

1. Classificação <i>INPE-COM.10/PE</i>		2. Período	4. Critério de Distribuição:
3. Palavras Chave (selecionadas pelo autor) <i>NOMOGRAMA</i> <i>ALTURA SOLAR</i> <i>REFLEXO SOLAR</i>			interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/>
5. Relatório nº <i>INPE-1083-PE/069</i>	6. Data <i>Julho 1977</i>	7. Revisado por - <i>Jose Antonio Lorenzetti</i>	
8. Título e Sub-Título <i>NOMOGRAMAS DE ALTURA SOLAR</i>		9. Autorizado por - <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor	
10. Setor <i>DSR/SRM</i>	Código <i>423</i>	11. Nº de cópias <i>15</i>	
12. Autoria <i>Carlos Alberto Steffen</i>		14. Nº de páginas <i>19</i>	
13. Assinatura Responsável <i>Carlos A. Steffen</i>		15. Preço	
16. Sumário/Notas  <i>Uma técnica para a obtenção de dados temporais e direcionais de insolação em áreas do hemisfério sul é discutida. Os resultados, condensados sob a forma de nomogramas, são apresentados visando sua utilização no planejamento de missões de sensoriamento remoto ou aerofotogrametria. Um gabarito com as distâncias focais mais comuns é utilizado para controlar a posição do reflexo solar em imagens de superfícies líquidas.</i>			
17. Observações <i>Trabalho a ser apresentado no 8º Encontro da Soc. Bras. de Cartografia (25 a 31 de julho) - Fortaleza.</i>			

## NOMOGRAMAS DE ALTURA SOLAR

### RESUMO

Uma técnica para a obtenção de dados temporais e direcionais de insolação em áreas do hemisfério sul é discutida. Os resultados, condensados sob a forma de nomogramas, são apresentados visando sua utilização no planejamento de missões de sensoriamento remoto ou aerofotogrametria. Um gabarito com as distâncias focais mais comuns é utilizado para controlar a posição do reflexo solar em imagens de superfícies líquidas.

### INTRODUÇÃO

Este trabalho descreve uma técnica simples de se obter informações sobre a posição do sol com relação a uma área objeto de sensoriamento remoto fotográfico ou levantamento aerofotogramétrico.

O correto planejamento de uma missão aerofotográfica exige o conhecimento prévio das condições direcionais e temporais da insolação, na área pesquisada, uma vez que a quantidade e qualidade da radiação solar total, incidente na superfície, são funções da elevação solar e constituem fatores importantes, a serem considerados, para a obtenção de imagens que reproduzam fielmente as características dos alvos de interesse.

Mesmo quando não exista um forte compromisso entre a altura solar e a qualidade da imagem, é necessário o conhecimento do período em que o sol permanecerá acima de determinada elevação, considerada mínima para os objetivos da missão.

Quando missões aerofotográficas são conduzidas sobre rios, lagos ou áreas oceânicas, é possível que o reflexo do sol seja

enquadrado no campo de visada da câmara. Nesse caso, a imagem registrada será caracterizada por uma região de brilho excessivo, onde o baixo contraste dificultará o reconhecimento de detalhes. Por outro lado, a missão pode ser executada com a finalidade específica de obtenção de imagens do reflexo solar, cujas características permitem inferir o estado de agitação da superfície, ventos, etc..

Frente a essas situações, os nomogramas apresentados neste trabalho constituem um instrumento simples, e de razoável precisão, na obtenção de dados da posição solar, fator indispensável ao correto planejamento da missão.

### GEOMETRIA DO NOMOGRAMA

Cada curva do nomograma, representa o deslocamento diário do reflexo solar sobre uma superfície líquida plana, tal como seria visualizado por um observador na posição da plataforma utilizada

As figuras 1a e 1b, permitem determinar, na escala da foto, as coordenadas da posição do reflexo:

$$\overline{RP} = f/\operatorname{tg} a \quad 1$$

$$N\overline{PR} = \alpha \quad 2$$

onde a altura solar (a) e o azimute ( $\alpha$ ) são dados a cada instante por:

$$\operatorname{Sen} a = \operatorname{Sen}\phi \cdot \operatorname{Sen}\delta + \operatorname{Cos}\phi \cdot \operatorname{Cos}\delta \cdot \operatorname{Cos} h \quad 3$$

$$\operatorname{Sen} \alpha = -\operatorname{Cos}\delta \cdot \operatorname{sen} h / \operatorname{Cos} a$$

onde:

$$\phi = \text{latitude do observador}$$

$\delta$  = declinação do sol

$h$  = ângulo horário do sol

As equações 3 e 4 foram resolvidos para:

$\phi$ , de  $0^{\circ}$  a  $-60^{\circ}$  (hemisfério sul) em intervalos de  $5^{\circ}$ , exceto para  $-5^{\circ}$ ,  $-15^{\circ}$  e  $-25^{\circ}$ .

$\delta$ , de  $-23,5^{\circ}$  (Solstício de Verão) a  $+23,5^{\circ}$  (Solstício de inverno, em intervalos de  $5^{\circ}$ .

$h$ , de  $-97,5^{\circ}$  a  $+97,5^{\circ}$ , em intervalos de  $7,5^{\circ}$  (0,5 hora).

As datas foram associadas aos nomogramas por meio das correspondentes declinações extraídas do Almanaque Náutico para 1974

Como a maior parte dos trabalhos aerofotográficos é conduzida sob elevações solares superiores a  $20^{\circ}$ , este foi o menor valor aplicado na solução da equação 1.

As coordenadas foram calculadas em um computador B-6700 e os seus valores plotados através de um "plotter". Calcomp/470/565 do INPE.

#### UTILIZAÇÃO DOS NOMOGRAMAS

##### Determinação da Altura e Azimute Solar

Como pode ser observado na Figura 2, cada nomograma apresenta 3 escalas:

- A - escala das datas
- B - escala da hora-solar local
- C - escala da altura solar

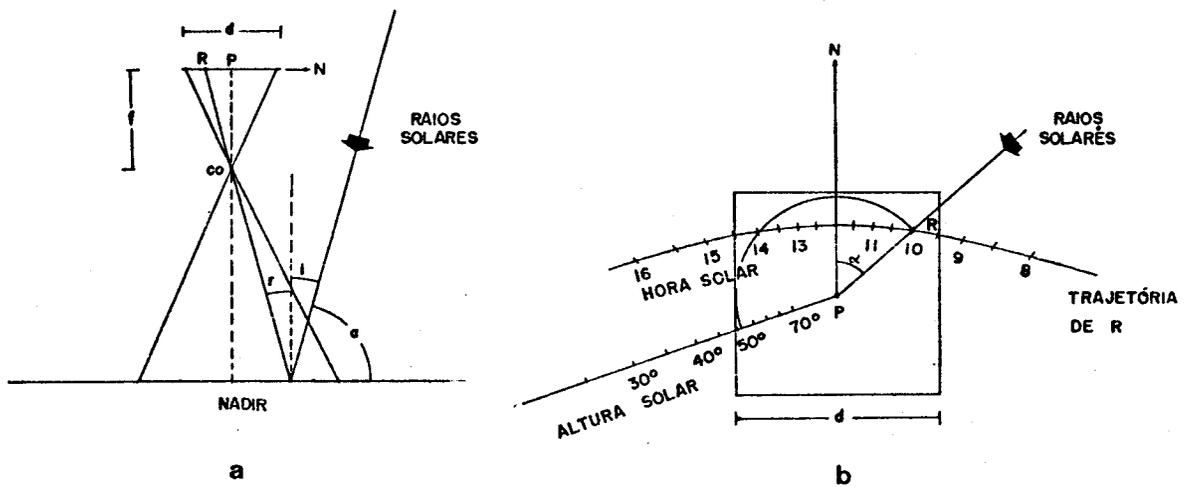


Fig. 1 - Geometria do Nomograma

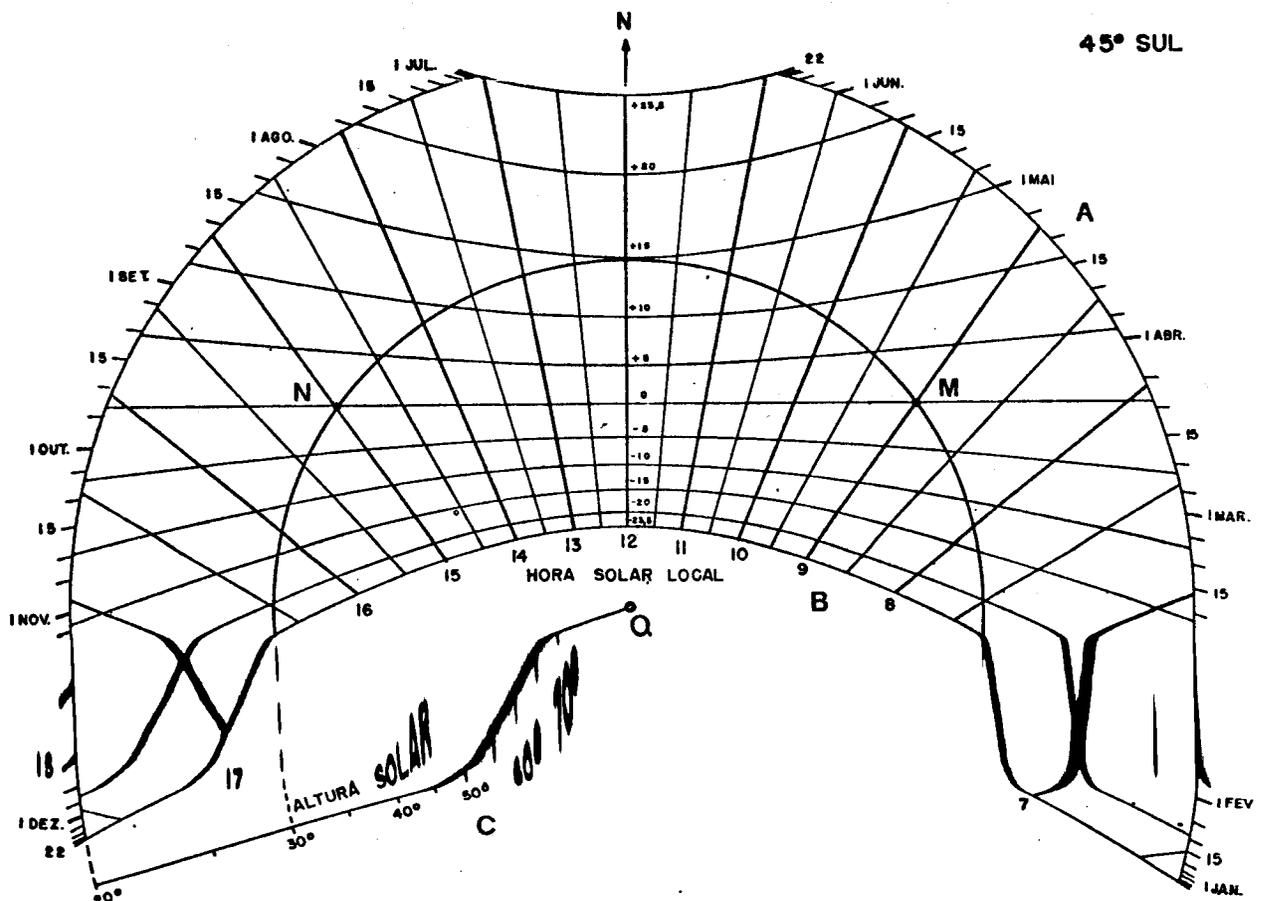


Fig. 2 - Utilização dos Nomogramas

Para determinar a altura e o azimute solar num dado instante, comece por selecionar o nomograma mais adequado à latitude da área a ser fotografada. Nesse nomograma, localize, nas escalas A e B, a data e hora de interesse, interpolando, se necessário, e determine o ponto de intersecção (M) das curvas correspondentes. Com centro em Q, transporte esse ponto (M) para a escala da altura solar (C) e leia o seu valor. A direção norte associado a cada nomograma permite a determinação do azimute do ponto de intersecção (M) que corresponde ao azimute solar no instante considerado.

#### Duração do Período fotográfico

O procedimento inverso ao descrito, permite a determinação do período diário em que o sol se mantém acima de determinada altura. Para tanto, selecione na escala da altura solar o valor mínimo admissível e, com centro em Q, trace um arco sobre o nomograma escolhido; as intersecções desse arco, com a curva da data de interesse (M e N) estabelecem os limites de duração do período fotográfico, cujo início e término podem ser lidos na escala da hora solar local.

#### Determinação da Posição do Reflexo Solar

Para este caso, um conjunto de gabaritos(\*) (templates), representando os campos de visada das objetivas mais comuns, é utilizado juntamente com o nomograma relativo à área de interesse. Assim, ajustando-se o centro P, dos gabaritos, com o centro (Q), do nomograma, e lembrando que as suas curvas representam o deslocamento diário do reflexo solar sobre uma superfície líquida, tal como seria observado da plataforma, torna-se bastante simples determinar em cada data, o período em que a imagem não é afetada pelo reflexo, ou ainda em que instante o reflexo se encontra em determinada posição da imagem.

---

\* Anexo à segunda contra-capa.

O estado de agitação da superfície desfaz o seu comportamento especular e o reflexo pode se estender sob a forma de cintilações, sobre uma área consideravelmente maior. Segundo Fleming, estudos realizados pela U.S.Coast and Geodetic Survey, mostraram que a área afetada pela reflexão, numa imagem de 23 x 23 cm, tomada com objetivo de 150 mm, pode variar de 3% em águas calmas a 60% em águas agitadas. Desta forma, uma margem de segurança deve ser considerada, para evitar que a imagem seja prejudicada, mesmo quando o centro do reflexo esteja localizado fora do campo de visada da câmara.

#### Confecção de Gabaritos

A confecção de um gabarito (template) relativo a alguma objetiva, de distância focal não considerada neste trabalho, pode ser conseguida através da relação:

$$\text{DIMENSÃO DO GABARITO} = \frac{\text{DIMENSÃO DA IMAGEM}}{\text{DISTÂNCIA FOCAL}} \times 44 \text{ mm}$$

#### Conversão do Tempo

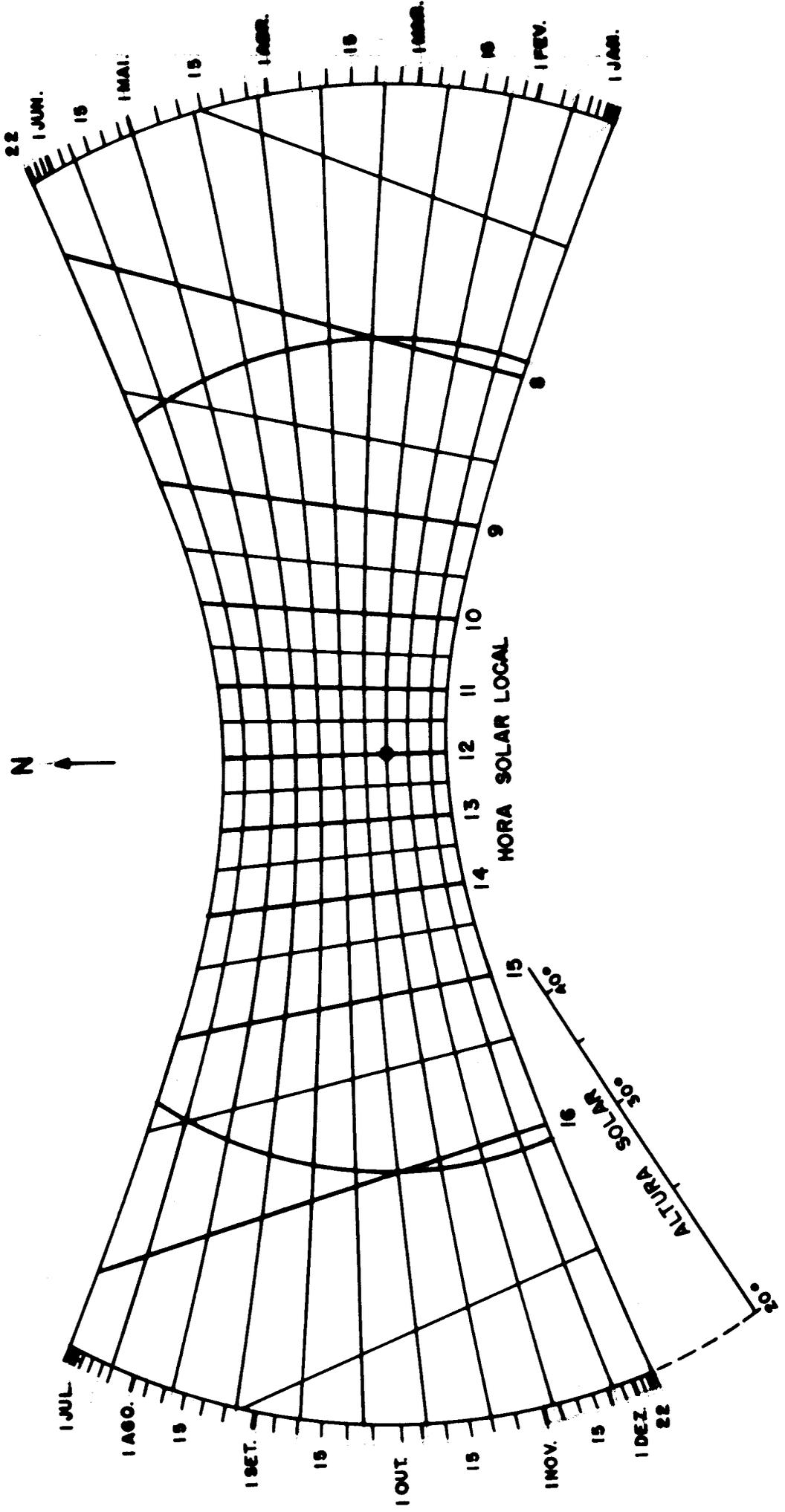
Os horários determinados por meio dos nomogramas, referem-se a hora solar local (HSL) e a conversão para a hora média de Greenwich (GMT) pode ser obtida de:

$$\text{GMT} = \text{HSL} \pm \frac{\text{Longitude Local}}{15^{\circ}}$$

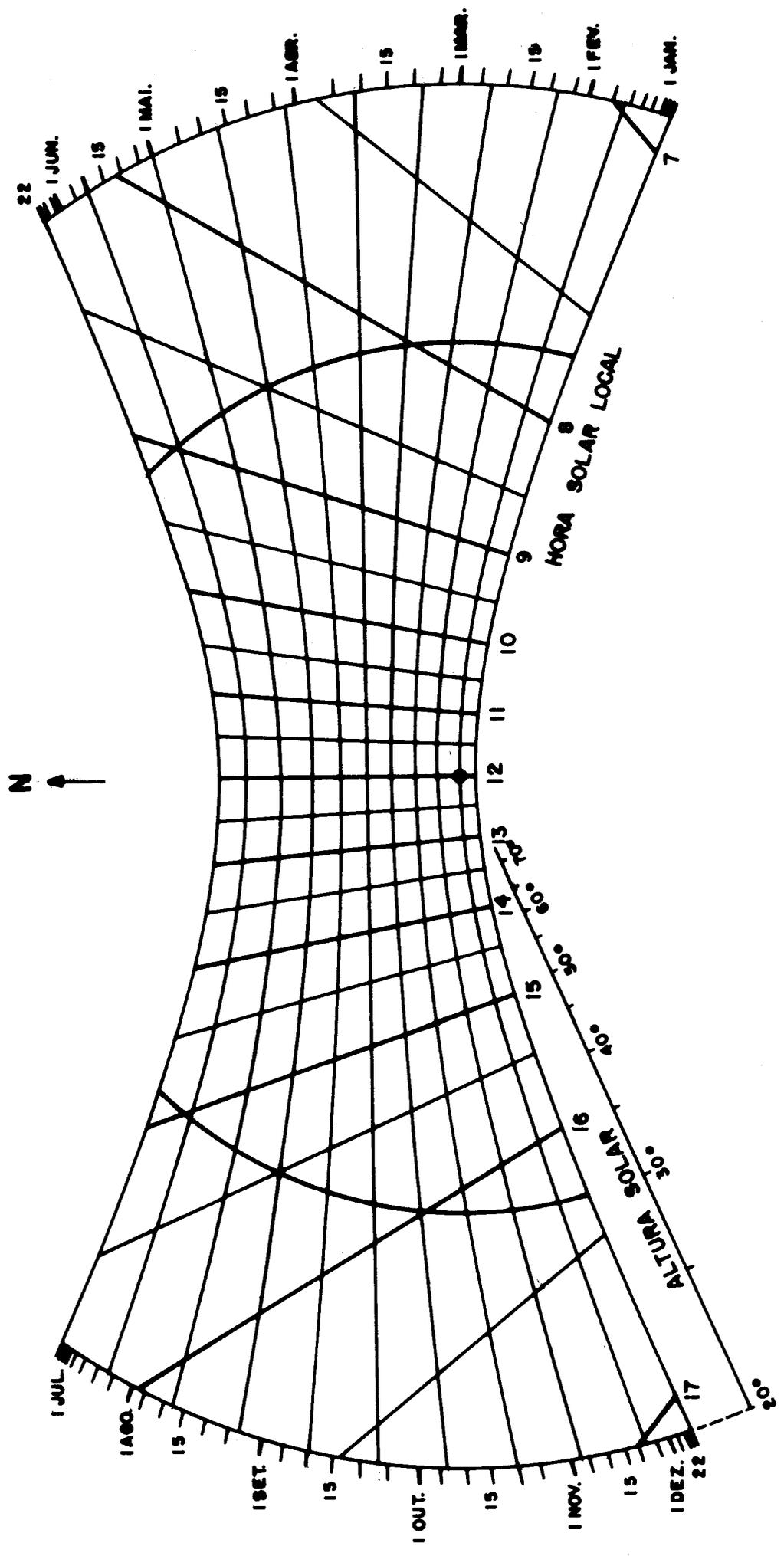
#### CONCLUSÃO

Embora a precisão que se pode conseguir com o emprego dos nomogramas não seja muito grande, a sua utilidade se torna evidente quando se necessita de um meio rápido de obter informações sobre as

10° SUL

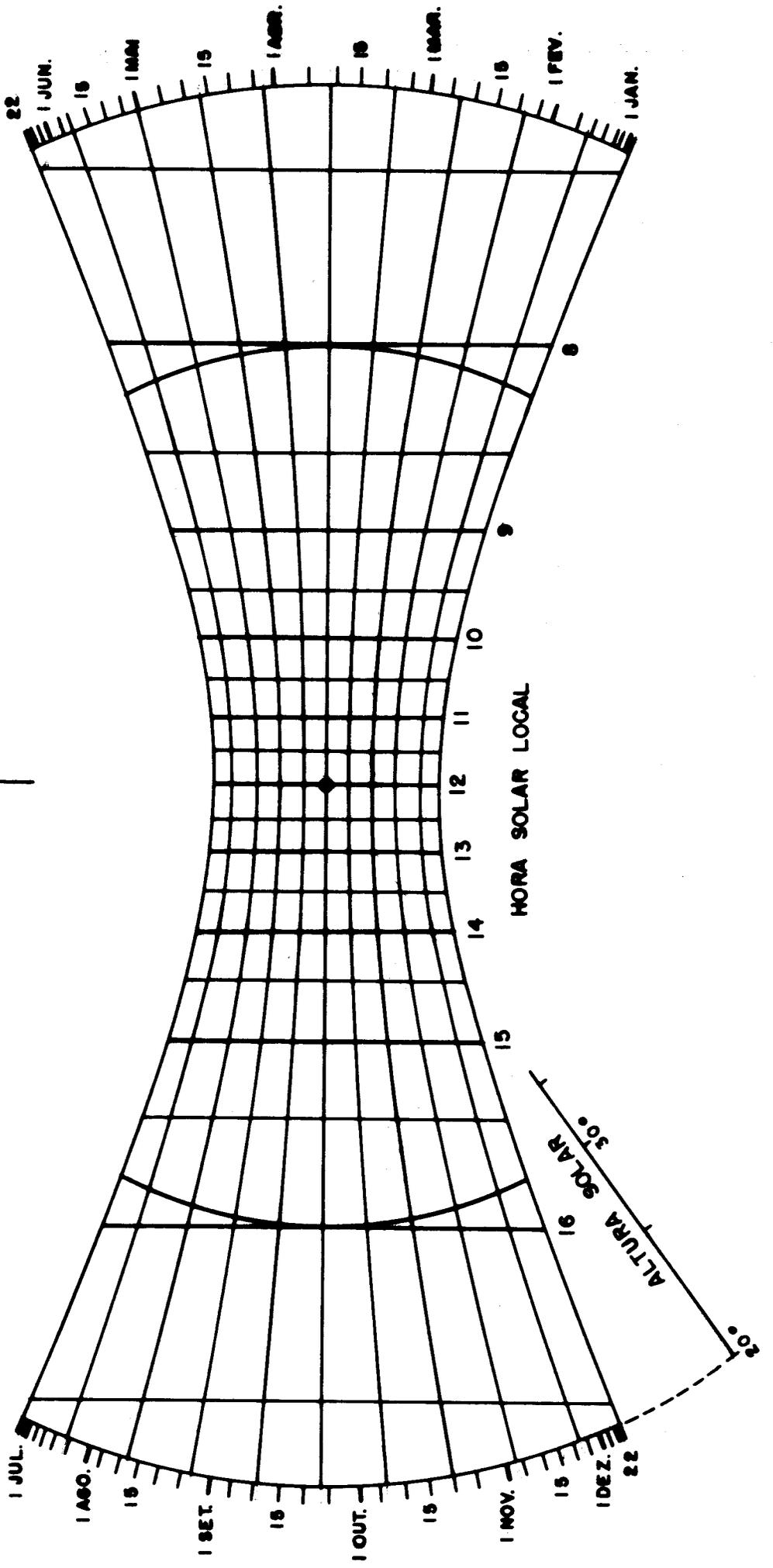


# 20° SUL

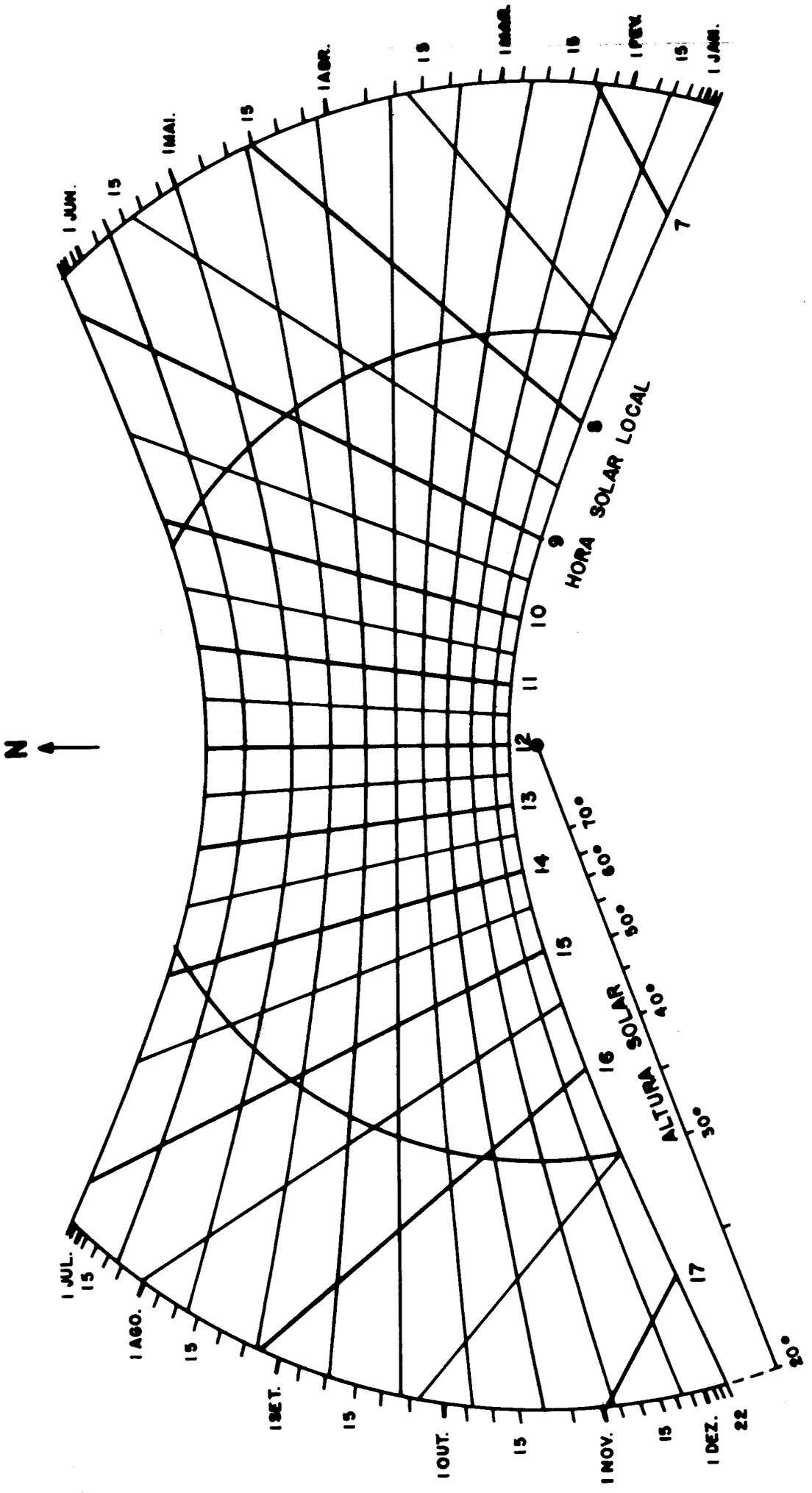


0° SUL

N ↑



# 30° SUL



condições de insolação na área a ser fotografada, fator indispensável ao correto planejamento da missão aerofotográfica.

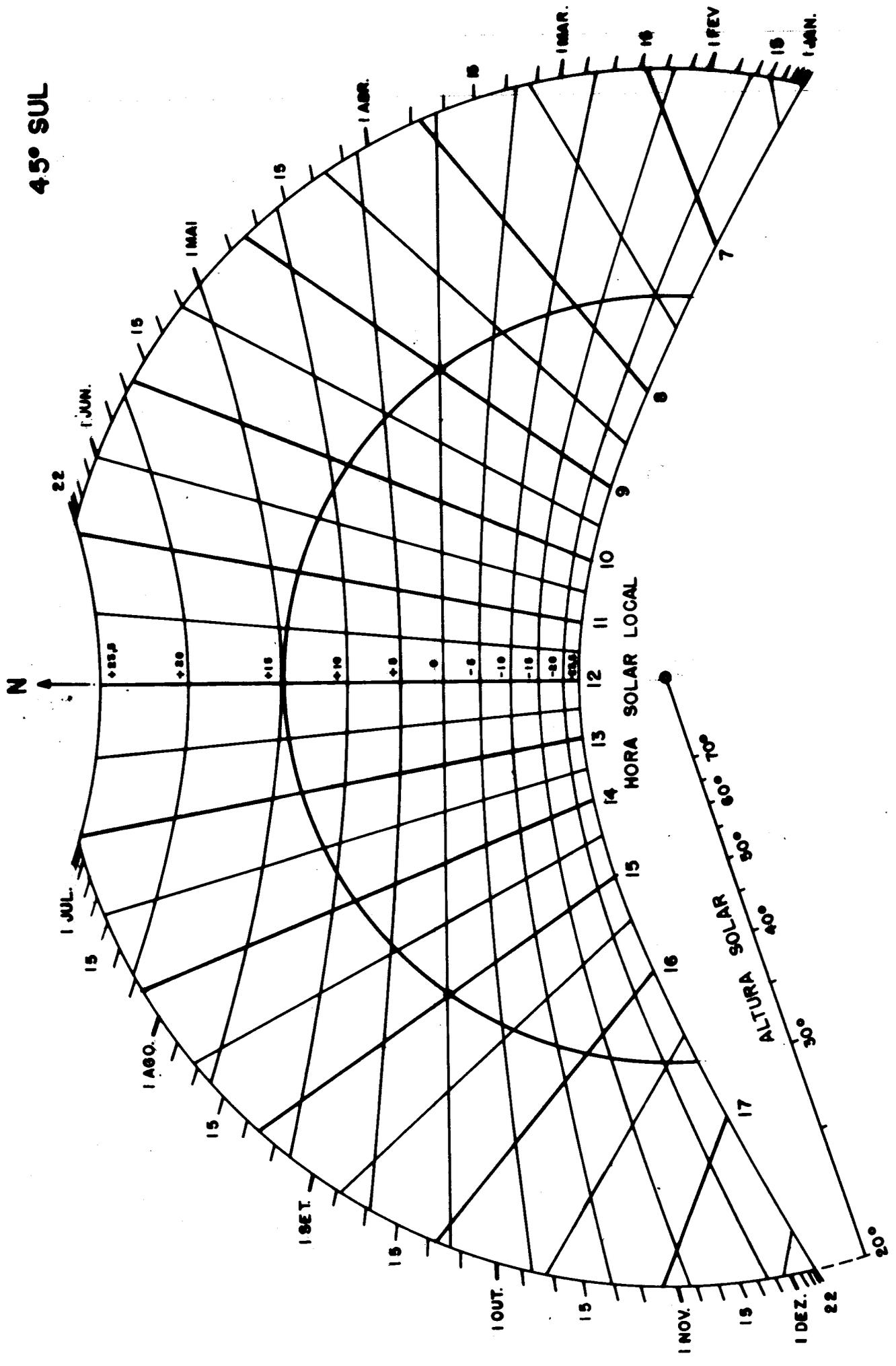
## BIBLIOGRAFIA

- BRASIL      MINISTÉRIO DA MARINHA      Diretoria de Hidrografia e Navegação. *Almanaque Náutico*. 1974.
- COX, C.; MUNK, W.      Measurement of The Roughness of The Sea Surface from Photographs of the Sun's Glitter. *Journal of the Optical Society of America*, 44 (11): 838-850.
- FLEMING, E.A.      Solar Altitude Nomograms. *Photogrammetric Eng.*, 31 (2): 680-683, 1965.
- GORDON, R.H.      HOT SPOT Determination. *Photogrammetric Eng.*, 39 (11): 1205-1214, 1973.
- LIST, R.J.      *Smithsonian Meteorological Table*. s.l., s.c.p., 1971, p. 495-505.

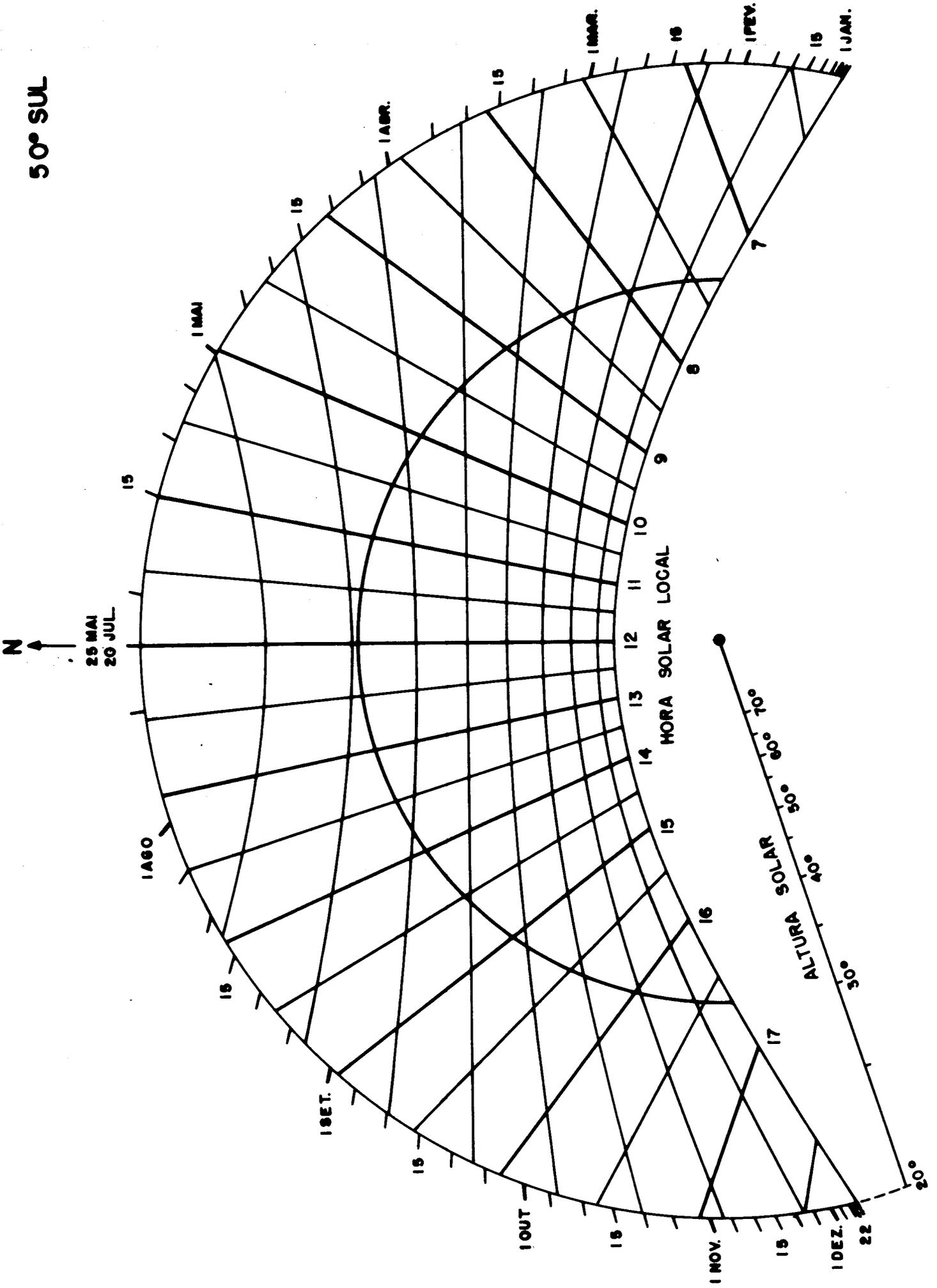




45° SUL



# 50° SUL







LINHA DE VÔO

