

# 31

## DETERMINAÇÃO DO DESVIO DA AGULHA PELOS AZIMUTES DOS ASTROS

### 31.1 INTRODUÇÃO. REVISÃO DE CONCEITOS

Conforme vimos no Volume I (Capítulo 3), em navegação as **direções** (rumos e marcações) são determinadas pelas **agulhas náuticas** e suas **repetidoras**. As **agulhas náuticas** podem ser **magnéticas** ou **giroscópicas**.

Em operação, uma Agulha Magnética tende a orientar-se segundo o meridiano magnético que passa pelo local (figura 31.1). A diferença em direção entre o meridiano magnético e o meridiano verdadeiro (ou geográfico) em um determinado lugar é denominada **Declinação Magnética (Dec mg)**. Também pode-se afirmar que a Declinação Magnética (Dec mg) em um determinado lugar é o ângulo entre o Norte Verdadeiro (Nv ou N) e o Norte Magnético (Nmg) no local (figura 31.2).

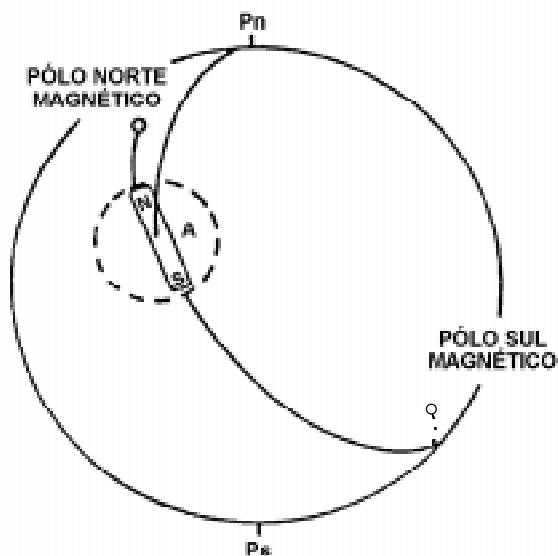
A Declinação Magnética é expressa em graus e minutos, recebendo uma designação **Leste (E)** ou **Oeste (W)**, para indicar de que lado do meridiano verdadeiro está o meridiano magnético (figura 31.3).

A Declinação Magnética varia de local para local na superfície da Terra, em virtude das irregularidades das linhas de força do campo magnético terrestre. Ademais, enquanto os Pólos Verdadeiros (ou Geográficos) são fixos, os Pólos Magnéticos da Terra variam de posição. Desta forma, a Declinação Magnética de um local também varia ao longo do tempo.

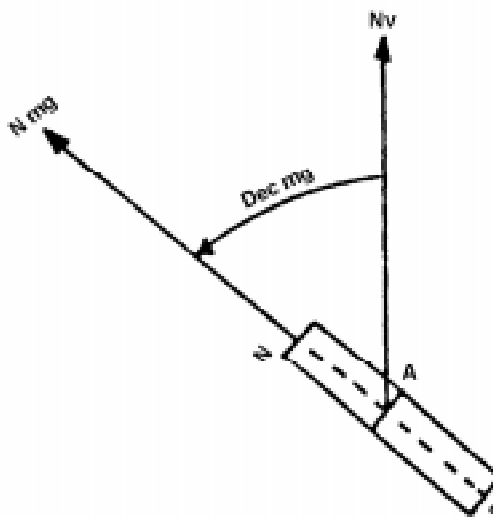
As Cartas Náuticas informam ao navegante, para as áreas nelas representadas, o valor da Declinação Magnética e de sua Variação Anual, nas Rosas de Rumos (figura 31.4) ou através de linhas Isogônicas (linhas que unem pontos de mesma Declinação

Magnética) ou Agônicas (linhas que unem pontos onde a Declinação Magnética é nula) e linhas de mesma Variação Anual.

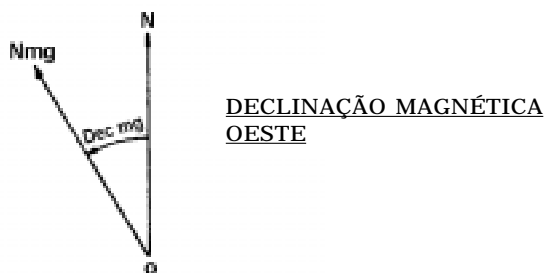
**Figura 31.1 - Declinação Magnética**



**Figura 31.2 - Ângulo entre o Norte Verdadeiro e o Norte Magnético**

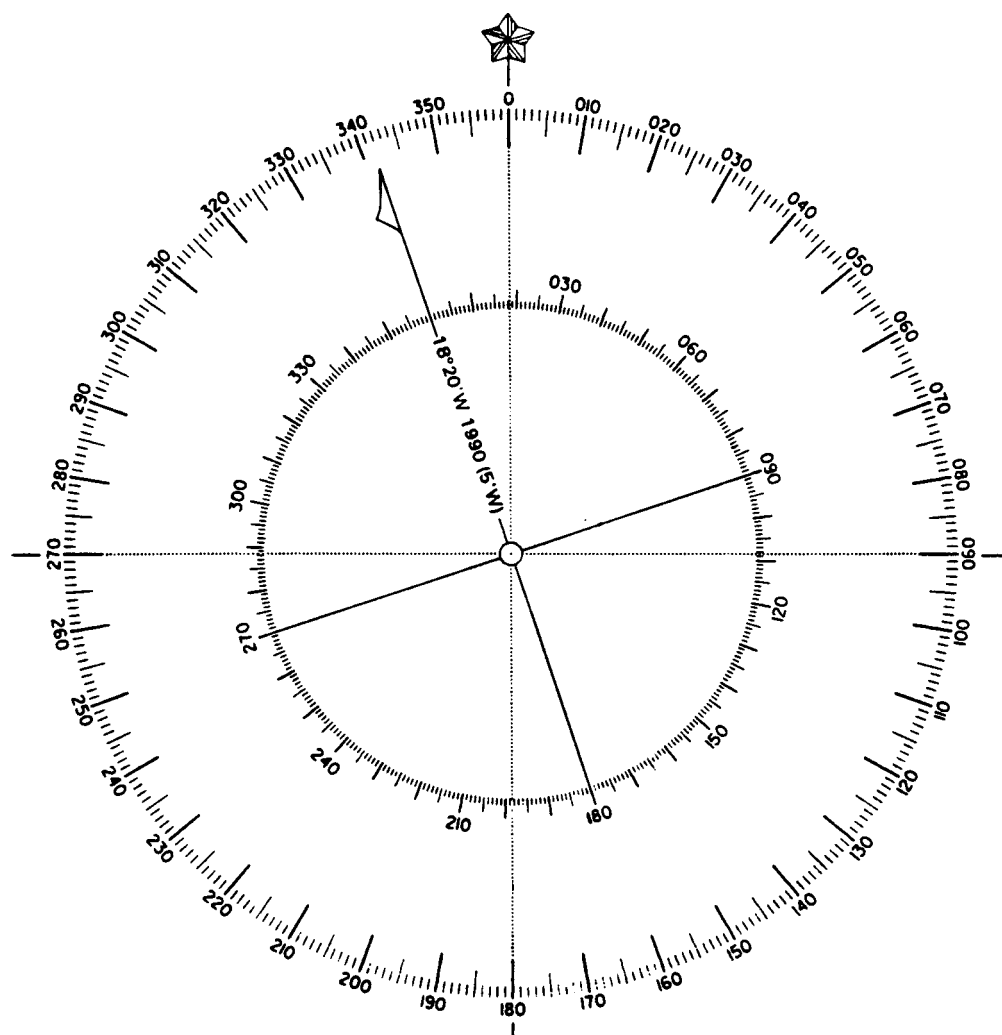


**Figura 31.3 - Designação da Declinação Magnética**



- N - NORTE VERDADEIRO
- Nmg - NORTE MAGNÉTICO
- Dec mg - DECLINAÇÃO MAGNÉTICA

**Figura 31.4 - Declinação Magnética e sua Variação Anual**



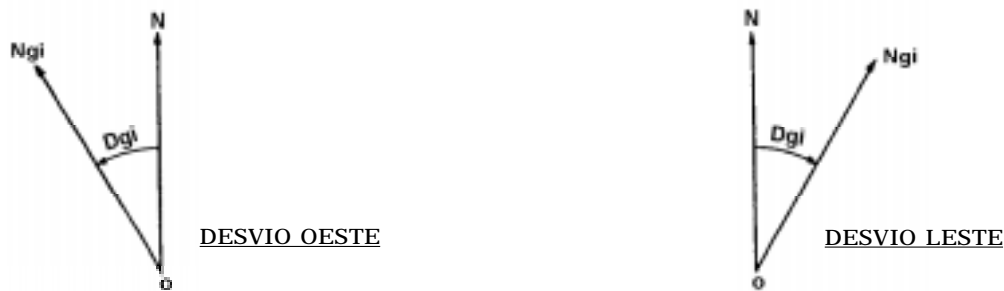
Uma Agulha Magnética livremente suspensa, quando situada em Terra, em local isento de outras influências magnéticas, orienta-se na direção do meridiano magnético (linha de força do campo magnético terrestre). A bordo, porém, existem outros campos magnéticos, provenientes dos ferros e aços de que o navio é construído e dos equipamentos elétricos instalados. Os efeitos desses campos magnéticos podem ser muito atenuados pela compensação da Agulha (operação que consiste na colocação de “ímãs corretores”, que criam campos magnéticos iguais e opostos aos do navio). Entretanto, não é, normalmente, possível anular por completo o campo magnético do navio e, nessas condições, a Agulha não se orienta na direção do meridiano magnético, mas segundo uma outra linha, denominada Norte da Agulha.

Assim, o Desvio da Agulha é definido como o ângulo entre o Norte Magnético e o Norte da Agulha, conforme mostrado na figura 31.5. O Desvio da Agulha, que depende dos campos magnéticos do navio, dos corretores instalados na bitácula e, também, da orientação daqueles em relação ao campo magnético terrestre, é variável com o rumo do navio e pode ser obtido da Curva ou Tabela de Desvios da Agulha (figura 31.6), em função do rumo em que se navega.

No caso da Agulha Giroscópica, que busca o meridiano verdadeiro (ou geográfico), se não houver desvios, ela indicará a direção da proa em relação ao Norte Verdadeiro,



**Figura 31.7 – Desvio da Agulha Giroscópica**



N – NORTE VERDADEIRO  
 Ngi – NORTE DA AGULHA GIROSCÓPICA  
 Dgi – DESVIO DA AGULHA GIROSCÓPICA

O **Desvio da Giro (Dgi)** é **Leste (E)** quando o Norte da Agulha fica a **E** do Norte Verdadeiro. O **Dgi** é **Oeste (W)** quando o Norte da Agulha fica a **W** do Norte Verdadeiro. Note-se que as causas do Dgi nada têm em comum com as do Desvio da Agulha Magnética. O Desvio da Giro é constante para todos os rumos e, se sua causa não for o erro de Latitude, será o mesmo em pontos diferentes da superfície da Terra.

Em qualquer caso, usando-se uma Agulha Giroscópica ou Magnética (Bússola), uma preocupação constante do navegante é conhecer o desvio de sua Agulha, a fim de levá-lo em consideração na sua navegação, para que o navio possa, realmente, deslocar-se no rumo desejado e para que as marcações observadas possam ser devidamente corrigidas, antes de seu traçado na Carta.

Conforme estudamos no Volume I (Capítulo 3) há vários métodos para determinação dos desvios na Navegação Costeira ou em Águas Restritas, baseados na observação de alinhamentos ou de marcações de pontos de terra. Em Navegação Oceânica, fora do alcance visual da terra, quando se pratica a Navegação Astronômica, os desvios são determinados através da observação de Azimutes do Sol ou de outro astro.

## 31.2 CÁLCULO ISOLADO DO AZIMUTE NO MAR. CIRCUNSTÂNCIAS FAVORÁVEIS

O cálculo isolado do Azimute Verdadeiro no mar só se faz, na prática, a fim de determinar o desvio da Agulha Magnética ou Giroscópica. Este cálculo pode ser feito em função da hora correspondente ao instante da observação ou em função da altura verdadeira do astro, conhecidos os valores da Declinação do astro e da Latitude estimada do observador. Em navegação, entretanto, somente se utiliza o processo de cálculo do Azimute em função da hora.

São circunstâncias favoráveis para observação de um astro para cálculo do Azimute:

- Astro em baixa altura (altura menor que 15° ou 20°);
- astro com  $t_1 = 90^\circ$  (corte do 1º círculo horário);
- astro em máxima digressão (ângulo paralático = 90°); e
- astro com Declinação alta.

Não se podendo ter o ângulo no pólo ( $t_1$ ) igual a  $90^\circ$ , nem o ângulo paralático igual a  $90^\circ$ , deve-se escolher o instante em que o astro esteja em seu máximo afastamento do meridiano, tanto em Ângulo Horário como em Azimute.

Observando o astro em circunstâncias ou condições favoráveis, os erros cometidos nos elementos utilizados para o cálculo do Azimute (hora da observação, Declinação do astro ou posição estimada do observador) terão a menor influência possível no resultado.

Assim, em Navegação Astronômica, o Desvio da Agulha pode ser determinado pela observação do Azimute de um astro e a comparação entre o Azimute observado e o Azimute calculado para o instante e local da observação.

O astro geralmente observado para determinação do Desvio da Agulha é o **Sol**, que está em condições favoráveis nas proximidades do nascer e do pôr aparentes. A **Estrela Polar** tem uma alta Declinação, o que constitui circunstância favorável para observação do Azimute, mas só deve ser observada para determinação de desvios até Latitudes de  $20^\circ$  N, pois, acima delas, terá uma altura muito elevada e será difícil o seu enquadramento no instrumento de marcar.

Apesar de o Sol e a Estrela Polar serem os astros mais comumente observados para determinação de desvios, na realidade qualquer outro astro tabulado no Almanaque Náutico também pode ser usado, desde que esteja em condições favoráveis para observação e cálculo do Azimute.

### 31.3 DETERMINAÇÃO DO DESVIO DA AGULHA PELO AZIMUTE DO SOL

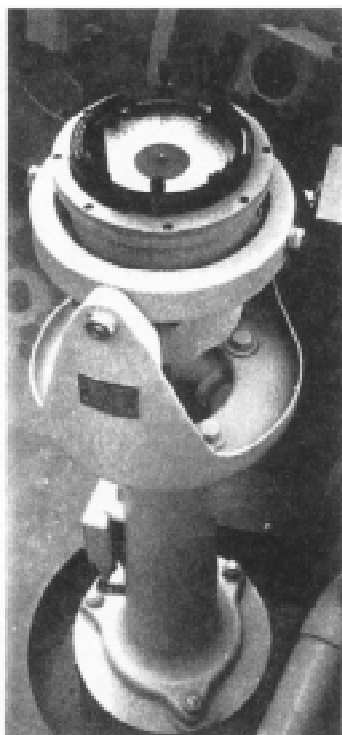
Como vimos, para que o Azimute observado tenha precisão, é necessário que a altura do astro seja menor que  $15^\circ$  ou  $20^\circ$ , o que é, também, condição favorável para o cálculo do Azimute. Assim sendo, os instantes favoráveis para observação do Azimute para determinação do Desvio da Agulha são próximos do nascer ou do pôr dos astros. A observação mais precisa ocorre quando o astro está no horizonte verdadeiro do observador.

Para observar o Azimute de um astro, coloca-se sobre a Agulha ou uma repetidora com ela sincronizada (figura 31.8), um círculo azimutal (figura 31.9) ou alidade telescópica (figura 31.10).

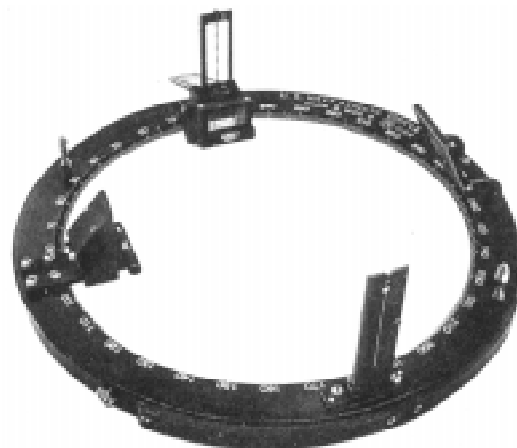
É a seguinte a rotina de observação do Azimute para determinação do Desvio da Agulha:

1. Observar o Azimute próximo ao nascer ou pôr do astro (altura menor que  $15^\circ$  ou  $20^\circ$ ) e anotar:
  - Valor do **Azimute observado** (aproximado a  $0,5^\circ$ );
  - **hora precisa da observação**; e
  - **posição estimada** no instante da observação.
2. Com a **Hora da observação** e a **posição estimada**, obter o valor do **Azimute Verdadeiro calculado** do astro (para aquele instante e posição).
3. A diferença entre o **Azimute calculado** e o **Azimute observado** será o **Desvio da Agulha**.

**Figura 31.8 - Repetidora da Giro**



**Figura 31.9 - Círculo Azimutal**



**Figura 31.10 - Alidade Telescópica**



O **cálculo do Azimute** em função da **hora** e da **posição** pode ser feito por calculadora científica ou por Tábuas.

Usando calculadora, o **Azimute Verdadeiro** pode ser obtido pela seguinte fórmula:

$$Z = \arctan \left( \frac{\cos \text{Dec} \cdot \text{sen AHL}}{\cos \text{Lat} \cdot \text{sen Dec} - \text{sen Lat} \cdot \cos \text{Dec} \cdot \cos \text{AHL}} \right)$$

Posteriormente, Z (Ângulo no Zênite) deve ser transformado em Az (Azimute Verdadeiro) pelas seguintes regras:

Lat N: AHL menor que 180° : Az = 360° - Z

AHL maior que 180° : Az = Z

Lat S: AHL menor que 180° : Az = 180° + Z

AHL maior que 180° : Az = 180° - Z

Na fórmula acima, quando Lat e Dec forem de nomes contrários, entrar a Declinação como **negativa**.

Entretanto, na prática da **Navegação Astronômica**, o **Azimute Verdadeiro** é, normalmente, calculado por tábuas. Estudaremos as Tábuas **A**, **B** e **C** de **Norie** para cálculo do Azimute, a Tábua **PUB.260** "Azimuths of the Sun", a Tábua **PUB.229** "Sight Reduction Tables for Marine Navigation" e a Tábua **Radler**.

## 31.4 CÁLCULO DO AZIMUTE PELAS TÁBUAS A, B e C DE NORIE

### a. FUNDAMENTO TEÓRICO DAS TÁBUAS

O fundamento teórico e as instruções para uso das Tábuas **A**, **B** e **C** de **Norie** constam da publicação DN4-2, "Tábuas para Navegação Astronômica", editada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação, que apresenta as referidas tábuas.

Em resumo, as tábuas em questão dividem a fórmula para cálculo do Azimute em três fatores:

**A:** Função do **AHL** do astro e da **Latitude** do observador no instante da observação. O fator **A** tem nome oposto ao da Latitude, exceto quando o AHL do astro está compreendido entre 90° e 270°.

**B:** Função do **AHL** e da **Declinação (Dec)** do astro no instante da observação. O fator **B** tem sempre o mesmo nome que a Declinação.

**C:** O fator **C** é dado por  $C = (A \pm B)$ :

Se **A** e **B** têm o **mesmo nome**,  $C = A + B$  e tem o **nome** de **A** e **B**;

Se **A** e **B** têm **nomes contrários**,  $C = A - B$  e tem o **nome do maior** dentre **A** e **B**.

Com o valor de **C** e a **Latitude**, entra-se na Tábua "**C**", obtendo o **Azimute Quadrantal**, que terá o nome de **C** e do **AHL**.

Finalmente, o **Azimute Quadrantal** é transformado em **Azimute Verdadeiro**.



O **Azimute calculado** deve ser aproximado ao **décimo de grau**. O **Desvio da Agulha**, após calculado ao décimo de grau, deve ser arredondado para 0,5°.

## b. DESCRIÇÃO DAS TÁBUAS E INSTRUÇÕES PARA USO

Inicialmente são apresentadas as Tábuas **A** e **B** (aquelas nas páginas da esquerda e estas nas da direita) para Latitudes e Declinações até 60°, complementadas, logo em seguida, para Latitudes até 83° e Declinações até 75°.

Nas tábuas **A** e **B**, o argumento “Ângulo Horário” (AHL) é dado em graus e minutos de arco, desde 000° 15' até 359° 45'. O Ângulo Horário é o argumento horizontal destas tábuas.

Se o astro tem um Ângulo Horário compreendido entre 000° e 180°, ele está a **W** do meridiano e o seu Ângulo Horário deve ser procurado na linha superior de um dos dois pares de linhas relativas a esse argumento (um dos pares está inscrito na parte de cima e o outro na parte de baixo da Tábua). Se o astro tem um Ângulo Horário compreendido entre 180° e 360°, ele está a **E** do meridiano e o seu Ângulo Horário deve ser procurado na linha inferior de um dos dois pares de linhas relativas a esse argumento.

Na Tábua **A** o argumento vertical é a Latitude e na Tábua **B** a Declinação, ambos dados em graus inteiros.

Especial atenção deve ser dada às regras inscritas verticalmente, nas partes laterais das tábuas, e que se destinam a denominar os elementos obtidos. Esta denominação é importante porque determinará o valor de **C**, argumento horizontal de entrada na Tábua **C**, cujo argumento vertical é, também, a Latitude, e que nos fornecerá o valor do Azimute Quadrantal. As regras para a determinação de **C** são apresentadas na parte inferior desta tábua.

Em suma, o cálculo do Azimute pelas Tábuas **A**, **B** e **C** de **Norie** é feito em três etapas:

1. Entra-se na **Tábua A** com Lat e AHL, obtendo **A**;
2. entra-se na **Tábua B** com Dec e AHL, obtendo **B**; e
3. entra-se na **Tábua C** com Lat e  $C = A \pm B$ , obtendo **Z** (Azimute Quadrantal do astro).

Transforma-se, então, **Z** em Az (Azimute Verdadeiro do astro), que será utilizado para determinação do Desvio da Agulha.

### EXEMPLO 1:

Pede-se o Azimute de um astro em função dos seguintes elementos:

$$\begin{aligned} t &= 335^\circ 30' \\ \varphi &= 34^\circ 20' \text{ S} \\ \delta &= 13^\circ 40' \text{ S} \end{aligned}$$

### SOLUÇÃO:

I. Na Tábua **A**, com o Ângulo Horário (argumento horizontal) e Latitude (argumento vertical), obtém-se:

$A = 1,50 \text{ N}$  (nome oposto ao de  $\varphi$  em virtude de o AHL não estar compreendido entre 90° e 270°).

II. Na Tábua **B**, com o Ângulo Horário (argumento horizontal) e Declinação (argumento vertical), obtém-se:

$$B = 0,59 \text{ S (sempre o mesmo nome de } \delta).$$

III. Da combinação dos valores de **A** e **B**, obtém-se:

$$\begin{array}{r} A = 1,50 \text{ N} \\ B = 0,59 \text{ S} \\ \hline C = 0,91 \text{ N} \end{array}$$

(nome igual ao de **A** por ser este de valor maior que **B**; o valor numérico de **C** é obtido por subtração, por terem os elementos **A** e **B** nomes diferentes).

IV. Na Tábua **C**, com **C** (argumento horizontal) e Latitude (argumento vertical), tem-se:

$$Aqd = 53,1^\circ \text{ NE ou Az} = 053,1^\circ$$

**EXEMPLO 2:**

Pede-se o Azimute de um astro, em função dos seguintes elementos:

$$\begin{array}{l} t = 20^\circ 00' \\ \varphi = 22^\circ 00' \text{ N} \\ \delta = 05^\circ 00' \text{ S} \end{array}$$

**SOLUÇÃO:**

I. Na Tábua **A**, com o Ângulo Horário (argumento horizontal) e Latitude (argumento vertical), obtém-se:

$$A = 1,11 \text{ S}$$

II. Na Tábua **B**, com o Ângulo Horário (argumento horizontal) e Declinação (argumento vertical), obtém-se:

$$B = 0,26 \text{ S}$$

III. Da combinação dos valores de **A** e **B**, obtém-se:

$$\begin{array}{r} A = 1,11 \text{ S} \\ B = 0,26 \text{ S} \\ \hline C = 1,37 \text{ S} \end{array}$$

(mesmo nome de **A** e **B** por serem eles iguais; o valor numérico de **C** é obtido por adição pela mesma razão).

IV. Na Tábua **C**, com **C** (argumento horizontal) e Latitude (argumento vertical), tira-se:

$$Aqd = 38,2^\circ \text{ SW ou Az} = 218,2^\circ$$

**c. EXEMPLOS COMPLETOS**

1. No dia 08/11/93, com o navio na posição estimada Latitude  $24^\circ 18,0' \text{ S}$  e Longitude  $044^\circ 13,0' \text{ W}$ , observou-se o Azimute do Sol próximo do ocaso pela repetidora da Giro (sincronizada com a Agulha Mestra), obtendo-se:

$$\text{Azimute da Giro} = 257^\circ$$

$$\text{HCr} = 20^{\text{h}} 27^{\text{m}} 55,0^{\text{s}} \text{ (Ea} = \text{zero)}$$

Determinar o Desvio da Giro (Dgi) pelas Tábuas **A**, **B** e **C** de **Norie**.

**SOLUÇÃO:**

$$\begin{aligned} \text{Astro} &: \text{Sol} \\ \text{Data} &: 08/11/93 \\ \text{HCr} &= 20^{\text{h}} 27^{\text{m}} 55,0^{\text{s}} \\ \text{Ea} &= \underline{\text{Zero}} \\ \text{HMG} &= 20^{\text{h}} 27^{\text{m}} 55,0^{\text{s}} \\ \text{Fuso} &= 03^{\text{h}} \quad (\text{P}) \\ \text{Hleg} &= 17^{\text{h}} 27^{\text{m}} 55,0^{\text{s}} \rightarrow \text{Hleg } 1728 \\ \\ \text{AHG (h)} &= 124^\circ 02,9' \\ \text{Acréscimo (m/s)} &= \underline{06^\circ 58,8'} \\ \text{AHG (h/m/s)} &= 131^\circ 01,7' \\ \lambda_e &= \underline{044^\circ 13,0' \text{ W}} \\ \text{AHL} &= 086^\circ 48,7' \\ \\ \varphi_e &= 24^\circ 18,0' \text{ S} \\ \text{Dec (d)} &= 16^\circ 45,1' \text{ S (d} = + 0,7) \\ \text{CORREÇÃO} &= \underline{+ 0,3'} \\ \text{Dec} &= 16^\circ 45,4' \text{ S} \\ \\ \text{A} &= 0,02 \text{ N} \quad (\text{figura 31.11}) \\ \text{B} &= \underline{0,31 \text{ S}} \quad (\text{figura 31.12}) \\ \text{C} &= 0,29 \text{ S} \\ \\ \text{Aqd} &= 75,2^\circ \text{ SW} \quad (\text{figura 31.13}) \\ \\ \text{Az} &= 255,2^\circ \\ \text{Az gi} &= \underline{257,0^\circ} \\ \text{Dgi} &= 1,8^\circ \text{ W} \cong 2^\circ \text{ W} \end{aligned}$$

2. No dia 27/09/93, com o navio na posição estimada Latitude  $14^\circ 00,0' \text{ S}$  e Longitude  $038^\circ 00,0' \text{ W}$ , no Rumo da Agulha  $045^\circ$ , velocidade de 10,0 nós, observou-se o Azimute do Sol próximo do nascer pela Agulha Magnética, obtendo-se:

$$\text{HCr} = 09^{\text{h}} 26^{\text{m}} 00,0^{\text{s}} \text{ (Ea} = \text{zero)}$$

$$\text{Azimute da Agulha} = 105^\circ$$

Calcular o Desvio da Agulha Magnética (Dag), sabendo-se que o valor da Declinação Magnética no local, para a data em questão, é  $\text{Dec mg} = 19,5^\circ \text{ W}$ .

**SOLUÇÃO:**

$$\begin{aligned} \text{Astro} &: \text{Sol} \\ \text{Data} &: 27/09/93 \\ \text{HCr} &= 09^{\text{h}} 26^{\text{m}} 00,0^{\text{s}} \\ \text{Ea} &= \underline{\text{Zero}} \\ \text{HMG} &= 09^{\text{h}} 26^{\text{m}} 00,0^{\text{s}} \\ \text{Fuso} &= 03^{\text{h}} \quad (\text{P}) \\ \text{Hleg} &= 06^{\text{h}} 26^{\text{m}} 00,0^{\text{s}} \rightarrow \text{Hleg } 0626 \end{aligned}$$

Figura 31.11 - Extrato da Tábua A (Tábuas A, B e C de Norie)

| A   |      | TÁBUA A — Ângulo Horário |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | A    |     |
|-----|------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Lat | 75°  | 76°                      | 77°  | 78°  | 79°  | 80°  | 81°  | 82°  | 83°  | 84°  | 85°  | 86°  | 87°  | 88°  | 89°  | 90°  | Lat |
| °   | 285° | 284°                     | 283° | 282° | 281° | 280° | 279° | 278° | 277° | 276° | 275° | 274° | 273° | 272° | 271° | 270° | °   |
| 0   | -00  | -00                      | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | 0   |
| 1   | -01  | -00                      | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | 1   |
| 2   | -01  | -01                      | -01  | -01  | -01  | -01  | -01  | -01  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | 2   |
| 3   | -01  | -01                      | -01  | -01  | -01  | -01  | -01  | -01  | -01  | -01  | -01  | -00  | -00  | -00  | -00  | -00  | 3   |
| 4   | -02  | -02                      | -02  | -02  | -01  | -01  | -01  | -01  | -01  | -01  | -01  | -01  | -00  | -00  | -00  | -00  | 4   |
| 5   | -02  | -02                      | -02  | -02  | -02  | -02  | -01  | -01  | -01  | -01  | -01  | -01  | -01  | -00  | -00  | -00  | 5   |
| 6   | -03  | -03                      | -02  | -02  | -02  | -02  | -02  | -02  | -01  | -01  | -01  | -01  | -01  | -00  | -00  | -00  | 6   |
| 7   | -03  | -03                      | -03  | -03  | -02  | -02  | -02  | -02  | -02  | -01  | -01  | -01  | -01  | -00  | -00  | -00  | 7   |
| 8   | -04  | -04                      | -03  | -03  | -03  | -03  | -02  | -02  | -02  | -02  | -01  | -01  | -01  | -01  | -00  | -00  | 8   |
| 9   | -04  | -04                      | -04  | -03  | -03  | -03  | -03  | -02  | -02  | -02  | -01  | -01  | -01  | -01  | -00  | -00  | 9   |
| 10  | -05  | -04                      | -04  | -04  | -03  | -03  | -03  | -03  | -02  | -02  | -02  | -01  | -01  | -01  | -00  | -00  | 10  |
| 11  | -05  | -05                      | -05  | -04  | -04  | -04  | -03  | -03  | -03  | -02  | -02  | -01  | -01  | -01  | -00  | -00  | 11  |
| 12  | -06  | -05                      | -05  | -05  | -04  | -04  | -04  | -03  | -03  | -03  | -02  | -02  | -01  | -01  | -00  | -00  | 12  |
| 13  | -06  | -06                      | -05  | -05  | -05  | -04  | -04  | -03  | -03  | -03  | -02  | -02  | -01  | -01  | -00  | -00  | 13  |
| 14  | -07  | -06                      | -06  | -05  | -05  | -04  | -04  | -04  | -03  | -03  | -02  | -02  | -01  | -01  | -00  | -00  | 14  |
| 15  | -07  | -07                      | -06  | -06  | -05  | -05  | -04  | -04  | -03  | -03  | -02  | -02  | -01  | -01  | -00  | -00  | 15  |
| 16  | -08  | -07                      | -07  | -06  | -06  | -05  | -05  | -04  | -04  | -03  | -03  | -02  | -02  | -01  | -01  | -00  | 16  |
| 17  | -08  | -08                      | -07  | -07  | -06  | -05  | -05  | -04  | -04  | -03  | -03  | -02  | -02  | -01  | -01  | -00  | 17  |
| 18  | -09  | -08                      | -08  | -07  | -06  | -06  | -05  | -05  | -04  | -03  | -03  | -02  | -02  | -01  | -01  | -00  | 18  |
| 19  | -09  | -09                      | -08  | -07  | -07  | -06  | -06  | -05  | -04  | -04  | -03  | -02  | -02  | -01  | -01  | -00  | 19  |
| 20  | -10  | -09                      | -08  | -08  | -07  | -06  | -06  | -05  | -05  | -04  | -03  | -03  | -02  | -01  | -01  | -00  | 20  |
| 21  | -10  | -10                      | -09  | -08  | -07  | -06  | -06  | -05  | -05  | -04  | -03  | -03  | -02  | -01  | -01  | -00  | 21  |
| 22  | -11  | -10                      | -09  | -09  | -08  | -07  | -06  | -06  | -05  | -04  | -04  | -03  | -02  | -01  | -01  | -00  | 22  |
| 23  | -11  | -11                      | -10  | -09  | -08  | -08  | -07  | -06  | -05  | -05  | -04  | -03  | -02  | -01  | -01  | -00  | 23  |
| 24  | -12  | -11                      | -10  | -10  | -09  | -08  | -07  | -06  | -06  | -05  | -04  | -03  | -02  | -01  | -01  | -00  | 24  |
| 25  | -13  | -12                      | -11  | -10  | -09  | -08  | -07  | -06  | -06  | -05  | -04  | -03  | -02  | -01  | -01  | -00  | 25  |
| 26  | -13  | -12                      | -11  | -10  | -10  | -09  | -08  | -07  | -06  | -05  | -04  | -03  | -02  | -01  | -01  | -00  | 26  |
| 27  | -14  | -13                      | -12  | -11  | -10  | -09  | -08  | -07  | -06  | -05  | -05  | -04  | -03  | -02  | -01  | -00  | 27  |
| 28  | -14  | -13                      | -12  | -11  | -10  | -09  | -08  | -08  | -07  | -06  | -05  | -04  | -03  | -02  | -01  | -00  | 28  |
| 29  | -15  | -14                      | -13  | -12  | -11  | -10  | -09  | -08  | -07  | -06  | -05  | -04  | -03  | -02  | -01  | -00  | 29  |
| 30  | -16  | -14                      | -13  | -12  | -11  | -10  | -09  | -08  | -07  | -06  | -05  | -04  | -03  | -02  | -01  | -00  | 30  |
| 31  | -16  | -15                      | -14  | -13  | -12  | -11  | -10  | -08  | -07  | -06  | -05  | -04  | -03  | -02  | -01  | -00  | 31  |
| 32  | -17  | -16                      | -14  | -13  | -12  | -11  | -10  | -09  | -08  | -07  | -06  | -04  | -03  | -02  | -01  | -00  | 32  |
| 33  | -17  | -16                      | -15  | -14  | -13  | -12  | -10  | -09  | -08  | -07  | -06  | -05  | -03  | -02  | -01  | -00  | 33  |
| 34  | -18  | -17                      | -16  | -14  | -13  | -12  | -11  | -10  | -08  | -07  | -06  | -05  | -04  | -02  | -01  | -00  | 34  |
| 35  | -19  | -18                      | -16  | -15  | -14  | -12  | -11  | -10  | -09  | -07  | -06  | -05  | -04  | -02  | -01  | -00  | 35  |
| 36  | -20  | -18                      | -17  | -15  | -14  | -13  | -12  | -10  | -09  | -08  | -06  | -05  | -04  | -03  | -01  | -00  | 36  |
| 37  | -20  | -19                      | -17  | -16  | -15  | -13  | -12  | -11  | -09  | -08  | -07  | -05  | -04  | -03  | -01  | -00  | 37  |
| 38  | -21  | -20                      | -18  | -17  | -15  | -14  | -12  | -11  | -10  | -08  | -07  | -06  | -04  | -03  | -01  | -00  | 38  |
| 39  | -22  | -20                      | -19  | -17  | -16  | -14  | -13  | -11  | -10  | -09  | -07  | -06  | -04  | -03  | -01  | -00  | 39  |
| 40  | -23  | -21                      | -19  | -18  | -16  | -15  | -13  | -12  | -10  | -09  | -07  | -06  | -04  | -03  | -02  | -00  | 40  |
| 41  | -23  | -22                      | -20  | -19  | -17  | -15  | -14  | -12  | -11  | -09  | -08  | -06  | -05  | -03  | -02  | -00  | 41  |
| 42  | -24  | -22                      | -21  | -19  | -18  | -16  | -14  | -13  | -11  | -10  | -08  | -06  | -05  | -03  | -02  | -00  | 42  |
| 43  | -25  | -23                      | -22  | -20  | -18  | -16  | -15  | -13  | -11  | -10  | -08  | -07  | -05  | -03  | -02  | -00  | 43  |
| 44  | -26  | -24                      | -22  | -21  | -19  | -17  | -15  | -14  | -12  | -10  | -09  | -07  | -05  | -03  | -02  | -00  | 44  |
| 45  | -27  | -25                      | -23  | -21  | -19  | -18  | -16  | -14  | -12  | -11  | -09  | -07  | -05  | -04  | -02  | -00  | 45  |
| 46  | -28  | -26                      | -24  | -22  | -20  | -18  | -16  | -15  | -13  | -11  | -09  | -07  | -05  | -04  | -02  | -00  | 46  |
| 47  | -29  | -27                      | -25  | -23  | -21  | -19  | -17  | -15  | -13  | -11  | -09  | -08  | -06  | -04  | -02  | -00  | 47  |
| 48  | -30  | -28                      | -26  | -24  | -22  | -20  | -18  | -16  | -14  | -12  | -10  | -08  | -06  | -04  | -02  | -00  | 48  |
| 49  | -31  | -29                      | -27  | -25  | -22  | -20  | -18  | -16  | -14  | -12  | -10  | -08  | -06  | -04  | -02  | -00  | 49  |
| 50  | -32  | -30                      | -28  | -25  | -23  | -21  | -19  | -17  | -15  | -13  | -10  | -08  | -06  | -04  | -02  | -00  | 50  |
| 51  | -33  | -31                      | -29  | -26  | -24  | -22  | -20  | -17  | -15  | -13  | -11  | -09  | -07  | -04  | -02  | -00  | 51  |
| 52  | -34  | -32                      | -30  | -27  | -25  | -23  | -20  | -18  | -16  | -14  | -11  | -09  | -07  | -05  | -02  | -00  | 52  |
| 53  | -36  | -33                      | -31  | -28  | -26  | -23  | -21  | -19  | -16  | -14  | -12  | -09  | -07  | -05  | -02  | -00  | 53  |
| 54  | -37  | -34                      | -32  | -29  | -27  | -24  | -22  | -19  | -17  | -15  | -12  | -10  | -07  | -05  | -02  | -00  | 54  |
| 55  | -38  | -36                      | -33  | -30  | -28  | -25  | -23  | -20  | -18  | -15  | -13  | -10  | -08  | -05  | -03  | -00  | 55  |
| 56  | -40  | -37                      | -34  | -32  | -29  | -26  | -24  | -21  | -18  | -16  | -13  | -10  | -08  | -05  | -03  | -00  | 56  |
| 57  | -41  | -38                      | -36  | -33  | -30  | -27  | -24  | -22  | -19  | -16  | -14  | -11  | -08  | -05  | -03  | -00  | 57  |
| 58  | -45  | -40                      | -37  | -34  | -31  | -28  | -25  | -23  | -20  | -17  | -14  | -11  | -08  | -06  | -03  | -00  | 58  |
| 59  | -45  | -42                      | -38  | -35  | -32  | -29  | -26  | -23  | -20  | -18  | -15  | -12  | -09  | -06  | -03  | -00  | 59  |
| 60  | -46  | -43                      | -40  | -37  | -34  | -31  | -27  | -24  | -21  | -18  | -15  | -12  | -09  | -06  | -03  | -00  | 60  |
| Lat | 105° | 104°                     | 103° | 102° | 101° | 100° | 99°  | 98°  | 97°  | 96°  | 95°  | 94°  | 93°  | 92°  | 91°  | 90°  | Lat |
|     | 255° | 256°                     | 257° | 258° | 259° | 260° | 261° | 262° | 263° | 264° | 265° | 266° | 267° | 268° | 269° | 270° |     |

A—Tem nome oposto no da latitude, exceto quando o ângulo horário está compreendido entre 90° e 270°

A—Tem nome oposto ao da latitude, exceto quando o ângulo horário está compreendido entre 90° e 270°

Figura 31.12 - Extrato da Tábua B (Tábuas A, B e C de Norie)

| B         |      | TÁBUA B — Ângulo Horário |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | B         |  |
|-----------|------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|--|
| Dec.<br>° | 75°  | 76°                      | 77°  | 78°  | 79°  | 80°  | 81°  | 82°  | 83°  | 84°  | 85°  | 86°  | 87°  | 88°  | 89°  | 90°  | Dec.<br>° |  |
|           | 285° | 284°                     | 283° | 282° | 281° | 280° | 279° | 278° | 277° | 276° | 275° | 274° | 273° | 272° | 271° | 270° |           |  |
| 0         | .00  | .00                      | .00  | .00  | .00  | .00  | .00  | .00  | .00  | .00  | .00  | .00  | .00  | .00  | .00  | .00  | 0         |  |
| 1         | .02  | .02                      | .02  | .02  | .02  | .02  | .02  | .02  | .02  | .02  | .02  | .02  | .02  | .02  | .02  | .02  | 1         |  |
| 2         | .04  | .04                      | .04  | .04  | .04  | .04  | .04  | .04  | .04  | .04  | .04  | .04  | .04  | .04  | .04  | .03  | 2         |  |
| 3         | .05  | .05                      | .05  | .05  | .05  | .05  | .05  | .05  | .05  | .05  | .05  | .05  | .05  | .05  | .05  | .05  | 3         |  |
| 4         | .07  | .07                      | .07  | .07  | .07  | .07  | .07  | .07  | .07  | .07  | .07  | .07  | .07  | .07  | .07  | .07  | 4         |  |
| 5         | .09  | .09                      | .09  | .09  | .09  | .09  | .09  | .09  | .09  | .09  | .09  | .09  | .09  | .09  | .09  | .09  | 5         |  |
| 6         | .11  | .11                      | .11  | .11  | .11  | .11  | .11  | .11  | .11  | .11  | .11  | .11  | .11  | .11  | .11  | .11  | 6         |  |
| 7         | .13  | .13                      | .13  | .13  | .13  | .13  | .13  | .12  | .12  | .12  | .12  | .12  | .12  | .12  | .12  | .12  | 7         |  |
| 8         | .15  | .15                      | .14  | .14  | .14  | .14  | .14  | .14  | .14  | .14  | .14  | .14  | .14  | .14  | .14  | .14  | 8         |  |
| 9         | .16  | .16                      | .16  | .16  | .16  | .16  | .16  | .16  | .16  | .16  | .16  | .16  | .16  | .16  | .16  | .16  | 9         |  |
| 10        | .18  | .18                      | .18  | .18  | .18  | .18  | .18  | .18  | .18  | .18  | .18  | .18  | .18  | .18  | .18  | .18  | 10        |  |
| 11        | .20  | .20                      | .20  | .20  | .20  | .20  | .20  | .20  | .20  | .20  | .20  | .20  | .20  | .19  | .19  | .19  | 11        |  |
| 12        | .22  | .22                      | .22  | .22  | .22  | .22  | .22  | .22  | .21  | .21  | .21  | .21  | .21  | .21  | .21  | .21  | 12        |  |
| 13        | .24  | .24                      | .24  | .24  | .24  | .23  | .23  | .23  | .23  | .23  | .23  | .23  | .23  | .23  | .23  | .23  | 13        |  |
| 14        | .26  | .26                      | .26  | .26  | .25  | .25  | .25  | .25  | .25  | .25  | .25  | .25  | .25  | .25  | .25  | .25  | 14        |  |
| 15        | .28  | .28                      | .28  | .27  | .27  | .27  | .27  | .27  | .27  | .27  | .27  | .27  | .27  | .27  | .27  | .27  | 15        |  |
| 16        | .30  | .30                      | .29  | .29  | .29  | .29  | .29  | .29  | .29  | .29  | .29  | .29  | .29  | .29  | .29  | .29  | 16        |  |
| 17        | .32  | .32                      | .31  | .31  | .31  | .31  | .31  | .31  | .31  | .31  | .31  | .31  | .31  | .31  | .31  | .31  | 17        |  |
| 18        | .34  | .34                      | .33  | .33  | .33  | .33  | .33  | .33  | .33  | .33  | .33  | .33  | .33  | .33  | .33  | .32  | 18        |  |
| 19        | .36  | .36                      | .35  | .35  | .35  | .35  | .35  | .35  | .35  | .35  | .35  | .35  | .35  | .35  | .34  | .34  | 19        |  |
| 20        | .38  | .38                      | .37  | .37  | .37  | .37  | .37  | .37  | .37  | .37  | .37  | .37  | .36  | .36  | .36  | .36  | 20        |  |
| 21        | .40  | .40                      | .39  | .39  | .39  | .39  | .39  | .39  | .39  | .39  | .39  | .39  | .38  | .38  | .38  | .38  | 21        |  |
| 22        | .42  | .42                      | .42  | .41  | .41  | .41  | .41  | .41  | .41  | .41  | .41  | .41  | .41  | .40  | .40  | .40  | 22        |  |
| 23        | .44  | .44                      | .44  | .43  | .43  | .43  | .43  | .43  | .43  | .43  | .43  | .43  | .43  | .43  | .43  | .42  | 23        |  |
| 24        | .46  | .46                      | .46  | .46  | .45  | .45  | .45  | .45  | .45  | .45  | .45  | .45  | .45  | .45  | .45  | .45  | 24        |  |
| 25        | .48  | .48                      | .48  | .48  | .48  | .47  | .47  | .47  | .47  | .47  | .47  | .47  | .47  | .47  | .47  | .47  | 25        |  |
| 26        | .50  | .50                      | .50  | .50  | .50  | .50  | .49  | .49  | .49  | .49  | .49  | .49  | .49  | .49  | .49  | .49  | 26        |  |
| 27        | .53  | .53                      | .52  | .52  | .52  | .52  | .52  | .52  | .51  | .51  | .51  | .51  | .51  | .51  | .51  | .51  | 27        |  |
| 28        | .55  | .55                      | .55  | .54  | .54  | .54  | .54  | .54  | .54  | .54  | .53  | .53  | .53  | .53  | .53  | .53  | 28        |  |
| 29        | .57  | .57                      | .57  | .57  | .57  | .56  | .56  | .56  | .56  | .56  | .56  | .56  | .56  | .56  | .55  | .55  | 29        |  |
| 30        | .60  | .60                      | .59  | .59  | .59  | .59  | .59  | .58  | .58  | .58  | .58  | .58  | .58  | .58  | .58  | .58  | 30        |  |
| 31        | .62  | .62                      | .62  | .61  | .61  | .61  | .61  | .61  | .61  | .60  | .60  | .60  | .60  | .60  | .60  | .60  | 31        |  |
| 32        | .65  | .64                      | .64  | .64  | .63  | .63  | .63  | .63  | .63  | .63  | .63  | .63  | .63  | .63  | .63  | .62  | 32        |  |
| 33        | .67  | .67                      | .67  | .66  | .66  | .66  | .66  | .66  | .65  | .65  | .65  | .65  | .65  | .65  | .65  | .65  | 33        |  |
| 34        | .70  | .70                      | .69  | .69  | .69  | .68  | .68  | .68  | .68  | .68  | .68  | .68  | .68  | .68  | .68  | .67  | 34        |  |
| 35        | .72  | .72                      | .72  | .72  | .71  | .71  | .71  | .71  | .71  | .70  | .70  | .70  | .70  | .70  | .70  | .70  | 35        |  |
| 36        | .75  | .75                      | .75  | .74  | .74  | .74  | .74  | .73  | .73  | .73  | .73  | .73  | .73  | .73  | .73  | .73  | 36        |  |
| 37        | .78  | .78                      | .77  | .77  | .77  | .77  | .76  | .76  | .76  | .76  | .76  | .76  | .76  | .75  | .75  | .75  | 37        |  |
| 38        | .81  | .81                      | .80  | .80  | .80  | .79  | .79  | .79  | .79  | .79  | .78  | .78  | .78  | .78  | .78  | .78  | 38        |  |
| 39        | .84  | .84                      | .83  | .83  | .83  | .82  | .82  | .82  | .82  | .81  | .81  | .81  | .81  | .81  | .81  | .81  | 39        |  |
| 40        | .87  | .87                      | .86  | .86  | .86  | .85  | .85  | .85  | .85  | .84  | .84  | .84  | .84  | .84  | .84  | .84  | 40        |  |
| 41        | .90  | .90                      | .89  | .89  | .89  | .88  | .88  | .88  | .88  | .87  | .87  | .87  | .87  | .87  | .87  | .87  | 41        |  |
| 42        | .93  | .93                      | .92  | .92  | .92  | .91  | .91  | .91  | .91  | .91  | .90  | .90  | .90  | .90  | .90  | .90  | 42        |  |
| 43        | .97  | .96                      | .96  | .95  | .95  | .95  | .94  | .94  | .94  | .94  | .94  | .94  | .93  | .93  | .93  | .93  | 43        |  |
| 44        | 1.00 | 1.00                     | .99  | .99  | .99  | .98  | .98  | .98  | .97  | .97  | .97  | .97  | .97  | .97  | .97  | .97  | 44        |  |
| 45        | 1.04 | 1.03                     | 1.03 | 1.02 | 1.02 | 1.02 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 45        |  |
| 46        | 1.07 | 1.07                     | 1.06 | 1.06 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 46        |  |
| 47        | 1.11 | 1.11                     | 1.10 | 1.10 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 47        |  |
| 48        | 1.15 | 1.14                     | 1.14 | 1.14 | 1.13 | 1.13 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 1.11 | 48        |  |
| 49        | 1.19 | 1.19                     | 1.18 | 1.18 | 1.17 | 1.17 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 49        |  |
| 50        | 1.23 | 1.23                     | 1.22 | 1.22 | 1.21 | 1.21 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.19 | 1.19 | 1.19 | 1.19 | 1.19 | 50        |  |
| 51        | 1.28 | 1.27                     | 1.27 | 1.26 | 1.26 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.24 | 1.24 | 1.24 | 1.24 | 1.24 | 1.24 | 1.24 | 1.23 | 51        |  |
| 52        | 1.33 | 1.32                     | 1.31 | 1.31 | 1.30 | 1.30 | 1.29 | 1.29 | 1.29 | 1.29 | 1.28 | 1.28 | 1.28 | 1.28 | 1.28 | 1.28 | 52        |  |
| 53        | 1.37 | 1.37                     | 1.36 | 1.36 | 1.35 | 1.35 | 1.34 | 1.34 | 1.34 | 1.33 | 1.33 | 1.33 | 1.33 | 1.33 | 1.33 | 1.33 | 53        |  |
| 54        | 1.42 | 1.42                     | 1.41 | 1.41 | 1.40 | 1.40 | 1.39 | 1.39 | 1.39 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 54        |  |
| 55        | 1.48 | 1.47                     | 1.47 | 1.46 | 1.46 | 1.45 | 1.45 | 1.44 | 1.44 | 1.44 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 55        |  |
| 56        | 1.54 | 1.53                     | 1.52 | 1.52 | 1.51 | 1.51 | 1.50 | 1.50 | 1.49 | 1.49 | 1.49 | 1.49 | 1.48 | 1.48 | 1.48 | 1.48 | 56        |  |
| 57        | 1.60 | 1.59                     | 1.58 | 1.57 | 1.57 | 1.56 | 1.56 | 1.55 | 1.55 | 1.55 | 1.55 | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 57        |  |
| 58        | 1.66 | 1.65                     | 1.64 | 1.64 | 1.63 | 1.63 | 1.62 | 1.62 | 1.61 | 1.61 | 1.61 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 58        |  |
| 59        | 1.72 | 1.72                     | 1.71 | 1.70 | 1.70 | 1.69 | 1.69 | 1.68 | 1.68 | 1.67 | 1.67 | 1.67 | 1.67 | 1.66 | 1.66 | 1.66 | 59        |  |
| 60        | 1.79 | 1.79                     | 1.78 | 1.77 | 1.76 | 1.76 | 1.75 | 1.75 | 1.75 | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.73 | 1.73 | 1.73 | 1.73 | 60        |  |
| Dec.      | 105° | 104°                     | 103° | 102° | 101° | 100° | 99°  | 98°  | 97°  | 96°  | 95°  | 94°  | 93°  | 92°  | 91°  | 90°  | Dec.      |  |
|           | 255° | 256°                     | 257° | 258° | 259° | 260° | 261° | 262° | 263° | 264° | 265° | 266° | 267° | 268° | 269° | 270° |           |  |

B—Tem sempre o mesmo nome que a declinação.

B—Tem sempre o mesmo nome que a declinação

Figura 31.13 - Extrato da Tábua C (Tábuas A, B e C de Norie)

| C                     |             | TÁBUA C     |             |             |             |             |                 |             |             |             |             |             |             |             |                            | C                          |         |         |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|---------|---------|
| $\Delta \pm B = -15'$ |             | $\cdot 16'$ | $\cdot 17'$ | $\cdot 18'$ | $\cdot 19'$ | $\cdot 20'$ | Correções A e B |             |             |             | $\cdot 25'$ | $\cdot 26'$ | $\cdot 27'$ | $\cdot 28'$ | $\cdot 29'$                | $\cdot 30' = \Delta \pm B$ |         |         |
| Lat                   |             | AZIMUTES    |             |             |             |             |                 |             |             |             |             |             |             |             |                            | Lat                        |         |         |
| $\circ$               | $\circ$     | $\circ$     | $\circ$     | $\circ$     | $\circ$     | $\circ$     | $\circ$         | $\circ$     | $\circ$     | $\circ$     | $\circ$     | $\circ$     | $\circ$     | $\circ$     | $\circ$                    | $\circ$                    | $\circ$ | $\circ$ |
| 0                     | 81-5        | 80-9        | 80-4        | 79-8        | 79-2        | 78-7        | 78-1            | 77-6        | 77-0        | 76-5        | 76-0        | 75-4        | 74-9        | 74-4        | 73-8                       | 73-3                       | 0       |         |
| 5                     | 81-5        | 80-9        | 80-4        | 79-8        | 79-3        | 78-7        | 78-2            | 77-6        | 77-1        | 76-6        | 76-0        | 75-5        | 74-9        | 74-4        | 73-9                       | 73-4                       | 5       |         |
| 10                    | 81-6        | 81-0        | 80-5        | 79-9        | 79-4        | 78-9        | 78-3            | 77-8        | 77-2        | 76-7        | 76-2        | 75-6        | 75-1        | 74-6        | 74-1                       | 73-5                       | 10      |         |
| 14                    | 81-7        | 81-2        | 80-6        | 80-1        | 79-6        | 79-1        | 78-5            | 78-0        | 77-4        | 76-9        | 76-4        | 75-8        | 75-3        | 74-8        | 74-3                       | 73-7                       | 14      |         |
| 18                    | 81-9        | 81-3        | 80-8        | 80-3        | 79-8        | 79-2        | 78-7            | 78-2        | 77-7        | 77-1        | 76-6        | 76-1        | 75-6        | 75-1        | 74-6                       | 74-1                       | 18      |         |
| 20                    | 82-0        | 81-4        | 80-9        | 80-4        | 79-9        | 79-4        | 78-8            | 78-3        | 77-8        | 77-3        | 76-8        | 76-3        | 75-8        | 75-3        | 74-8                       | 74-3                       | 20      |         |
| 22                    | 82-1        | 81-6        | 81-0        | 80-5        | 80-0        | 79-5        | 79-0            | 78-5        | 78-0        | 77-5        | 76-9        | 76-4        | 75-9        | 75-4        | 75-0                       | 74-5                       | 22      |         |
| 24                    | 82-2        | 81-7        | 81-2        | 80-7        | 80-2        | 79-6        | 79-1            | 78-6        | 78-1        | 77-6        | 77-1        | 76-6        | 76-1        | 75-7        | 75-2                       | 74-7                       | 24      |         |
| 26                    | 82-3        | 81-8        | 81-3        | 80-8        | 80-3        | 79-8        | 79-3            | 78-8        | 78-3        | 77-8        | 77-3        | 76-8        | 76-4        | 75-9        | 75-4                       | 74-9                       | 26      |         |
| 28                    | 82-5        | 82-0        | 81-5        | 81-0        | 80-5        | 80-0        | 79-5            | 79-0        | 78-5        | 78-0        | 77-6        | 77-1        | 76-6        | 76-1        | 75-6                       | 75-2                       | 28      |         |
| 30                    | 82-6        | 82-1        | 81-6        | 81-1        | 80-7        | 80-2        | 79-7            | 79-2        | 78-7        | 78-3        | 77-8        | 77-3        | 76-8        | 76-4        | 75-9                       | 75-4                       | 30      |         |
| 31                    | 82-7        | 82-2        | 81-7        | 81-2        | 80-7        | 80-3        | 79-8            | 79-3        | 78-8        | 78-4        | 77-9        | 77-4        | 77-0        | 76-5        | 76-0                       | 75-6                       | 31      |         |
| 32                    | 82-8        | 82-3        | 81-8        | 81-3        | 80-8        | 80-4        | 79-9            | 79-4        | 79-0        | 78-5        | 78-0        | 77-6        | 77-1        | 76-6        | 76-2                       | 75-7                       | 32      |         |
| 33                    | 82-8        | 82-4        | 81-9        | 81-4        | 80-9        | 80-5        | 80-0            | 79-5        | 79-1        | 78-6        | 78-2        | 77-7        | 77-2        | 76-8        | 76-3                       | 75-9                       | 33      |         |
| 34                    | 82-9        | 82-4        | 82-0        | 81-5        | 81-0        | 80-6        | 80-1            | 79-7        | 79-2        | 78-7        | 78-3        | 77-8        | 77-4        | 76-9        | 76-5                       | 76-0                       | 34      |         |
| 35                    | 83-0        | 82-5        | 82-1        | 81-6        | 81-2        | 80-7        | 80-2            | 79-8        | 79-3        | 78-9        | 78-4        | 78-0        | 77-5        | 77-1        | 76-6                       | 76-2                       | 35      |         |
| 36                    | 83-1        | 82-6        | 82-2        | 81-7        | 81-3        | 80-8        | 80-4            | 79-9        | 79-5        | 79-0        | 78-6        | 78-1        | 77-7        | 77-2        | 76-8                       | 76-4                       | 36      |         |
| 37                    | 83-2        | 82-7        | 82-3        | 81-8        | 81-4        | 80-9        | 80-5            | 80-0        | 79-6        | 79-1        | 78-7        | 78-3        | 77-8        | 77-4        | 77-0                       | 76-5                       | 37      |         |
| 38                    | 83-3        | 82-8        | 82-4        | 81-9        | 81-5        | 81-0        | 80-6            | 80-2        | 79-7        | 79-3        | 78-9        | 78-4        | 78-0        | 77-6        | 77-1                       | 76-7                       | 38      |         |
| 39                    | 83-4        | 82-9        | 82-5        | 82-0        | 81-6        | 81-2        | 80-7            | 80-3        | 79-9        | 79-4        | 79-0        | 78-6        | 78-1        | 77-7        | 77-3                       | 76-9                       | 39      |         |
| 40                    | 83-4        | 83-0        | 82-6        | 82-1        | 81-7        | 81-3        | 80-9            | 80-4        | 80-0        | 79-6        | 79-2        | 78-7        | 78-3        | 77-9        | 77-5                       | 77-1                       | 40      |         |
| 41                    | 83-5        | 83-1        | 82-7        | 82-3        | 81-8        | 81-4        | 81-0            | 80-6        | 80-2        | 79-7        | 79-3        | 78-9        | 78-5        | 78-1        | 77-7                       | 77-2                       | 41      |         |
| 42                    | 83-6        | 83-2        | 82-8        | 82-4        | 82-0        | 81-5        | 81-1            | 80-7        | 80-3        | 79-9        | 79-5        | 79-1        | 78-7        | 78-2        | 77-8                       | 77-4                       | 42      |         |
| 43                    | 83-7        | 83-3        | 82-9        | 82-5        | 82-1        | 81-7        | 81-3            | 80-9        | 80-5        | 80-0        | 79-6        | 79-2        | 78-8        | 78-4        | 78-0                       | 77-6                       | 43      |         |
| 44                    | 83-8        | 83-4        | 83-0        | 82-6        | 82-2        | 81-8        | 81-4            | 81-0        | 80-6        | 80-2        | 79-8        | 79-4        | 79-0        | 78-6        | 78-2                       | 77-8                       | 44      |         |
| 45                    | 83-9        | 83-5        | 83-1        | 82-7        | 82-3        | 82-0        | 81-6            | 81-2        | 80-8        | 80-4        | 80-0        | 79-6        | 79-2        | 78-8        | 78-4                       | 78-0                       | 45      |         |
| 46                    | 84-1        | 83-7        | 83-3        | 82-9        | 82-5        | 82-1        | 81-7            | 81-3        | 80-9        | 80-5        | 80-1        | 79-8        | 79-4        | 79-0        | 78-6                       | 78-2                       | 46      |         |
| 47                    | 84-2        | 83-8        | 83-4        | 83-0        | 82-6        | 82-2        | 81-8            | 81-5        | 81-1        | 80-7        | 80-3        | 79-9        | 79-6        | 79-2        | 78-8                       | 78-4                       | 47      |         |
| 48                    | 84-3        | 83-9        | 83-5        | 83-1        | 82-8        | 82-4        | 82-0            | 81-6        | 81-3        | 80-9        | 80-5        | 80-1        | 79-8        | 79-4        | 79-0                       | 78-6                       | 48      |         |
| 49                    | 84-4        | 84-0        | 83-6        | 83-3        | 82-9        | 82-5        | 82-2            | 81-8        | 81-4        | 81-1        | 80-7        | 80-3        | 80-0        | 79-6        | 79-2                       | 78-9                       | 49      |         |
| 50                    | 84-5        | 84-1        | 83-8        | 83-4        | 83-0        | 82-7        | 82-3            | 82-0        | 81-6        | 81-2        | 80-9        | 80-5        | 80-2        | 79-8        | 79-4                       | 79-1                       | 50      |         |
| 51                    | 84-6        | 84-3        | 83-9        | 83-5        | 83-2        | 82-8        | 82-5            | 82-1        | 81-8        | 81-4        | 81-1        | 80-7        | 80-4        | 80-0        | 79-7                       | 79-3                       | 51      |         |
| 52                    | 84-7        | 84-4        | 84-0        | 83-7        | 83-3        | 83-0        | 82-6            | 82-3        | 81-9        | 81-6        | 81-2        | 80-9        | 80-6        | 80-2        | 79-9                       | 79-5                       | 52      |         |
| 53                    | 84-8        | 84-5        | 84-2        | 83-8        | 83-5        | 83-1        | 82-8            | 82-5        | 82-1        | 81-8        | 81-4        | 81-1        | 80-8        | 80-4        | 80-1                       | 79-8                       | 53      |         |
| 54                    | 85-0        | 84-6        | 84-3        | 84-0        | 83-6        | 83-3        | 83-0            | 82-6        | 82-3        | 82-0        | 81-6        | 81-3        | 81-0        | 80-7        | 80-3                       | 80-0                       | 54      |         |
| 55                    | 85-1        | 84-8        | 84-4        | 84-1        | 83-8        | 83-5        | 83-1            | 82-8        | 82-5        | 82-2        | 81-8        | 81-5        | 81-2        | 80-9        | 80-6                       | 80-2                       | 55      |         |
| 56                    | 85-2        | 84-9        | 84-6        | 84-3        | 83-9        | 83-6        | 83-3            | 83-0        | 82-7        | 82-4        | 82-0        | 81-7        | 81-4        | 81-1        | 80-8                       | 80-5                       | 56      |         |
| 57                    | 85-3        | 85-0        | 84-7        | 84-4        | 84-1        | 83-8        | 83-5            | 83-2        | 82-9        | 82-6        | 82-2        | 81-9        | 81-6        | 81-3        | 81-0                       | 80-7                       | 57      |         |
| 58                    | 85-5        | 85-2        | 84-9        | 84-6        | 84-3        | 84-0        | 83-7            | 83-4        | 83-1        | 82-8        | 82-5        | 82-2        | 81-9        | 81-6        | 81-3                       | 81-0                       | 58      |         |
| 59                    | 85-6        | 85-3        | 85-0        | 84-7        | 84-4        | 84-1        | 83-8            | 83-5        | 83-2        | 83-0        | 82-7        | 82-4        | 82-1        | 81-8        | 81-5                       | 81-2                       | 59      |         |
| 60                    | 85-7        | 85-4        | 85-1        | 84-9        | 84-6        | 84-3        | 84-0            | 83-7        | 83-4        | 83-2        | 82-9        | 82-6        | 82-3        | 82-0        | 81-7                       | 81-5                       | 60      |         |
| 61                    | 85-8        | 85-6        | 85-3        | 85-0        | 84-7        | 84-5        | 84-2            | 83-9        | 83-6        | 83-4        | 83-1        | 82-8        | 82-5        | 82-3        | 82-0                       | 81-7                       | 61      |         |
| 62                    | 86-0        | 85-7        | 85-4        | 85-2        | 84-9        | 84-6        | 84-4            | 84-1        | 83-8        | 83-6        | 83-3        | 83-0        | 82-8        | 82-5        | 82-2                       | 82-0                       | 62      |         |
| 63                    | 86-1        | 85-8        | 85-6        | 85-3        | 85-1        | 84-8        | 84-6            | 84-3        | 84-0        | 83-8        | 83-5        | 83-3        | 83-0        | 82-8        | 82-5                       | 82-2                       | 63      |         |
| 64                    | 86-2        | 86-0        | 85-7        | 85-5        | 85-2        | 85-0        | 84-7            | 84-5        | 84-2        | 84-0        | 83-7        | 83-5        | 83-2        | 83-0        | 82-8                       | 82-5                       | 64      |         |
| 65                    | 86-4        | 86-1        | 85-9        | 85-6        | 85-4        | 85-2        | 84-9            | 84-7        | 84-4        | 84-2        | 84-0        | 83-7        | 83-5        | 83-3        | 83-0                       | 82-8                       | 65      |         |
| 66                    | 86-5        | 86-3        | 86-0        | 85-8        | 85-6        | 85-3        | 85-1            | 84-9        | 84-7        | 84-4        | 84-2        | 84-0        | 83-7        | 83-5        | 83-3                       | 83-0                       | 66      |         |
| 67                    | 86-6        | 86-4        | 86-2        | 86-0        | 85-8        | 85-5        | 85-3            | 85-1        | 84-9        | 84-6        | 84-4        | 84-2        | 84-0        | 83-8        | 83-5                       | 83-3                       | 67      |         |
| 68                    | 86-8        | 86-6        | 86-4        | 86-1        | 85-9        | 85-7        | 85-5            | 85-3        | 85-1        | 84-9        | 84-6        | 84-4        | 84-2        | 84-0        | 83-8                       | 83-6                       | 68      |         |
| Lat                   | AZIMUTES    |             |             |             |             |             |                 |             |             |             |             |             |             |             | Lat                        |                            |         |         |
| $\Delta \pm B = -15'$ | $\cdot 16'$ | $\cdot 17'$ | $\cdot 18'$ | $\cdot 19'$ | $\cdot 20'$ | $\cdot 21'$ | $\cdot 22'$     | $\cdot 23'$ | $\cdot 24'$ | $\cdot 25'$ | $\cdot 26'$ | $\cdot 27'$ | $\cdot 28'$ | $\cdot 29'$ | $\cdot 30' = \Delta \pm B$ |                            |         |         |

Se A e B têm o mesmo nome, soma-se ( $C = A + B$ );  
 Se A e B têm nomes contrários, subtrai-se ( $C = A - B$ );  
 $C = A \pm B$  tem o nome do maior dentre A e B.  
 O azimute tem o nome de C e do ângulo horário.

$$\begin{aligned}
 \text{AHG (h)} &= 317^\circ 14,8' \\
 \text{Acréscimo (m/s)} &= \underline{06^\circ 30,0'} \\
 \text{AHG (h/m/s)} &= 323^\circ 44,8' \\
 \lambda_e &= \underline{038^\circ 00,0' \text{ W}} \\
 \text{AHL} &= 285^\circ 44,8' \\
 \\ 
 \varphi_e &= 14^\circ 00,0' \text{ S} \\
 \text{Dec (d)} &= 01^\circ 41,9' \text{ S (d = + 1,0)} \\
 \text{CORREÇÃO} &= \underline{+ 0,4'} \\
 \text{Dec} &= 01^\circ 42,3' \text{ S} \\
 \\ 
 \text{A} &= 0,07 \text{ N} \\
 \text{B} &= 0,03 \text{ S} \\
 \text{C} &= \underline{0,04 \text{ N}} \\
 \\ 
 \text{A qd} &= 87,8^\circ \text{ NE} \\
 \\ 
 \text{Az} &= 087,8^\circ \\
 \text{Dec mg} &= \underline{19,5^\circ \text{ W}} \\
 \text{Az mg} &= 107,3^\circ \\
 \text{Az ag} &= \underline{105,0^\circ} \\
 \text{Dag} &= 2,3^\circ \text{ E} \cong 2,5^\circ \text{ E}
 \end{aligned}$$

## 31.5 CÁLCULO DO AZIMUTE PELA TÁBUA PUB.260 “AZIMUTHS OF THE SUN” (“RED TABLE”)

### a. FUNDAMENTOS DA TÁBUA

A PUB.260 “AZIMUTHS OF THE SUN AND OTHER CELESTIAL BODIES OF DECLINATION 0° TO 23°”, que antigamente tinha a numeração HO-71, é conhecida popularmente como “RED TABLE”, por sua capa vermelha característica. Seus fundamentos teóricos são:

Seja PZA, na figura 31.14, a projeção do triângulo de posição no plano do horizonte, sendo NS a projeção do meridiano do observador, P o pólo elevado, Z o Zênite e A a posição do astro.

Figura 31.14 -

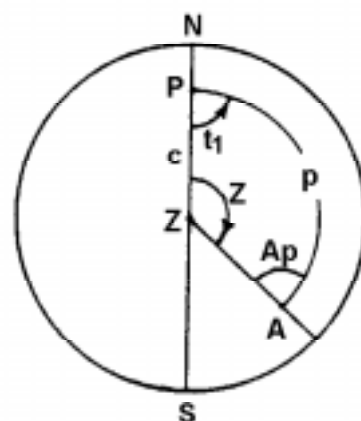
Fazendo:

$$\frac{1}{2}(Z + Ap) = B \quad \text{e} \quad \frac{1}{2}(Z - Ap) = C$$

temos:  $Z = B + C$

As analogias de Neper permitem-nos escrever:

$$\text{tg}\left(\frac{Z+Ap}{2}\right) = \text{tg } B = \frac{\cos \frac{1}{2}(p-c)}{\cos \frac{1}{2}(p+c)} \cdot \text{cotg } \frac{t_1}{2}$$



$$\operatorname{tg}\left(\frac{Z - Ap}{2}\right) = \operatorname{tg} C = \frac{\operatorname{sen}\frac{1}{2}(p - c)}{\operatorname{sen}\frac{1}{2}(p + c)} \cdot \operatorname{cotg}\frac{t_1}{2}$$

Donde:

$$\operatorname{tg} B = \operatorname{cotg}\frac{1}{2}t_1 \cdot \operatorname{sec}\frac{1}{2}(p + c) \cdot \cos\frac{1}{2}(p - c)$$

$$\operatorname{tg} C = \operatorname{cotg}\frac{1}{2}t_1 \cdot \operatorname{cosec}\frac{1}{2}(p + c) \cdot \operatorname{sen}\frac{1}{2}(p - c)$$

As analogias de Neper fornecem-nos, assim, os valores de B e C que, combinados, darão o Ângulo no Zênite. A PUB.260 foi construída com base nos cálculos aqui demonstrados.

Os Ângulos no Zênite do nascer e pôr-do-Sol, assim como os respectivos ângulos no pólo, foram calculados para o instante em que o centro do astro se acha no horizonte aparente e isto acontece, conforme é mostrado em seguida, quando o limbo inferior do Sol é observado com a altura de 18,0'.

$$\begin{array}{r} \text{ao}\odot = 00^\circ 18,0' \\ \text{rm} = - 34,0' \text{ (correção para a refração)} \\ \hline \text{aap}\odot = -00^\circ 16,0' \\ \text{SD} = + 16,0' \\ \hline \text{a}\odot = 00^\circ 00,0' \end{array}$$

Os cálculos do Ângulo no Zênite e do ângulo no pólo do Sol, no instante do seu nascer e pôr, são feitos com auxílio de duas fórmulas particulares, cuja dedução consiste na introdução da condição  $z = 90^\circ$ , ou  $a = 0^\circ$ , nas fórmulas conhecidas:

$$\operatorname{sen} \delta = \cos z \cdot \operatorname{sen} \varphi + \operatorname{sen} z \cdot \cos \varphi \cdot \cos Z$$

$$\cos z = \operatorname{sen} \varphi \cdot \operatorname{sen} \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos t_1$$

Tem-se, assim:

$$\operatorname{sen} \delta = \cos \varphi \cdot \cos Z$$

$$0 = \operatorname{sen} \varphi \cdot \operatorname{sen} \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos t_1$$

$$\cos Z = \operatorname{sen} \delta \cdot \operatorname{sec} \varphi$$

$$\cos t_1 = - \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta$$

## b. DESCRIÇÃO DA TÁBUA

A PUB.260, "AZIMUTHS OF THE SUN AND OTHER CELESTIAL BODIES OF DECLINATION  $0^\circ$  TO  $23^\circ$ ", foi construída para o Sol, podendo, entretanto, ser empregada para qualquer outro astro cuja Declinação seja igual ou menor que  $23^\circ$ .

Ela nos dá o Ângulo no Zênite (Z) do Sol, em intervalos de 10 minutos, entre o nascer e o pôr, sendo dividida em três partes distintas:

1ª PARTE: LATITUDE  $0^\circ$

Consiste de uma única tábuca e contém os Ângulos no Zênite calculados para a Latitude de  $0^\circ$ .



### 2ª PARTE: LATITUDE E DECLINAÇÃO DO MESMO NOME

Consiste de tábuas que nos dão os Ângulos no Zênite correspondentes a cada grau de Latitude, entre 1° e 70°, inclusive, quando a Latitude e a Declinação são de mesmo nome.

### 3ª PARTE: LATITUDE E DECLINAÇÃO DE NOMES CONTRÁRIOS

Consiste de tábuas que nos dão os Ângulos no Zênite correspondentes a cada grau de Latitude, entre 1° e 70°, inclusive, quando a Latitude e a Declinação são de nomes contrários.

Para comodidade de manuseio, no caso do Sol, o argumento de entrada na coluna vertical, à esquerda ou à direita, é dado em **tempo verdadeiro** (“APPARENT TIME”), isto é, HORA VERDADEIRA LOCAL “ANTI-MERIDIAN” ou “POST-MERIDIAN” (A.M. ou P.M.). Pode ser também utilizado, como argumento de entrada na coluna vertical da direita, o ângulo no pólo local do Sol, não importando seja o mesmo E ou W.

A coluna vertical da esquerda (APPARENT TIME A.M.) somente pode ser usada para o Sol e nunca para outros astros. Assim, por exemplo, no caso de desejarmos determinar o Ângulo no Zênite de um outro astro qualquer, recomenda-se trabalhar unicamente com a coluna vertical da direita, considerando sempre os valores nela tabulados como ângulo no pólo local.

Os argumentos aos quais estão relacionados os Ângulos no Zênite são: Latitude, Declinação e Hora Verdadeira Local (HVL). Estes argumentos são dispostos em cada tábua de maneira que a interseção da coluna horizontal relativa à HVL com a coluna vertical correspondente à Declinação permitirá ao navegante conhecer o Ângulo no Zênite do Sol.

O Ângulo no Zênite é contado a partir do pólo elevado, de 000° a 180°, para Leste ou Oeste, conforme o Sol esteja a Leste ou a Oeste do meridiano local; ou, em outras palavras, conforme a hora seja A.M. ou P.M.

Em cada página, no tope de cada coluna de Ângulos no Zênite, são mencionados os quatro dias do ano e respectivos meses, para os quais o valor da Declinação do Sol corresponde, aproximadamente, ao valor da Declinação tabulado no alto da referida coluna.

Por exemplo, para a Latitude 24° e a Declinação 12° são mencionados os seguintes dias e respectivos meses:

22 de abril  
22 de agosto  
25 de outubro  
18 de fevereiro

Consultando o Almanaque Náutico para obter o valor da Declinação correspondente a cada dia acima mencionado, vamos encontrar valores que se aproximam de 12°, que é justamente o valor utilizado como argumento de entrada na tábua. Daí, também pode o observador usar o dia mais próximo do da observação como argumento de entrada na tábua, sem ter, assim, a necessidade de utilizar o Almanaque Náutico na pesquisa da Declinação. Este procedimento pode ser adotado sem nenhum inconveniente, porquanto é prática usual no mar o cálculo do Ângulo no Zênite do Sol em função da sua Declinação aproximada ao grau mais próximo.

Ao pé de cada coluna de Ângulos no Zênite, encontramos o ângulo no pólo local do nascer e do pôr-do-Sol, bem como o Ângulo no Zênite correspondente. Os valores tabulados correspondem ao instante em que o limbo inferior do Sol é observado a cerca de 18' acima do horizonte visual.

Mais abaixo, na parte inferior de cada página, encontramos as regras para denominação dos Ângulos no Zênite.

No caso particular da LATITUDE 0°, a regra é a seguinte:

- Quando com DECLINAÇÃO NORTE e estando o astro a E do meridiano, o Ângulo no Zênite é contado do N para E; se o astro estiver a W do meridiano, o Ângulo no Zênite é contado do N para W.

- Quando com DECLINAÇÃO SUL e estando o astro a E do meridiano, o Ângulo no Zênite é contado do S para E; se o astro estiver a W do meridiano, o Ângulo no Zênite é contado do S para W.

Quando a LATITUDE e a DECLINAÇÃO são do MESMO NOME ou de NOMES CONTRÁRIOS, as regras são as seguintes:

- Na LATITUDE NORTE, quando o astro está a Leste do meridiano, o Ângulo no Zênite é contado do N para E; se o astro estiver a W, o Ângulo no Zênite é contado do N para W.

- Na LATITUDE SUL, quando o astro está a E do meridiano, o Ângulo no Zênite é contado de S para E; se o astro estiver a W, o Ângulo no Zênite é contado do S para W.

A Diretoria de Hidrografia e Navegação publica o modelo DHN-0611, cuja parte superior é destinada ao Cálculo do Azimute e Desvio da Agulha pela PUB.260 ("Red Table"), antiga HO-71.

### c. EXEMPLOS

1. No dia 06/11/93, com o NHi "Sirius" na posição estimada Latitude 00° 54,0' S e Longitude 044° 30,0' W, observou-se o Azimute do Sol às HCr 09<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> 00,0<sup>s</sup> (Ea = + 00<sup>h</sup> 01<sup>m</sup> 34,0<sup>s</sup>), pela repetidora da Giro (sincronizada com a Agulha Mestre), obtendo-se Az gi = 105,0°. Calcular o Azimute pela PUB.260 ("Red Table") e determinar o Desvio da Giro (Dgi).

#### SOLUÇÃO:

Ver a figura 31.15. A página da PUB.260 ("Red Table") correspondente ao exemplo está reproduzida na figura 31.16.

#### RESPOSTA:

$$Dgi = 1,2^\circ E \cong 1,0^\circ E$$

#### NOTA:

O observador não deve esquecer que, se ao invés de utilizar a Hora Verdadeira Local (HVL) efetuar o cálculo do Azimute com o auxílio do ângulo no pólo local ( $t_1$ ), ao entrar na PUB.260 ("Red Table") deverá, obrigatoriamente, usar a coluna vertical da direita, seja  $t_1$  **Leste** (A.M.) ou **Oeste** (P.M.).

Figura 31.15 – Cálculo pela PUB.260 (“RED TABLE”)



CÁLCULO DE AZIMUTE E DESVIO DA AGULHA

Navio : NH: "Sirius"

Data : 06 / 11 / 93

|           |                                      |
|-----------|--------------------------------------|
| HCr       | 09 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> 00.0 |
| Ea        | (+) 00 01 34.0                       |
| HMG       | 09 27 34.0                           |
| ET        | (+) 16 20.0                          |
| HVG       | 09 43 54.0                           |
| $\lambda$ | (-) 02 58 00.0                       |
| HVL       | 06 45 54.0                           |

|             | Desvio    |             |
|-------------|-----------|-------------|
|             | Magnética | Giroscópica |
| Ra          | °         | °           |
| A           | °         | 106,2       |
| $\delta$ mg | +         |             |
| A mg        | °         |             |
| Aa          | -         | - 105,0     |
| Da          | ( ) °     | (+) 1,2 E   |

H.O. 71

|  | Elem. tabulares  | III                            | Correção |                | INSTRUÇÕES   |   |
|--|------------------|--------------------------------|----------|----------------|--|---|
|  |                  |                                | I        | II             |  |   |
| HVL  | 10 m             | Excesso sobre o valor tabulado | +        | -              | 1 — A coluna I representa as diferenças (para HVL, $\delta$ e $\varphi$ ) entre os valores consecutivos tabulados.<br>2 — A coluna II representa as variações do azimute tabulado, para as diferenças acima referidas.<br>3 — A coluna III representa os excessos (da HVL, da $\delta$ e $\varphi$ ) sobre os valores tabulados. |   |
| $\delta$   | (-) 8'           | 05,9                           | X/10     | 4.7            |  |   |
| $\varphi$  | (-) 61'          | 02,1                           | X/60     | 2.1            |  |   |
|  | (+) 10'          | 54,0                           | X/60     | 9.0            |  |   |
| • — Valor tabulado menor e mais próximo do valor real. | A <sub>tab</sub> | 73° 46' (SE)                   | soma     | 9.0            | 6.8  |   |
|  | c <sub>t</sub>   | + 2.2                          |          | - 6.8          | +  |   |
|  | A <sub>gd</sub>  | 73° 48.2 (SE)                  |          | c <sub>t</sub> | + 2.2  | - |
|  | =                | 106,2 (Az)                     |          |                |  |   |

2. No dia 25/09/93, com o NOc “Antares” no Rumo da Agulha (Padrão) 045°, velocidade 10,0 nós, na posição estimada Latitude 24° 35,0' S e Longitude 045° 21,0' W, observou-se o Azimute do Sol às HCr 20<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> 00,0<sup>s</sup> (Ea = ZERO), pela Agulha Padrão, obtendo-se Aag = 295°. Calcular o Azimute pela PUB.260 (“Red Table”) e determinar o Desvio da Agulha Padrão (Dag), sabendo-se que o valor da Declinação Magnética no local e data em questão é Dec mg = 21,5°W.

SOLUÇÃO:

Ver a figura 31.17. A página da PUB.260 (“Red Table”) correspondente ao exemplo está reproduzida na figura 31.18.

RESPOSTA:

Dag = 2,1°W  $\cong$  2,0°W.



Figura 31.17 – Cálculo pela PUB.260 (“RED TABLE”)



CÁLCULO DE AZIMUTE E DESVIO DA AGULHA

Navio : NOc "ANTARES"

Data : 25/09/93

|     |                                      |
|-----|--------------------------------------|
| HCr | 20 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> 00.0 |
| Ea  | ( ) ZERO                             |
| HMG | 20 30 00.0                           |
| ET  | (+) 08 29.4                          |
| HVG | 20 38 29.4                           |
| λ   | (-) 03 01 24.0                       |
| HVL | 17 37 05.4                           |

HVL = 05 37 05.4 PM

|      | Desvio    |             |
|------|-----------|-------------|
|      | Magnética | Giroscópica |
| Ra   | 045°      | °           |
| A    | 271.4     | °           |
| δ mg | + 21.5    |             |
| A mg | 292.9     |             |
| Aa   | - 295.0   | -           |
| Da   | (-) 2.1W  | ( ) °       |

H.O. 71

|  |                                 | Elem. tabulares |           | III<br>Excesso<br>sôbre o valor<br>tabulado | II x III<br>I  | Correção       |        | INSTRUÇÕES   |
|--|---------------------------------|-----------------|-----------|---|----------------|----------------|--------|--|
|  |                                 | I<br>dif        | II<br>var |   |                | +              | -      |  |
| HVL  | 05 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> | 10 <sup>m</sup> | (-) 62'   | 7.1   | $\frac{X}{10}$ |                | 44.0   | 1 — A coluna I representa as diferenças (para HVL, δ e φ) entre os valores consecutivos tabulados.<br>2 — A coluna II representa as variações do azimute tabulado, para as diferenças acima referidas.<br>3 — A coluna III representa os excessos (da HVL, da δ e φ) sôbre os valores tabulados. |
| δ  | 01° (S)                         | 1°              | (-) 56'   | 6.8   | $\frac{X}{60}$ |                | 6.2    |  |
| φ  | 24° (S)                         | 1°              | (+) 7'    | 35.0  | $\frac{X}{60}$ |                | 4.1    |  |
| • — Valor tabulado menor e mais próximo do valor real. | A <sub>tab</sub>                | 92° 09' (SW)    |           | soma  |                | 4.1            | 50.2   |  |
|  | c <sub>t</sub>                  | - 46.1          |           |   |                | -              | + 4.1  |  |
|  | A <sub>qd</sub>                 | 91° 22.9' (SW)  |           |   |                |                |        |  |
|  | =                               | 271.4 (Az)      |           |   |                | c <sub>t</sub> | + 46.1 |  |

Figura 31.18 - Extrato da PUB.260 ("RED TABLE")

TRUE BEARING OR AZIMUTH

| LATITUDE 24°.                      |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                      |
|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|
| DECLINATION—SAME NAME AS—LATITUDE. |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                      |
| Dec.                               | 0°         | 1°         | 2°         | 3°         | 4°         | 5°         | 6°         | 7°         | 8°         | 9°         | 10°        | 11°        | Dec.                 |
| Apparent Time. A. M.               | March.     |            |            |            |            | April.     |            |            |            |            |            |            | Apparent Time. P. M. |
|                                    | 21         | 23         | 26         | 28         | 31         | 3          | 5          | 8          | 11         | 13         | 16         | 19         |                      |
|                                    | September. |            |            |            |            | August.    |            |            |            |            |            |            |                      |
|                                    | 23         | 21         | 18         | 16         | 13         | 10         | 8          | 5          | 2          | 30         | 28         | 25         |                      |
| h. m.                              | September. |            |            |            |            | October.   |            |            |            |            |            |            | h. m.                |
|                                    | 23         | 26         | 28         | 1          | 4          | 6          | 9          | 11         | 14         | 17         | 19         | 22         |                      |
|                                    | March.     |            |            |            |            | February.  |            |            |            |            |            |            |                      |
|                                    | 21         | 18         | 16         | 13         | 11         | 8          | 6          | 3          | 1          | 26         | 23         | 20         |                      |
| V 50                               |            |            |            |            |            |            | 83 30      | 82 35      | 81 41      | 80 46      | 79 51      | 78 56      | 10                   |
| VI 00                              | 90 00      | 89 05      | 88 10      | 87 16      | 86 21      | 85 26      | 84 31      | 83 36      | 82 41      | 81 46      | 80 51      | 79 56      | VI 00                |
| 10                                 | 91 01      | 90 06      | 89 11      | 88 16      | 87 21      | 86 26      | 85 31      | 84 36      | 83 41      | 82 46      | 81 50      | 80 55      | 50                   |
| 20                                 | 92 02      | 91 07      | 90 12      | 89 17      | 88 22      | 87 27      | 86 31      | 85 36      | 84 40      | 83 44      | 82 49      | 81 53      | 40                   |
| 30                                 | 93 04      | 92 09      | 91 13      | 90 18      | 89 23      | 88 27      | 87 31      | 86 35      | 85 39      | 84 43      | 83 47      | 82 50      | 30                   |
| 40                                 | 94 06      | 93 11      | 92 15      | 91 19      | 90 24      | 89 28      | 88 31      | 87 35      | 86 38      | 85 42      | 84 45      | 83 48      | 20                   |
| 50                                 | 95 09      | 94 13      | 93 17      | 92 21      | 91 25      | 90 29      | 89 32      | 88 35      | 87 38      | 86 41      | 85 43      | 84 46      | 10                   |
| VII 00                             | 96 13      | 95 17      | 94 21      | 93 24      | 92 27      | 91 30      | 90 33      | 89 36      | 88 38      | 87 40      | 86 42      | 85 43      | V 00                 |
| 10                                 | 97 18      | 96 22      | 95 25      | 94 28      | 93 30      | 92 32      | 91 34      | 90 36      | 89 38      | 88 39      | 87 40      | 86 41      | 50                   |
| 20                                 | 98 25      | 97 28      | 96 31      | 95 33      | 94 35      | 93 36      | 92 37      | 91 38      | 90 39      | 89 39      | 88 40      | 87 39      | 40                   |
| 30                                 | 99 34      | 98 36      | 97 38      | 96 39      | 95 40      | 94 41      | 93 42      | 92 42      | 91 41      | 90 41      | 89 40      | 88 38      | 30                   |
| 40                                 | 100 44     | 99 45      | 98 47      | 97 48      | 96 48      | 95 48      | 94 47      | 93 46      | 92 45      | 91 43      | 90 41      | 89 38      | 20                   |
| 50                                 | 101 57     | 100 58     | 99 58      | 98 58      | 97 57      | 96 56      | 95 55      | 94 53      | 93 50      | 92 47      | 91 44      | 90 40      | 10                   |
| VIII 00                            | 103 13     | 102 13     | 101 12     | 100 11     | 99 09      | 98 07      | 97 04      | 96 01      | 94 57      | 93 53      | 92 48      | 91 42      | IV 00                |
| 10                                 | 104 32     | 103 30     | 102 28     | 101 26     | 100 24     | 99 20      | 98 16      | 97 11      | 96 06      | 95 00      | 93 54      | 92 47      | 50                   |
| 20                                 | 105 54     | 104 51     | 103 48     | 102 45     | 101 41     | 100 36     | 99 31      | 98 25      | 97 18      | 96 10      | 95 02      | 93 53      | 40                   |
| 30                                 | 107 20     | 106 17     | 105 13     | 104 08     | 103 02     | 101 56     | 100 49     | 99 42      | 98 33      | 97 23      | 96 13      | 95 03      | 30                   |
| 40                                 | 108 51     | 107 46     | 106 41     | 105 35     | 104 28     | 103 20     | 102 11     | 101 02     | 99 51      | 98 40      | 97 28      | 96 15      | 20                   |
| 50                                 | 110 26     | 109 21     | 108 14     | 107 06     | 105 58     | 104 48     | 103 38     | 102 26     | 101 14     | 100 01     | 98 46      | 97 31      | 10                   |
| IX 00                              | 112 08     | 111 01     | 109 53     | 108 44     | 107 33     | 106 22     | 105 10     | 103 56     | 102 41     | 101 26     | 100 09     | 98 51      | III 00               |
| 10                                 | 113 56     | 112 48     | 111 38     | 110 27     | 109 15     | 108 02     | 106 48     | 105 32     | 104 15     | 102 56     | 101 37     | 100 16     | 50                   |
| 20                                 | 115 52     | 114 42     | 113 31     | 112 18     | 111 04     | 109 49     | 108 32     | 107 14     | 105 54     | 104 33     | 103 11     | 101 47     | 40                   |
| 30                                 | 117 56     | 116 45     | 115 32     | 114 18     | 113 02     | 111 45     | 110 26     | 109 05     | 107 42     | 106 18     | 104 52     | 103 25     | 30                   |
| 40                                 | 119 09     | 118 57     | 117 43     | 116 27     | 115 09     | 113 49     | 112 28     | 111 04     | 109 38     | 108 11     | 106 42     | 105 11     | 20                   |
| 50                                 | 122 33     | 121 20     | 120 04     | 118 47     | 117 27     | 116 05     | 114 41     | 113 15     | 111 46     | 110 16     | 108 42     | 107 07     | 10                   |
| X 00                               | 125 10     | 123 56     | 122 39     | 121 20     | 119 58     | 118 34     | 117 08     | 115 39     | 114 07     | 112 33     | 110 55     | 109 15     | II 00                |
| 10                                 | 128 00     | 126 45     | 125 28     | 124 07     | 122 44     | 121 18     | 119 50     | 118 18     | 116 43     | 115 05     | 113 23     | 111 38     | 50                   |
| 20                                 | 131 06     | 129 51     | 128 33     | 127 12     | 125 48     | 124 20     | 122 49     | 121 15     | 119 37     | 117 55     | 116 09     | 114 20     | 40                   |
| 30                                 | 134 29     | 133 14     | 131 56     | 130 35     | 129 11     | 127 43     | 126 11     | 124 34     | 122 53     | 121 07     | 119 18     | 117 23     | 30                   |
| 40                                 | 138 11     | 136 58     | 135 41     | 134 20     | 132 57     | 131 26     | 129 54     | 128 18     | 126 35     | 124 47     | 122 53     | 120 53     | 20                   |
| 50                                 | 142 13     | 141 04     | 139 50     | 138 31     | 137 08     | 135 41     | 134 09     | 132 31     | 130 48     | 128 58     | 127 02     | 124 58     | 10                   |
| XI 00                              | 146 38     | 145 32     | 144 22     | 143 07     | 141 48     | 140 25     | 138 55     | 137 20     | 135 37     | 133 48     | 131 51     | 129 45     | I 00                 |
| 10                                 | 151 24     | 150 25     | 149 21     | 148 13     | 147 00     | 145 42     | 144 18     | 142 47     | 141 09     | 139 23     | 137 29     | 135 25     | 50                   |
| 20                                 | 156 34     | 155 42     | 154 47     | 153 47     | 152 43     | 151 34     | 150 20     | 148 59     | 147 29     | 145 50     | 144 03     | 142 05     | 40                   |
| 30                                 | 162 04     | 161 23     | 160 38     | 159 50     | 158 58     | 158 01     | 156 59     | 155 51     | 154 36     | 153 13     | 151 40     | 149 57     | 30                   |
| 40                                 | 167 52     | 167 23     | 166 52     | 166 18     | 165 41     | 165 00     | 164 15     | 163 26     | 162 31     | 161 30     | 160 21     | 159 03     | 20                   |
| 50                                 | 173 52     | 173 38     | 173 22     | 173 04     | 172 44     | 172 23     | 172 00     | 171 34     | 171 05     | 170 32     | 169 54     | 169 12     | XII 10               |
| Sun rises . . .                    | A. M. 6 00 | A. M. 5 58 | A. M. 5 56 | A. M. 5 55 | A. M. 5 53 | A. M. 5 51 | A. M. 5 49 | A. M. 5 47 | A. M. 5 46 | A. M. 5 44 | A. M. 5 42 | A. M. 5 40 | Sun rises.           |
| Sun sets . . .                     | 6 00       | 6 02       | 6 04       | 6 05       | 6 07       | 6 09       | 6 11       | 6 13       | 6 14       | 6 16       | 6 18       | 6 20       | Sun sets.            |
| Azimuth . . .                      | 90 00      | 88 54      | 87 49      | 86 43      | 85 37      | 84 32      | 83 26      | 82 20      | 81 14      | 80 08      | 79 03      | 77 57      | Azimuth.             |

In North latitude, when the body is rising or East of the meridian, the tabulated azimuths are reckoned from North to East; and when the body is setting or West of the meridian, the tabulated azimuths are reckoned from North to West.  
 In South latitude, when the body is rising or East of the meridian, the tabulated azimuths are reckoned from South to East; and when the body is setting or West of the meridian, the tabulated azimuths are reckoned from South to West.

## 31.6 CÁLCULO DO AZIMUTE PELA PUB.229

A PUB.260 (ex HO-71 ou “Red Table”) não está sendo mais reeditada pela “National Imagery and Mapping Agency” (NIMA), que recomendou que as PUB.229, “SIGHT REDUCTION TABLES FOR MARINE NAVIGATION”, já estudadas no Capítulo 28, fossem também utilizadas para cálculo do Azimute Verdadeiro do Sol e de outros astros, para determinação do Desvio da Agulha, em substituição à “Red Table”. O uso da PUB.229 para cálculo do Azimute fica facilitado pelo emprego do modelo adiante apresentado, cujas instruções para utilização são as seguintes:

### INSTRUÇÕES PARA CÁLCULO DO AZIMUTE E DESVIO DA AGULHA PELA PUB.229

1. Obtenha e registre no modelo a posição do navio, observada ou estimada, no instante da observação do Azimute.
2. Obtenha e registre a Hora do Cronômetro correspondente ao instante da observação. Utilize o Estado Absoluto para obter a Hora Média em Greenwich correspondente.
3. Usando o ANB e a posição do navio, obtenha os valores exatos do Ângulo Horário Local e da Declinação do astro no instante da observação.
4. Usando os valores da Latitude da observação, Ângulo Horário Local e Declinação do astro **em graus inteiros** como argumentos de entrada para as PUB.229, obtenha e registre o correspondente valor tabulado do Ângulo no Zênite (Z tab).
5. Obtenha e registre as três diferenças em Ângulo no Zênite (Z DIF.) entre o valor tabulado de Z e os valores do Ângulo no Zênite tabulados para o maior e mais próximo grau inteiro de cada um dos argumentos de entrada.
6. Interpole cada diferença em Z para obter a correção correspondente aos **minutos exatos** do seu argumento de entrada, multiplicando o valor dos minutos (Min) pela diferença em Z (Z DIF.) e dividindo o resultado por 60.
7. Some algebricamente as três correções para obter a **correção total** ao valor tabulado do Ângulo no Zênite (Z tab).
8. Aplique esta correção para obter o valor exato do Ângulo no Zênite (Z exato) no instante da observação.
9. Converta o valor exato de Z em **Azimute Verdadeiro** (A exato) utilizando as regras constantes do modelo.
10. Compare o Azimute Verdadeiro com o Azimute da Agulha Giroscópica (Az gi) para obter o Desvio da Agulha Giroscópica (Dgi), ou com o Azimute da Agulha Magnética, para obter o Dag.

#### EXEMPLOS:

1. No dia 26/09/93, a bordo do NDD “Ceará”, o Encarregado de Navegação observou o Azimute do Sol para determinação do Desvio da Giro (Dgi), tendo registrado as seguintes informações:

a. Posição estimada no instante da observação: