

Figura 28.21 – Extrato da PUB.249 (Volume I)

| LAT 14°S |           |             |           |              |           |           |           |          |          |          |          |          | LAT 14°S |           |            |            |             |             |            |            |          |          |          |          |  |
|----------|-----------|-------------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|----------|----------|----------|----------|--|
| LHA<br>° | Hc<br>Zn  | Hc<br>Zn    | Hc<br>Zn  | Hc<br>Zn     | Hc<br>Zn  | Hc<br>Zn  | Hc<br>Zn  | Hc<br>Zn | Hc<br>Zn | Hc<br>Zn | Hc<br>Zn | Hc<br>Zn | LHA<br>° | Hc<br>Zn  | Hc<br>Zn   | Hc<br>Zn   | Hc<br>Zn    | Hc<br>Zn    | Hc<br>Zn   | Hc<br>Zn   | Hc<br>Zn | Hc<br>Zn | Hc<br>Zn | Hc<br>Zn |  |
|          | ARCTURUS  | *ANTARES    | ACRUX     | *Suhail      | Alphard   | REGULUS   | *Denebola |          |          |          |          |          |          | *VEGA     | ALTAIR     | *FOMALHAUT | Peacock     | RIGIL KENT. | *ANTARES   | Rasalhague | VEGA     |          |          |          |  |
| 180      | 43 01 046 | 26 31 113   | 40 48 176 | 42 53 223    | 52 03 274 | 51 48 312 | 61 10 354 |          |          |          |          |          | 270      | 36 34 009 | 54 28 052  | 20 30 117  | 39 13 155   | 30 52 206   | 65 13 236  | 25 21 300  |          |          |          |          |  |
| 181      | 43 42 045 | 27 25 113   | 40 52 177 | 43 12 223    | 51 05 274 | 51 04 311 | 61 03 352 |          |          |          |          |          | 271      | 36 42 008 | 55 13 051  | 21 22 117  | 39 37 156   | 30 26 206   | 64 24 237  | 24 30 299  |          |          |          |          |  |
| 182      | 44 23 044 | 28 19 113   | 40 55 177 | 43 23 224    | 50 07 273 | 50 20 310 | 60 54 350 |          |          |          |          |          | 272      | 36 49 007 | 55 58 049  | 22 14 117  | 40 00 156   | 30 00 207   | 63 35 238  | 23 39 299  |          |          |          |          |  |
| 183      | 45 03 043 | 29 12 113   | 40 57 178 | 40 53 224    | 49 08 273 | 49 35 309 | 60 43 348 |          |          |          |          |          | 273      | 36 56 006 | 56 42 048  | 23 06 117  | 40 23 157   | 29 34 207   | 62 45 239  | 22 48 298  |          |          |          |          |  |
| 184      | 45 42 042 | 30 06 113   | 40 59 179 | 40 13 224    | 48 10 273 | 48 49 308 | 60 30 346 |          |          |          |          |          | 274      | 37 01 005 | 57 25 047  | 23 58 117  | 40 46 157   | 29 08 207   | 61 55 240  | 21 57 298  |          |          |          |          |  |
| 185      | 46 21 041 | 31 00 113   | 41 00 179 | 39 32 225    | 47 12 272 | 48 03 307 | 60 15 344 |          |          |          |          |          | 275      | 37 06 004 | 58 07 046  | 24 50 117  | 41 08 158   | 28 41 207   | 61 05 240  | 21 05 297  |          |          |          |          |  |
| 186      | 46 59 040 | 31 54 113   | 41 01 180 | 38 51 225    | 46 14 272 | 47 16 306 | 59 58 342 |          |          |          |          |          | 276      | 37 09 003 | 58 48 044  | 25 42 117  | 41 29 159   | 28 14 208   | 60 14 241  | 20 13 297  |          |          |          |          |  |
| 187      | 47 36 039 | 32 47 113   | 41 01 180 | 38 10 225    | 45 16 272 | 46 28 305 | 59 40 341 |          |          |          |          |          | 277      | 37 12 002 | 59 28 043  | 26 34 117  | 41 50 159   | 27 47 208   | 59 23 241  | 19 21 297  |          |          |          |          |  |
| 188      | 48 12 038 | 33 41 113   | 41 00 181 | 37 28 226    | 44 18 272 | 45 40 304 | 59 19 339 |          |          |          |          |          | 278      | 37 14 001 | 60 07 041  | 27 26 117  | 42 11 160   | 27 20 208   | 58 32 242  | 18 29 296  |          |          |          |          |  |
| 189      | 48 47 037 | 34 35 113   | 40 59 182 | 36 46 226    | 43 19 271 | 44 52 304 | 58 58 337 |          |          |          |          |          | 279      | 37 14 000 | 60 45 040  | 28 19 117  | 42 31 160   | 26 53 208   | 57 40 242  | 17 37 296  |          |          |          |          |  |
| 190      | 49 21 036 | 35 29 113   | 40 57 182 | 36 05 226    | 42 21 271 | 44 03 303 | 58 34 335 |          |          |          |          |          | 280      | 37 14 359 | 61 21 038  | 29 11 116  | 42 50 161   | 26 25 208   | 56 49 243  | 16 44 295  |          |          |          |          |  |
| 191      | 49 55 034 | 36 22 113   | 40 54 183 | 35 23 226    | 41 23 271 | 43 14 302 | 58 09 334 |          |          |          |          |          | 281      | 37 12 358 | 61 57 037  | 30 03 116  | 43 09 161   | 25 57 209   | 55 57 243  | 15 52 295  |          |          |          |          |  |
| 192      | 50 27 033 | 37 16 113   | 40 51 183 | 34 40 227    | 40 25 271 | 42 25 301 | 57 43 332 |          |          |          |          |          | 282      | 37 10 357 | 62 31 035  | 30 55 117  | 43 27 162   | 25 30 209   | 55 05 244  | 14 59 295  |          |          |          |          |  |
| 193      | 50 59 032 | 38 10 113   | 40 47 184 | 33 58 227    | 39 27 270 | 41 35 301 | 57 15 330 |          |          |          |          |          | 283      | 37 06 356 | 63 03 033  | 31 47 117  | 43 45 163   | 25 02 209   | 54 12 244  | 14 06 294  |          |          |          |          |  |
| 194      | 51 29 031 | 39 03 113   | 40 43 185 | 33 16 227    | 38 28 270 | 40 45 300 | 56 45 329 |          |          |          |          |          | 284      | 37 02 355 | 63 34 031  | 32 39 117  | 44 02 163   | 24 33 209   | 53 20 244  | 13 13 294  |          |          |          |          |  |
| 195      | ARCTURUS  | *Rasalhague | ANTARES   | *ACRUX       | Suhail    | REGULUS   | *Denebola |          |          |          |          |          |          | *DENEBA   | *FOMALHAUT | Peacock    | RIGIL KENT. | *ANTARES    | Rasalhague | VEGA       |          |          |          |          |  |
| 196      | 51 58 029 | 17 07 072   | 39 57 113 | 40 38 185    | 32 33 227 | 39 54 299 | 56 15 327 |          |          |          |          |          | 285      | 26 33 020 | 33 31 117  | 44 18 164  | 24 05 209   | 52 27 245   | 55 57 320  | 36 57 354  |          |          |          |          |  |
| 197      | 52 26 028 | 18 03 072   | 40 51 113 | 40 33 186    | 31 50 227 | 39 03 299 | 55 43 326 |          |          |          |          |          | 286      | 26 52 019 | 34 23 117  | 44 33 165  | 23 37 209   | 51 35 245   | 55 19 319  | 36 50 353  |          |          |          |          |  |
| 198      | 52 53 027 | 18 58 071   | 41 44 113 | 40 26 186    | 31 07 227 | 38 12 298 | 55 09 325 |          |          |          |          |          | 287      | 27 10 018 | 35 15 117  | 44 48 165  | 23 08 209   | 50 42 245   | 54 40 318  | 36 43 352  |          |          |          |          |  |
| 199      | 53 18 025 | 19 53 071   | 42 38 113 | 40 20 187    | 30 24 228 | 37 20 297 | 54 35 323 |          |          |          |          |          | 288      | 27 28 017 | 36 07 117  | 45 03 166  | 22 40 209   | 49 49 245   | 54 00 316  | 36 35 351  |          |          |          |          |  |
| 200      | 53 43 024 | 20 48 070   | 43 31 113 | 40 12 187    | 29 41 228 | 36 28 297 | 54 00 322 |          |          |          |          |          | 289      | 27 45 017 | 36 59 117  | 45 16 167  | 22 11 210   | 48 56 246   | 53 20 315  | 36 25 350  |          |          |          |          |  |
| 201      | 54 05 022 | 21 42 070   | 44 25 113 | 40 05 188    | 28 58 228 | 35 36 296 | 53 23 321 |          |          |          |          |          | 290      | 28 02 016 | 37 51 117  | 45 29 168  | 21 42 210   | 48 03 246   | 52 39 314  | 36 15 349  |          |          |          |          |  |
| 202      | 54 27 021 | 22 37 070   | 45 18 114 | 39 56 189    | 28 15 228 | 34 44 296 | 52 46 319 |          |          |          |          |          | 291      | 28 17 015 | 38 43 117  | 45 41 168  | 21 13 210   | 47 09 246   | 51 56 313  | 36 04 348  |          |          |          |          |  |
| 203      | 54 47 019 | 23 32 069   | 46 11 114 | 39 47 189    | 27 32 228 | 33 52 295 | 52 08 318 |          |          |          |          |          | 292      | 28 32 014 | 39 35 117  | 45 53 169  | 20 44 210   | 46 16 246   | 51 13 312  | 35 52 348  |          |          |          |          |  |
| 204      | 55 05 018 | 24 26 069   | 47 05 114 | 39 38 190    | 26 48 228 | 32 59 295 | 51 29 317 |          |          |          |          |          | 293      | 28 47 014 | 40 26 117  | 46 04 170  | 20 15 210   | 45 23 246   | 50 30 311  | 35 39 347  |          |          |          |          |  |
| 205      | 55 22 016 | 25 20 069   | 47 58 114 | 39 27 190    | 26 05 228 | 32 06 294 | 50 49 316 |          |          |          |          |          | 294      | 29 00 013 | 41 18 117  | 46 14 171  | 19 46 210   | 44 29 247   | 49 46 310  | 35 25 346  |          |          |          |          |  |
| 206      | 55 38 015 | 26 14 068   | 48 51 114 | 39 17 191    | 25 21 228 | 31 13 294 | 50 08 315 |          |          |          |          |          | 295      | 29 13 012 | 42 10 118  | 46 23 171  | 19 17 210   | 43 36 247   | 49 01 309  | 35 10 345  |          |          |          |          |  |
| 207      | 55 52 013 | 27 08 068   | 49 44 114 | 39 06 191    | 24 38 228 | 30 19 293 | 49 26 314 |          |          |          |          |          | 296      | 29 25 011 | 43 01 118  | 46 31 172  | 18 48 210   | 42 43 247   | 48 15 308  | 34 55 344  |          |          |          |          |  |
| 208      | 56 04 011 | 28 02 067   | 50 37 115 | 38 54 192    | 23 54 228 | 29 26 293 | 48 44 313 |          |          |          |          |          | 297      | 29 36 011 | 43 53 118  | 46 39 173  | 18 19 210   | 41 49 247   | 47 29 307  | 34 38 343  |          |          |          |          |  |
| 209      | 56 15 010 | 28 56 067   | 51 30 115 | 38 42 192    | 23 11 228 | 28 32 292 | 48 01 312 |          |          |          |          |          | 298      | 29 46 010 | 44 44 118  | 46 46 174  | 17 49 210   | 40 55 247   | 46 42 306  | 34 21 342  |          |          |          |          |  |
| 210      | 56 24 008 | 29 49 066   | 52 23 115 | 38 29 193    | 22 27 229 | 27 38 292 | 47 17 311 |          |          |          |          |          | 299      | 29 56 009 | 45 35 118  | 46 52 174  | 17 20 210   | 40 02 247   | 45 55 305  | 34 02 341  |          |          |          |          |  |
| 211      | ARCTURUS  | *Rasalhague | ANTARES   | *RIGIL KENT. | ACRUX     | Gienah    | *REGULUS  |          |          |          |          |          |          | *DENEBA   | Alpheratz  | *FOMALHAUT | Peacock     | *ANTARES    | Rasalhague | VEGA       |          |          |          |          |  |
| 212      | 56 31 006 | 30 42 066   | 53 15 116 | 42 44 174    | 38 16 193 | 64 28 299 | 26 44 292 |          |          |          |          |          | 300      | 30 05 008 | 46 28 054  | 46 27 119  | 46 57 175   | 39 08 247   | 45 07 305  | 33 43 340  |          |          |          |          |  |
| 213      | 56 37 005 | 31 35 065   | 54 08 116 | 42 50 174    | 38 02 194 | 63 31 259 | 25 50 291 |          |          |          |          |          | 301      | 30 13 007 | 47 14 053  | 47 18 119  | 47 02 176   | 38 14 247   | 44 19 304  | 33 23 340  |          |          |          |          |  |
| 214      | 56 40 003 | 32 28 065   | 55 00 116 | 42 55 175    | 37 48 194 | 62 34 259 | 25 45 291 |          |          |          |          |          | 302      | 30 20 007 | 48 01 053  | 48 08 119  | 47 05 177   | 37 21 247   | 43 31 303  | 33 03 339  |          |          |          |          |  |
| 215      | 56 42 001 | 33 21 064   | 55 52 117 | 43 00 176    | 37 33 195 | 61 37 259 | 24 01 290 |          |          |          |          |          | 303      | 30 26 006 | 48 47 052  | 48 59 119  | 47 08 178   | 36 27 247   | 42 42 302  | 32 41 338  |          |          |          |          |  |
| 216      | 56 43 359 | 34 13 064   | 56 44 117 | 43 04 176    | 37 18 195 | 60 39 259 | 23 06 290 |          |          |          |          |          | 304      | 30 32 005 | 49 33 052  | 49 50 120  | 47 10 178   | 35 33 247   | 41 52 302  | 32 19 337  |          |          |          |          |  |
| 217      | 56 41 358 | 35 05 063   | 57 36 118 | 43 08 177    | 37 02 196 | 59 42 259 | 22 11 290 |          |          |          |          |          | 305      | 30 36 004 | 50 19 051  | 50 40 120  | 47 12 179   | 34 40 247   | 41 03 301  | 31 56 336  |          |          |          |          |  |
| 218      | 56 38 356 | 35 57 063   | 58 27 118 | 43 10 178    | 36 46 196 | 58 45 259 | 21 16 289 |          |          |          |          |          | 306      | 30 40 003 | 51 04 051  | 51 30 121  | 47 12 180   | 33 46 247   | 40 12 300  | 31 32 336  |          |          |          |          |  |
| 219      | 56 33 354 | 36 49 062   | 59 19 119 | 43 13 178    | 36 30 197 | 57 48 259 | 20 21 289 |          |          |          |          |          | 307      | 30 43 003 | 51 49 050  | 52 21 121  | 47 12 181   | 32 52 247   | 39 22 300  | 31 08 335  |          |          |          |          |  |
| 220      | 56 27 353 | 37 40 062   | 6         |              |           |           |           |          |          |          |          |          |          |           |            |            |             |             |            |            |          |          |          |          |  |



Obtendo (ver a figura 28.23):

| ESTRELA (MAGNITUDE) | ALTURA PREVISTA | AZIMUTE |
|---------------------|-----------------|---------|
| ♦ CAPELLA (1ª)      | 19° 43'         | 355°    |
| POLLUX (1ª)         | 30° 26'         | 031°    |
| PROCYON (1ª)        | 49° 36'         | 047°    |
| ♦ Suhail (2ª)       | 44° 20'         | 128°    |
| CANOPUS (1ª)        | 60° 21'         | 168°    |
| ♦ ACHERNAR (1ª)     | 35° 09'         | 216°    |
| Hamal (2ª)          | 19° 01'         | 308°    |

Neste caso, cinco estrelas selecionadas são de **primeira magnitude**, tendo, por isso, seus nomes impressos inteiramente com **letras maiúsculas** na PUB.249 Volume I. As outras duas estrelas (Suhail e Hamal) são de menor magnitude.

As três estrelas mais convenientes para um **ponto por três retas de altura**, no presente exemplo, são CAPELLA, Suhail e ACHERNAR, que, por esta razão, são identificadas por um pequeno losango negro impresso ao lado de seus nomes.

IV. Com as **estrelas**, suas **alturas previstas** e seus **Azimuthes**, organiza-se o gráfico “preparo do céu” ou “observação do crepúsculo”, conforme mostrado na figura 28.24.

#### – EMPREGO DA PUB.249 VOLUME I PARA CÁLCULO DO “TRIÂNGULO DE POSIÇÃO”, APÓS AS OBSERVAÇÕES

Como vimos no item anterior, a PUB.249 Volume I é inicialmente usada pelo navegante para o **planejamento das observações**, que denominamos de “preparo do céu”, em Navegação Astronômica.

Após as observações, a Tábua em questão é empregada para resolução dos “**triângulos de posição**”, isto é, para obtenção da **altura calculada (ae)** e do **Azimuth Verdadeiro (Az)** de cada estrela observada no crepúsculo (matutino ou vespertino).

A sequência de operações para cálculo do “triângulo de posição” para cada estrela observada é a seguinte:

I. Ao observar uma estrela (corretamente identificada, com o auxílio do “preparo do céu”, previamente organizado) anota-se:

- **altura instrumental (ai)**, lida no sextante;
- **hora da observação (HCr obs)**, lida no cronômetro.

II. A **hora da observação** é, então, transformada em **Hora Média de Greenwich (HMG)**, aplicando-se a **correção para o cronômetro** (“Estado Absoluto”).

III. Com a **HMG da observação**, obtém-se, no Almanaque Náutico, o **Ângulo Horário em Greenwich do Ponto Vernal (AHGγ)**.

IV. Em seguida, combina-se o **Ângulo Horário em Greenwich do Ponto Vernal** com uma **Longitude assumida** (o mais próximo possível da **Longitude estimada** no instante da observação), de modo a obter um **Ângulo Horário Local do Ponto Vernal (AHLγ)** em **graus inteiros**.

V. Com o **AHLγ** em **graus inteiros** e uma **Latitude assumida**, também em **graus inteiros** (mais próximo da **Latitude estimada** no instante da observação),

Figura 28.23 – Extrato da PUB.249 (Volume I)

| LAT 24°S |            |            |           |           |           |            |           |    |          |    |          |    |      | LAT 24°S |          |           |           |           |           |           |            |            |    |    |    |    |    |    |    |
|----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|----|----------|----|----------|----|------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|----|----|----|----|----|----|----|
| LHA<br>° | Hc         | Zn         | Hc        | Zn        | Hc        | Zn         | Hc        | Zn | Hc       | Zn | Hc       | Zn | Hc   | Zn       | LHA<br>° | Hc        | Zn        | Hc        | Zn        | Hc        | Zn         | Hc         | Zn | Hc | Zn | Hc | Zn | Hc | Zn |
| 0        | *Alpheratz |            | Hamal     |           | *RIGEL    |            | CANOPUS   |    | ACHERNAR |    | *Peacock |    | Enif |          | 90       | 32 12 027 | 19 41 066 | 18 27 152 | 60 58 173 | 33 01 216 | 44 30 331  | 19 17 352  |    |    |    |    |    |    |    |
| 1        | 36 59 002  | 33 37 035  | 13 53 093 | 15 28 141 | 52 22 159 | 39 23 215  | 42 30 311 |    |          |    |          |    |      |          | 91       | 32 37 026 | 20 31 066 | 18 53 151 | 61 05 174 | 32 29 216 | 44 02 330  | 19 09 351  |    |    |    |    |    |    |    |
| 2        | 37 01 001  | 34 39 033  | 15 43 092 | 16 37 141 | 53 01 160 | 38 20 216  | 41 06 309 |    |          |    |          |    |      |          | 92       | 33 01 025 | 21 21 065 | 19 19 151 | 61 10 175 | 31 56 216 | 43 34 328  | 19 00 350  |    |    |    |    |    |    |    |
| 3        | 37 00 359  | 35 08 032  | 16 38 092 | 17 12 141 | 53 19 161 | 37 48 216  | 40 23 309 |    |          |    |          |    |      |          | 93       | 33 24 024 | 22 10 065 | 19 45 151 | 61 14 176 | 31 24 216 | 43 05 327  | 18 51 350  |    |    |    |    |    |    |    |
| 4        | 36 59 358  | 35 37 031  | 17 33 091 | 17 47 140 | 53 37 162 | 37 16 216  | 39 40 308 |    |          |    |          |    |      |          | 94       | 33 46 023 | 23 00 064 | 20 12 151 | 61 17 178 | 30 52 216 | 42 35 326  | 18 40 349  |    |    |    |    |    |    |    |
| 5        | 36 56 357  | 36 06 030  | 18 27 091 | 18 22 140 | 53 53 162 | 36 44 216  | 38 57 307 |    |          |    |          |    |      |          | 95       | 34 07 022 | 23 49 063 | 20 38 151 | 61 18 179 | 30 20 216 | 42 04 325  | 18 29 348  |    |    |    |    |    |    |    |
| 6        | 36 52 355  | 36 33 029  | 19 22 091 | 18 57 140 | 54 10 163 | 36 12 216  | 38 12 306 |    |          |    |          |    |      |          | 96       | 34 28 021 | 24 38 063 | 21 05 151 | 61 19 180 | 29 47 216 | 41 32 324  | 18 18 348  |    |    |    |    |    |    |    |
| 7        | 36 47 354  | 37 00 028  | 20 17 090 | 19 32 140 | 54 25 164 | 35 40 216  | 37 28 305 |    |          |    |          |    |      |          | 97       | 34 48 020 | 25 27 062 | 21 32 151 | 61 18 181 | 29 15 216 | 41 00 323  | 18 06 347  |    |    |    |    |    |    |    |
| 8        | 36 41 353  | 37 25 027  | 21 12 090 | 20 07 140 | 54 40 165 | 35 07 216  | 36 43 304 |    |          |    |          |    |      |          | 98       | 35 06 019 | 26 15 062 | 21 58 151 | 61 16 183 | 28 42 216 | 40 26 322  | 17 53 346  |    |    |    |    |    |    |    |
| 9        | 36 34 352  | 37 50 026  | 22 07 089 | 20 43 140 | 54 54 166 | 34 35 216  | 35 57 304 |    |          |    |          |    |      |          | 99       | 35 24 018 | 27 03 061 | 22 25 151 | 61 13 184 | 28 10 216 | 39 52 321  | 17 39 345  |    |    |    |    |    |    |    |
| 10       | 36 26 351  | 38 14 025  | 23 01 089 | 21 18 140 | 55 07 167 | 34 02 216  | 35 11 303 |    |          |    |          |    |      |          | 100      | 35 41 017 | 27 51 060 | 22 52 151 | 61 09 185 | 27 38 216 | 39 17 320  | 17 25 345  |    |    |    |    |    |    |    |
| 11       | 36 17 350  | 38 37 024  | 23 56 088 | 21 54 139 | 55 19 167 | 33 30 217  | 34 25 302 |    |          |    |          |    |      |          | 101      | 35 57 016 | 28 38 060 | 23 19 150 | 61 03 186 | 27 05 216 | 38 41 319  | 17 11 344  |    |    |    |    |    |    |    |
| 12       | 36 08 349  | 38 59 023  | 24 51 088 | 22 30 139 | 55 31 168 | 32 57 217  | 33 39 301 |    |          |    |          |    |      |          | 102      | 36 12 015 | 29 26 059 | 23 46 150 | 60 56 188 | 26 33 216 | 38 05 318  | 16 55 343  |    |    |    |    |    |    |    |
| 13       | 35 57 348  | 39 20 022  | 25 46 088 | 23 05 139 | 55 41 169 | 32 24 217  | 32 52 301 |    |          |    |          |    |      |          | 103      | 36 26 014 | 30 12 058 | 24 13 150 | 60 49 189 | 26 01 216 | 37 28 317  | 16 39 343  |    |    |    |    |    |    |    |
| 14       | 35 45 347  | 39 40 021  | 26 41 087 | 23 41 139 | 55 51 170 | 31 52 217  | 32 04 300 |    |          |    |          |    |      |          | 104      | 36 39 013 | 30 59 058 | 24 40 150 | 60 40 190 | 25 28 216 | 36 50 316  | 16 23 342  |    |    |    |    |    |    |    |
| 15       | *Hamal     | ALDEBARAN  | RIGEL     | *CANOPUS  | ACHERNAR  | *FOMALHAUT | Alpheratz |    |          |    |          |    |      |          | 105      | POLLUX    | *REGULUS  | Gienah    | *ACRUX    | CANOPUS   | *RIGEL     | BETELGEUSE |    |    |    |    |    |    |    |
| 16       | 40 00 020  | 23 48 058  | 27 35 087 | 24 17 139 | 56 00 171 | 61 58 251  | 35 32 346 |    |          |    |          |    |      |          | 106      | 36 51 012 | 31 45 057 | 17 01 102 | 55 59 206 | 47 15 285 | 46 04 312  | 37 47 356  |    |    |    |    |    |    |    |
| 17       | 40 18 019  | 24 34 057  | 28 30 086 | 24 53 139 | 56 08 172 | 61 06 252  | 35 18 345 |    |          |    |          |    |      |          | 107      | 37 02 011 | 32 31 056 | 17 55 102 | 55 55 207 | 46 21 284 | 45 23 311  | 37 42 354  |    |    |    |    |    |    |    |
| 18       | 40 35 018  | 25 19 056  | 29 25 086 | 25 29 139 | 56 15 173 | 60 14 252  | 35 03 344 |    |          |    |          |    |      |          | 108      | 37 12 010 | 33 16 056 | 18 49 101 | 55 09 208 | 46 28 283 | 44 41 310  | 37 36 353  |    |    |    |    |    |    |    |
| 19       | 40 51 016  | 26 05 056  | 30 19 085 | 26 05 139 | 56 22 174 | 59 22 252  | 34 47 343 |    |          |    |          |    |      |          | 109      | 37 21 009 | 34 01 055 | 19 42 101 | 54 43 209 | 45 35 283 | 43 59 309  | 37 30 352  |    |    |    |    |    |    |    |
| 20       | 41 06 015  | 26 50 055  | 31 14 085 | 26 42 139 | 56 27 175 | 58 30 252  | 34 30 342 |    |          |    |          |    |      |          | 110      | 37 29 008 | 34 46 054 | 20 36 101 | 54 37 209 | 44 31 282 | 43 16 308  | 37 22 351  |    |    |    |    |    |    |    |
| 21       | 41 20 014  | 27 35 054  | 32 09 085 | 27 18 139 | 56 31 176 | 57 38 252  | 34 13 341 |    |          |    |          |    |      |          | 111      | 37 36 007 | 35 30 053 | 21 30 100 | 54 30 210 | 44 28 281 | 42 32 307  | 37 13 350  |    |    |    |    |    |    |    |
| 22       | 41 33 013  | 28 19 053  | 33 03 084 | 27 54 139 | 56 35 177 | 56 46 252  | 33 54 340 |    |          |    |          |    |      |          | 112      | 37 42 006 | 36 14 052 | 22 24 100 | 54 25 211 | 44 19 280 | 41 03 305  | 36 52 348  |    |    |    |    |    |    |    |
| 23       | 41 44 012  | 29 03 053  | 33 58 084 | 28 30 138 | 56 37 178 | 55 54 252  | 33 35 339 |    |          |    |          |    |      |          | 113      | 37 47 004 | 36 57 052 | 23 18 100 | 54 20 211 | 44 10 280 | 40 18 304  | 36 40 347  |    |    |    |    |    |    |    |
| 24       | 41 55 011  | 29 47 052  | 34 52 083 | 29 07 138 | 56 39 179 | 55 02 252  | 33 15 338 |    |          |    |          |    |      |          | 114      | 37 51 003 | 37 39 051 | 24 12 099 | 54 15 211 | 43 59 278 | 40 00 303  | 35 58 344  |    |    |    |    |    |    |    |
| 25       | 42 04 009  | 30 30 052  | 35 46 083 | 29 43 138 | 56 40 180 | 54 09 252  | 32 53 337 |    |          |    |          |    |      |          | 115      | 37 53 002 | 38 22 050 | 25 06 099 | 54 10 211 | 43 49 278 | 39 52 343  | 35 47 343  |    |    |    |    |    |    |    |
| 26       | 42 13 008  | 31 12 051  | 36 41 082 | 30 19 138 | 56 39 181 | 53 17 252  | 32 32 336 |    |          |    |          |    |      |          | 116      | 37 55 001 | 39 03 049 | 26 01 098 | 54 05 211 | 43 39 278 | 39 41 343  | 35 14 340  |    |    |    |    |    |    |    |
| 27       | 42 20 007  | 31 55 050  | 37 35 081 | 30 56 138 | 56 38 182 | 52 25 252  | 32 09 335 |    |          |    |          |    |      |          | 117      | 37 55 000 | 40 25 047 | 27 49 098 | 53 40 211 | 43 19 278 | 39 30 343  | 35 03 339  |    |    |    |    |    |    |    |
| 28       | 42 26 006  | 32 36 049  | 38 29 081 | 31 32 138 | 56 36 183 | 51 31 252  | 31 45 334 |    |          |    |          |    |      |          | 118      | 37 53 358 | 41 05 046 | 28 43 097 | 53 30 211 | 43 09 278 | 39 00 343  | 34 52 338  |    |    |    |    |    |    |    |
| 29       | 42 31 004  | 33 18 048  | 39 23 081 | 32 09 138 | 56 33 184 | 50 41 252  | 31 21 333 |    |          |    |          |    |      |          | 119      | 37 51 357 | 41 44 045 | 29 38 097 | 53 18 211 | 42 59 278 | 38 49 343  | 34 52 338  |    |    |    |    |    |    |    |
| 30       | 42 34 003  | 33 58 048  | 40 17 080 | 32 45 138 | 56 29 185 | 49 49 252  | 30 56 332 |    |          |    |          |    |      |          | 120      | *REGULUS  | SPICA     | *ACRUX    | CANOPUS   | *RIGEL    | BETELGEUSE | POLLUX     |    |    |    |    |    |    |    |
| 31       | Hamal      | *ALDEBARAN | SIRIUS    | *CANOPUS  | ACHERNAR  | *FOMALHAUT | Alpheratz |    |          |    |          |    |      |          | 121      | 42 23 044 | 12 35 097 | 31 55 151 | 55 59 206 | 47 15 285 | 46 04 312  | 37 47 356  |    |    |    |    |    |    |    |
| 32       | 42 37 002  | 34 39 047  | 23 37 099 | 33 21 139 | 56 24 186 | 48 57 252  | 30 30 331 |    |          |    |          |    |      |          | 122      | 43 01 043 | 13 29 096 | 32 22 151 | 55 55 207 | 46 21 284 | 45 23 311  | 37 42 354  |    |    |    |    |    |    |    |
| 33       | 42 38 001  | 35 18 046  | 24 32 098 | 33 58 139 | 56 18 187 | 48 05 252  | 30 03 330 |    |          |    |          |    |      |          | 123      | 43 38 042 | 14 24 096 | 32 49 151 | 55 09 208 | 46 28 283 | 44 41 310  | 37 36 353  |    |    |    |    |    |    |    |
| 34       | 42 37 358  | 36 36 044  | 26 20 097 | 35 10 139 | 56 04 188 | 46 21 251  | 29 08 329 |    |          |    |          |    |      |          | 124      | 44 14 041 | 15 18 095 | 33 15 151 | 54 43 209 | 45 35 283 | 43 59 309  | 37 30 352  |    |    |    |    |    |    |    |
| 35       | 42 34 357  | 37 14 043  | 27 15 097 | 35 46 139 | 55 56 189 | 45 29 251  | 28 39 328 |    |          |    |          |    |      |          | 125      | 44 50 040 | 16 13 095 | 33 42 151 | 54 37 209 | 44 31 282 | 43 16 308  | 37 22 351  |    |    |    |    |    |    |    |
| 36       | 42 31 356  | 37 51 042  | 28 09 097 | 36 22 139 | 55 46 190 | 44 37 251  | 28 10 327 |    |          |    |          |    |      |          | 126      | 45 25 039 | 17 07 095 | 34 08 151 | 53 50 210 | 44 28 281 | 42 32 307  | 37 13 350  |    |    |    |    |    |    |    |
| 37       | 42 26 354  | 38 28 041  | 29 03 096 | 36 58 139 | 55 36 191 | 43 45 251  | 27 39 326 |    |          |    |          |    |      |          | 127      | 46 03 038 | 18 02 094 | 34 35 151 | 53 22 211 | 44 19 280 | 41 03 305  | 36 52 348  |    |    |    |    |    |    |    |
| 38       | 42 20 353  | 39 03 040  | 29 58 096 | 37 34 139 | 55 25 192 | 42 54 2    |           |    |          |    |          |    |      |          |          |           |           |           |           |           |            |            |    |    |    |    |    |    |    |

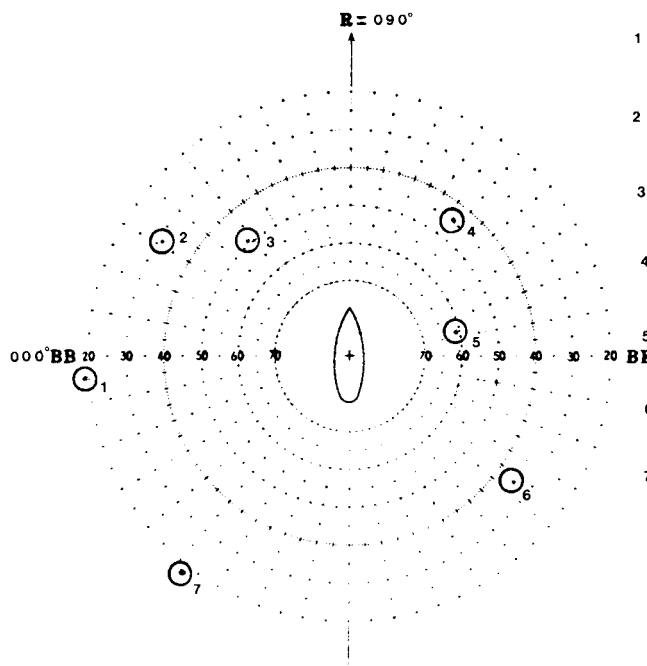
**Matutino / Vespertino**

Navio NHi "Sirius" Data 26 / 09 / 93

| Estrélas     |     |    |                      |
|--------------|-----|----|----------------------|
|              | h   | m  |                      |
| HML          | 05  | 23 | 0                    |
| $\lambda e$  | 03  | 03 | 0 W                  |
| HMG          | 08  | 26 | 0                    |
|              | o   | '  |                      |
| h            | 125 | 08 | 3                    |
| AHG $\gamma$ |     |    |                      |
| m            | 06  | 31 | 1                    |
| AHG $\gamma$ | 131 | 39 | 4                    |
| $\lambda e$  | 045 | 45 | 0 W                  |
|              | o   | '  |                      |
| AHL $\gamma$ | 085 | 54 | 4                    |
|              |     |    | $\approx 086^\circ$  |
| $\varphi e$  | 23  | 40 | 0 S                  |
|              |     |    | $\approx 24^\circ S$ |

Posição estimada

| Planetas         |           |           |           |           |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nome             |           |           |           |           |
|                  | 359° 60'0 | 359° 60'0 | 359° 60'0 | 359° 60'0 |
| ARV              | o         | o         | o         | o         |
| $\alpha$ (astro) |           |           |           |           |
| $\delta$ (astro) |           |           |           |           |

[illegible]

Calculado por *[Signature]*

entra-se na PUB.249 Volume I e obtêm-se, para a estrela observada, a **altura calculada (ae)** e o **Azimute Verdadeiro (Az)**, sem necessidade de qualquer interpolação ou cálculo adicional.

Então, após aplicar à **altura instrumental (ai)**, lida no sextante, as correções para transformá-la em **altura verdadeira (a)**, calcula-se a **diferença de alturas ( $\Delta a = a - ae$ )** e, por fim, plota-se a **reta de altura**, conforme já visto.

Uma **posição astronômica** é definida por duas ou mais **retas de altura**, resultantes da observação de dois ou mais astros. Como as observações não são simultâneas, haverá uma **Hora Média de Greenwich (HMG)** diferente para cada observação. Assim, para cada observação haverá um valor diferente de **AHG $\gamma$**  e, portanto, um valor diferente de **Longitude assumida**, para produzir um **AHL $\gamma$**  em **graus inteiros**. Desta forma, cada **reta de altura** será plotada de uma **posição assumida** diferente.

Ademais, conforme anteriormente mencionado, os cálculos dos “**triângulos de posição**” efetuados para organizar a PUB.249 Volume I utilizam valores médios das coordenadas das estrelas tabuladas, para o ano de edição da publicação. Entretanto, mudanças progressivas destas coordenadas (ARV e Declinação), devidas, principalmente, aos movimentos de **precessão e nutação** da Terra, afetam os dados fornecidos, obrigando a reedição do Volume I da PUB.249 a cada 5 anos, para reduzir os efeitos dessa fonte de erros cumulativos. Além disso, o ponto observado, obtido pelo cruzamento das **retas de alturas** calculadas, deverá ser deslocado de uma determinada **distância** (em milhas), sobre uma determinada **direção** (Azimute), para correção dos efeitos da **precessão e nutação** terrestres, sempre que a observação for feita em ano diferente do ano da edição da PUB.249 Volume I. O valor da correção (distância e direção) é encontrado na Tábua 5 “**CORRECTION FOR PRECESSION AND NUTATION**”, apresentada nas últimas páginas do Volume I da PUB.249 (ver a figura 28.25). A correção (“P & N correction”) é função do ano, da Latitude e do AHL $\gamma$ . Deve-se entrar na Tábua 5 com os valores tabulados mais próximos dos valores reais, para obter a correção. Nenhuma interpolação é necessária.

### EXEMPLOS:

1. No dia 08/11/93, com o Veleiro de Oceano “Brekelé” no rumo 000°, velocidade 6,0 nós, na **posição estimada** Latitude 14° 12,0' S e Longitude 030° 03,0' W, você faz as seguintes observações no **crepúsculo vespertino**:

| ESTRELA  | HORA DO CRONÔMETRO                                | ALTURA INSTRUMENTAL |
|----------|---------------------------------------------------|---------------------|
| ACHERNAR | 20 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 40,0 <sup>s</sup> | 28° 02,6'           |
| ANTARES  | 20 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> 33,0 <sup>s</sup> | 17° 27,5'           |
| DENEB    | 20 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 37,0 <sup>s</sup> | 29° 09,0'           |

Sabendo-se que:

$$ei = + 1,6' ; Ea = + 00^h 00^m 22,0^s ; Elev = 5,0m$$

Calcular as **retas de altura** pela PUB.249 Volume I e determinar a **posição astronômica** da embarcação.

Figura 28.25 – Correção para Precessão e Nutação

TABLE 5—CORRECTION FOR PRECESSION AND NUTATION

| L.H.A.<br>° | North latitudes |        |        |        |        |        |        | °     | South latitudes |        |        |        |        |        |        | L.H.A.<br>° |
|-------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
|             | N. 89°          | N. 80° | N. 70° | N. 60° | N. 50° | N. 40° | N. 20° |       | S. 20°          | S. 40° | S. 50° | S. 60° | S. 70° | S. 80° | S. 89° |             |
| 1992        |                 |        |        |        |        |        |        |       |                 |        |        |        |        |        |        |             |
| 0           | 1 010           | 1 030  | 1 040  | 1 050  | 1 060  | 1 060  | 2 070  | 2 070 | 2 070           | 1 060  | 1 060  | 1 050  | 1 040  | 1 020  | 1 000  | 0           |
| 30          | 1 040           | 1 050  | 1 060  | 1 060  | 2 070  | 2 070  | 2 070  | 2 070 | 2 070           | 1 060  | 1 050  | 1 040  | 1 020  | 1 350  | 1 330  | 30          |
| 60          | 1 060           | 1 070  | 1 080  | 1 080  | 2 080  | 2 080  | 2 080  | 2 080 | 2 080           | 1 080  | 1 070  | 1 060  | 0      | 0      | 1 300  | 60          |
| 90          | 1 090           | 1 090  | 1 090  | 1 090  | 2 090  | 2 090  | 2 090  | 2 090 | 1 090           | 1 090  | 1 100  | 0      | 0      | 0      | 1 270  | 90          |
| 120         | 1 120           | 1 110  | 1 110  | 1 110  | 2 110  | 2 100  | 2 100  | 2 100 | 2 100           | 1 110  | 1 110  | 1 120  | 1 140  | 0      | 1 220  | 120         |
| 150         | 1 150           | 1 140  | 1 130  | 1 120  | 1 120  | 2 110  | 2 110  | 2 110 | 2 110           | 2 110  | 1 120  | 1 130  | 1 140  | 1 160  | 1 180  | 150         |
| 180         | 1 180           | 1 160  | 1 140  | 1 130  | 1 130  | 1 120  | 2 120  | 2 110 | 2 120           | 1 120  | 1 120  | 1 120  | 1 130  | 1 140  | 1 160  | 180         |
| 210         | 1 210           | 1 190  | 1 160  | 1 140  | 1 130  | 1 120  | 2 110  | 2 110 | 2 110           | 2 110  | 2 110  | 1 120  | 1 120  | 1 130  | 1 150  | 210         |
| 240         | 1 240           | 0      | 0      | 0      | 1 120  | 1 110  | 1 100  | 2 100 | 2 100           | 2 100  | 2 100  | 1 100  | 1 110  | 1 110  | 1 120  | 240         |
| 270         | 1 270           | 0      | 0      | 0      | 1 090  | 1 090  | 1 090  | 2 090 | 2 090           | 2 090  | 2 090  | 1 090  | 1 090  | 1 090  | 1 090  | 270         |
| 300         | 1 310           | 1 320  | 0      | 1 040  | 1 060  | 1 070  | 1 070  | 2 080 | 2 080           | 2 080  | 2 080  | 1 070  | 1 070  | 1 070  | 1 060  | 300         |
| 330         | 1 340           | 1 000  | 1 020  | 1 040  | 1 050  | 1 060  | 2 070  | 2 070 | 2 070           | 2 070  | 1 060  | 1 060  | 1 050  | 1 040  | 1 030  | 330         |
| 360         | 1 010           | 1 030  | 1 040  | 1 050  | 1 060  | 1 060  | 2 070  | 2 070 | 2 070           | 1 060  | 1 060  | 1 050  | 1 040  | 1 020  | 1 000  | 360         |
| 1993        |                 |        |        |        |        |        |        |       |                 |        |        |        |        |        |        |             |
| 0           | 1 000           | 1 020  | 1 040  | 2 050  | 2 060  | 2 060  | 3 070  | 3 070 | 3 070           | 2 060  | 2 060  | 2 050  | 1 040  | 1 020  | 1 000  | 0           |
| 30          | 1 030           | 1 050  | 2 060  | 2 060  | 2 070  | 2 070  | 3 070  | 3 070 | 2 070           | 2 060  | 1 050  | 1 040  | 1 020  | 1 350  | 1 330  | 30          |
| 60          | 1 060           | 1 070  | 2 070  | 2 080  | 2 080  | 3 080  | 3 080  | 3 080 | 2 080           | 1 070  | 1 060  | 1 040  | 1 000  | 1 320  | 1 300  | 60          |
| 90          | 1 090           | 1 090  | 2 090  | 2 090  | 2 090  | 3 090  | 3 090  | 2 090 | 2 090           | 1 090  | 1 090  | 0      | 0      | 1 270  | 1 270  | 90          |
| 120         | 1 120           | 1 110  | 2 110  | 2 100  | 2 100  | 3 100  | 3 100  | 2 100 | 2 110           | 1 110  | 1 120  | 1 140  | 1 180  | 1 220  | 1 240  | 120         |
| 150         | 1 150           | 1 130  | 2 120  | 2 120  | 2 120  | 2 110  | 3 110  | 3 110 | 2 110           | 2 120  | 1 130  | 1 140  | 1 160  | 1 190  | 1 210  | 150         |
| 180         | 1 180           | 1 160  | 1 140  | 2 130  | 2 120  | 2 120  | 3 120  | 3 110 | 3 120           | 2 120  | 2 120  | 2 130  | 1 140  | 1 160  | 1 180  | 180         |
| 210         | 1 210           | 1 190  | 1 160  | 1 140  | 1 130  | 2 120  | 2 110  | 3 110 | 3 110           | 2 110  | 2 120  | 2 120  | 2 130  | 1 140  | 1 150  | 210         |
| 240         | 1 240           | 1 220  | 1 180  | 1 140  | 1 120  | 1 110  | 2 110  | 3 100 | 3 100           | 3 100  | 2 100  | 2 110  | 2 110  | 1 110  | 1 120  | 240         |
| 270         | 1 270           | 1 270  | 0      | 0      | 1 090  | 1 090  | 2 090  | 2 090 | 3 090           | 3 090  | 2 090  | 2 090  | 2 090  | 1 090  | 1 090  | 270         |
| 300         | 1 300           | 1 320  | 1 000  | 1 040  | 1 060  | 1 070  | 2 080  | 2 080 | 3 080           | 3 080  | 2 080  | 2 080  | 2 070  | 1 070  | 1 060  | 300         |
| 330         | 1 330           | 1 350  | 1 020  | 1 040  | 1 050  | 2 060  | 2 070  | 3 070 | 3 070           | 2 070  | 2 070  | 2 060  | 2 060  | 1 050  | 1 030  | 330         |
| 360         | 1 000           | 1 020  | 1 040  | 2 050  | 2 060  | 2 060  | 3 070  | 3 070 | 3 070           | 2 060  | 2 060  | 2 050  | 1 040  | 1 020  | 1 000  | 360         |
| 1994        |                 |        |        |        |        |        |        |       |                 |        |        |        |        |        |        |             |
| 0           | 1 000           | 1 020  | 2 040  | 2 050  | 2 060  | 3 060  | 3 070  | 4 070 | 3 070           | 3 060  | 3 060  | 2 050  | 2 040  | 2 020  | 1 010  | 0           |
| 30          | 1 030           | 2 040  | 2 050  | 3 060  | 3 060  | 3 070  | 3 070  | 3 070 | 3 070           | 2 060  | 2 050  | 2 040  | 1 020  | 1 000  | 1 330  | 30          |
| 60          | 1 060           | 2 070  | 2 070  | 3 070  | 3 080  | 3 080  | 4 080  | 3 080 | 3 070           | 2 070  | 1 060  | 1 040  | 1 000  | 1 320  | 1 300  | 60          |
| 90          | 1 090           | 2 090  | 2 090  | 3 090  | 3 090  | 3 090  | 4 090  | 3 090 | 3 090           | 2 090  | 1 090  | 0      | 0      | 1 270  | 1 270  | 90          |
| 120         | 1 120           | 2 110  | 2 110  | 3 100  | 3 100  | 3 100  | 4 100  | 3 100 | 3 100           | 2 110  | 1 120  | 1 140  | 1 190  | 1 230  | 1 240  | 120         |
| 150         | 1 150           | 2 130  | 2 120  | 3 120  | 3 110  | 3 110  | 4 110  | 3 110 | 3 110           | 2 120  | 2 130  | 2 140  | 1 160  | 1 190  | 1 210  | 150         |
| 180         | 1 180           | 2 160  | 2 140  | 2 130  | 3 120  | 3 120  | 4 110  | 3 120 | 3 120           | 2 130  | 2 130  | 2 140  | 1 160  | 1 180  | 1 180  | 180         |
| 210         | 1 210           | 1 180  | 1 160  | 2 140  | 2 130  | 2 120  | 3 110  | 3 110 | 3 110           | 3 110  | 3 120  | 3 120  | 2 130  | 2 140  | 1 150  | 210         |
| 240         | 1 240           | 1 220  | 1 180  | 1 140  | 1 120  | 2 110  | 3 110  | 3 100 | 4 100           | 3 100  | 3 100  | 3 110  | 2 110  | 2 110  | 1 120  | 240         |
| 270         | 1 270           | 1 270  | 0      | 0      | 1 090  | 2 090  | 3 090  | 3 090 | 4 090           | 3 090  | 3 090  | 3 090  | 2 090  | 2 090  | 1 090  | 270         |
| 300         | 1 300           | 1 320  | 1 000  | 1 040  | 1 060  | 2 070  | 3 080  | 3 080 | 4 080           | 3 080  | 3 080  | 3 080  | 2 070  | 2 070  | 1 060  | 300         |
| 330         | 1 330           | 1 350  | 1 020  | 2 040  | 2 050  | 2 060  | 3 070  | 3 070 | 4 070           | 3 070  | 3 070  | 3 060  | 2 060  | 2 050  | 1 030  | 330         |
| 360         | 1 000           | 1 020  | 2 040  | 2 050  | 2 060  | 3 060  | 3 070  | 4 070 | 3 070           | 3 060  | 3 060  | 2 050  | 2 040  | 2 020  | 1 010  | 360         |
| 1995        |                 |        |        |        |        |        |        |       |                 |        |        |        |        |        |        |             |
| 0           | 2 000           | 2 020  | 2 040  | 3 050  | 3 060  | 4 060  | 4 070  | 4 070 | 4 070           | 4 060  | 3 060  | 3 050  | 2 040  | 2 020  | 2 010  | 0           |
| 30          | 2 030           | 2 040  | 3 050  | 3 060  | 4 060  | 4 070  | 4 070  | 4 070 | 4 070           | 3 060  | 3 050  | 2 040  | 2 020  | 2 000  | 2 340  | 30          |
| 60          | 2 060           | 2 070  | 3 070  | 3 070  | 4 080  | 4 080  | 4 080  | 4 080 | 3 070           | 2 070  | 2 060  | 1 040  | 1 000  | 1 320  | 2 300  | 60          |
| 90          | 2 090           | 2 090  | 3 090  | 4 090  | 4 090  | 4 090  | 4 090  | 4 090 | 3 090           | 2 090  | 1 090  | 1 080  | 0      | 1 280  | 2 270  | 90          |
| 120         | 2 120           | 2 110  | 3 110  | 3 100  | 4 100  | 4 100  | 4 100  | 4 100 | 3 100           | 2 110  | 2 120  | 1 140  | 1 190  | 1 230  | 2 240  | 120         |
| 150         | 2 150           | 2 130  | 3 120  | 3 120  | 4 110  | 4 110  | 4 110  | 4 110 | 4 110           | 3 120  | 2 130  | 2 140  | 2 160  | 1 190  | 2 210  | 150         |
| 180         | 2 180           | 2 160  | 2 140  | 3 130  | 3 120  | 4 120  | 4 120  | 4 110 | 4 120           | 4 120  | 3 130  | 3 130  | 2 140  | 2 160  | 2 180  | 180         |
| 210         | 2 210           | 2 180  | 2 160  | 2 140  | 3 130  | 3 120  | 4 110  | 4 110 | 4 110           | 4 110  | 4 120  | 3 120  | 3 130  | 2 140  | 2 150  | 210         |
| 240         | 2 240           | 1 220  | 1 180  | 1 140  | 2 120  | 2 110  | 3 110  | 4 100 | 4 100           | 4 100  | 4 100  | 3 110  | 3 110  | 2 110  | 2 120  | 240         |
| 270         | 2 270           | 1 270  | 0      | 1 100  | 1 090  | 2 090  | 3 090  | 4 090 | 4 090           | 4 090  | 4 090  | 4 090  | 3 090  | 2 090  | 2 090  | 270         |
| 300         | 2 300           | 1 310  | 1 350  | 1 040  | 2 060  | 2 070  | 3 080  | 4 080 | 4 080           | 4 080  | 4 080  | 3 080  | 3 070  | 2 070  | 2 060  | 300         |
| 330         | 2 330           | 1 350  | 2 020  | 2 040  | 2 050  | 3 060  | 4 070  | 4 070 | 4 070           | 4 070  | 4 070  | 3 060  | 3 060  | 2 050  | 2 040  | 330         |
| 360         | 2 000           | 2 020  | 2 040  | 3 050  | 3 060  | 4 060  | 4 070  | 4 070 | 4 070           | 4 060  | 3 060  | 3 050  | 2 040  | 2 020  | 2 010  | 360         |

**SOLUÇÃO:**

a. O cálculo das **retas de altura** pela PUB.249 Volume I é muito simples. Entretanto, pode ser ainda mais facilitado pelo uso de um modelo de cálculo igual ao mostrado na figura 28.26, onde está resolvido o presente problema. Os **elementos determinativos das retas de altura** calculadas pela PUB.249 Volume I são:

| ESTRELA  | $\Delta a$ | Az   | POSIÇÃO ASSUMIDA             |
|----------|------------|------|------------------------------|
| ACHERNAR | + 21,5'    | 148° | Lat 14° S, Long 030° 32,5' W |
| ANTARES  | + 34,1'    | 246° | Lat 14° S, Long 029° 45,8' W |
| DENEK    | - 12,0'    | 348° | Lat 14° S, Long 030° 01,8' W |

b. A plotagem da **posição astronômica** é mostrada na figura 28.27. Suas **coordenadas geográficas** são:

Latitude 14° 14,7' S, Longitude 030° 12,0' W (Hleg = 1828)

Observar que, após a plotagem do ponto, este foi deslocado de 3 milhas na direção 070°, em virtude da aplicação da correção para a **precessão e nutação** terrestre ("P & N correction"), fornecida pela Tábua 5 (ver a figura 28.25).

2. No dia 26/09/93, com o NHi "Sirius" no rumo 090°, velocidade 10,0 nós, a **posição estimada** no instante do **crepúsculo civil matutino** é Latitude 23° 40,0' S e Longitude 045° 45,0' W. O Encarregado de Navegação, na ocasião, faz as seguintes observações:

| ESTRELA  | HORA DO CRONÔMETRO                                | ALTURA INSTRUMENTAL |
|----------|---------------------------------------------------|---------------------|
| CAPELLA  | 08 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 53,0 <sup>s</sup> | 20° 07,7'           |
| Suhail   | 08 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> 48,0 <sup>s</sup> | 44° 20,6'           |
| ACHERNAR | 08 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 50,0 <sup>s</sup> | 34° 57,1'           |

Sabendo-se que:

$$e_i = -2,0'; E_a = +00^h 00^m 10,0^s; \text{Elev} = 10,0\text{m}$$

Calcular as **retas de altura** pela PUB.249 Volume I e determinar a **posição astronômica** resultante.

**SOLUÇÃO:**

a. O cálculo das **retas de altura** está mostrado na figura 28.28. Os **elementos determinativos das retas de altura** calculadas pela PUB.249 Volume I são:

| ESTRELA  | $\Delta a$ | Az   | POSIÇÃO ASSUMIDA             |
|----------|------------|------|------------------------------|
| CAPELLA  | + 14,5'    | 355° | Lat 24° S, Long 045° 40,1' W |
| Suhail   | - 8,0'     | 128° | Lat 24° S, Long 045° 51,4' W |
| ACHERNAR | - 20,9'    | 216° | Lat 24° S, Long 046° 09,4' W |

b. A plotagem da **posição astronômica** é mostrada na figura 28.29. Suas **coordenadas geográficas** são:

Latitude 23° 46,0' S, Longitude 045° 47,5' W (Hleg = 0528)



Figura 28.26 – Cálculo de Retas de Altura pela PUB.249 (Volume I)

### RETA DE ALTURA PELA PUB.249 (VOLUME I)

|                                |                        |                                  |             |             |
|--------------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------|-------------|
| NAVIO. VO "BREKELE"            |                        | DATA. 08/11/93                   |             |             |
| LATITUDE ESTIMADA. 14° 12.0' S |                        | LONGITUDE ESTIMADA. 030° 03.0' W |             |             |
| RUMO. 000°                     |                        | VELOCIDADE. 6.0 nós              |             |             |
|                                | DATA                   | 08/11/93                         | 08/11/93    | 08/11/93    |
|                                | ASTRO                  | ACHERNAR                         | ANTARES     | DENE8       |
| 1                              | Hlog obs               | 1826                             | 1827        | 1828        |
| 2                              | FUSO                   | +02 (0)                          | +02 (0)     | +02 (0)     |
| 3                              | HCr obs                | 20-25-40.0                       | 20-26-33.0  | 20-27-37.0  |
| 4                              | Ea                     | +00-00-22.0                      | +00-00-22.0 | +00-00-22.0 |
| 5                              | HMG obs                | 20-26-02.0                       | 20-26-55.0  | 20-27-59.0  |
| 6                              | ANGx(h)                | 348° 00.9'                       | 348° 00.9'  | 348° 00.9'  |
| 7                              | corr (m/s)             | 06° 31.6'                        | 06° 44.9'   | 07° 00.9'   |
| 8                              | ANGx(h/m/s)            | 354° 32.5'                       | 354° 45.8'  | 355° 01.8'  |
| 9                              | LONG. ASSUMIDA         | 030° 32.5'W                      | 029° 45.8'W | 030° 01.8'W |
| 10                             | ANL (1º ARGUMENTO)     | 324°                             | 325°        | 325°        |
| 11                             | LAT. ASSUMIDA (2º ARG) | 14° S                            | 14° S       | 14° S       |
| ELEM DA TÁBUA                  |                        |                                  |             |             |
| 13                             | ALTURA CALCULADA(oo)   | 27° 37'                          | 16° 48'     | 29° 17'     |
| 14                             | AZIMUTE (Az)           | 148°                             | 246°        | 348°        |
| 15                             | ALTURA INSTRUM.(oi)    | 28° 02.6'                        | 17° 27.5'   | 29° 09.0'   |
| 16                             | ERRO INSTRUM. (oi)     | + 1.6'                           | + 1.6'      | + 1.6'      |
| 17                             | ALTURA OBSERV. (oo)    | 28° 04.2'                        | 17° 29.1'   | 29° 10.6'   |
| 18                             | COR. DEP.   ELEV:      | - 3.9' 5m                        | - 3.9' 5m   | - 3.9' 5m   |
| 19                             | ALTURA APARENTE(oo)    | 28° 00.3'                        | 17° 25.2'   | 29° 06.7'   |
| 20                             | CORREÇÃO (c)           | - 1.8'                           | - 3.1'      | - 1.7'      |
| 21                             | CORR. AD               | —                                | —           | —           |
| 22                             | ALTURA VERD (a)        | 27° 58.5'                        | 17° 22.1'   | 29° 05.0'   |
| 23                             | ALTURA CALC. (oo)      | 27° 37.0'                        | 16° 48.0'   | 29° 17.0'   |
| 24                             | DIF. (a - oo)          | + 21.5'                          | + 34.1'     | - 12.0'     |
| 25                             | AZIMUTE (Az)           | 148°                             | 246°        | 348°        |
| 26                             | P&M Corr.              | 3' / 070°                        | 3' / 070°   | 3' / 070°   |

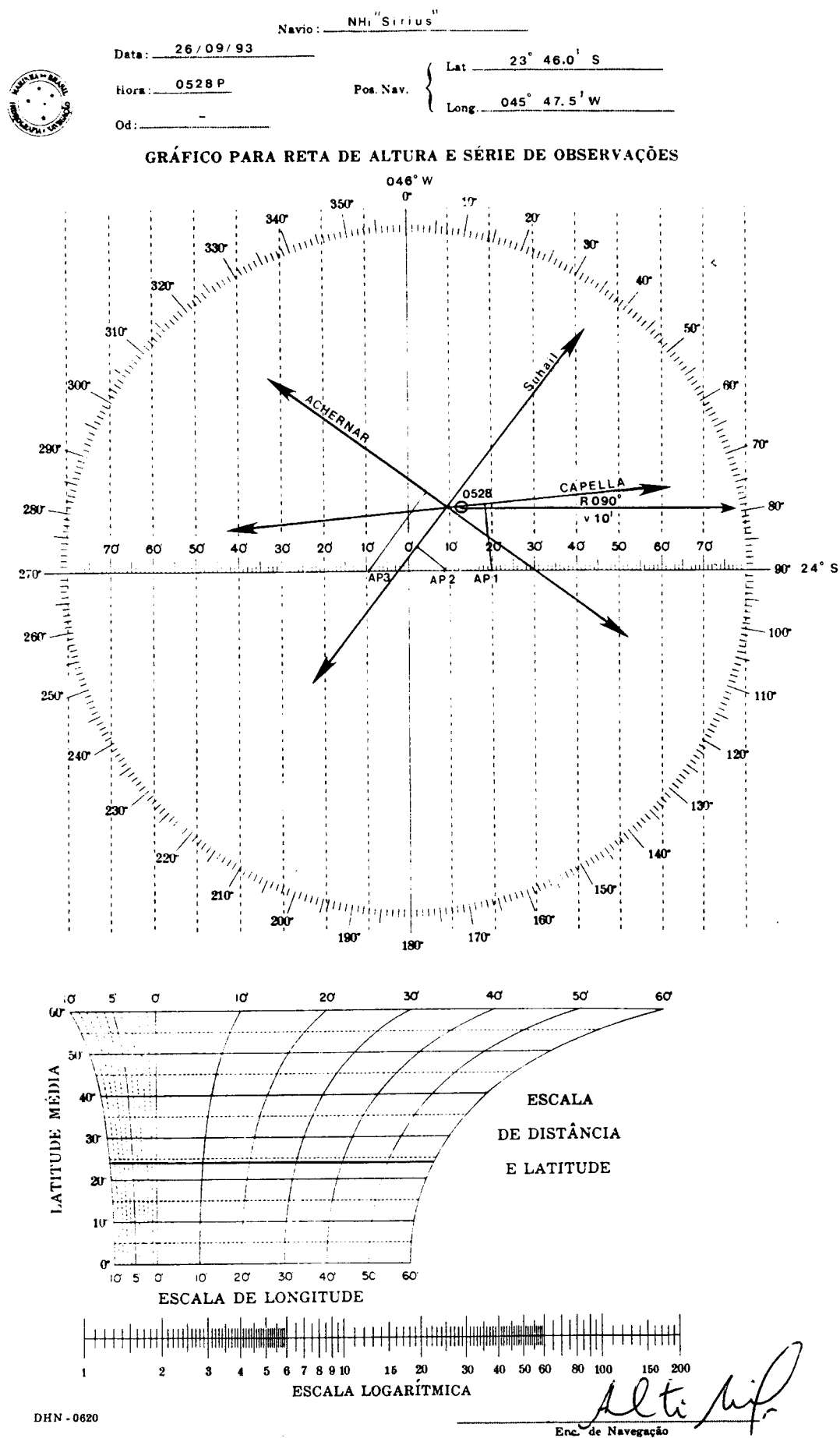


Figura 28.28 – Cálculo de Retas de Altura pela PUB.249 (Volume I)

### RETA DE ALTURA PELA PUB.249 (VOLUME I)

|                                |               |                                  |               |  |  |
|--------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------|--|--|
| NAVIO_ NH: "SIRIUS"            |               | DATA_ 26/09/93                   |               |  |  |
| LATITUDE ESTIMADA_ 23° 40.0' S |               | LONGITUDE ESTIMADA_ 045° 45.0' W |               |  |  |
| RUMO_ 090°                     |               | VELOCIDADE_ 10.0 nós             |               |  |  |
| DATA                           | 26/09/93      | 26/09/93                         | 26/09/93      |  |  |
| ASTRO                          | CAPELLA       | Suhail                           | ACHERNAR      |  |  |
| 1 Hlog obs                     | 0526          | 0527                             | 0528          |  |  |
| 2 FUSO                         | +03 (P)       | +03 (P)                          | +03 (P)       |  |  |
| 3 HCr obs                      | 08-25-53.0    | 08-26-48.0                       | 08-27-50.0    |  |  |
| 4 Ea                           | +00-00-10.0   | +00-00-10.0                      | +00-00-10.0   |  |  |
| 5 HMG obs                      | 08-26-03.0    | 08-26-58.0                       | 08-28-00.0    |  |  |
| 6 AHG <sub>r</sub> (h)         | 125° 08.3'    | 125° 08.3'                       | 125° 08.3'    |  |  |
| 7 corr (m/s)                   | 06° 31.8'     | 06° 43.1'                        | 07° 01.1'     |  |  |
| 8 AHG <sub>r</sub> (h/m/s)     | 131° 40.1'    | 131° 51.4'                       | 132° 09.4'    |  |  |
| 9 LONG. ASSUMIDA               | 045° 40.1' W  | 045° 51.4' W                     | 046° 09.4' W  |  |  |
| 10 AHL (1º ARGUMENTO)          | 086°          | 086°                             | 086°          |  |  |
| 11 LAT. ASSUMIDA (2º ARG)      | 24° S         | 24° S                            | 24° S         |  |  |
| ELEM DA TÁBUA                  |               |                                  |               |  |  |
| 13 ALTURA CALCULADA (oo)       | 19° 43'       | 44° 20'                          | 35° 09'       |  |  |
| 14 AZIMUTE (Az)                | 355°          | 128°                             | 216°          |  |  |
| 15 ALTURA INSTRUM. (oi)        | 20° 07.7'     | 44° 20.6'                        | 34° 57.1'     |  |  |
| 16 ERRO INSTRUM. (oi)          | - 2.0'        | - 2.0'                           | - 2.0'        |  |  |
| 17 ALTURA OBSERV. (oo)         | 20° 05.7'     | 44° 18.6'                        | 34° 55.1'     |  |  |
| 18 COR. DEP.   ELEV:           | - 5.6'   10 m | - 5.6'   10 m                    | - 5.6'   10 m |  |  |
| 19 ALTURA APARENTE (oop)       | 20° 00.1'     | 44° 13.0'                        | 34° 49.5'     |  |  |
| 20 CORREÇÃO (c)                | - 2.6'        | - 1.0'                           | - 1.4'        |  |  |
| 21 CORR. AD                    | -             | -                                | -             |  |  |
| 22 ALTURA VERD (o)             | 19° 57.5'     | 44° 12.0'                        | 34° 48.1'     |  |  |
| 23 ALTURA CALC. (oo)           | 19° 43.0'     | 44° 20.0'                        | 35° 09.0'     |  |  |
| 24 DIF. (o - oo)               | + 14.5'       | - 08.0'                          | - 20.9'       |  |  |
| 25 AZIMUTE (Az)                | 355°          | 128°                             | 216°          |  |  |
| 26 P&M Corr.                   | 2' / 090°     | 2' / 090°                        | 2' / 090°     |  |  |

Figura 28.29 – Plotagem da Posição Astronômica



Observar que, após a plotagem, o ponto foi deslocado de 2 milhas na direção 090°, em virtude da aplicação da correção para a **precessão** e **nutação** terrestres (“P & N correction”), obtida na Tábua 5 (ver a figura 28.25), em função do ano (1993), do **AHL** e da Latitude (entrando-se com os argumentos mais próximos dos valores reais, sem necessidade de efetuar qualquer interpolação).

O cálculo das **retas de altura** pela PUB.249 Volume I é simples e rápido. Entretanto, uma precaução que o navegante deve ter sempre presente ao utilizar essa Tábua é verificar se a edição do Volume I da PUB.249 disponível a bordo está dentro do seu período de validade de 5 anos, a fim de garantir que as soluções do “triângulo de posição” fornecidas pela Tábua tenham a precisão requerida pela Navegação Astronômica.

## 28.4 RESOLUÇÃO DO “TRIÂNGULO DE POSIÇÃO” PELA TÁBUA RADLER PARA NAVEGAÇÃO ASTRONÔMICA

### a. INTRODUÇÃO

Como vimos no Capítulo 16, a **Tábua Radler para Navegação Astronômica** (publicada inicialmente com o título de “Tábuas Náuticas e Aeronáuticas Radler de Aquino” ou “Tábuas Universais Radler de Aquino”) constituiu um enorme avanço para a Navegação Astronômica, por sua simplicidade na solução do “**triângulo de posição**” e por condensar, em um só volume, todas as combinações possíveis de **Latitude**, **Declinação** e **Ângulo no Pólo**.

Desta forma, a **Tábua Radler** tornou-se muito popular entre os navegantes de todo o mundo, o que pode ser comprovado pelas sucessivas edições inglesas e norte-americanas, mencionadas no Capítulo 16.

Ademais, conforme ressaltou o Diretor de Hidrografia e Navegação na apresentação da publicação DN4-2, Tábuas para Navegação Astronômica, a **Tábua Radler** transcende técnicas de navegação, para representar uma conquista intelectual digna da tradição naval do Brasil e uma contribuição importante à “arte da navegação”.

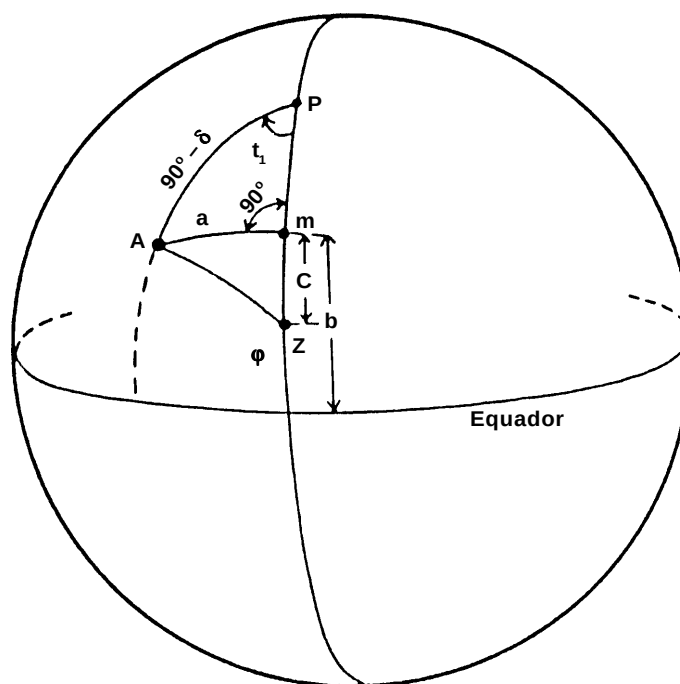
### b. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E INSTRUÇÕES PARA A TÁBUA RADLER

Seja **PAZ** (figura 28.30) o “**triângulo de posição**” considerado. Se por **A** passarmos um círculo máximo que seja perpendicular ao meridiano do observador **PZ**, o “**triângulo de posição**” ficará dividido em dois triângulos retângulos **PAm** e **ZAm**.

Do primeiro triângulo, **PAm**, têm-se conhecidos o lado  $PA = (90^\circ - \text{Dec})$  e o Ângulo no Pólo ( $t_1$ ). Pode-se, então, determinar os outros elementos, sendo que nos interessam apenas “a” e “b”, que são encontrados através das fórmulas:

$$(1) \sin a = \sin t_1 \cdot \cos \text{Dec}$$

$$(2) \cotg b = \cos t_1 \cdot \cotg \text{Dec}$$

**Figura 28.30 – Fundamentos Teóricos da Tábua Radler**

$$t_1 < 90^\circ; \varphi \text{ E } \delta \text{ DE MESMO NOME}; b > \varphi$$

$$C = b - \varphi$$

Por comodidade de cálculo, chama-se de “**b**” a distância do pé da perpendicular “**m**” ao Equador. Combinando-se este valor de “**b**” com uma Latitude (acompanhe na figura 28.30), obtém-se o valor de “**C**”.

Assim fazendo, determinam-se os dois elementos do segundo triângulo (“**a**” e “**C**”) necessários à determinação dos demais elementos. Deste triângulo, porém, só nos interessam o conhecimento do Ângulo no Zênite (**Z**) que será o Azimute Quadrantal do astro (**Aqd**) e do lado **ZA** = distância zenital ( $90^\circ - ae$ ).

As fórmulas que nos dão estes elementos são:

$$(3) \sin ae = \cos a \cdot \cos C$$

$$(4) \cotg Aqd = \cotg a \cdot \sin C$$

Para a resolução do primeiro triângulo, entra-se com a Declinação e o Ângulo no Pólo, a fim de obter os valores “**a**” e “**b**”, não se esquecendo de usar o suplemento de  $t_1$ , quando este for maior do que  $90^\circ$ .

Combina-se “**b**” com a Latitude e determina-se “**C**”.

Entra-se, então, na parte inferior das páginas da Tábua com os valores de “**a**” e “**C**”, retirando-se os valores de **Aqd** (**Azimute Quadrantal**) e **ae** (**altura do astro**).

O Azimute é quadrantal, e há que se ter presentes as regras para denominá-lo e a conseqüente transformação em Azimute Verdadeiro.

A regra para a correta combinação de “**b**” com a Latitude para a determinação de “**C**” também tem de ser conhecida.

Na figura 28.30, o “**triângulo de posição**” apresentado tem  $t_1 < 90^\circ$ , Lat e Dec do mesmo nome, porém  $b > \text{Lat}$ . Sempre que estas circunstâncias ocorrerem, tem-se:

$$C = b - \text{Lat}$$

O Azimute Quadrantal toma a denominação do Pólo elevado e do Ângulo no Pólo.

Na figura 28.31, o “**triângulo de posição**” apresentado tem  $t_1 < 90^\circ$ , Lat e Dec do mesmo nome, porém  $b < \text{Lat}$ . Sempre que estas circunstâncias ocorrerem, tem-se:

$$C = \text{Lat} - b$$

O Azimute Quadrantal tomará a denominação do Pólo abaixado e do Ângulo no Pólo.

Na figura 28.32, o “**triângulo de posição**” apresentado tem  $t_1 < 90^\circ$ , porém Lat e Dec são de nomes contrários. Sempre que estas circunstâncias ocorrerem, tem-se:

$$C = b + \text{Lat}$$

O Azimute Quadrantal tomará a denominação do Pólo abaixado e do Ângulo no Pólo.

Na figura 28.33, o “**triângulo de posição**” apresentado tem  $t_1 > 90^\circ$ , porém Lat e Dec são de mesmo nome. Sempre que estas circunstâncias ocorrerem, tem-se:

$$C = b + \text{Lat}$$

O Azimute Quadrantal tomará a denominação do Pólo elevado e do Ângulo no Pólo.

As regras acima mencionadas podem ser resumidas no quadro abaixo:

**REGRAS PARA SE DETERMINAR “C”**

1) Lat e Dec de mesmo nome

$t_1 < 90^\circ$  ..... subtrair

$t_1 > 90^\circ$  ..... somar

2) Lat e Dec de nomes contrários ..... somar

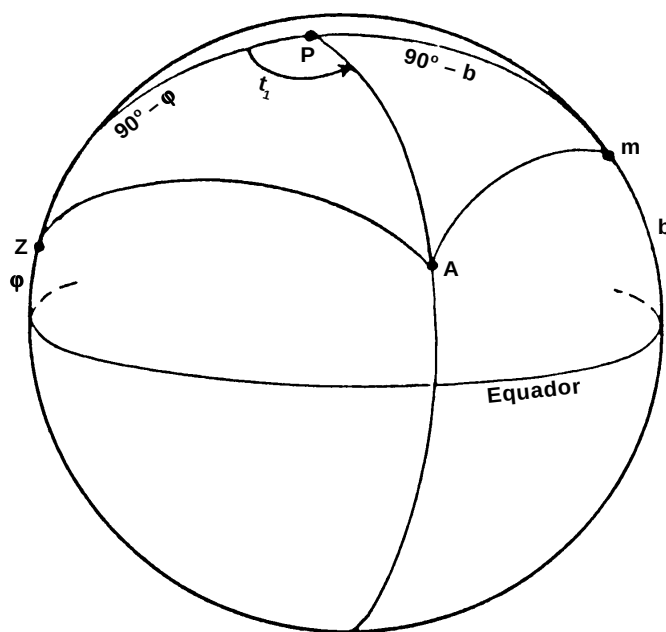
Quando “C” for maior que  $90^\circ$ , usar o suplemento.

Entrar na Tábua, na página correspondente à perpendicular “a”. Com os argumentos “a” e “C”, retirar a **altura tabular (atb)** e o **Azimute Quadrantal (Aqd)**.





Figura 28.33 – Fundamentos Teóricos da Tábua Radler



$$t_1 > 90^\circ ; \varphi \text{ E } \delta \text{ DE MESMO NOME} \\ C = b + \varphi$$

O nome do Azimute Quadrantal (Aqd) será a combinação do nome do Pólo abaixado, ou do Pólo elevado, e do Ângulo no Pólo, de acordo com as regras abaixo:

#### REGRAS PARA SE DENOMINAR O AZIMUTE

1) Lat e Dec de mesmo nome:

$$\left. \begin{array}{l} t_1 > 90^\circ \\ t_1 < 90^\circ, \text{ mas } b > \text{Lat} \\ t_1 < 90^\circ, \text{ mas } b < \text{Lat} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{PÓLO ELEVADO e } t_1 \\ \text{PÓLO ABAIXADO e } t_1 \end{array}$$

2) Lat e Dec de nomes contrários:

$$\text{PÓLO ABAIXADO e } t_1$$

#### TERMINOLOGIA ADOTADA NA TÁBUA RADLER

**$\lambda_{aux}$**  – é a Longitude auxiliar, tão próxima da estimada quanto possível, de forma a permitir a combinação com o AHG, redundando em AHL em números inteiros de graus. É o mesmo que Longitude assumida (utilizada quando se empregam as Tábuas PUB.229 ou PUB.249).

**$t_1$**  – é o Ângulo no Pólo e é sempre menor que  $180^\circ$ . Quando o AHL for menor que  $180^\circ$ ,  $t_1$  será o próprio AHL e terá a denominação **W**. Caso, porém, o AHL seja maior que  $180^\circ$ ,  $t_1 = 360^\circ - \text{AHL}$  e tomará a denominação **E**. Para entrada na Tábua, quando  $t_1$  for maior que  $90^\circ$  usa-se o seu suplemento.

$\delta$  – é a Declinação do astro considerado, no instante da observação.

“a” e “b” – são os dados obtidos da Tábua com os elementos de entrada  $t_1$  e  $\delta$ . A interpolação pode ser feita a olho, linearmente, ou pela tabela de interpolação.

$\phi_{aux}$  – é a Latitude auxiliar, tão próxima da Latitude estimada quanto possível, de forma a obter “C” em graus inteiros, quando combinada com “b”. É o mesmo que Latitude assumida.

“a” e “C” – são os argumentos da segunda entrada na Tábua. Esta entrada é feita por baixo e pela direita e os elementos fornecidos pela Tábua serão:

Aqd (Azimute Quadrantal)

atb (altura tabular)

### c. MODELO PARA CÁLCULO DA RETA DE ALTURA PELA TÁBUA RADLER

A Diretoria de Hidrografia e Navegação publica o tipo de cálculo DHN-0607, que facilita a obtenção dos **elementos determinativos** da reta de altura pela Tábua Radler (ver a figura 28.34).

O uso do modelo e o cálculo das **retas de altura** pela Tábua Radler são ilustrados nos exemplos que se seguem.

### d. EXEMPLOS

1. No dia 27/09/93, estando o Veleiro de Oceano “Albatroz” na **posição estimada** Latitude  $25^\circ 12,0' S$  e Longitude  $044^\circ 05,0' W$ , rumo  $280^\circ$ , velocidade 5,0 nós, foi observado o limbo inferior do Sol (**reta da manhã**) às Hleg = 0727, obtendo-se:

$$HCr = 10^h 27^m 17,0^s; ai = 23^\circ 16,8'$$

Calcular a **reta de altura** pela Tábua Radler e plotá-la no “Gráfico para Reta de Altura e Série de Observações”, sabendo-se que  $ei = + 2,6'$ ; Elev = 4,5 m ; Ea = +  $00^h 00^m 04,0^s$ .

#### SOLUÇÃO:

a. O cálculo da **reta de altura** está mostrado no modelo DHN-0607 “RETA DE ALTURA PELA TÁBUA RADLER”, apresentado na figura 28.34.

b. As páginas da Tábua Radler utilizadas no cálculo estão reproduzidas nas figuras 28.35 e 28.36.

c. Os elementos determinativos da **reta de altura** são:

| ASTRO | $\Delta a$ | Az     | POSIÇÃO AUXILIAR (ASSUMIDA)                                       |
|-------|------------|--------|-------------------------------------------------------------------|
| SOL   | + 12,5'    | 080,5° | $\phi_{aux} 25^\circ 04,0' S$ , $\lambda_{aux} 044^\circ 05,3' W$ |

d. A plotagem da **reta de altura** está mostrada na figura 28.37.

Figura 28.34 – Cálculo de Reta de Altura pela Tábua Radler

**RETA DE ALTURA PELA TABUA RADLER**

NAVIO VO "ALBATROZ"

DATA 27/09/93

$\phi$  25° 12.0'S  $\lambda$  044° 05.0'W

|                                 |                   |             |  |  |  |
|---------------------------------|-------------------|-------------|--|--|--|
| ASTRO =                         |                   | SOL         |  |  |  |
| H leg =                         |                   | 0727        |  |  |  |
| R =                             |                   | 280°        |  |  |  |
| od =                            |                   | —           |  |  |  |
| Elev =                          |                   | 4.5 m       |  |  |  |
| H Cp =                          |                   | —           |  |  |  |
| Ea =                            |                   | +00-00-040  |  |  |  |
| H Cr =                          |                   | 10-27-17.0  |  |  |  |
| comp =                          |                   | —           |  |  |  |
| HMG =                           |                   | 10-27-21.0  |  |  |  |
| tG : h ..... =                  |                   | 332° 15.0'  |  |  |  |
| tG : m/s .... =                 |                   | 06° 50.3    |  |  |  |
| v ..... =                       |                   | —           |  |  |  |
| ARV =                           |                   | —           |  |  |  |
| tG/HMG =                        |                   | 339° 05.3'  |  |  |  |
| $\lambda_{aux}$ =               |                   | 044° 05.3'W |  |  |  |
| t =                             |                   | 295°        |  |  |  |
| t <sub>1</sub> =                |                   | 065° E      |  |  |  |
| Primeira entrada na tábua       | $\delta$ =        | 01° 43.3'S  |  |  |  |
|                                 | t <sub>1</sub> =  | 065° E      |  |  |  |
| Elementos fornecidos pela tábua | a =               | 64° 56.7'   |  |  |  |
|                                 | b =               | 04° 04.0'   |  |  |  |
|                                 | b =               | 04° 04.0'   |  |  |  |
|                                 | $\varphi_{aux}$ = | 25° 04.0'S  |  |  |  |
|                                 | C =               | 21°         |  |  |  |
| Segunda entrada na tábua        | C =               | 21°         |  |  |  |
|                                 | a =               | 64° 56.7'   |  |  |  |
| Elementos fornecidos pela tábua | Aqd =             | 80° 30' NE  |  |  |  |
|                                 | ae =              | 23° 17.0'   |  |  |  |
| Correções da altura             | ai =              | 23° 16.8'   |  |  |  |
|                                 | ei =              | + 2.6'      |  |  |  |
|                                 | ao =              | 23° 19.4'   |  |  |  |
|                                 | c <sub>1</sub> =  | - 3.7'      |  |  |  |
|                                 | c <sub>2</sub> =  | + 13.8'     |  |  |  |
|                                 | c <sub>3</sub> =  | —           |  |  |  |
|                                 | a =               | 23° 29.5'   |  |  |  |
|                                 | ae =              | 23° 17.0'   |  |  |  |
| Elementos para plotagem da reta | a-ae =            | + 12.5'     |  |  |  |
|                                 | A =               | 080.5°      |  |  |  |
|                                 | $\varphi_{aux}$ = | 25° 04.0'S  |  |  |  |
|                                 | $\lambda_{aux}$ = | 044° 05.3'W |  |  |  |

DHN - 0607

Calculado por .....

*Alt. N. B.*

## Navegação astronômica e derrotas



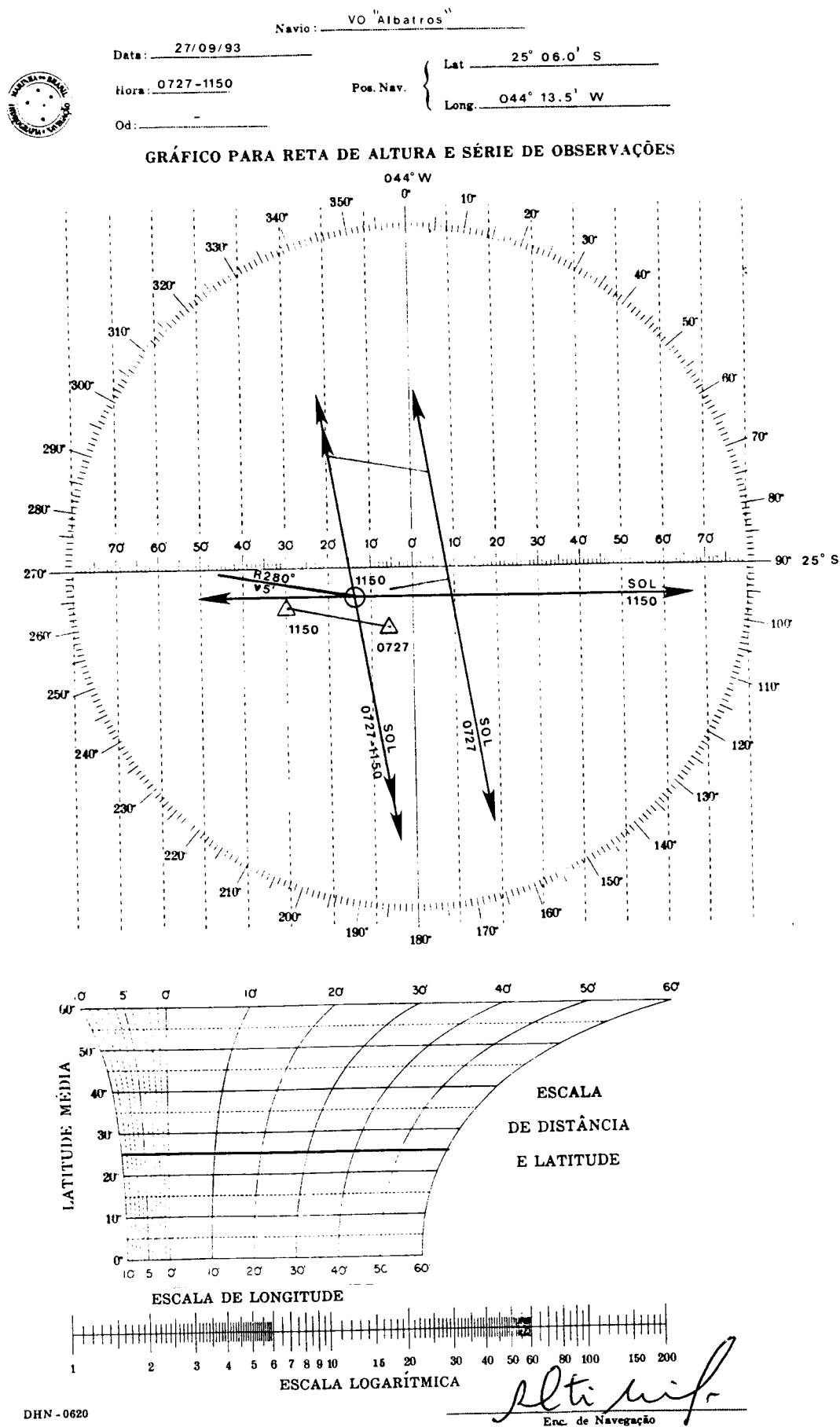
Figura 28.36 – Extrato da Tábua Radler

| DECLINAÇÃO 64° |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ↓              | 00'   |       | 10'   |       | 20'   |       | 30'   |       | 40'   |       | 50'   |       | 60'   |       |
| t <sub>1</sub> | a     | b     | a     | b     | a     | b     | a     | b     | a     | b     | a     | b     | a     | b     |
| α              | α     | α     | α     | α     | α     | α     | α     | α     | α     | α     | α     | α     | α     | α     |
| 45             | 18 03 | 70 58 | 17 57 | 71 06 | 17 50 | 71 14 | 17 43 | 71 22 | 17 37 | 71 30 | 17 30 | 71 37 | 17 23 | 71 45 |
| 46             | 18 23 | 71 17 | 18 16 | 71 25 | 18 09 | 71 32 | 18 02 | 71 40 | 17 56 | 71 48 | 17 49 | 71 55 | 17 42 | 72 03 |
| 47             | 18 42 | 71 36 | 18 36 | 71 44 | 18 28 | 71 51 | 18 21 | 71 59 | 18 14 | 72 06 | 18 07 | 72 14 | 18 00 | 72 21 |
| 48             | 19 01 | 71 56 | 18 54 | 72 03 | 18 47 | 72 10 | 18 40 | 72 18 | 18 32 | 72 25 | 18 25 | 72 33 | 18 18 | 72 40 |
| 49             | 19 19 | 72 15 | 19 12 | 72 23 | 19 05 | 72 30 | 18 58 | 72 37 | 18 50 | 72 45 | 18 43 | 72 52 | 18 36 | 72 59 |
| 50             | 19 37 | 72 36 | 19 30 | 72 43 | 19 23 | 72 50 | 19 15 | 72 57 | 19 08 | 73 05 | 19 01 | 73 12 | 18 53 | 73 19 |
| 51             | 19 55 | 72 56 | 19 48 | 73 03 | 19 40 | 73 10 | 19 33 | 73 17 | 19 25 | 73 25 | 19 18 | 73 32 | 19 10 | 73 39 |
| 52             | 20 13 | 73 17 | 20 05 | 73 24 | 19 57 | 73 31 | 19 50 | 73 38 | 19 43 | 73 45 | 19 36 | 73 52 | 19 27 | 73 59 |
| 53             | 20 30 | 73 38 | 20 22 | 73 45 | 20 14 | 73 52 | 20 07 | 73 59 | 19 59 | 74 06 | 19 51 | 74 13 | 19 44 | 74 19 |
| 54             | 20 46 | 74 00 | 20 39 | 74 07 | 20 31 | 74 14 | 20 23 | 74 20 | 20 15 | 74 27 | 20 07 | 74 34 | 20 00 | 74 40 |
| 55             | 21 03 | 74 22 | 20 55 | 74 29 | 20 47 | 74 35 | 20 39 | 74 42 | 20 31 | 74 48 | 20 23 | 74 55 | 20 15 | 75 02 |
| 56             | 21 19 | 74 45 | 21 11 | 74 51 | 21 03 | 74 58 | 20 55 | 75 04 | 20 47 | 75 10 | 20 39 | 75 17 | 20 31 | 75 23 |
| 57             | 21 34 | 75 07 | 21 26 | 75 14 | 21 18 | 75 20 | 21 10 | 75 26 | 21 02 | 75 33 | 20 54 | 75 39 | 20 46 | 75 46 |
| 58             | 21 49 | 75 31 | 21 41 | 75 37 | 21 33 | 75 43 | 21 25 | 75 49 | 21 17 | 75 55 | 21 08 | 76 01 | 21 00 | 76 07 |
| 59             | 22 04 | 75 54 | 21 56 | 76 00 | 21 48 | 76 06 | 21 39 | 76 12 | 21 31 | 76 18 | 21 23 | 76 24 | 21 14 | 76 30 |
| 60             | 22 19 | 76 18 | 22 10 | 76 24 | 22 02 | 76 29 | 21 53 | 76 35 | 21 45 | 76 41 | 21 37 | 76 47 | 21 28 | 76 53 |
| 61             | 22 33 | 76 42 | 22 24 | 76 48 | 22 16 | 76 53 | 22 07 | 76 59 | 21 59 | 77 04 | 21 50 | 77 10 | 21 42 | 77 16 |
| 62             | 22 46 | 77 06 | 22 38 | 77 12 | 22 29 | 77 17 | 22 20 | 77 23 | 22 12 | 77 28 | 22 03 | 77 34 | 21 55 | 77 39 |
| 63             | 22 59 | 77 31 | 22 51 | 77 38 | 22 42 | 77 42 | 22 33 | 77 47 | 22 25 | 77 52 | 22 16 | 77 58 | 22 07 | 78 03 |
| 64             | 23 12 | 77 56 | 23 03 | 78 01 | 22 55 | 78 06 | 22 46 | 78 11 | 22 37 | 78 17 | 22 28 | 78 22 | 22 19 | 78 27 |
| 65             | 23 25 | 78 21 | 23 16 | 78 26 | 23 07 | 78 31 | 22 58 | 78 36 | 22 49 | 78 41 | 22 40 | 78 46 | 22 31 | 78 51 |
| 66             | 23 37 | 78 47 | 23 28 | 78 52 | 23 19 | 78 56 | 23 10 | 79 01 | 23 01 | 79 06 | 22 52 | 79 11 | 22 43 | 79 16 |
| 67             | 23 48 | 79 13 | 23 39 | 79 17 | 23 30 | 79 22 | 23 21 | 79 27 | 23 12 | 79 31 | 23 03 | 79 36 | 22 54 | 79 40 |
| 68             | 23 59 | 79 38 | 23 50 | 79 43 | 23 41 | 79 48 | 23 32 | 79 52 | 23 22 | 79 57 | 23 13 | 80 01 | 23 04 | 80 05 |
| 69             | 24 10 | 80 05 | 24 00 | 80 09 | 23 51 | 80 14 | 23 42 | 80 18 | 23 33 | 80 22 | 23 23 | 80 27 | 23 14 | 80 31 |
| 70             | 24 20 | 80 32 | 24 10 | 80 36 | 24 01 | 80 40 | 23 52 | 80 44 | 23 43 | 80 48 | 23 33 | 80 52 | 23 24 | 80 56 |
| 71             | 24 29 | 80 59 | 24 20 | 81 03 | 24 11 | 81 06 | 24 01 | 81 10 | 23 52 | 81 14 | 23 42 | 81 18 | 23 33 | 81 22 |
| 72             | 24 38 | 81 26 | 24 29 | 81 30 | 24 20 | 81 33 | 24 10 | 81 37 | 24 01 | 81 41 | 23 51 | 81 44 | 23 42 | 81 48 |
| 73             | 24 47 | 81 53 | 24 38 | 81 57 | 24 29 | 82 00 | 24 19 | 82 04 | 24 09 | 82 07 | 24 00 | 82 11 | 23 50 | 82 14 |
| 74             | 24 56 | 82 21 | 24 46 | 82 24 | 24 36 | 82 27 | 24 27 | 82 31 | 24 17 | 82 34 | 24 08 | 82 37 | 23 58 | 82 41 |
| 75             | 25 03 | 82 48 | 24 53 | 82 51 | 24 44 | 82 55 | 24 34 | 82 58 | 24 25 | 83 01 | 24 15 | 83 04 | 24 06 | 83 07 |
| 76             | 25 10 | 83 16 | 25 01 | 83 19 | 24 51 | 83 22 | 24 41 | 83 25 | 24 32 | 83 28 | 24 22 | 83 31 | 24 13 | 83 34 |
| 77             | 25 17 | 83 44 | 25 07 | 83 47 | 24 58 | 83 50 | 24 48 | 83 53 | 24 38 | 83 55 | 24 29 | 83 58 | 24 19 | 84 01 |
| 78             | 25 23 | 84 13 | 25 14 | 84 15 | 25 04 | 84 18 | 24 54 | 84 20 | 24 44 | 84 23 | 24 35 | 84 25 | 24 25 | 84 28 |
| 79             | 25 29 | 84 41 | 25 20 | 84 43 | 25 10 | 84 46 | 25 00 | 84 48 | 24 50 | 84 50 | 24 40 | 84 53 | 24 31 | 84 55 |
| 80             | 25 35 | 85 10 | 25 25 | 85 12 | 25 15 | 85 14 | 25 05 | 85 16 | 24 55 | 85 18 | 24 45 | 85 20 | 24 36 | 85 22 |
| 81             | 25 39 | 85 38 | 25 30 | 85 40 | 25 20 | 85 42 | 25 10 | 85 44 | 25 00 | 85 46 | 24 50 | 85 48 | 24 40 | 85 50 |
| 82             | 25 44 | 86 07 | 25 34 | 86 09 | 25 24 | 86 10 | 25 14 | 86 12 | 25 04 | 86 14 | 24 54 | 86 16 | 24 44 | 86 17 |
| 83             | 25 48 | 86 36 | 25 38 | 86 37 | 25 28 | 86 39 | 25 18 | 86 40 | 25 08 | 86 42 | 24 58 | 86 43 | 24 48 | 86 45 |
| 84             | 25 51 | 87 05 | 25 41 | 87 06 | 25 31 | 87 07 | 25 21 | 87 09 | 25 11 | 87 10 | 25 01 | 87 11 | 24 51 | 87 13 |
| 85             | 25 54 | 87 34 | 25 44 | 87 35 | 25 34 | 87 36 | 25 24 | 87 37 | 25 14 | 87 38 | 25 04 | 87 39 | 24 54 | 87 40 |
| 86             | 25 56 | 88 03 | 25 46 | 88 04 | 25 36 | 88 05 | 25 26 | 88 06 | 25 16 | 88 07 | 25 06 | 88 07 | 24 56 | 88 08 |
| 87             | 25 58 | 88 32 | 25 48 | 88 33 | 25 38 | 88 34 | 25 28 | 88 34 | 25 18 | 88 35 | 25 08 | 88 35 | 24 58 | 88 36 |
| 88             | 25 59 | 89 01 | 25 49 | 89 02 | 25 39 | 89 02 | 25 29 | 89 03 | 25 19 | 89 03 | 25 09 | 89 04 | 24 59 | 89 04 |
| 89             | 26 00 | 89 31 | 25 50 | 89 31 | 25 40 | 89 31 | 25 30 | 89 31 | 25 20 | 89 32 | 25 10 | 89 32 | 25 00 | 89 32 |
| 90             | 26 00 | 90 00 | 25 50 | 90 00 | 25 40 | 90 00 | 25 30 | 90 00 | 25 20 | 90 00 | 25 10 | 90 00 | 25 00 | 90 00 |
|                | atb   | Aqd   | atb   | Aqd   | atb   | Aqd   | atb   | Aqd   | atb   | Aqd   | atb   | Aqd   | atb   | Aqd   |
|                | 00'   |       | 10'   |       | 20'   |       | 30'   |       | 40'   |       | 50'   |       | 60'   |       |
|                |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

Perpendicular a 64°

Perpendicular a 64°

Figura 28.37 – Plotagem da Reta de Altura



2. O Veleiro de Oceano “Albatroz” permanece no mesmo rumo e velocidade. Prever a Hleg da **passagem meridiana** do Sol.

**SOLUÇÃO:**

a. A primeira providência é entrar no Almanaque Náutico e determinar, para a data em questão, a HML da **passagem meridiana** do Sol:

27/09/93 – HML pmd =  $11^h 51^m$  (ver a figura 23.4).

b. Em seguida, plota-se uma **posição estimada** para este instante, como mostrado na figura 28.37. As coordenadas da referida posição são:

Latitude  $25^\circ 09,2' S$ , Longitude  $044^\circ 29,5' W$

c. Para a **Longitude** da nova **posição estimada**, transforma-se a HML em Hleg:

$$\begin{array}{rcl} 27/09/93 - & \text{HML pmd} = & 11^h 51^m \\ & \text{Long } 044^\circ 29,5' W = & 02^h 58^m W \\ \hline & \text{HMG pmd} = & 14^h 49^m \\ & \text{fuso} = + & 03^h \quad (P) \\ \hline & \text{Hleg pmd} = & 11^h 49^m \end{array}$$

3. Às Hleg = 1150, observou-se o Sol (limbo inferior) na **passagem meridiana**, obtendo-se HCr =  $14^h 49^m 56,0^s$ ; ai =  $66^\circ 27,1'$ . Calcular a **Latitude meridiana**.

**SOLUÇÃO:**

|                            |                                                   |
|----------------------------|---------------------------------------------------|
| ai = $66^\circ 27,1'$ (LI) | HCr = $14^h 49^m 56,0^s$                          |
| ei = + $2,6'$              | Ea = + $00^h 00^m 04,0^s$                         |
| ao = $66^\circ 29,7'$      | HMG = $14^h 50^m 00,0^s$                          |
| dp ap (4,5m) = – $3,7'$    | HMG $14^h$ – Dec = $01^\circ 46,7' S$ (d=+1,0')   |
| a ap = $66^\circ 26,0'$    | acrécimo para 50 min = + $0,8'$                   |
| c = + $15,5'$              | HMG $14^h 50^m 00,0^s$ – Dec = $01^\circ 47,5' S$ |
| a md = $66^\circ 41,5'$    | z md = $23^\circ 18,5'$                           |
| z md = $23^\circ 18,5'$    | Lat md = $25^\circ 06,0' S$                       |

4. Determinar a posição ao meio dia verdadeiro (**posição meridiana**), pela interseção da **Latitude meridiana** com a **reta da manhã** transportada.

**SOLUÇÃO:**

O traçado da **reta meridiana** e a determinação da **posição ao meio dia** (verdadeiro) estão mostrados na figura 28.37. As coordenadas da posição são:

Latitude  $25^\circ 06,0' S$ , Longitude  $044^\circ 13,5' W$

5. A **posição estimada** do NDD “Rio de Janeiro” no **crepúsculo matutino** do dia 07/11/93 é Latitude  $25^\circ 16,0' N$  e Longitude  $040^\circ 32,0' W$ , com o navio no rumo  $270^\circ$ , velocidade 15,0 nós. Na ocasião, são feitas as seguintes observações:

| ASTRO    | HCr                | ai               |
|----------|--------------------|------------------|
| SIRIUS   | $08^h 25^m 53,0^s$ | $38^\circ 12,3'$ |
| CAPELLA  | $08^h 26^m 52,0^s$ | $42^\circ 40,7'$ |
| Denebola | $08^h 27^m 43,0^s$ | $47^\circ 33,0'$ |

Sabendo-se que:

$$ei = + 1,0' ; \text{ Elev} = 14,0\text{m} ; Ea + 00^{\text{h}} 00^{\text{m}} 08,0^{\text{s}}$$

Calcular as **retas de altura** pela Tábua Radler e determinar a posição astronômica do navio.

**SOLUÇÃO:**

a. O cálculo das **retas de altura** está mostrado no modelo DHN-0607 apresentado na figura 28.38.

b. As páginas da Tábua Radler referentes aos cálculos estão reproduzidas na publicação DN 4-2, Tábuas para Navegação Astronômica.

c. Os elementos determinativos das **retas de altura** calculadas são:

| ASTRO    | $\Delta a$ | Az     | POSIÇÃO AUXILIAR (ASSUMIDA)                                                                      |
|----------|------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SIRIUS   | + 8,0'     | 218,7° | $\phi_{\text{aux}} 25^{\circ} 43,0' \text{ N}, \lambda_{\text{aux}} 040^{\circ} 49,9' \text{ W}$ |
| CAPELLA  | - 1,0'     | 310,2° | $\phi_{\text{aux}} 25^{\circ} 25,0' \text{ N}, \lambda_{\text{aux}} 040^{\circ} 14,0' \text{ W}$ |
| Denebola | - 5,5'     | 095,5° | $\phi_{\text{aux}} 24^{\circ} 55,0' \text{ N}, \lambda_{\text{aux}} 040^{\circ} 19,9' \text{ W}$ |

d. A **posição astronômica** está plotada na figura 28.39. Suas **coordenadas geográficas** são:

Latitude  $25^{\circ} 15,0' \text{ N}$ , Longitude  $040^{\circ} 23,0' \text{ W}$  (Hleg = 0528).



Figura 28.38 – Cálculo de Retas de Altura pela Tábua Radler

**RETA DE ALTURA PELA TÁBUA RADLER**

NAVIO ... NDD " RIO DE JANEIRO "

DATA ... 07/11/93

φ ... 25° 16.0' N λ ... 040° 32.0' W

|                                 |                                 |              |              |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|
| ASTRO =                         | SÍRIUS                          | CAPELLA      | Denebola     |
| H leg =                         | 0526                            | 0527         | 0528         |
| R =                             | 270°                            | 270°         | 270°         |
| od =                            | —                               | —            | —            |
| Elev =                          | 14.0 m                          | 14.0 m       | 14.0 m       |
| H Cp =                          | —                               | —            | —            |
| Ea =                            | +00-00-08.0                     | +00-00-08.0  | +00-00-08.0  |
| H Cr =                          | 08-25-53.0                      | 08-26-52.0   | 08-27-43.0   |
| comp =                          | —                               | —            | —            |
| HMG =                           | 08-26-04.0                      | 08-27-00.0   | 08-27-51.0   |
| tG : h ..... =                  | 166° 32.2'                      | 166° 32.2'   | 166° 32.2'   |
| tG : m/s .... =                 | 06° 31.3'                       | 06° 46.1'    | 06° 58.9'    |
| v ..... =                       | —                               | —            | —            |
| ARV =                           | 258° 46.4'                      | 280° 55.7'   | 182° 48.8'   |
| tG/HMG =                        | 071° 49.9'                      | 094° 14.0'   | 356° 19.9'   |
| λ <sub>aux</sub> =              | 040° 49.9' W                    | 040° 14.0' W | 040° 19.9' W |
| t =                             | 031°                            | 054°         | 316°         |
| t <sub>1</sub> =                | 031° W                          | 054° W       | 044° E       |
| Primeira entrada na tábua       | z = 16° 42.4' S                 | 45° 59.4' N  | 14° 36.3' N  |
|                                 | t <sub>1</sub> = 031° W         | 054° W       | 044° E       |
| Elementos fornecidos pela tábua | a = 29° 33.5'                   | 34° 12.0'    | 42° 14.0'    |
|                                 | b = 19° 17.0'                   | 60° 25.0'    | 19° 55.0'    |
|                                 | b = 19° 17.0'                   | 60° 25.0'    | 19° 55.0'    |
|                                 | φ <sub>aux</sub> = 25° 43.0' N  | 25° 25.0' N  | 24° 55.0' N  |
|                                 | c = 45°                         | 35°          | 05°          |
| Segunda entrada na tábua        | C = 45°                         | 35°          | 05°          |
|                                 | a = 29° 33.5'                   | 34° 12.0'    | 42° 14.0'    |
| Elementos fornecidos pela tábua | Aqd = 38° 43.5' W               | 49° 50' NW   | 84° 31' SE   |
|                                 | ae = 37° 57.5'                  | 42° 35.0'    | 47° 32.0'    |
|                                 | ai = 38° 12.3'                  | 42° 40.7'    | 47° 33.0'    |
|                                 | ei = + 1.0'                     | + 1.0'       | + 1.0'       |
|                                 | ao = 38° 13.3'                  | 42° 41.7'    | 47° 34.0'    |
|                                 | c <sub>1</sub> = — 6.6'         | — 6.6'       | — 6.6'       |
|                                 | c <sub>2</sub> = — 1.2'         | — 1.1'       | — 0.9'       |
|                                 | c <sub>3</sub> = —              | —            | —            |
|                                 | a = 38° 05.5'                   | 42° 34.0'    | 47° 26.5'    |
|                                 | ae = 37° 57.5'                  | 42° 35.0'    | 47° 32.0'    |
|                                 | a-ae = + 08.0'                  | — 01.0'      | — 05.5'      |
| Correções da altura             | a-ae = + 08.0'                  | — 01.0'      | — 05.5'      |
|                                 | A = 218.7°                      | 310.2°       | 095.5°       |
| Elementos para plotagem da reta | φ <sub>aux</sub> = 25° 43.0' N  | 25° 25.0' N  | 24° 55.0' N  |
|                                 | λ <sub>aux</sub> = 040° 49.9' W | 040° 14.0' W | 040° 19.9' W |

DHN - 0607

Calculado por

*Alt. Inf.*

Figura 28.39 – Plotagem da Posição Astronômica

