

**ACHERNAR** ( $\alpha$  Eridani): Mag. 0,6, ARV 336°, Dec 57° S. Uma estrela brilhante e isolada, aproximadamente no alinhamento Fomalhaut–Canopus, quase à mesma distância destas duas estrelas. Fica ao norte e forma um triângulo retângulo com as duas “Nuvens de Magalhães”.

**PEACOCK** ( $\alpha$  Pavonis): Mag. 2,1, ARV 054°, Dec 57° S. Uma linha partindo de Antares, através de Shaula (o ferrão da cauda do Escorpião), leva a Peacock, que é a estrela a NW de um grupo de 4 astros que formam um quadrilátero peculiar (figura 30.12).

## 30.4 CARTAS CELESTES

### a. DESCRIÇÃO E USO

As Cartas Celestes facilitam muito a identificação de **estrelas**. Ademais, servem para que o interessado estude o céu, reconheça as principais constelações, visualize os alinhamentos acima citados e identifique as principais estrelas usadas em navegação.

Um mapa da Terra sem distorções só pode ser traçado sobre um globo que represente a esfera terrestre em escala. Da mesma forma, uma verdadeira Carta Celeste só poderia ser traçada sobre um globo representando a Esfera Celeste.

As Cartas Celestes traçadas sobre uma superfície plana (folha de papel), assim como os mapas e cartas que representam a Terra, usam vários sistemas de projeções cartográficas. Nem o Sol, nem a Lua ou os planetas podem ser representados nas Cartas Celestes, pois, como vimos, estes astros movem-se continuamente entre as estrelas, que ocupam posições “fixas”, umas com relação às outras.

As Cartas Celestes são baseadas no sistema de Coordenadas Equatoriais Uranográficas, usando a Declinação como a coordenada vertical e a Ascensão Reta (ou Ascensão Reta Versa) como coordenada horizontal. Algumas utilizam projeções polares, mostrando as constelações em torno dos pólos celestes e sendo especialmente úteis na visualização dos movimentos e posições relativas das estrelas circumpolares.

As Cartas Celestes são baseadas num ponto de vista situado dentro da Esfera Celeste, ou seja, conforme o céu é visto da Terra. Nestas cartas, o Norte está no tope e o Sul na parte de baixo, como em todas as outras, mas o Leste está no lado esquerdo e o Oeste no lado direito. As direções cardeais ficam corretas quando a Carta Celeste é mantida sobre a cabeça, com o tope na direção do Norte. Nesta posição, a representação mostrada na Carta Celeste aproxima-se da aparência do firmamento.

Inicialmente, para utilizar uma Carta Celeste, temos que localizar o nosso Zênite na carta, para o instante da observação. Como vimos, por causa da diferença entre **tempo sideral** e **tempo médio**, as estrelas nascem e se põem 4 minutos (1°) mais cedo todos os dias, para uma posição fixa na Terra, com o resultado de que a aparência do céu a cada noite é diferente, para uma mesma hora, em um determinado lugar. Isto equivale a dizer que, para uma posição fixa na Terra e para uma mesma hora, o Zênite do observador move-se 30° para Leste na Esfera Celeste a cada mês. Ademais, em virtude do movimento diurno (movimento aparente) dos astros, causado pela rotação da Terra, o Zênite move-se 30° para Leste na Esfera Celeste a cada duas horas. Assim, é necessário situar o Zênite do observador na Carta Celeste, para o instante considerado, a fim de determinar qual a parte do céu que estará visível (acima do horizonte) na data e hora da observação.

Isto é feito em duas etapas. Primeiro, usamos nossa **Latitude** como se fosse **Declinação**, pois sabemos que estas duas coordenadas representam a mesma grandeza, isto é, a distância angular ao Equador. Por exemplo, se a Latitude do observador é  $17^\circ$  S, todas as estrelas cuja Declinação seja cerca de  $17^\circ$  S, como Sirius, passarão próximo do seu Zênite durante as seguintes 24 horas.

Em seguida, temos que localizar na Carta Celeste a posição do meridiano do observador no instante da observação. Para isso, é necessário lembrar que a Ascensão Reta Versa (ARV) de um astro, ou de um ponto qualquer, é a distância angular do círculo horário do Ponto Vernal ( $\gamma$ ) ao do astro, ou ponto, medida para Oeste, de  $000^\circ$  a  $360^\circ$ , e que o Ângulo Horário Local do Ponto Vernal ( $AHL_\gamma$ ) é a distância angular entre o meridiano local e o círculo horário do Ponto Vernal, medida também para Oeste, de  $000^\circ$  a  $360^\circ$ , a partir do meridiano local. Assim, se a Carta Celeste utilizar a Ascensão Reta Versa (ARV) como coordenada horizontal, a ARV do Zênite do observador será igual a  $360^\circ - AHL_\gamma$  para o instante da observação. Se a Carta Celeste utilizar a Ascensão Reta (distância angular entre o círculo horário do Ponto Vernal e o do astro, ou ponto, medida para Leste, de  $000^\circ$  a  $360^\circ$ ) como coordenada horizontal, a AR do Zênite será igual ao  $AHL_\gamma$  para o instante considerado. Normalmente, em Astronomia a ARV é expressa em unidades de arco (graus), enquanto a AR é expressa em unidades de tempo ( $1 \text{ hora} = 15^\circ$ ). O valor do  $AHL_\gamma$  pode ser obtido, como sabemos, combinando-se o valor do  $AHG_\gamma$  fornecido pelo Almanaque Náutico com a Longitude do lugar.

Localizado o Zênite na Carta Celeste, o Horizonte Celeste estará a  $90^\circ$ , em todas as direções.

Em seguida, são apresentadas 6 Cartas Celestes (figuras 30.10 a 30.15a), mostrando todas as estrelas utilizadas em Navegação Astronômica. As duas cartas das regiões polares são construídas na Projeção Polar Azimutal Eqüidistante; as outras quatro na Projeção Transversa de Mercator.

Para usar uma das cartas polares, posicione-se de frente para o pólo elevado e segure a carta correspondente, com o nome do mês em que se está para cima. Ela estará, então, corretamente orientada para 2200 horas (HML). Para cada hora de diferença da  $HML = 2200$ , gire a carta de 1 hora, como mostrado pelas linhas radiais impressas na carta (para a esquerda, se a observação for mais cedo, ou para a direita, se a observação for mais tarde que  $HML = 2200$ ). A região em torno do pólo elevado será a única região polar visível. A figura 30.10 representa a região em torno do Pólo Norte Celeste. A figura 30.15 mostra a área próxima do Pólo Sul Celeste.

Para usar uma das quatro cartas na Projeção Transversa de Mercator, segure-a sobre a cabeça, com o tope da folha na direção Norte. A margem esquerda da carta será, então, o Leste; a margem direita o Oeste e o pé da folha o Sul. Os paralelos das cartas, representados por linhas curvas, indicam pontos de mesma Declinação, ou Latitude. A graduação correspondente é mostrada ao longo do círculo horário central (ou linha vertical central) da carta. Assim, a Latitude do observador é plotada usando os paralelos de Declinação como referência.

As cartas são preparadas para  $HML = 2200$  das datas especificadas. Para cada 15 dias mais tarde, subtraia 1 hora, para determinar a hora em que o céu aparecerá como representado na carta; para cada 15 dias mais cedo, some 1 hora às  $HML = 2200$  para obter a hora em que o céu estará conforme mostrado na carta. Os números abaixo do Equador Celeste indicam Ascensão Reta (AR), ou  $AHL_\gamma$ , em unidades de tempo. Os números acima do Equador Celeste indicam Ascensão Reta Versa (ARV), ou  $360^\circ - AHL_\gamma$

em unidades de arco. As curvas verticais correspondentes a estas graduações representam os círculos horários, ou os meridianos celestes. O meridiano do observador no instante da observação pode ser, então, determinado pelo valor da sua ARV ( $360^\circ - AHL\gamma$ ) ou AR ( $AR = AHL\gamma$ ) no referido instante.

Nas 6 Cartas Celestes, as linhas tracejadas interligam estrelas da mesma constelação ou indicam os alinhamentos notáveis no céu anteriormente mencionados.

Localizado o Zênite do observador para o instante da observação, a configuração do céu será obtida na Carta Celeste correspondente.

**EXEMPLO:**

Para um observador situado na Lat  $15^\circ 00,0'S$ , Long  $030^\circ 30,0'W$ , às Hleg = 0500 (crepúsculo matutino), no dia 06 de novembro de 1993, teríamos:

$$\begin{array}{r} \text{Hleg} = 05^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}} \\ \text{fuso} = + 02^{\text{h}} \quad (\text{O}) \\ \hline \text{HMG} = 07^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}} \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} \text{AHG}\gamma = 150^\circ 30,6' \\ \text{Long} = 030^\circ 30,0'W \\ \hline \text{AHL}\gamma = 120^\circ 00,6' = 08\text{h } 00,04\text{m} \end{array}$$

**Figura 30.10 - Carta Celeste. Região Próxima do Pólo Norte Celeste**

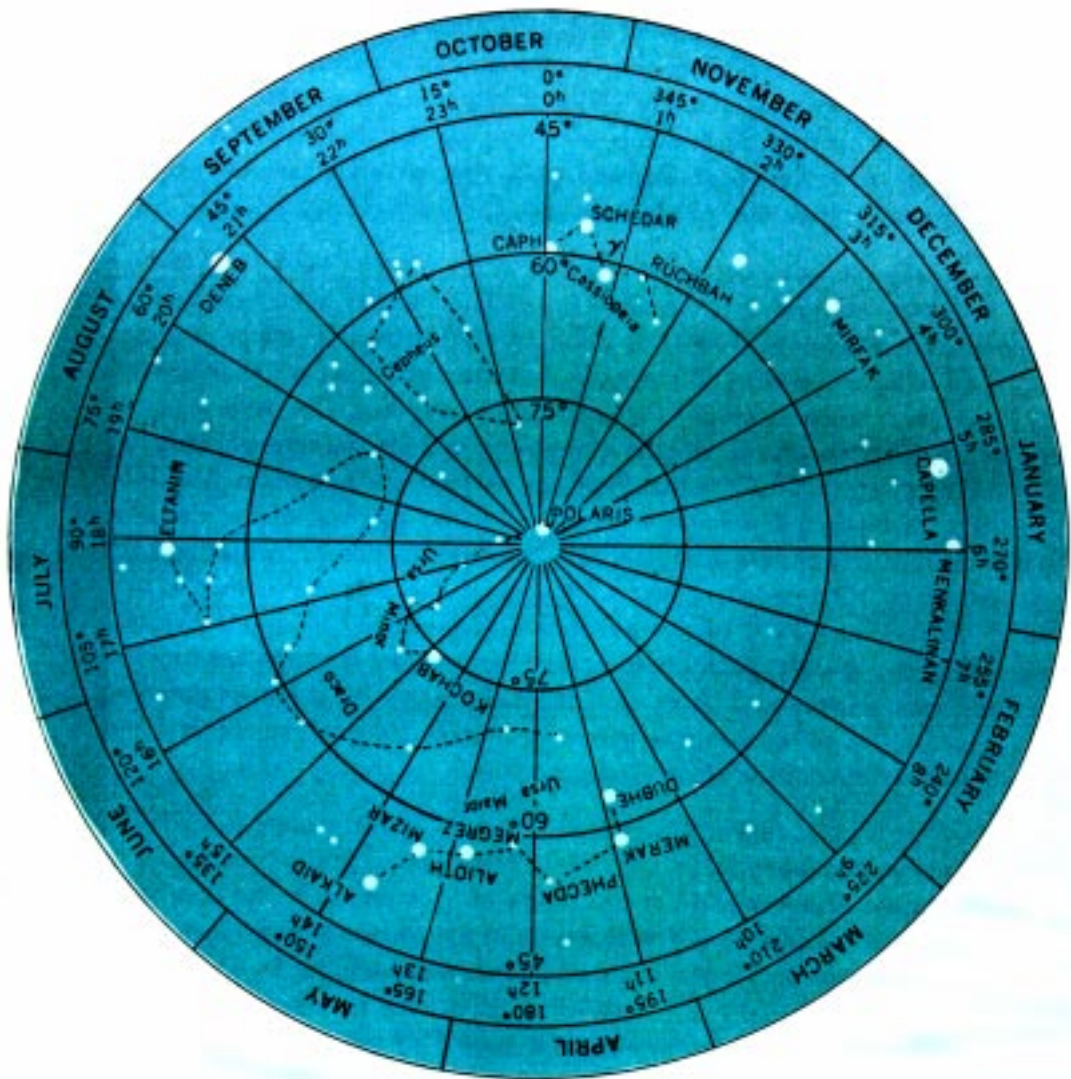
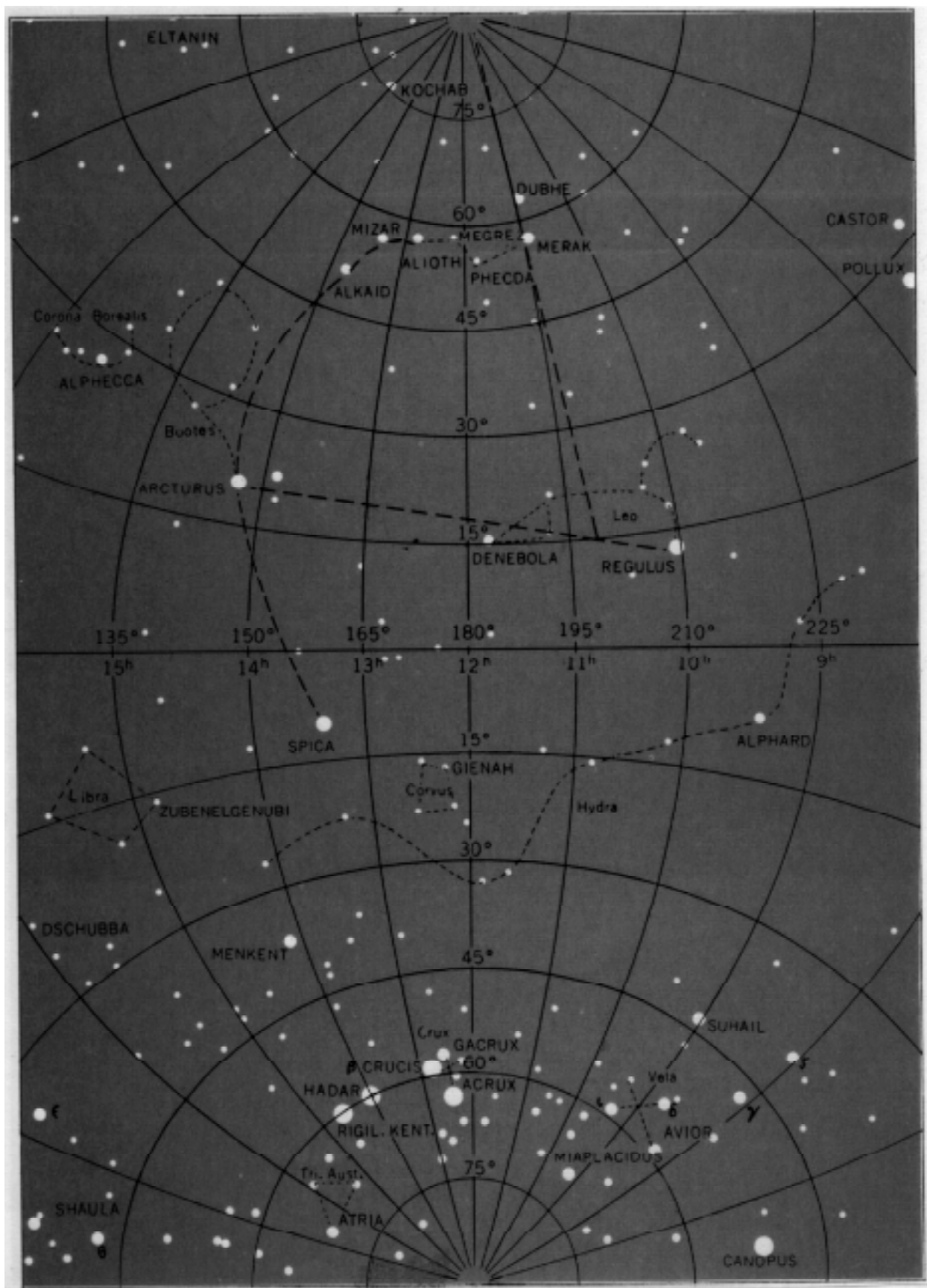
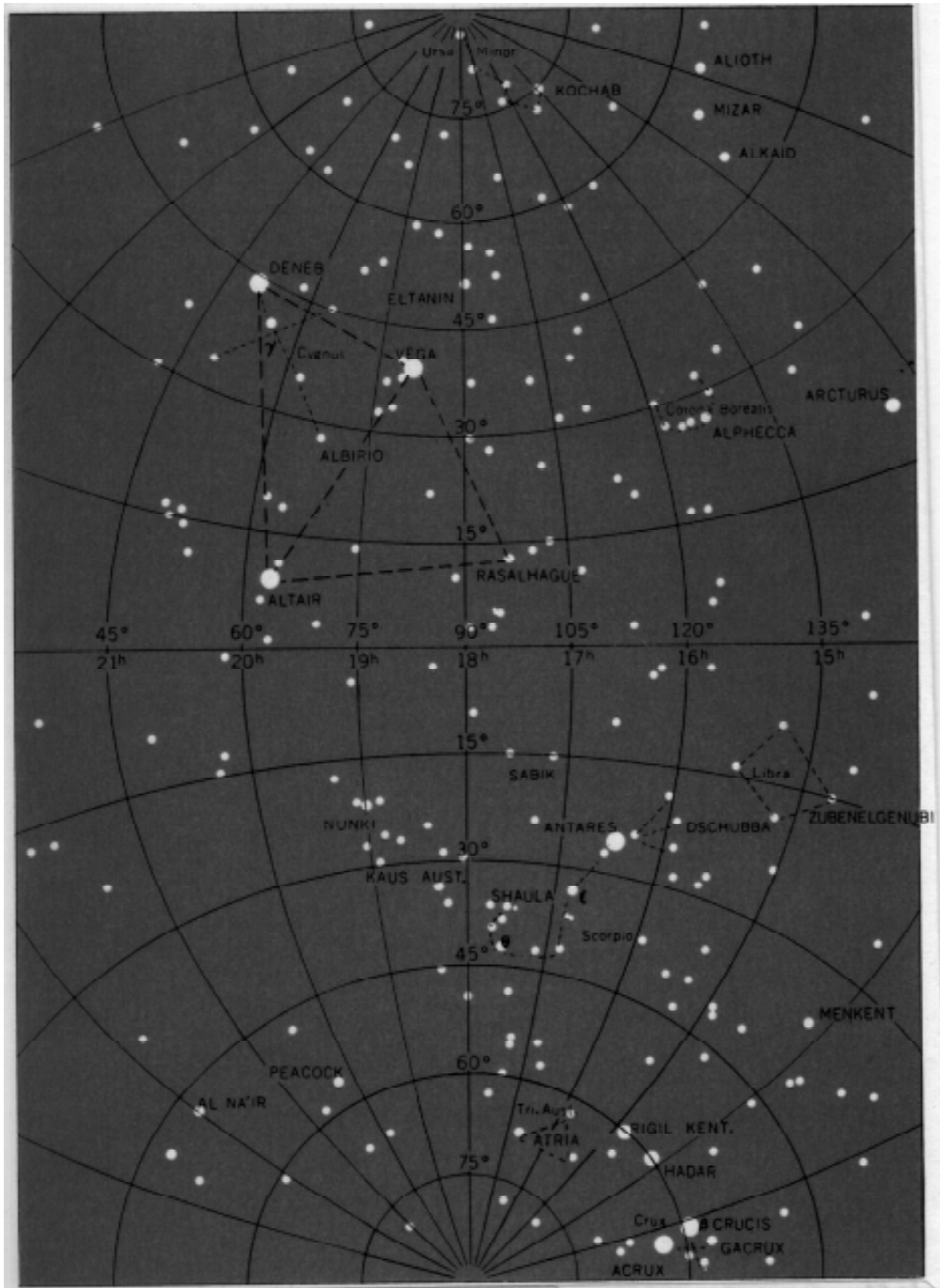


Figura 30.11 - Carta Celeste. Céu Vespertino de Outono no Hemisfério Sul (HML 2200/22 ABR)

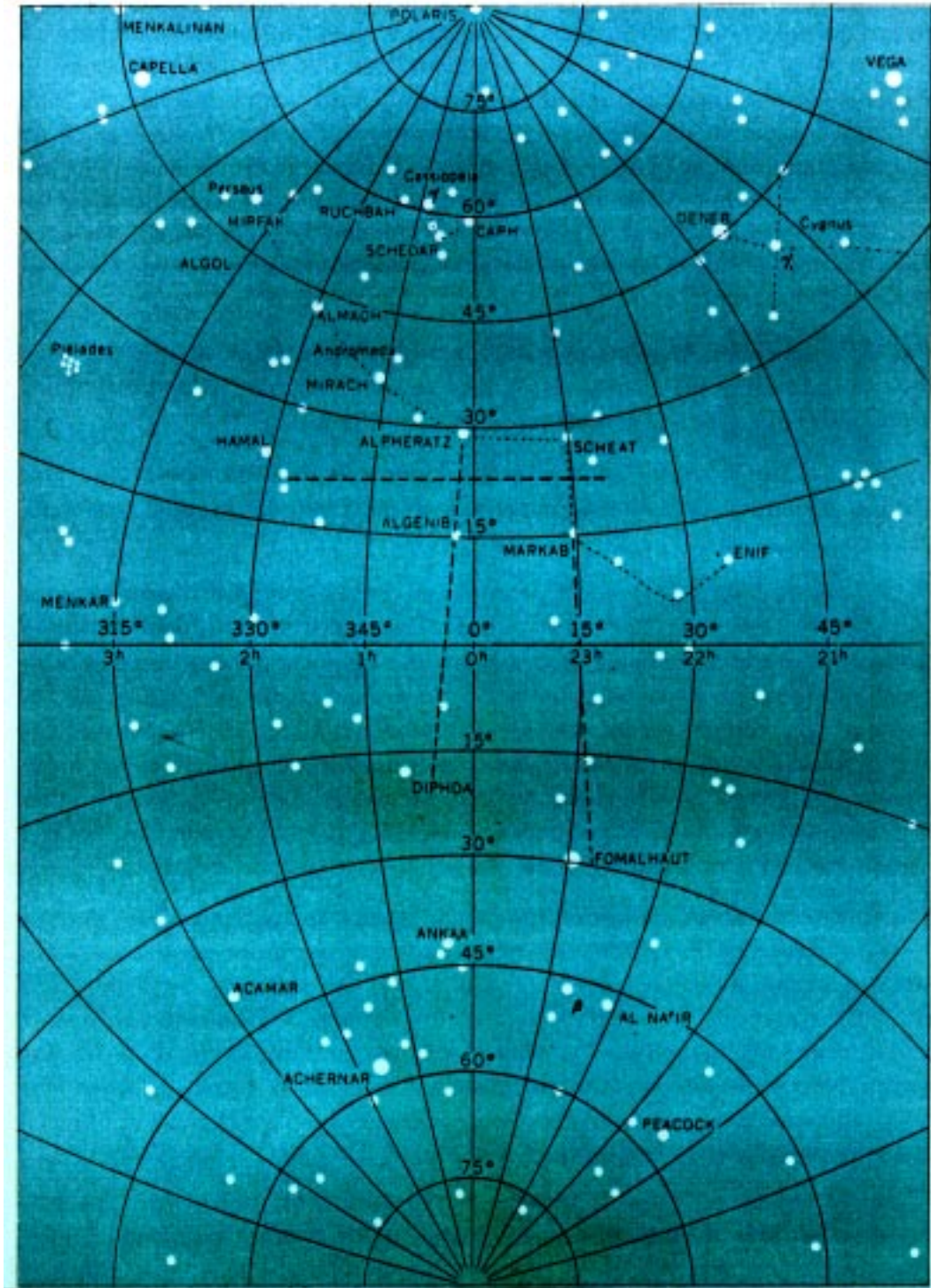


**Figura 30.12 – Carta Celeste. Céu Vespertino de Inverno no Hemisfério Sul (HML 2200/22 JUL)**





**Figura 30.13 – Carta Celeste. Céu Vespertino de Primavera no Hemisfério Sul (HML 2200/21 OUT)**



**Figura 30.14 - Carta Celeste. Céu Vespertino de Verão no Hemisfério Sul (HML 2200/21 JAN)**

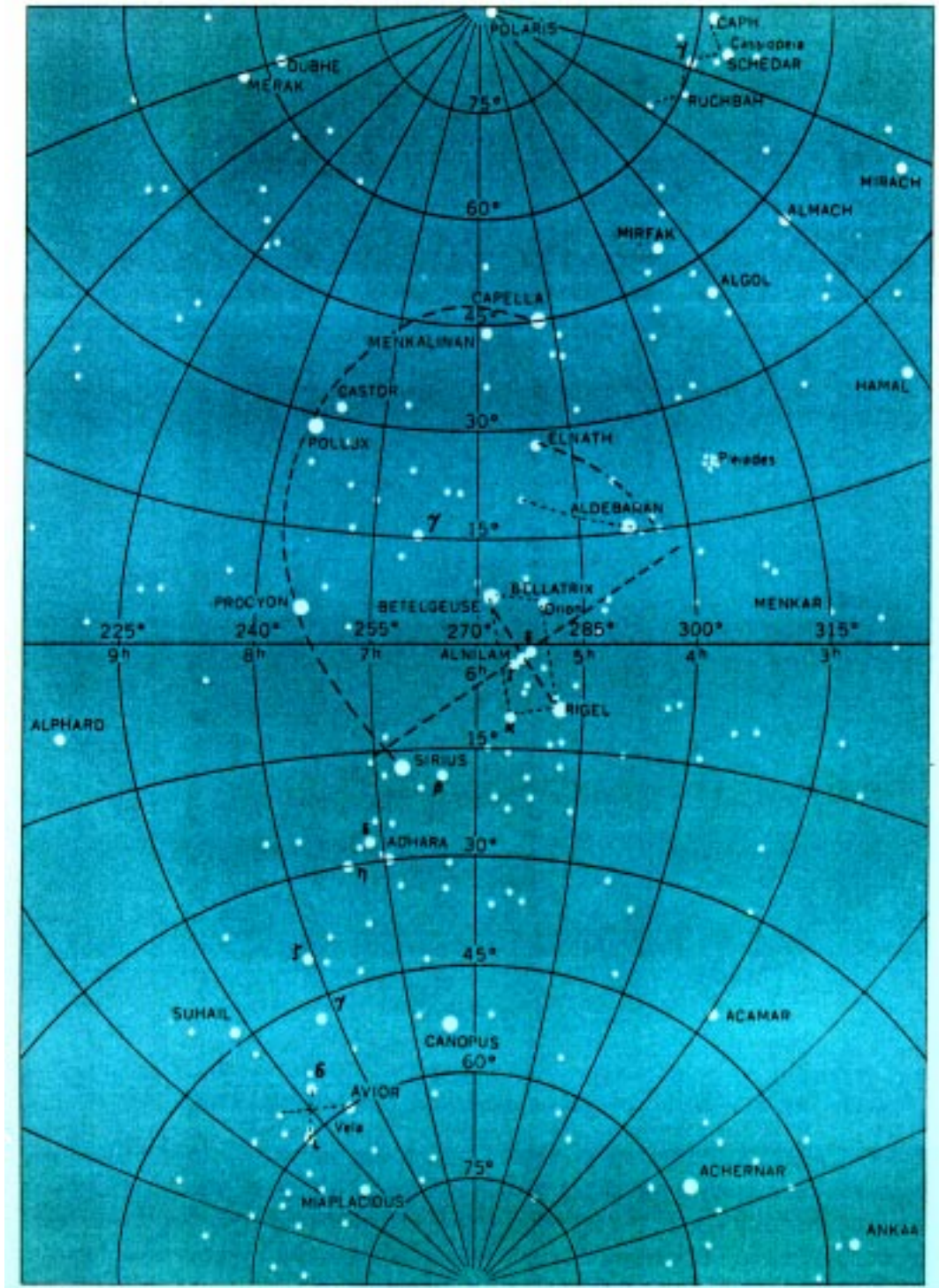
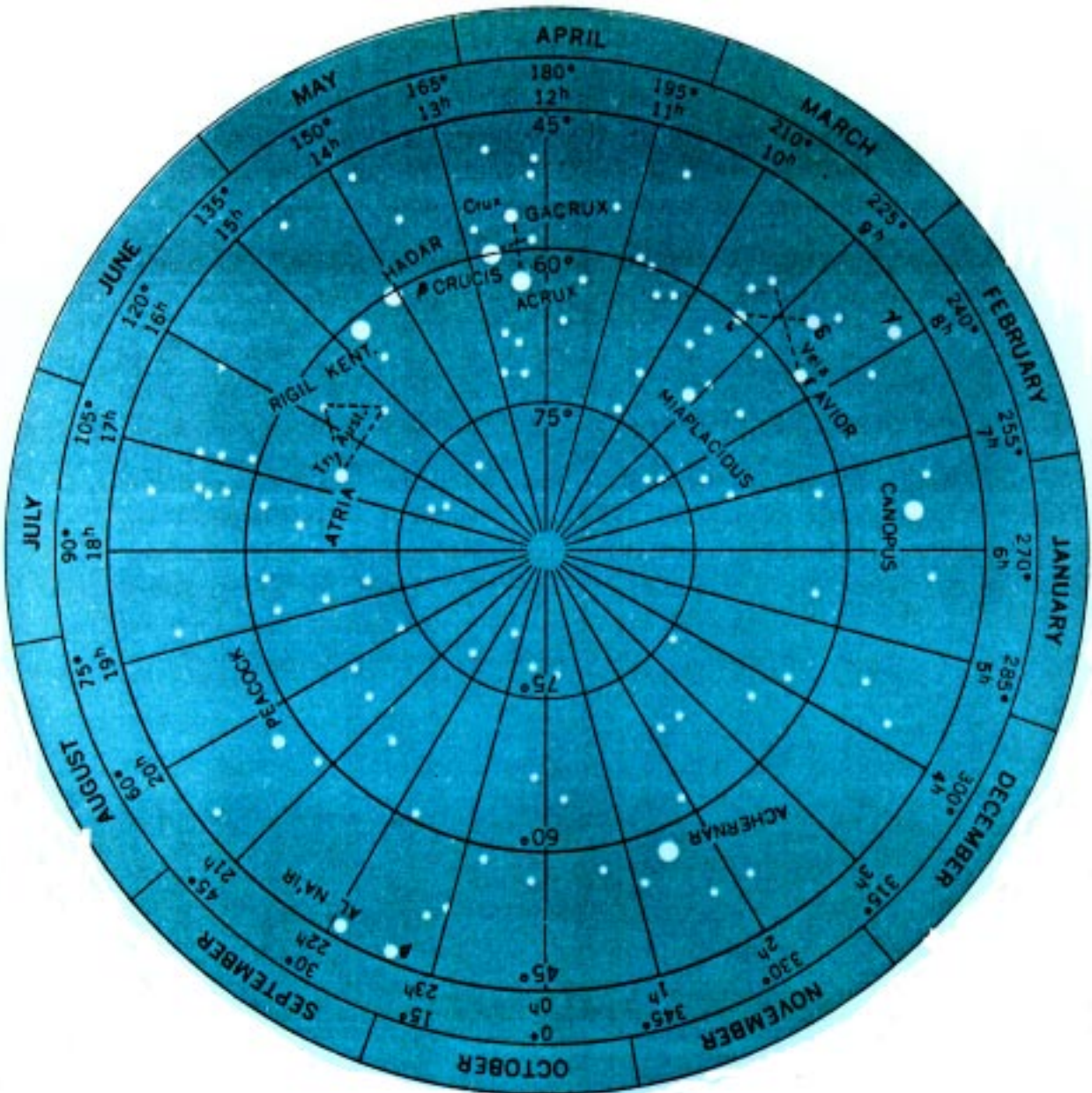


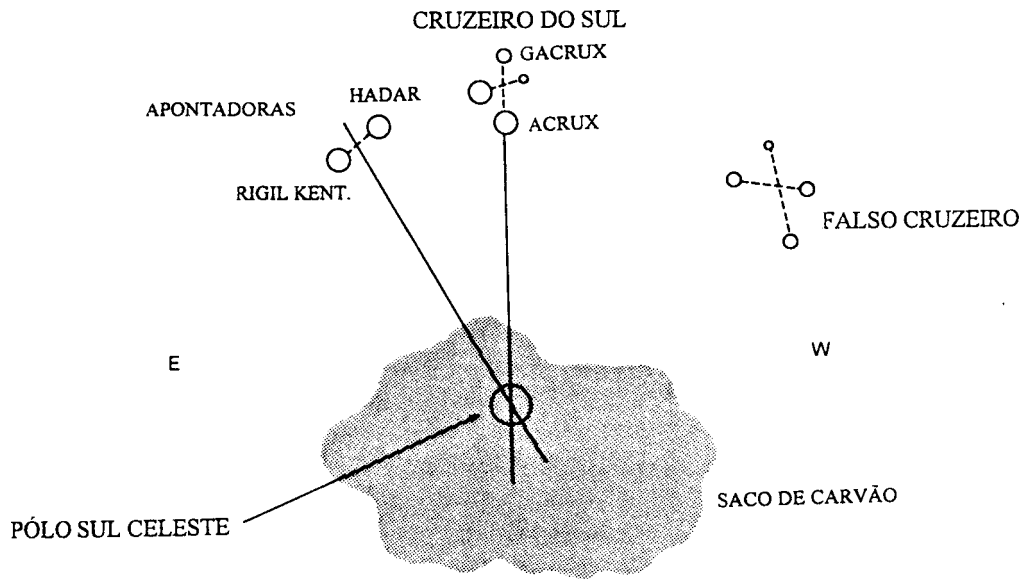


Figura 30.15 - Carta Celeste. Região Próxima do Pólo Sul Celeste





**Figura 30.15a - Localização do Pólo Sul Celeste**



Então, a Ascensão Reta do meridiano do observador é  $AR \cong 08^h$  e sua  $ARV \cong 240^\circ$  (isto é,  $360^\circ - AHL_\gamma$ )

Assim, o Zênite do observador estará localizado na Carta Celeste da figura 30.14, na interseção do paralelo de Declinação de  $15^\circ S$  com o círculo horário, ou meridiano celeste, de  $240^\circ$  (ou  $08^h$ ). A configuração do céu no crepúsculo matutino de 06/11/93, desta forma, mostrará muitas estrelas de primeira grandeza e constelações notáveis. Entre elas, por exemplo, estará visível, ainda alta no céu a Oeste, Orion, uma das constelações mais conhecidas em todo o firmamento, com o seu conspícuo cinturão (as “Três Marias”), Rigel, Betelgeuse e Bellatrix. A partir de Orion, para SE, encontra-se Sirius, relativamente próxima e a Oeste do Zênite do observador. De Sirius para o Sul, encontrar-se-á Canopus, à meia altura, em boas condições para observação com o sextante. Ao Norte do Zênite, um pouco para W, encontram-se, quase no mesmo alinhamento, Procyon, bem alta no céu, e Pollux, à meia altura, também em boas condições de observação. Aldebaran, no céu a NW, seria igualmente visível e estaria em condições de observação. Da mesma forma, visível, no céu a NE, estaria Regulus (ver a figura 30.11).

Em virtude de as Coordenadas Equatoriais Uranográficas das estrelas variarem muito lentamente, as Declinações e Ascensões Retas (ou Ascensões Retas Versas) representadas nas Cartas Celestes são consideradas praticamente constantes, o que permite utilizar estas cartas durante muitos anos.

Ao utilizar uma Carta Celeste deve-se recordar sempre que as posições aparentes das estrelas estão constantemente variando, por causa dos movimentos da Terra. Se o observador mudar sua posição na superfície terrestre, ocorrerá uma variação adicional na posição aparente das estrelas. Lembre-se, também, que os limites de observação estarão a  $90^\circ$  do Zênite, em todas as direções. Assim, num determinado instante, um observador poderá ver metade da Esfera Celeste. As estrelas realmente visíveis dependerão da Latitude e do  $AHL_\gamma$ , que determinarão a localização do Zênite do observador e a orientação do seu meridiano na Carta Celeste.

## b. CARTAS CELESTES DO ALMANAQUE NÁUTICO

O Almanaque Náutico apresenta 4 Cartas Celestes, duas na Projeção Polar Azimutal Eqüidistante, centradas, respectivamente, no Pólo Norte e no Pólo Sul Celeste e abrangendo até a Declinação de  $10^\circ$  em cada hemisfério, e duas na Projeção de Mercator, apresentando as **estrelas equatoriais**, situadas na faixa de Declinação de  $30^\circ\text{N}$  a  $30^\circ\text{S}$ , sendo uma de ARV  $000^\circ$  a  $180^\circ$  e a outra de ARV  $180^\circ$  a  $360^\circ$ .

Tais cartas, apresentadas nas páginas 275 e 276, são destinadas à identificação de estrelas. Elas apresentam as posições relativas das estrelas no céu, como vistas da Terra e as configurações das principais constelações. As estrelas de cada constelação são ligadas por linhas pontilhadas. As constelações são identificadas por seus nomes e as estrelas principais por seus nomes e número de referência. As cartas são baseadas no sistema de Coordenadas Equatoriais Uranográficas, usando Declinação e Ascensão Reta Versa.

O Zênite do observador pode ser localizado nas Cartas Celestes do Almanaque Náutico conforme anteriormente mencionado, isto é, sua Latitude é plotada com relação aos paralelos de Declinação e o meridiano local a qualquer instante pode ser localizado nas cartas por meio de sua Ascensão Reta Versa ( $ARV = 360^\circ - AHL\gamma$ ). Com estes dados, pode-se plotar a posição do Zênite em qualquer das 4 Cartas.

Do Zênite ao Horizonte Verdadeiro são  $90^\circ$ . Num globo que represente a Esfera Celeste, com centro no Zênite do observador e raio esférico de  $90^\circ$ , traçando uma circunferência, em seu interior se encontram todos os astros visíveis no momento. Numa carta, devido às distorções, não podemos fazer isso. Como vimos, os círculos se apresentam como ovais distorcidos numa Projeção Azimutal Eqüidistante e, na Projeção de Mercator, poderão ser mostrados como uma elipse, uma parábola ou uma senóide. Temos de recorrer a artifícios para limitar, de modo prático, nosso horizonte nas cartas do Almanaque Náutico.

As deformações na Projeção Azimutal Eqüidistante são no sentido dos paralelos de Declinação, pois a projeção é **eqüidistante meridiana**. E, ainda mais, há aumento linear conforme o Zênite se afasta do centro da projeção, e não diminuição. Se, portanto, traçarmos, com centro no Zênite, um círculo de  $90^\circ$  de raio, medido na escala dos meridianos de ARV, estaremos errando para menos, isto é, na verdade não estaremos abrangendo todo o horizonte. Na prática, limitaremos ainda mais, traçando o círculo com  $80^\circ$  de raio, pois, assim, já excluiremos as estrelas que não devemos observar, devido aos efeitos indesejáveis da refração astronômica nas baixas alturas.

Contudo, devemos plotar essa circunferência em ambos os hemisférios, ou seja, tanto no hemisfério do mesmo nome da Latitude, como no de nome contrário. Para isso, prolongamos o raio traçado através da ARV do Zênite além dos limites da carta, e sobre ele, a partir do pólo, tomamos a distância angular entre o pólo considerado e a Latitude do observador, medindo-a na escala radial. Suponhamos, por exemplo, que a ARV do Zênite é  $140^\circ$  e a Declinação  $30^\circ\text{S}$ , e queremos plotar essa posição na carta cujo centro é o Pólo Norte: traçamos o raio através de  $140^\circ$  de ARV prolongando-o além do limite da Carta sobre esse raio e, a partir do pólo, medimos  $120^\circ$  ( $90^\circ$  do pólo ao Equador e  $30^\circ$  do Equador até a Latitude do observador); o ponto assim determinado é o Zênite. Isso está mostrado na figura 30.16 em linha tracejada, o Zênite sendo indicado por um ponto envolvido por um quadrado e marcado pelo algarismo 1.