148.3	46 54.5	-53.3	148.9	46 03.0	-53.7	149.4	45 11.2	-54.0	150.0	10
11	50 16.0	-51.6	146.6	49 25.7	-52.0	147.3	48 35.0	-52.4	147.9	47 44.1	-52.8	148.5	46 52.8	-53.2	149.0	46 01.2	-53.5	149.6	45 09.3	-53.8	150.1	44 17.2	-54.2	150.6	11
12	49 24.4	-51.9	147.4	48 33.7	-52.3	148.0	47 42.6	-52.6	148.6	46 51.3	-53.1	149.2	45 59.6	-53.4	149.7	45 07.7	-53.8	150.2	44 15.5	-54.1	150.7	43 23.0	-54.3	151.2	12
13	48 32.5	-52.1	148.2	47 41.4	-52.6	148.8	46 50.0	-53.0	149.3	45 58.3	-53.3	149.8	45 06.2	-53.6	150.3	44 13.9	-53.9	150.8	43 21.4	-54.2	151.3	42 28.7	-54.5	151.7	13
14	47 40.4	-52.5	148.9	46 48.8	-52.8	149.5	45 57.0	-53.1	150.0	45 04.9	-53.5	150.5	44 12.6	-53.8	151.0	43 20.0	-54.1	151.4	42 27.2	-54.4	151.9	41 34.2	-54.7	152.3	14
15	46 47.9	-52.7	149.6	45 56.0	-53.0	150.2	45 03.9	-53.4	150.7	44 11.4	-53.7	151.1	43 18.8	-54.0	151.6	42 25.9	-54.3	152.0	41 32.8	-54.6	152.5	40 39.5	-54.8	152.9	15
16	45 55.2	-52.9	150.3	45 03.0	-53.3	150.8	44 10.5	-53.6	151.3	43 17.7	-53.9	151.6	42 24.8	-54.2	152.2	41 31.6	-54.5	152.6	40 38.2	-54.7	153.0	39 44.7	-55.0	153.4	16
17	45 02.3	-53.2	151.0	44 09.7	-53.5	151.5	43 16.9	-53.8	151.9	42 23.8	-54.1	152.4	41 30.6	-54.4	152.8	40 37.1	-54.6	153.2	39 43.5	-54.9	153.5	38 49.7	-55.1	153.9	17
18	44 09.1	-53.4	151.6	43 16.2	-53.7	152.1	42 23.1	-54.0	152.5	41 29.7	-54.2	152.9	40 36.2	-54.5	153.3	39 42.5	-54.7	153.7	38 48.6	-55.0	154.1	37 54.6	-55.2	154.4	18
19	43 15.7	-53.6	152.3	42 22.5	-53.9	152.7	41 29.1	-54.2	153.1	40 35.5	-54.4	153.5	39 41.7	-54.7	153.9	38 47.8	-54.9	154.2	37 53.6	-55.1	154.6	36 59.4	-55.4	154.9	19
20	42 22.1	-53.7	152.9	41 28.6	-54.0	153.3	40 34.9	-54.3	153.7	39 41.1	-54.6	154.0	38 47.0	-54.8	154.4	37 52.9	-55.1	154.7	36 58.5	-55.2	155.1	36 04.0	-55.4	155.4	20
21	41 28.4	-54.0	153.5	40 34.6	-54.2	153.9	39 40.6	-54.4	154.2	38 46.5	-54.7	154.6	37 52.2	-54.9	154.9	36 57.8	-55.1	155.2	36 03.3	-55.4	155.6	35 08.6	-55.6	155.8	21
22	40 34.4	-54.1	154.1	39 40.4	-54.4	154.4	38 46.2	-54.7	154.8	37 51.8	-54.8	155.1	36 57.3	-55.1	155.4	36 02.7	-55.3	155.7	35 07.9	-55.5	156.0	34 13.0	-55.8	156.3	22
23	39 40.3	-54.3	154.6	38 46.0	-54.6	155.0	37 51.5	-54.7	155.3	36 57.0	-55.0	155.6	36 02.2	-55.1	155.9	35 07.4	-55.4	156.2	34 12.4	-55.5	156.5	33 17.4	-55.8	156.8	23
24	38 46.0	-54.5	155.2	37 51.4	-54.8	155.5	36 56.8	-54.9	155.8	36 02.0	-55.1	156.1	35 07.1	-55.3	156.4	34 12.0	-55.5	156.7	33 16.9	-55.7	156.9	32 21.6	-55.8	157.2	24
25	37 51.5	-54.5	155.7	36 56.8	-54.8	156.0	36 01.9	-55.0	156.3	35 06.9	-55.2	156.6	34 11.8	-55.4	156.9	33 16.5	-55.6	157.1	32 21.2	-55.8	157.4	31 25.8	-56.0	157.6	25
26	36 57.0	-54.8	156.2	36 02.0	-54.9	156.5	35 06.9	-55.1	156.8	34 11.7	-55.3	157.1	33 16.4	-55.5	157.3	32 20.9	-55.6	157.6	31 25.4	-55.8	157.8	30 29.8	-56.0	158.0	26
27	36 02.2	-54.8	156.7	35 07.1	-55.1	157.0	34 11.8	-55.3	157.3	33 16.4	-55.5	157.5	32 20.9	-55.6	157.8	31 25.3	-55.8	158.0	30 29.5	-55.9	158.2	29 33.6	-56.1	158.2	27
28	35 07.4	-55.0	157.2	34 12.0	-55.1	157.5	33 16.5	-55.3	157.8	32 20.9	-55.5	158.0	31 25.3	-55.7	158.2	30 29.5	-55.9	158.5	29 33.6	-56.0	158.7	28 37.7	-56.1	158.9	28
29	34 12.4	-55.0	157.7	33 16.9	-55.3	158.0	32 21.2	-55.4	158.2	31 25.4	-55.6	158.5	30 29.6	-55.8	158.7	29 33.6	-55.9	158.9	28 37.6	-56.0	159.1	27 41.6	-56.3	159.3	29
30	33 17.4	-55.2	158.2	32 21.6	-55.4	158.4	31 25.8	-55.6	158.7	30 29.8	-55.7	158.9	29 33.8	-55.8	159.1	28 37.7	-56.0	159.3	27 41.6	-56.2	159.5	26 45.3	-56.3	159.7	30
31	32 22.2	-55.3	158.7	31 26.2	-55.4	158.9	30 30.2	-55.6	159.1	29 34.1	-55.9	159.3	28 38.0	-56.0	159.5	27 41.7	-56.1	159.7	26 45.4	-56.2	159.9	25 49.0	-56.3	160.0	31
32	31 26.9	-55.4	159.1	30 30.8	-55.6	159.3	29 34.6	-55.7	159.5	28 38.4	-55.9	159.7	27 42.0	-56.0	159.9	26 45.6	-56.1	160.1	25 49.2	-56.2	160.3	24 52.7	-56.3	160.4	32
33	30 31.5	-55.5	159.6	29 35.2	-55.8	159.8	28 38.9	-55.8	160.0	27 42.5	-55.9	160.2	26 46.0	-56.0	160.3	25 49.5	-56.2	160.5	24 52.9	-56.3	160.7	23 56.3	-56.3	160.8	33
34	29 36.0	-55.5	160.0	28 39.6	-55.7	160.2	27 43.1	-55.8	160.4	26 46.6	-56.0	160.6	25 50.0	-56.2	160.7	24 53.3	-56.3	160.9	23 56.6	-56.4	161.0	22 59.8	-56.5	161.2	34
35	28 40.5	-55.7	160.5	27 43.9	-55.8	160.6	26 47.3	-55.9	160.8	25 50.6	-56.1	161.0	24 53.8	-56.1	161.1	23 57.0	-56.3	161.3	23 00.2	-56.4	161.4	22 03.3	-56.5	161.5	35
36	27 44.8	-55.7	160.9	26 48.1	-55.8	161.0	25 51.4	-56.0	161.2	24 54.5	-56.1	161.4	23 58.4	-56.1	161.5	23 00.7	-56.3	161.6	22 03.8	-56.5	161.8	21 06.8	-56.6	161.9	36
37	26 49.1	-55.8	161.3	25 52.3	-55.9	161.5	24 55.4	-56.1	161.6	23 58.4	-56.2	161.7	23 01.4	-56.3	161.9	22 04.4	-56.5	162.0	21 07.3	-56.6	162.1	20 10.1	-56.6	162.2	37
38	25 53.3	-55.8	161.7	24 56.4	-56.0	161.9	23 59.3	-56.1	162.0	23 02.2	-56.2	162.1	22 05.1	-56.3	162.3	21 07.9	-56.4	162.4	20 10.7	-56.5	162.5	19 13.5	-56.7	162.6	38
39	24 57.5	-55.9	162.1	24 00.4	-56.1	162.2	23 03.2	-56.2	162.4	22 06.0	-56.3	162.5	21 08.8	-56.4	162.6	20 11.5	-56.5	162.7	19 14.2	-56.7	162.8	18 16.8	-56.7	162.9	39
40	24 01.6	-56.0	162.5	23 04.3	-56.1	162.6	22 07.0	-56.2	162.8	21 09.7	-56.3	162.9	20 12.4	-56.5	163.0	19 15.0	-56.6	163.1	18 17.5	-56.6	163.2	17 20.1	-56.8	163.3	40
41	23 05.6	-56.0	162.9	22 08.2	-56.1	163.0	21 10.8	-56.2	163.1	20 13.4	-56.3	163.2	19 15.9	-56.5	163.4	18 18.4	-56.6	163.4	17 20.9	-56.7	163.5	16 23.3	-56.8	163.6	41
42	22 09.6	-56.1	163.3	21 12.1	-56.2	163.4	20 14.6	-56.3	163.5	19 17.0	-56.4	163.6	18 19.4	-56.5	163.7	17 21.8	-56.6	163.8	16 24.5	-56.7	163.9	15 26.5	-56.8	164.0	42
43	21 13.5	-56.2	163.7	20 15.9	-56.3	163.8	19 18.2	-56.3	163.9	18 20.6	-56.5	164.1	17 22.9	-56.5	164.1	16 25.2	-56.7	164.1	15 27.5	-56.8	164.2	14 29.7	-56.8	164.3	43
44	20 17.3	-56.2	164.0	19 19.6	-56.3	164.1	18 21.9	-56.4	164.2	17 24.1	-56.5	164.3	16 26.4	-56.6	164.4	15 28.5									

Cálculo das Retas de Altura pelas Tábuas para Navegação Astronômica

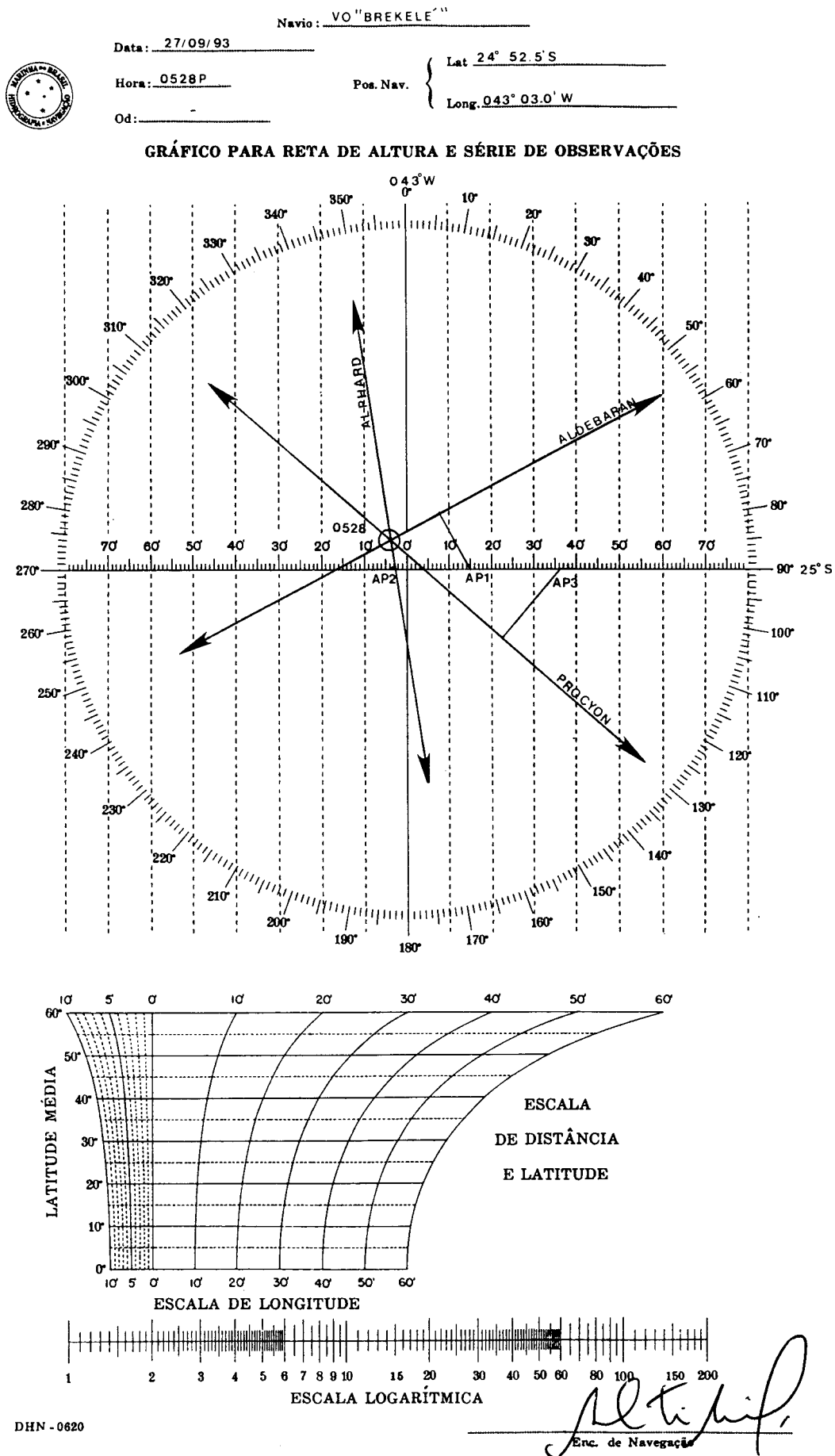
Figura 28.10 - Extrato da PUB.229

52°, 308° L.H.A.		LATITUDE SAME NAME AS DECLINATION												N. Lat. $\begin{cases} \text{L.H.A. greater than } 180^\circ \dots\dots Z=N \\ \text{L.H.A. less than } 180^\circ \dots\dots Z=360^\circ-Z \end{cases}$											
Dec.	23°			24°			25°			26°			27°			28°			29°			30°			Dec.
	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	
0	34 31.3	+28.2	107.0	34 13.5	+29.2	107.6	33 55.0	+30.3	108.3	33 35.8	+31.4	108.9	33 16.1	+32.3	109.5	32 55.7	+33.4	110.1	32 34.8	+34.3	110.7	32 13.2	+35.3	111.3	0
1	34 59.5	27.6	105.9	34 42.7	28.7	106.6	34 25.3	29.7	107.2	34 07.2	30.8	107.9	33 48.4	31.9	108.5	33 29.1	32.8	109.1	33 09.1	33.8	109.8	32 48.5	34.8	110.4	1
2	35 27.1	27.0	104.8	35 11.4	28.1	105.5	34 55.0	29.2	106.2	34 38.0	30.2	106.8	34 20.3	31.3	107.5	34 01.9	32.3	108.1	33 42.9	33.3	108.8	33 23.3	34.3	109.4	2
3	35 54.1	26.4	103.7	35 39.5	27.5	104.4	35 24.2	28.6	105.1	35 08.2	29.8	105.8	34 51.6	30.8	106.5	34 34.2	31.9	107.1	34 16.2	32.9	107.8	33 57.6	33.9	108.4	3
4	36 20.5	25.8	102.6	36 07.0	26.9	103.3	35 52.8	28.1	104.0	35 38.0	29.1	104.7	35 22.4	30.2	105.4	35 06.1	31.3	106.1	34 49.1	32.3	106.8	34 31.5	33.3	107.4	4
5	36 46.3	+25.1	101.5	36 33.9	+26.3	102.2	36 20.9	+27.4	102.9	36 07.1	+28.6	103.6	35 52.6	+29.6	104.3	35 37.4	+30.7	105.0	35 21.4	+31.9	105.7	35 04.8	+32.9	106.4	5
6	37 11.4	24.5	100.3	37 00.2	25.7	101.1	36 48.3	26.8	101.8	36 35.7	27.9	102.6	36 22.2	29.1	103.3	36 08.1	30.2	104.0	35 53.3	31.2	104.7	35 37.7	32.3	105.4	6
7	37 35.9	23.8	99.2	37 25.9	25.0	100.0	37 15.1	26.2	100.7	37 03.6	27.3	101.4	36 51.3	28.5	102.2	36 38.3	29.6	102.9	36 24.5	30.7	103.6	36 10.0	31.8	104.3	7
8	37 59.7	23.1	98.0	37 50.9	24.3	98.8	37 41.3	25.5	99.6	37 30.9	26.7	100.3	37 19.8	27.8	101.1	37 07.9	29.0	101.8	36 55.2	30.1	102.6	36 41.8	31.2	103.3	8
9	38 22.8	22.4	96.9	38 15.2	23.6	97.6	38 06.8	24.8	98.4	37 57.6	26.1	99.2	37 47.6	27.2	100.0	37 36.9	28.3	100.7	37 25.3	29.5	101.5	37 13.0	30.6	102.2	9
10	38 45.2	+21.6	95.7	38 38.8	+22.9	96.5	38 31.6	+24.2	97.3	38 23.7	+25.3	98.0	38 14.8	+26.6	98.8	38 05.2	+27.8	99.6	37 54.8	+28.9	100.4	37 43.6	+30.1	101.1	10
11	39 06.8	20.9	94.5	39 01.7	22.2	95.3	38 55.8	23.4	96.1	38 49.0	24.7	96.9	38 41.4	25.9	97.7	38 33.0	27.0	98.5	38 23.7	28.3	99.3	38 13.7	29.4	100.0	11
12	39 27.7	20.2	93.3	39 23.9	21.4	94.1	39 19.2	22.7	94.9	39 13.7	23.9	95.7	39 07.3	25.1	96.5	39 00.0	26.4	97.3	38 52.0	27.5	98.1	38 42.1	28.7	98.9	12
13	39 47.9	19.4	92.0	39 45.3	20.7	92.9	39 41.9	21.9	93.7	39 37.6	23.2	94.5	39 32.4	24.5	95.4	39 26.4	25.7	96.2	39 19.5	26.9	97.0	39 11.8	28.1	97.8	13
14	40 07.3	18.6	90.8	40 06.0	19.9	91.6	40 03.8	21.2	92.5	40 00.8	22.5	93.3	39 56.9	23.7	94.2	39 52.1	25.0	95.0	39 46.4	26.2	95.8	39 39.9	27.4	96.7	14
15	40 25.9	+17.8	89.6	40 25.9	+19.1	90.4	40 25.0	+20.4	91.3	40 23.3	+21.6	92.1	40 20.6	+23.0	93.0	40 17.1	+24.2	93.8	40 12.6	+25.5	94.7	40 07.3	+26.7	95.5	15
16	40 43.7	16.9	88.3	40 45.0	18.3	89.2	40 45.4	19.6	90.0	40 44.9	20.9	90.9	40 43.6	22.2	91.7	40 41.3	23.5	92.6	40 38.1	24.8	93.5	40 34.0	26.0	94.3	16
17	41 00.6	16.1	87.0	41 03.3	17.4	87.9	41 05.0	18.8	88.8	41 05.8	20.1	89.6	41 05.8	21.4	90.5	41 04.8	22.7	91.4	41 02.9	23.9	92.3	41 00.0	25.3	93.1	17
18	41 16.7	15.3	85.8	41 20.7	16.6	86.6	41 23.8	17.9	87.5	41 25.9	19.3	88.4	41 27.2	20.5	89.3	41 27.5	21.9	90.2	41 26.8	23.2	91.0	41 25.3	24.5	91.9	18
19	41 32.0	14.4	84.5	41 37.3	15.8	85.3	41 41.7	17.1	86.2	41 45.2	18.4	87.1	41 47.7	19.8	88.0	41 49.4	21.0	88.9	41 50.0	22.4	89.8	41 49.8	23.7	90.7	19
20	41 46.4	+13.5	83.2	41 53.1	+14.8	84.1	41 58.8	+16.2	84.9	42 03.6	+17.6	85.8	42 07.5	+18.9	86.7	42 10.4	+20.3	87.6	42 12.4	+21.6	88.6	42 13.5	+22.8	89.5	20
21	41 59.9	12.6	81.9	42 07.9	14.0	82.7	42 15.0	15.3	83.6	42 21.2	16.7	84.6	42 26.4	18.0	85.5	42 30.7	19.4	86.4	42 34.0	20.7	87.3	42 36.3	22.1	88.2	21
22	42 12.5	11.7	80.5	42 21.9	13.0	81.4	42 30.3	14.5	82.3	42 37.9	15.8	83.3	42 44.4	17.2	84.2	42 50.1	18.5	85.1	42 54.7	19.9	86.0	42 58.4	21.2	86.9	22
23	42 24.2	10.7	79.2	42 34.9	12.2	80.1	42 44.8	13.5	81.0	42 53.7	14.8	81.9	43 01.6	16.3	82.9	43 08.6	17.6	83.8	43 14.6	19.0	84.7	43 19.6	20.3	85.7	23
24	42 34.9	9.9	77.9	42 47.1	11.2	78.8	42 58.3	12.6	79.7	43 08.5	14.0	80.6	43 17.9	15.3	81.5	43 26.2	16.7	82.5	43 33.6	18.0	83.4	43 39.9	19.5	84.4	24
25	42 44.8	+8.9	76.5	42 58.3	+10.2	77.4	43 10.9	+11.6	78.4	43 22.5	+13.0	79.3	43 33.2	+14.4	80.2	43 42.9	+15.8	81.2	43 51.6	+17.2	82.1	43 59.4	+18.5	83.1	25
26	42 53.7	7.9	75.2	43 08.5	9.4	76.1	43 22.5	10.7	77.0	43 35.5	12.1	77.9	43 47.6	13.4	78.9	43 58.7	14.8	79.8	44 08.8	16.2	80.8	44 17.9	17.7	81.7	26
27	43 01.6	7.0	73.8	43 17.9	8.3	74.7	43 33.2	9.7	75.6	43 47.6	11.1	76.6	44 01.0	12.5	77.5	44 13.5	13.9	78.5	44 25.0	15.3	79.4	44 35.6	16.6	80.4	27
28	43 08.6	6.0	72.5	43 26.6	7.4	73.4	43 42.9	8.7	74.3	43 58.7	10.1	75.2	44 15.5	11.5	76.2	44 27.4	12.9	77.1	44 40.3	14.3	78.1	44 52.2	15.7	79.0	28
29	43 14.6	5.0	71.1	43 33.6	6.3	72.0	43 51.6	7.8	72.9	44 08.8	9.1	73.8	44 23.0	10.6	74.8	44 40.3	11.9	75.7	44 54.6	13.3	76.7	45 07.9	14.7	77.7	29
30	43 19.6	+4.1	69.7	43 39.9	+5.4	70.6	43 59.4	+6.8	71.5	44 17.9	+8.2	72.5	44 35.6	+9.5	73.4	44 52.2	+10.9	74.4	45 07.2	+12.3	75.3	45 22.6	+13.7	76.3	30
31	43 23.7	3.0	68.4	43 45.5	4.4	69.3	44 06.2	5.7	70.2	44 26.1	7.1	71.1	44 45.1	8.5	72.0	45 03.1	9.9	73.0	45 20.2	11.3	73.9	45 36.3	12.7	74.9	31
32	43 26.7	2.1	67.0	43 50.7	3.4	67.9	44 11.9	4.8	68.8	44 33.2	6.1	69.7	44 53.6	7.4	70.6	45 13.0	8.9	71.6	45 31.5	10.3	72.5	45 49.0	11.7	73.5	32
33	43 28.8	+1.1	65.6	43 55.1	2.4	66.5	44 16.7	3.7	67.4	44 39.3	5.1	68.3	45 01.0	6.5	69.2	45 21.9	7.8	70.2	45 41.8	9.2	71.1	45 60.7	10.6	72.4	33
34	43 29.9	0.0	64.2	43 55.5	1.4	65.1	44 20.4	2.7	66.0	44 44.4	4.0	66.9	45 07.5	5.4	67.8	45 29.7	6.8	68.7	45 51.0	8.1	69.7	46 11.3	9.6	70.7	34
35	43 29.9	-0.9	62.9	43 56.9	-0.4	63.7	44 23.1	-1.7	64.6	44 48.4	-3.0	65.5	45 12.9	-4.3	66.4	45 36.5	-5.7	67.3	45 59.1	-7.1	68.3	46 20.9	-8.4	69.2	35
36	43 29.0	1.9	61.5	43 57.3	0.6	62.3	44 24.8	0.6	63.2	44 51.4	2.0	64.1	45 17.2	3.3	65.0	45 42.2	4.6	65.9	46 06.2	6.0	66.8	46 29.3	7.4	67.8	36
37	43 27.1	2.9	60.1	43 56.7	1.7	60.9	44 25.4	-0.3	61.8	44 53.4	-0.9	62.7	45 20.5	2.3	63.6	45 46.8	3.6	64.5	46 12.2	5.0	65.4	46 36.7	6.3	66.4	37
38	43 24.2	3.8	58.7	43 55.0	2.6	59.5	44 25.1	1.4	60.4	44 54.3	-0.1	61.2	45 22.8	1.1	62.1	45 50.4	2.5	63.0	46 17.2	3.8	64.0	46 43.0	5.2	64.9	38
39	43 20.4	4.9	57.4	43 52.4	3.7	58.2	44 23.7	2.5	59.0	44 54.2	1.2	59.8	45 23.9	0.2	60.7	45 52.9	1.4	61.6	46 21.0	2.7	62.5	46 48.2	4.1	63.5	39
40	43 15.5	-5.8	56.0	43 48.7	-4.6	56.8	44 21.2	-3.4	57.6	44 53.0	-2.2	58.4	45 24.1	-1.0	59.3	45 54.3	-0.4	60.2	46 23.7	+1.7	61.1	46 52.3	+3.0	62.0	40
41	43 09.7	6.8	54.6	43 44.1	5.7	55.4	44 17.8	4.5	56.2	44 50.8	3.2	57.0	45 23.1	2.0	57.9	45 54.7	-0.8	58.7	46 25.4	-0.5	59.6	46 55.3	-1.9	60.5	41
42	43 02.9	7.8	53.3	43 38.4	6.6	54.0	44 13.3	5.4	54.8	44 47.6	4.3	55.6	45 21.1	3.0	56.4	45 53.9	1.5	57.3	46 25.9	0.5	58.2	46 57.2	+0.9	59.1	42
43	42 55.1	8.8	51.9	43 31.8	7.6	52.6	44 07.9	6.5	53.4	44 43.3	5.3	54.2	45 18.1	4.2	55.0	45 52.1	2.9	55.9	46 25.4	1.7	56.7	46 57.9	-0.4	57.6	43
44	42 46.3	9.6	50.6	43 24.2	8.6	51.3	44 01.4	7.5	52.0	44 38.0	6.3	52.8	45 13.9	5.1	53.6	45 49.2	4.0	54.4	46 23.7	2.7	55.3	46 57.5	-1.5	56.2	44
45	42 36.7	-10.6	49.2	43 15.6	-9.6	49.9	43 53.9	-8.4	50.7	44 31.7	-7.4	51.4	45 08.8	-6.2	52.2	45 45.2	-5.0	53.0	46 21						

Figura 28.11 - Extrato da PUB.229

LATITUDE CONTRARY NAME TO DECLINATION										L.H.A. 24°, 336°															
Dec.	23°			24°			25°			26°			27°			28°			29°			30°			Dec.
	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	
0	57 14.3	-43.7	131.3	56 34.2	-44.6	132.4	55 53.3	-45.5	133.5	55 11.6	-46.3	134.6	54 29.2	-47.2	135.6	53 46.0	-47.9	136.5	53 02.1	-48.6	137.4	52 17.6	-49.3	138.3	0
1	56 30.6	-44.5	132.5	55 49.6	-45.3	133.6	55 07.8	-46.2	134.7	54 25.3	-47.0	135.7	53 42.0	-47.7	136.6	52 58.1	-48.4	137.5	52 13.5	-49.1	138.4	51 28.3	-49.7	139.2	1
2	55 46.1	-45.1	133.7	55 04.3	-46.0	134.8	54 21.6	-46.7	135.8	53 38.3	-47.5	136.7	52 54.3	-48.2	137.6	52 09.7	-48.9	138.5	51 24.4	-49.5	139.3	50 38.6	-50.0	140.1	2
3	55 01.0	-45.7	134.9	54 18.3	-46.5	135.9	53 34.9	-47.3	136.8	52 50.8	-48.0	137.7	52 06.1	-48.7	138.6	51 20.8	-49.3	139.4	50 34.9	-49.9	140.2	49 48.6	-50.5	141.0	3
4	54 15.3	-46.4	136.0	53 31.8	-47.2	137.0	52 47.6	-47.8	137.9	52 02.8	-48.5	138.7	51 17.4	-49.1	139.5	50 31.5	-49.7	140.3	49 45.0	-50.2	141.1	48 58.1	-50.8	141.8	4
5	53 28.9	-46.9	137.1	52 44.6	-47.6	138.0	51 59.8	-48.3	138.8	51 14.3	-48.9	139.7	50 28.3	-49.5	140.5	49 41.8	-50.1	141.2	48 54.8	-50.7	141.9	48 07.3	-51.1	142.6	5
6	52 42.0	-47.4	138.1	51 57.0	-48.1	139.0	51 11.5	-48.8	139.8	50 25.4	-49.4	140.6	49 38.8	-49.9	141.3	48 51.7	-50.5	142.1	48 04.1	-50.9	142.7	47 16.2	-51.5	143.4	6
7	51 54.6	-48.0	139.1	51 08.9	-48.5	139.9	50 22.7	-49.1	140.7	49 36.0	-49.7	141.5	48 48.9	-50.3	142.2	48 01.2	-50.7	142.9	47 13.2	-51.3	143.5	46 24.7	-51.7	144.2	7
8	51 06.6	-48.3	140.1	50 20.4	-49.0	140.9	49 33.6	-49.6	141.6	48 46.3	-50.1	142.3	47 58.6	-50.6	143.0	47 10.5	-51.1	143.7	46 21.9	-51.5	144.3	45 33.0	-52.0	144.9	8
9	50 18.3	-48.9	141.0	49 31.4	-49.4	141.8	48 44.0	-49.9	142.5	47 56.2	-50.5	143.2	47 08.0	-51.0	143.8	46 19.4	-51.4	144.4	45 30.4	-52.0	145.0	44 41.0	-52.2	145.6	9
10	49 29.4	-49.2	141.9	48 42.0	-49.8	142.6	47 54.1	-50.3	143.3	47 05.7	-50.7	144.0	46 17.0	-51.2	144.6	45 28.0	-51.7	145.2	44 38.5	-52.0	145.7	43 48.8	-52.5	146.3	10
11	48 40.2	-49.6	142.8	47 52.2	-50.1	143.5	47 03.8	-50.6	144.1	46 15.0	-51.1	144.7	45 25.8	-51.5	145.3	44 36.3	-51.9	145.9	43 46.5	-52.4	146.4	42 56.3	-52.7	146.9	11
12	47 50.6	-50.0	143.6	47 02.1	-50.5	144.3	46 13.2	-51.0	144.9	45 23.9	-51.4	145.5	44 34.3	-51.8	146.0	43 44.4	-52.2	146.6	42 54.1	-52.5	147.1	42 03.6	-52.9	147.6	12
13	47 00.6	-50.3	144.5	46 11.6	-50.8	145.1	45 22.2	-51.2	145.7	44 32.5	-51.6	146.2	43 42.5	-52.0	146.8	42 52.2	-52.4	147.3	42 01.6	-52.8	147.8	41 10.7	-53.1	148.2	13
14	46 10.3	-50.6	145.3	45 20.8	-51.1	145.8	44 31.0	-51.5	146.4	43 40.9	-51.9	146.9	42 50.5	-52.3	147.4	41 59.8	-52.7	147.9	41 08.8	-53.0	148.4	40 17.6	-53.4	148.8	14
15	45 19.7	-51.0	146.0	44 29.7	-51.3	146.6	43 39.5	-51.7	147.1	42 49.0	-52.1	147.6	41 58.2	-52.5	148.1	41 07.1	-52.8	148.6	40 15.8	-53.2	149.0	39 24.2	-53.4	149.4	15
16	44 28.7	-51.2	146.8	43 38.4	-51.6	147.3	42 47.8	-52.0	147.8	41 56.9	-52.4	148.3	41 05.7	-52.7	148.7	40 14.3	-53.1	149.2	39 22.6	-53.3	149.6	38 30.8	-53.7	150.0	16
17	43 37.5	-51.5	147.5	42 46.8	-51.9	148.0	41 55.8	-52.3	148.5	41 04.5	-52.6	148.9	40 13.0	-53.2	149.4	39 21.2	-53.2	149.8	38 29.3	-53.6	150.2	37 37.1	-53.8	150.6	17
18	42 46.0	-51.7	148.2	41 54.9	-52.1	148.7	41 03.5	-52.4	149.1	40 11.9	-52.8	149.6	39 20.1	-53.1	150.0	38 28.0	-53.4	150.4	37 35.3	-53.7	150.8	36 43.3	-54.0	151.1	18
19	41 54.3	-52.0	148.9	41 02.8	-52.3	149.3	40 11.1	-52.7	149.8	39 19.1	-52.9	150.2	38 27.0	-53.3	150.6	37 34.6	-53.6	151.0	36 42.0	-53.8	151.3	35 49.3	-54.1	151.7	19
20	41 02.3	-52.2	149.6	40 10.5	-52.5	150.0	39 18.4	-52.8	150.4	38 26.2	-53.2	150.8	37 33.7	-53.5	151.2	36 41.0	-53.7	151.5	35 48.2	-54.0	151.9	34 55.2	-54.3	152.2	20
21	40 10.1	-52.4	150.2	39 18.0	-52.8	150.6	38 25.6	-53.1	151.0	37 33.0	-53.3	151.4	36 40.2	-53.6	151.7	35 47.3	-53.9	152.1	34 54.0	-54.1	152.4	34 00.9	-54.3	152.7	21
22	39 17.7	-52.6	150.8	38 25.2	-52.9	151.2	37 32.5	-53.2	151.6	36 39.7	-53.5	152.0	35 46.6	-53.7	152.3	34 53.4	-54.0	152.6	34 00.1	-54.2	152.9	33 06.6	-54.5	153.2	22
23	38 25.1	-52.8	151.5	37 32.3	-53.1	151.8	36 39.3	-53.3	152.2	35 46.2	-53.6	152.5	34 52.9	-53.9	152.8	33 59.4	-54.1	153.1	33 05.8	-54.4	153.5	32 12.1	-54.6	153.7	23
24	37 32.3	-53.0	152.1	36 39.2	-53.2	152.4	35 46.0	-53.4	152.7	34 52.6	-53.8	153.1	33 59.0	-54.0	153.4	33 05.3	-54.3	153.7	32 11.4	-54.5	154.0	31 17.5	-54.8	154.2	24
25	36 39.3	-53.1	152.6	35 46.0	-53.4	153.0	34 52.4	-53.6	153.3	33 58.8	-54.0	153.6	33 05.0	-54.2	153.9	32 11.0	-54.4	154.2	31 16.9	-54.6	154.4	30 22.7	-54.8	154.7	25
26	35 46.2	-53.3	153.2	34 52.6	-53.6	153.5	33 58.8	-54.1	153.8	33 04.8	-54.2	154.1	32 10.8	-54.3	154.4	31 16.6	-54.5	154.7	30 22.1	-54.6	155.2	29 27.9	-54.9	155.2	26
27	34 52.9	-53.5	153.8	33 59.0	-53.7	154.1	33 05.0	-54.0	154.4	32 10.8	-54.2	154.6	31 16.5	-54.4	154.9	30 22.1	-54.6	155.2	29 27.6	-54.8	155.4	28 33.0	-55.0	155.6	27
28	33 59.4	-53.6	154.3	33 05.3	-53.9	154.6	32 11.0	-54.1	154.9	31 16.6	-54.3	155.2	30 22.1	-54.5	155.4	29 27.5	-54.7	155.6	28 32.8	-54.9	155.9	27 38.0	-55.1	156.1	28
29	33 05.8	-53.7	154.9	32 11.4	-54.0	155.1	31 16.9	-54.2	155.4	30 22.4	-54.4	155.6	29 27.4	-54.6	155.9	28 32.8	-54.8	156.1	27 37.9	-55.0	156.3	26 42.9	-55.2	156.5	29
30	32 12.1	-53.9	155.4	31 17.5	-54.1	155.7	30 22.7	-54.3	155.9	29 27.9	-54.5	156.1	28 33.0	-54.7	156.4	27 38.0	-54.9	156.6	26 42.9	-55.1	156.8	25 47.7	-55.2	157.0	30
31	31 18.2	-54.0	155.9	30 23.4	-54.2	156.2	29 28.4	-54.4	156.4	28 33.4	-54.6	156.6	27 38.3	-54.8	156.8	26 43.1	-55.0	157.0	25 47.8	-55.1	157.2	24 52.5	-55.4	157.3	31
32	30 24.2	-54.1	156.4	29 29.2	-54.3	156.7	28 34.0	-54.5	156.9	27 38.4	-54.7	157.1	26 43.5	-54.9	157.3	25 48.1	-55.2	157.5	24 52.7	-55.3	157.7	23 57.1	-55.4	157.8	32
33	29 30.1	-54.2	156.9	28 34.9	-54.5	157.1	27 39.5	-54.6	157.3	26 44.1	-54.8	157.5	25 49.6	-54.9	157.7	24 53.1	-55.1	157.9	24 01.8	-55.2	158.1	23 01.7	-55.4	158.2	33
34	28 35.9	-54.3	157.4	27 40.4	-54.6	157.6	26 44.9	-54.7	157.8	25 49.3	-54.8	158.0	24 53.7	-55.1	158.2	23 57.9	-55.2	158.3	23 02.1	-55.3	158.5	22 06.3	-55.5	158.7	34
35	27 41.6	-54.5	157.9	26 45.9	-54.8	158.1	25 50.2	-54.7	158.3	24 54.5	-55.0	158.4	23 58.6	-55.1	158.6	22 02.7	-55.3	158.8	22 06.8	-55.5	158.9	21 10.8	-55.6	159.1	35
36	26 47.1	-54.5	158.4	25 51.3	-54.7	158.6	24 55.5	-54.9	158.7	23 59.5	-55.0	158.9	23 03.5	-55.2	159.0	22 07.4	-55.3	159.2	21 11.3	-55.5	159.3	20 15.2	-55.7	159.5	36
37	25 52.6	-54.6	158.8	24 56.6	-54.7	159.0	24 00.6	-54.9	159.2	23 04.5	-55.1	159.3	22 08.3	-55.2	159.5	21 12.1	-55.4	159.6	20 15.8	-55.5	159.7	19 19.5	-55.7	159.9	37
38	24 58.0	-54.7	159.3	24 01.9	-54.9	159.5	23 05.7	-55.0	159.6	22 09.4	-55.1	159.8	21 13.1	-55.3	159.9	20 16.7	-55.4	160.0	19 20.3	-55.6	160.1	18 23.8	-55.7	160.3	38
39	24 03.3	-54.7	159.7	23 07.0	-54.9	159.9	22 10.7	-55.1	160.0	21 14.2	-55.2	160.2	20 17.8	-55.3	160.3	19 21.3	-55.6	160.4	18 24.7	-55.6	160.5	17 28.1	-55.8	160.6	39
40	23 08.6	-54.9	160.2	22 12.1	-55.0	160.3	21 15.6	-55.2	160.5	20 19.0	-55.3	160.6	19 22.4	-55.4	160.8	18 25.7	-55.5	160.8	17 29.1	-55.7	160.9	16 32.3	-55.8	161.0	40
41	22 13.7	-54.9	160.6	21 17.1	-55.0	160.8	20 20.4	-55.2	160.9	19 23.7	-55.3	161.0	18 27.0	-55.5	161.1	17 30.2	-55.6	161.2	16 33.4	-55.8	161.3	15 36.5	-55.9	161.4	41
42	21 18.8	-54.9	161.1	20 22.1	-55.1	161.2	19 25.2	-55.3	161.3	18 28.4	-55.4	161.4	17 31.5	-55.5	161.5	16 34.6	-55.7	161.6	15 37.6	-55.8	161.7	14 40.6	-55.9	161.8	42
43	20 23.9	-54.9	161.5	19 26.9	-55.1	161.6	18 30.0	-55.3	161.7	17 33.0	-55.4	161.8	16 36.0	-55.6	161.9	15 38.9	-55.7	162.0	14 41.9	-55.9	162.1	13 44.7	-55.9	162.2	43
44	19 28.8	-55.1	161.9	18 31.8	-55.3	162.0	17 34.7	-55.4	162.1	16 37.6	-55.5	162.2	15 40.4	-55.6	162.3	14 43.									

Figura 28.12 - Plotagem da Posição Astronômica



Como vimos, quando a **diferença tabular (d)** é impressa em itálico, seguida de um pequeno ponto negro, é preciso aplicar a **CORREÇÃO PARA DIFERENÇA SEGUNDA (DSD)**.

O argumento para obter a **CORREÇÃO PARA DIFERENÇA SEGUNDA (DSD)** é formado pela subtração algébrica entre as diferenças tabulares (d) imediatamente abaixo e imediatamente acima da **altura tabulada (Hc)** de interesse.

Após obter o argumento, entra-se com seu **valor absoluto** (desprezando-se o sinal) na **tábua de diferença segunda** constante da **tabela de interpolação** ("interpolation table"), na mesma zona do **incremento da declinação**, e retira-se a **CORREÇÃO PARA DIFERENÇA SEGUNDA (DSD)**, cujo sinal será **sempre positivo**.

f. EXEMPLO

Determinar a **altura calculada (ae)** e o **Azimute Verdadeiro (Az)** de um astro observado na **posição estimada** Latitude 21° 12,0' N e Longitude 042° 18,7' W, cujas **Coordenadas Celestes Horárias** no instante da observação são:

$$\text{AHG} = 065^\circ 37,0' ; \text{Dec} = 28^\circ 35,1' \text{ N.}$$

– Definição da **posição assumida (AP)**

$$\text{Lat e } 21^\circ 12,0' \text{ N} \rightarrow \text{Lat (AP)} = 21^\circ \text{ N}$$

$$\begin{array}{r} \text{AHG} \quad = 065^\circ 37,0' \\ \text{Long (AP)} = 042^\circ 37,0' \text{ W} \\ \hline \text{AHL} \quad = 023^\circ 00,0' \end{array}$$

– Entrada na **PUB.229** (ver a figura 28.13)

$$\text{AHL} = 023^\circ ; \text{Lat} = 21^\circ ; \text{Dec} = 28^\circ ; \text{MESMO NOME}$$

– Dados obtidos

$$a \text{ tb} = 67^\circ 58,5' ; d = -15,2' ; Z = 65,4^\circ \text{ NW (já interpolado)}$$

– Como o valor da **diferença tabular (d)** está impresso em itálico e seguido de um pequeno ponto negro, é necessário aplicar a **CORREÇÃO PARA DIFERENÇA SEGUNDA (DSD)**.

– Correção da altura (para a Declinação)

$$\text{Dec. Inc.} = 35,1' ; d = -15,2' ; a \text{ tb} = 67^\circ 58,5'$$

$$\begin{array}{r} \text{CORREÇÃO PRINCIPAL:} \quad c = - (5,8' + 3,1') = - 8,9' \\ \text{ARGUMENTO DSD: } - 12,7 - (-17,5) = + 4,8 \rightarrow \text{DSD} = + 0,3' \text{ (ver a figura 28.4)} \\ \hline \text{CORREÇÃO TOTAL DA ALTURA} \quad = - 8,6' \end{array}$$

$$\begin{array}{r} ae = 67^\circ 58,5' - 8,6' = 67^\circ 49,9' \text{ (altura calculada)} \\ Az = 294,6^\circ \text{ (Azimute Verdadeiro)} \end{array}$$