

# Estratégias solar-passivas

## Geometria da insolação de edifícios

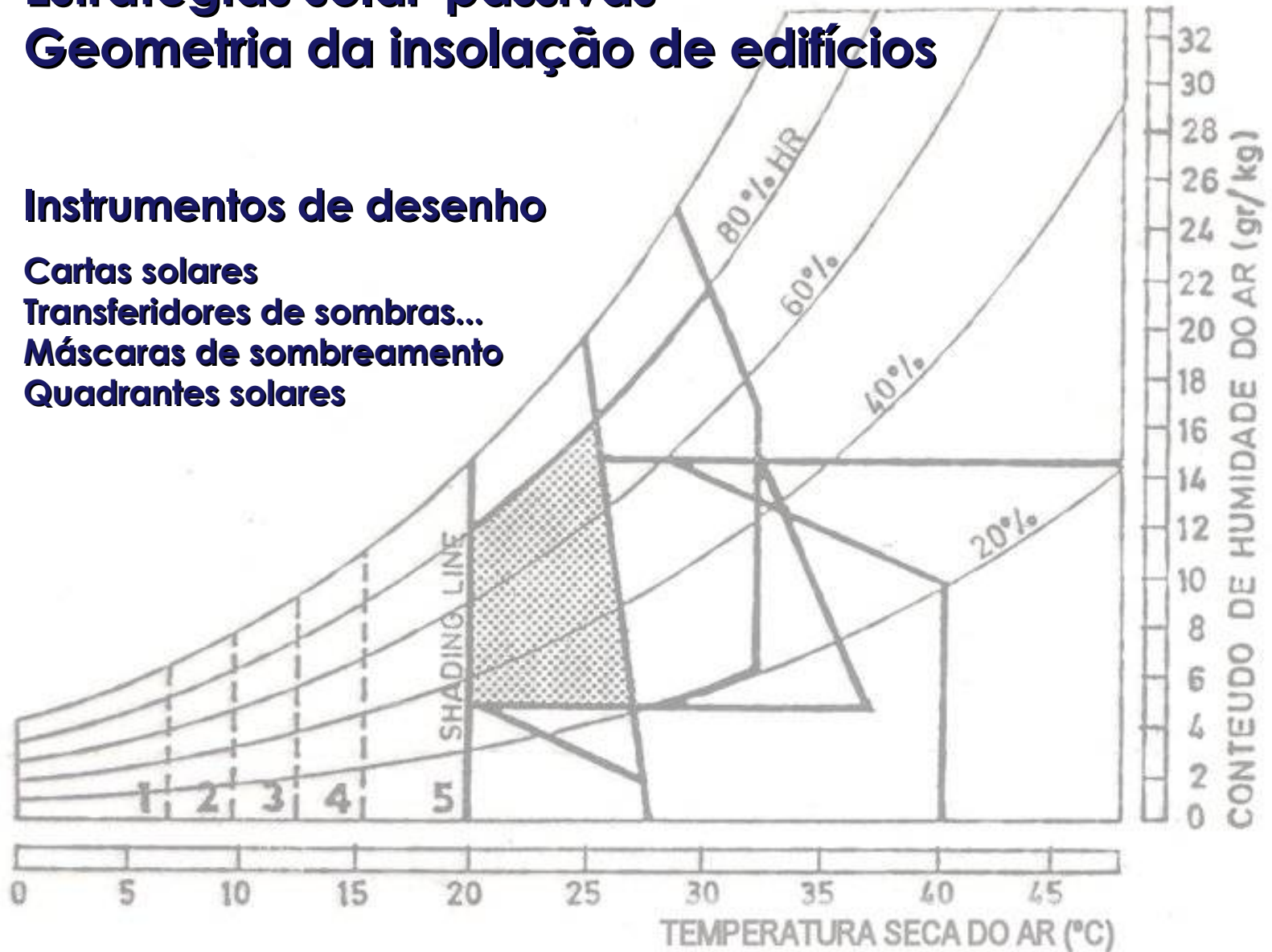
### Instrumentos de desenho

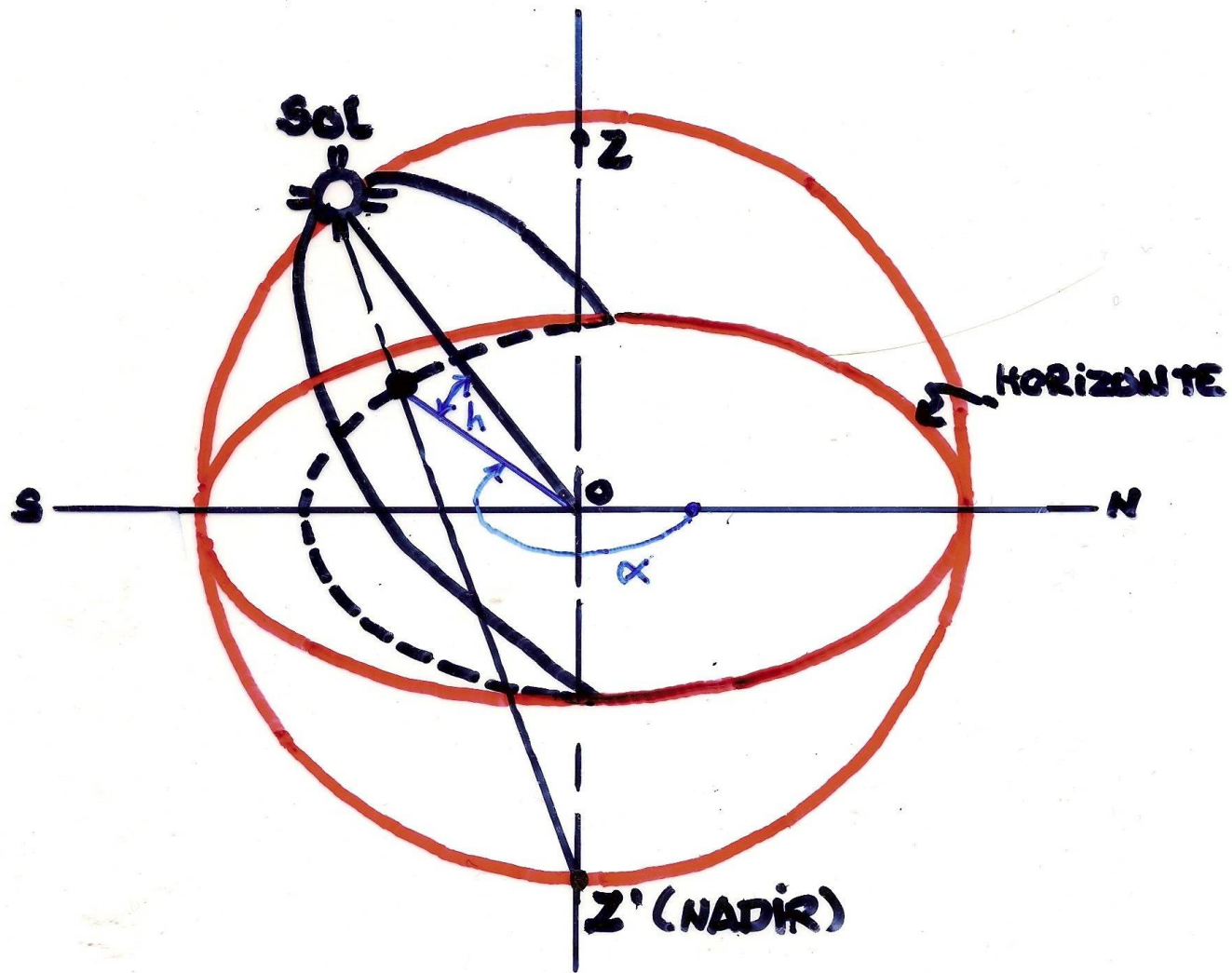
Cartas solares

Transferidores de sombras...

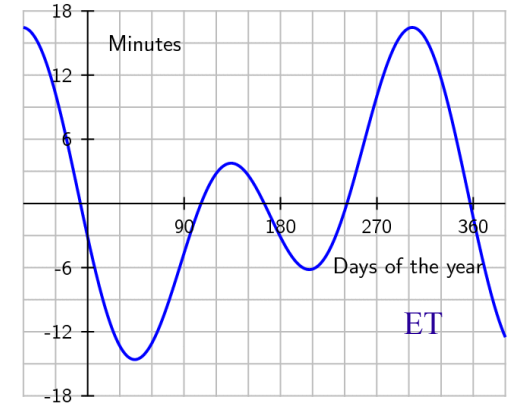
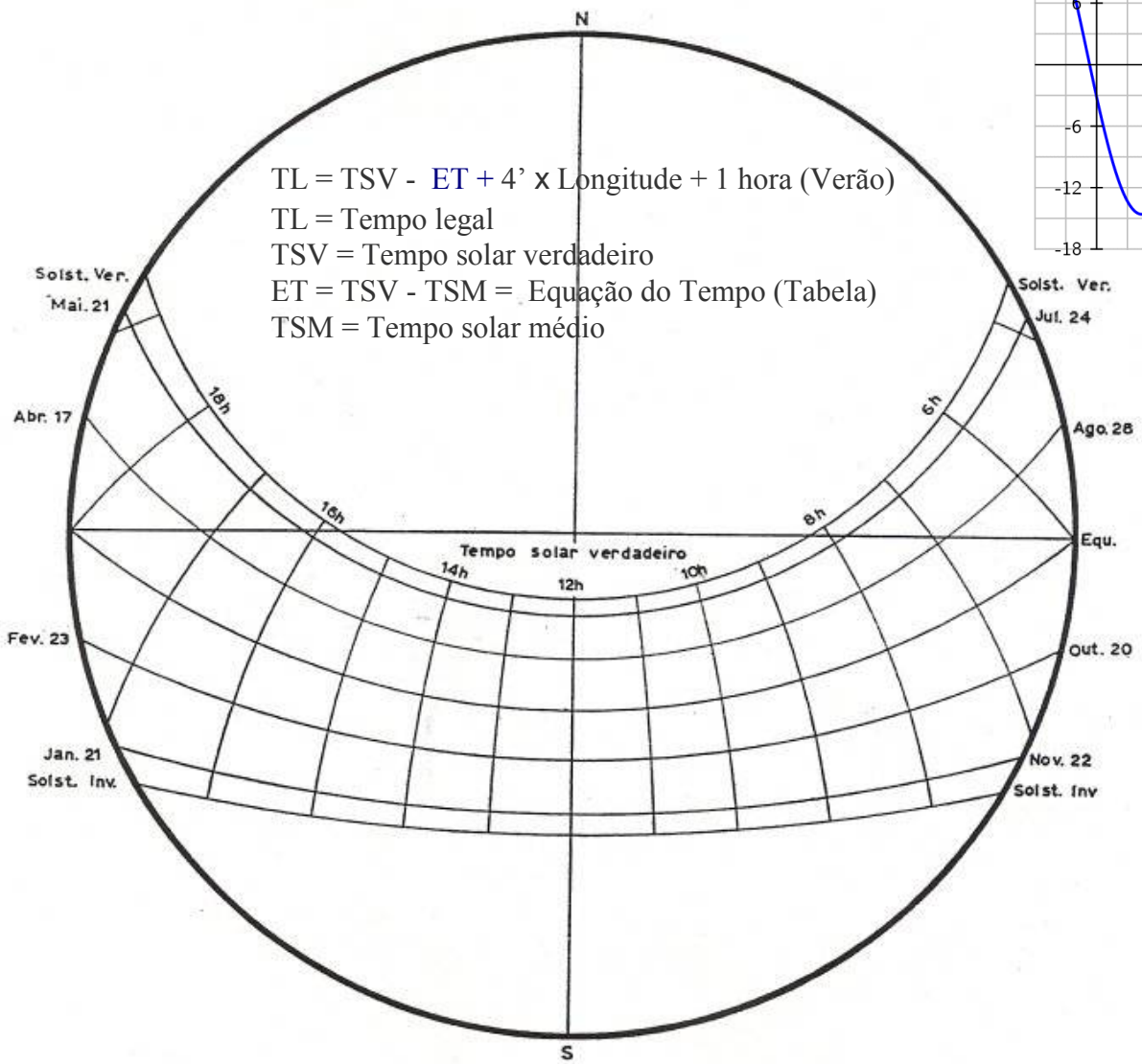
Máscaras de sombreamento

Quadrantes solares





PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA HORIZONTAL



Carta solar para a latitude de 40° N

- 2 For each sun-path arc (for each selected date) calculate its radius ( $r_s$ ) and the distance of its centre from the centre of the circle ( $d_s$ ):

$$r_s = r \cdot \cos DEC / (\sin LAT + \sin DEC)$$

$$d_s = r \cdot \cos LAT / (\sin LAT + \sin DEC)$$

where LAT = geographical latitude  
DEC = solar declination angle

for March 22 and Sept.21 DEC =  $0^\circ$   
June 22 DEC =  $23.45^\circ$   
December 22 DEC =  $-23.45^\circ$

For intermediate dates see the discussion and tabulation on p.24.

- 3 For the construction of the hour lines calculate the distance of the locus of centres from the centre of the circle ( $dt$ ) and draw this locus parallel to the east-west axis.

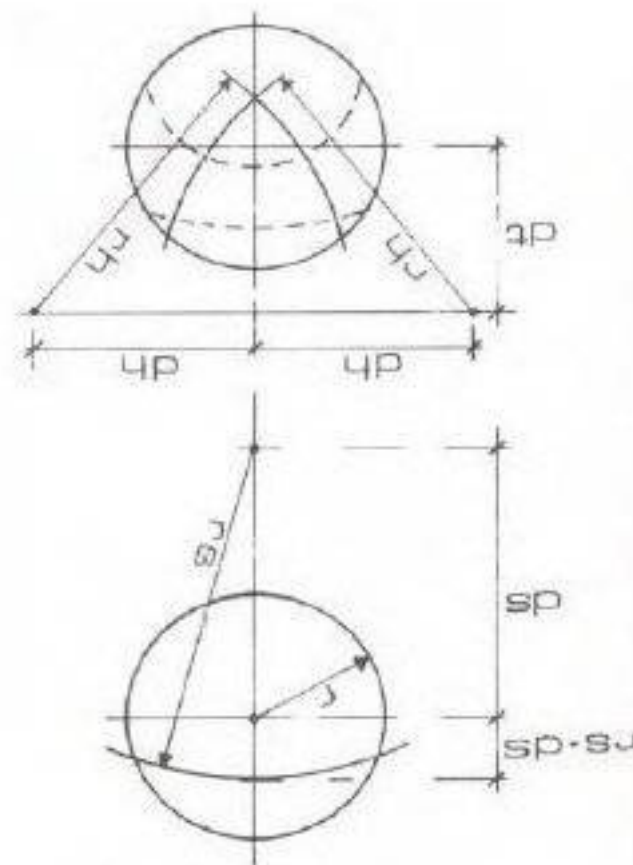
$$dt = r \cdot \tan LAT$$

- 4 For each hour calculate the horizontal displacement from the vertical centreline ( $dh$ ) and the radius of the hour-arc ( $rh$ ):

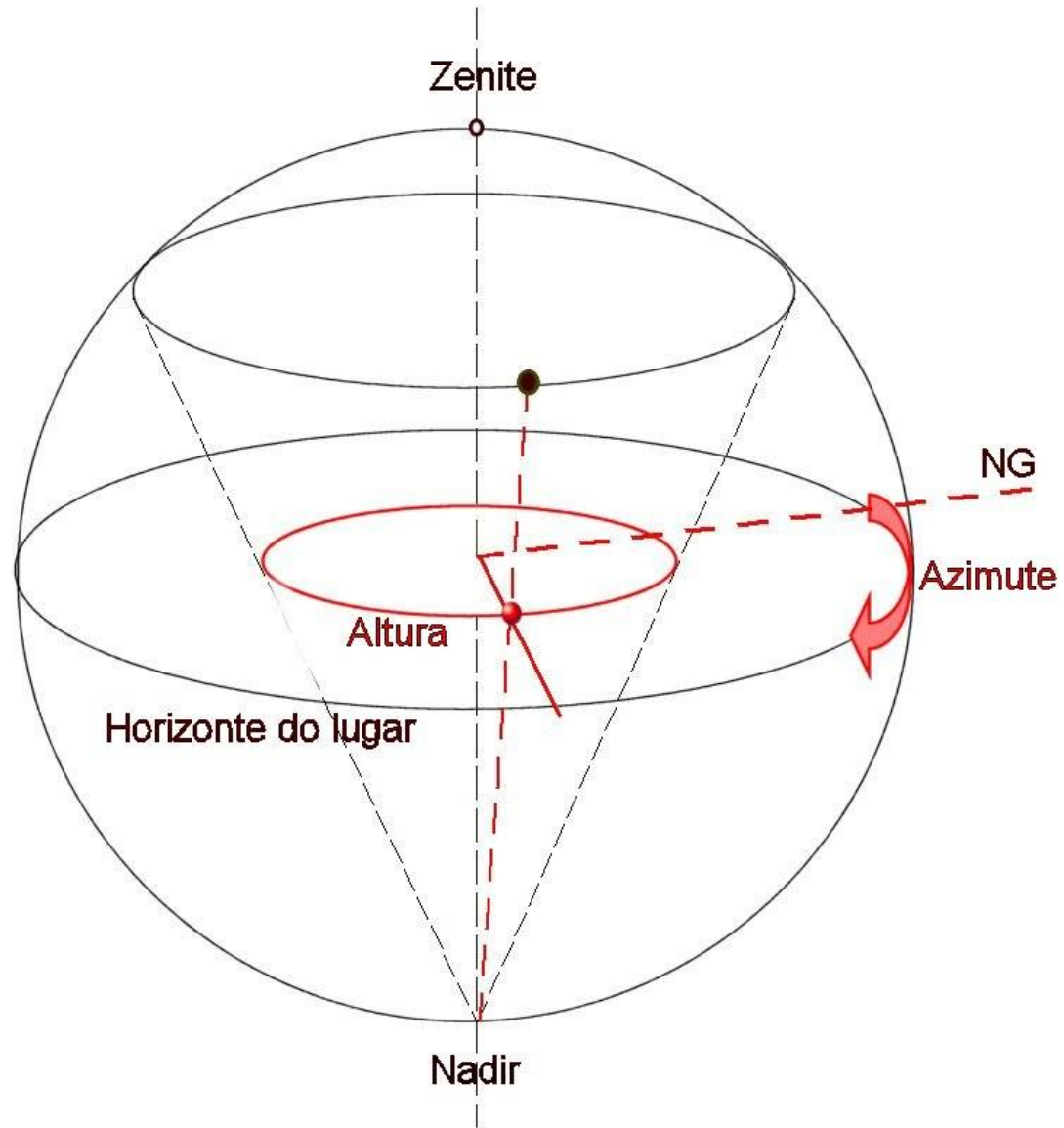
$$dh = r / (\cos LAT \cdot \tan HRA)$$

$$rh = r / (\cos LAT \cdot \sin HRA)$$

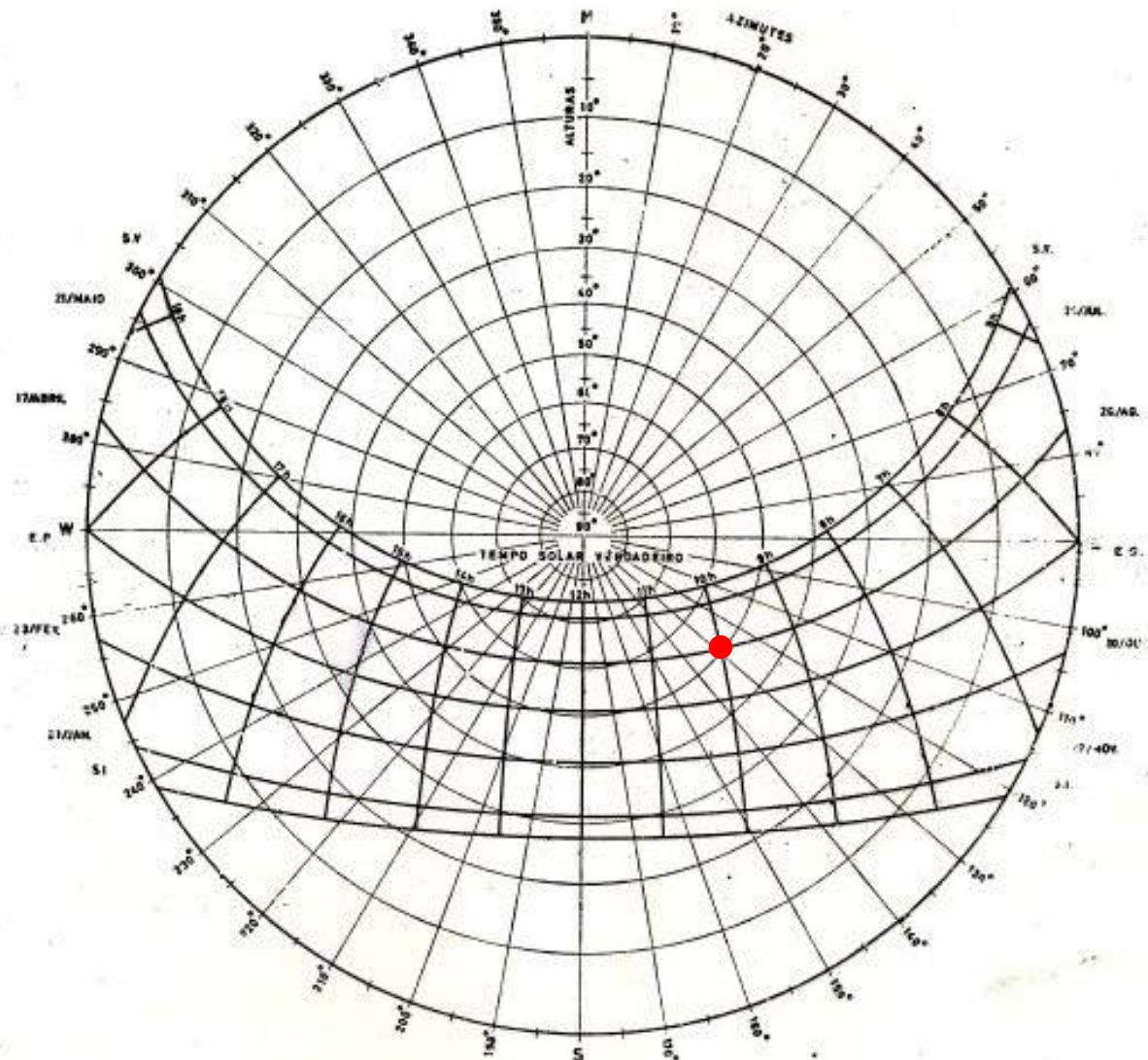
where HRA = hour angle from noon,  $15^\circ$  for each hour  
e.g. for 8:00 h: HRA =  $15 \cdot (8-12) = -60^\circ$   
or for 16:00 h: HRA =  $15 \cdot (16-12) = 60^\circ$



Hemisfério Norte

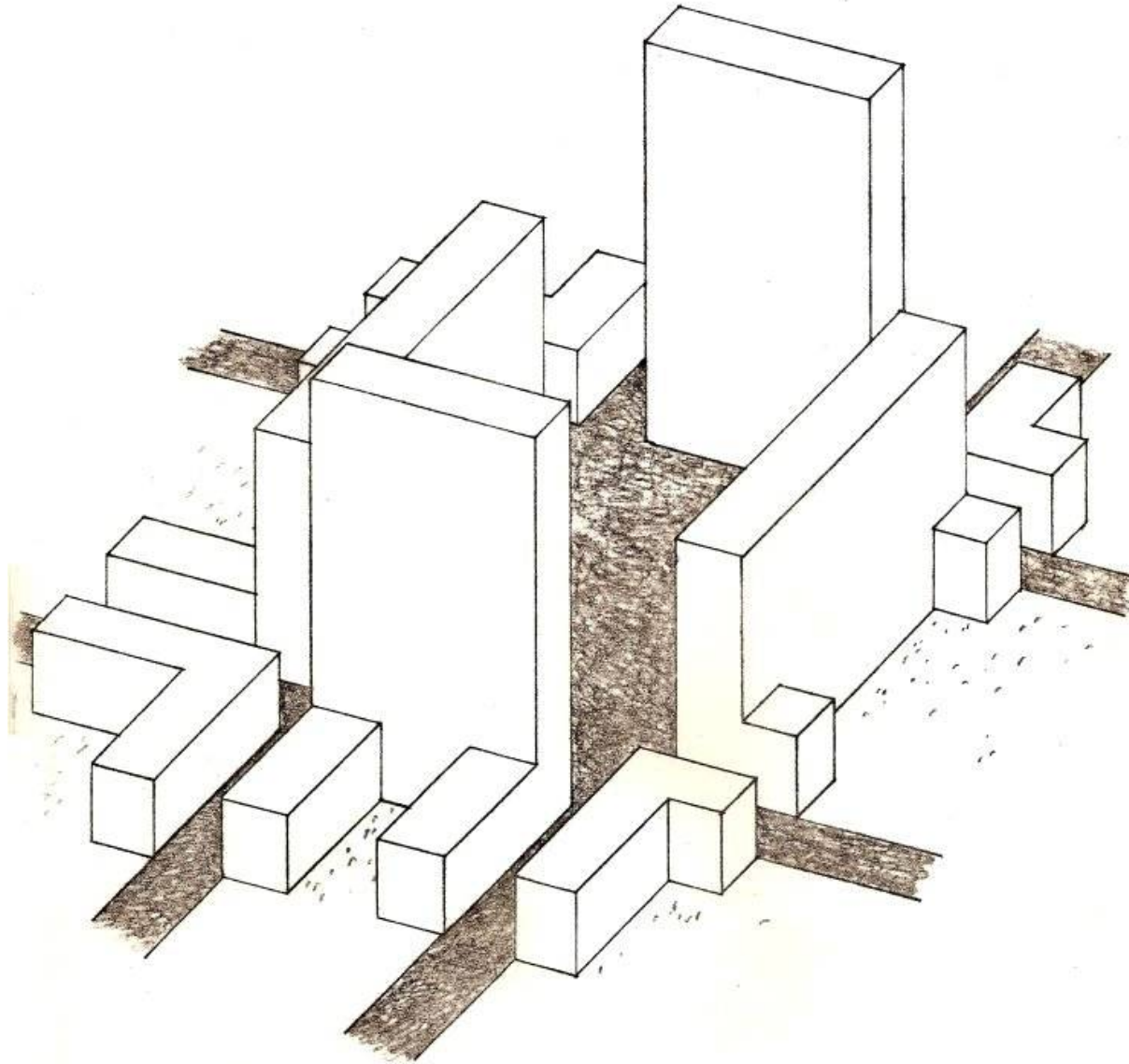


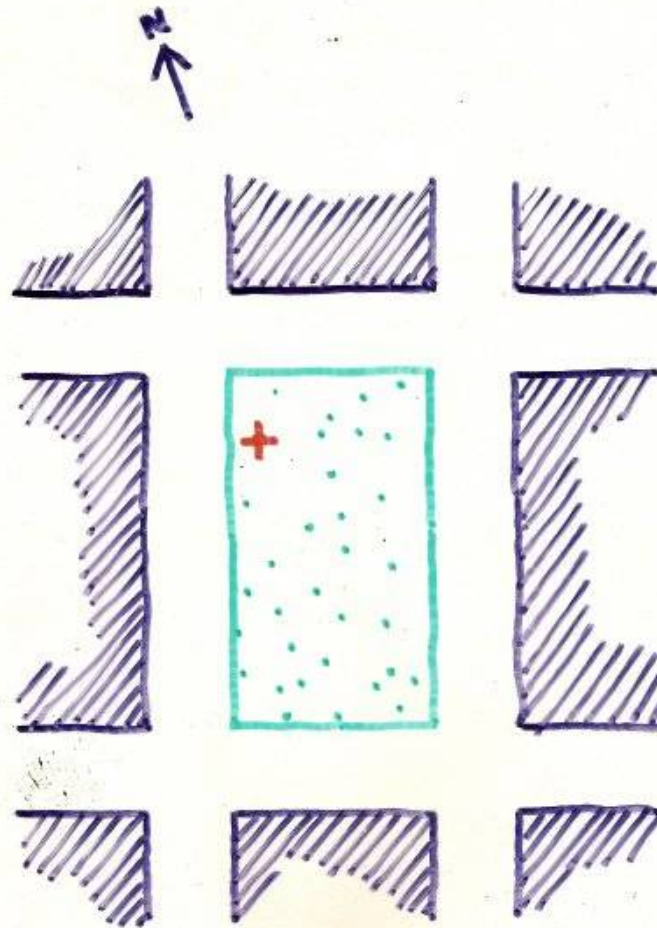
Projecção estereográfica horizontal e suas coordenadas



Carta Solar para a cidade de de Lisboa latitude 38.7° N

Fonte: Rev. Fomento I (29-74) 1963



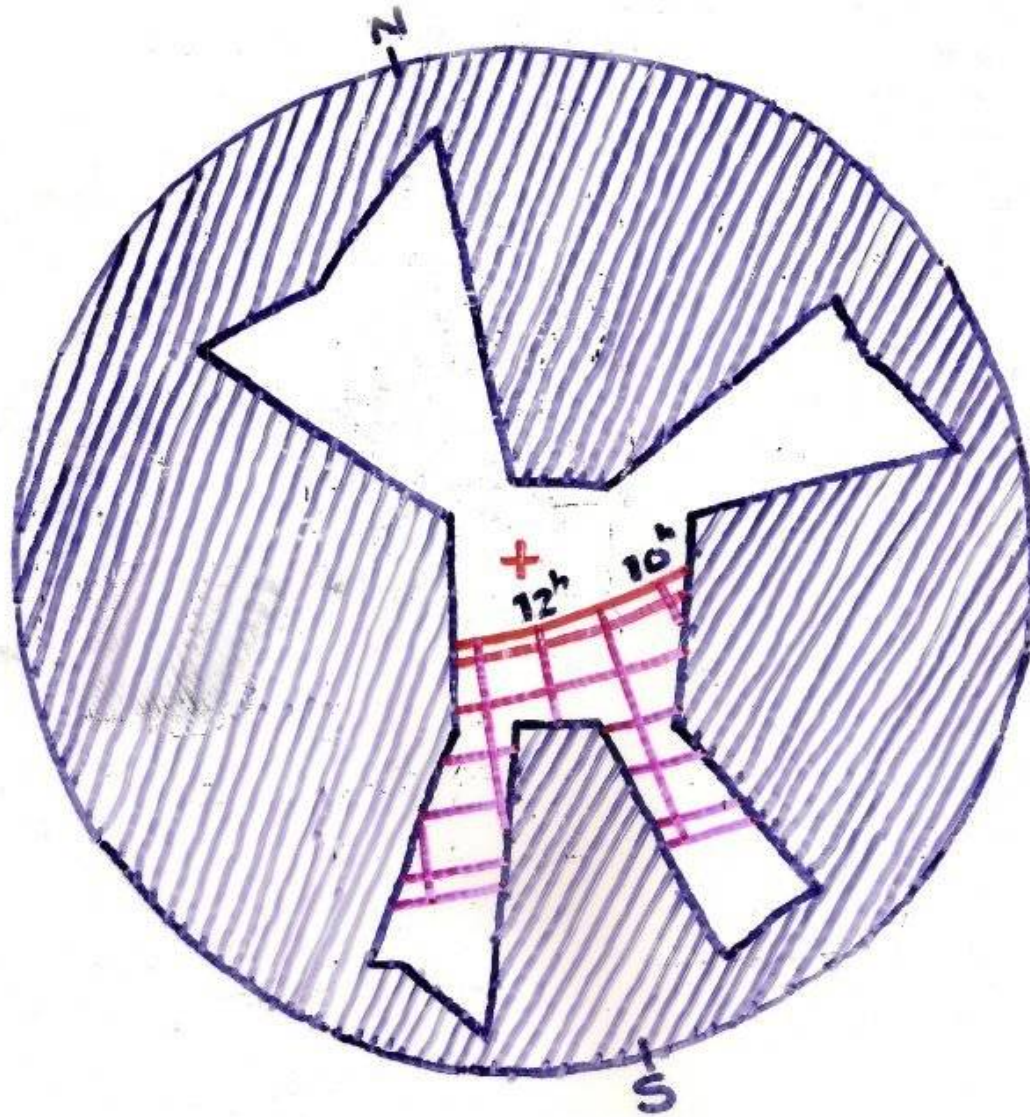


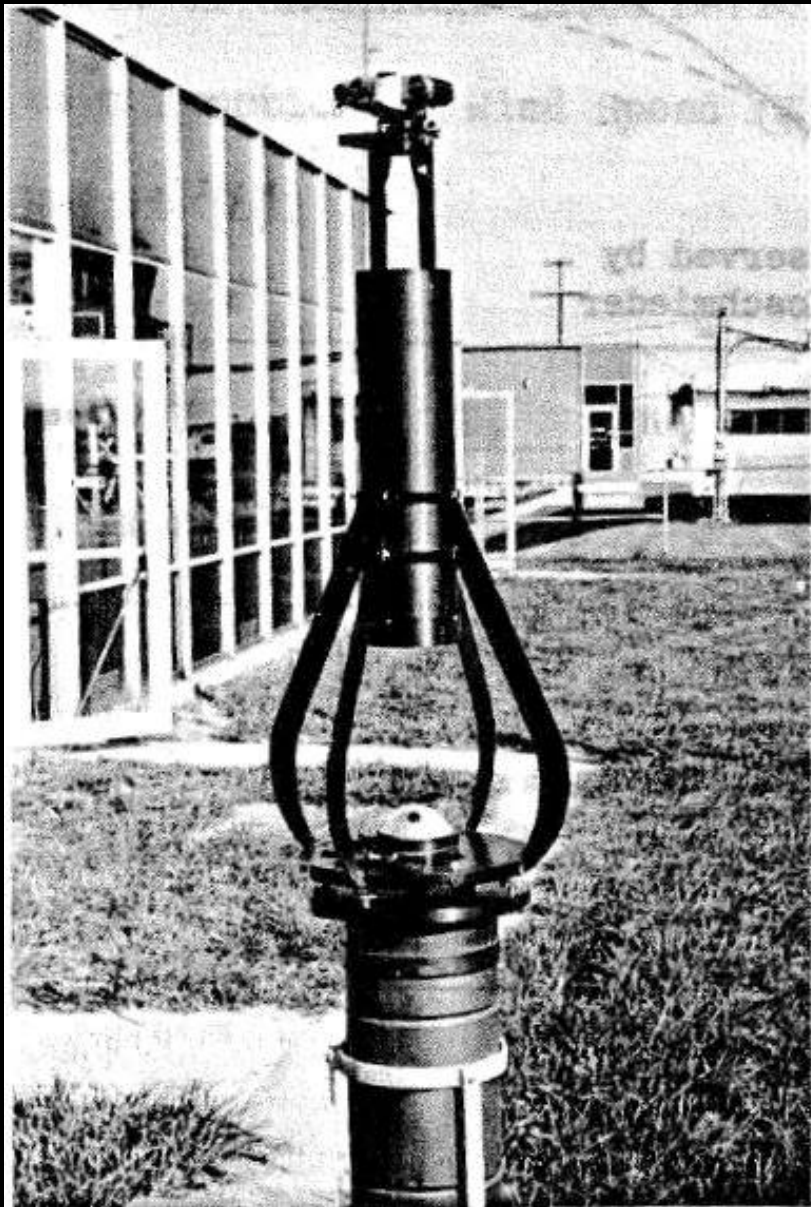
INSOLAÇÃO DE ESPAÇOS EXTERIORES  
URBANOS • UM CASO CORRENTE  
+ OBSERVADOR • PONTO EM RELAÇÃO  
AO QUAL É FEITA A PROJECCÃO  
ESTEREOGRÁFICA DA INSOLAÇÃO .





Determinação expedita da altura de um ponto do horizonte de um lugar usando um clinómetro





Globoscópio de Pleijel

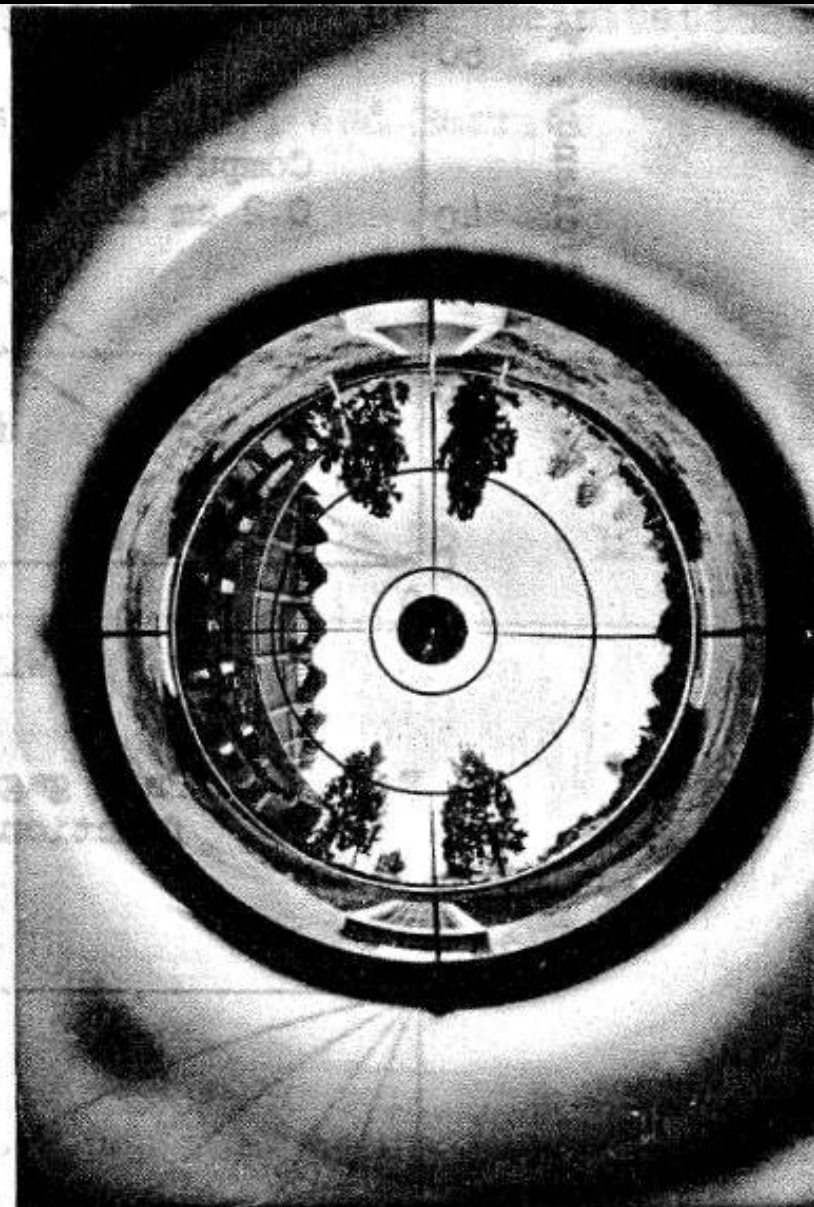
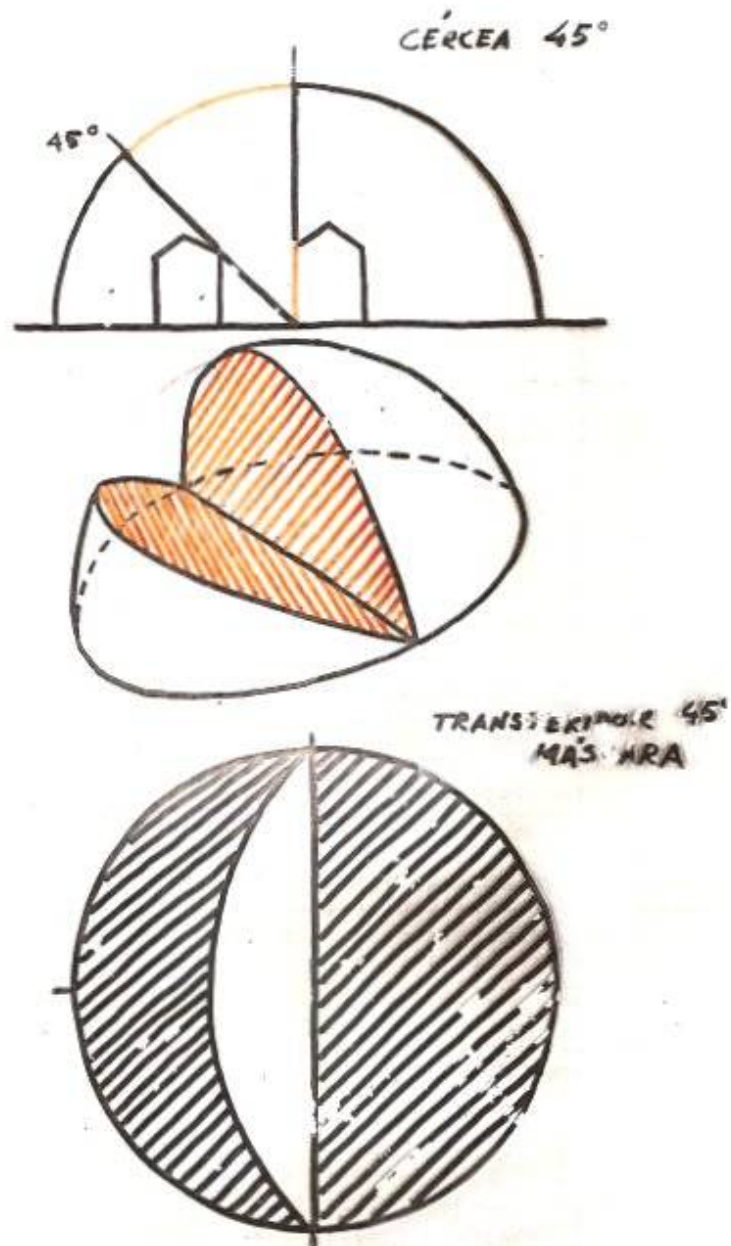


imagem estereográfica

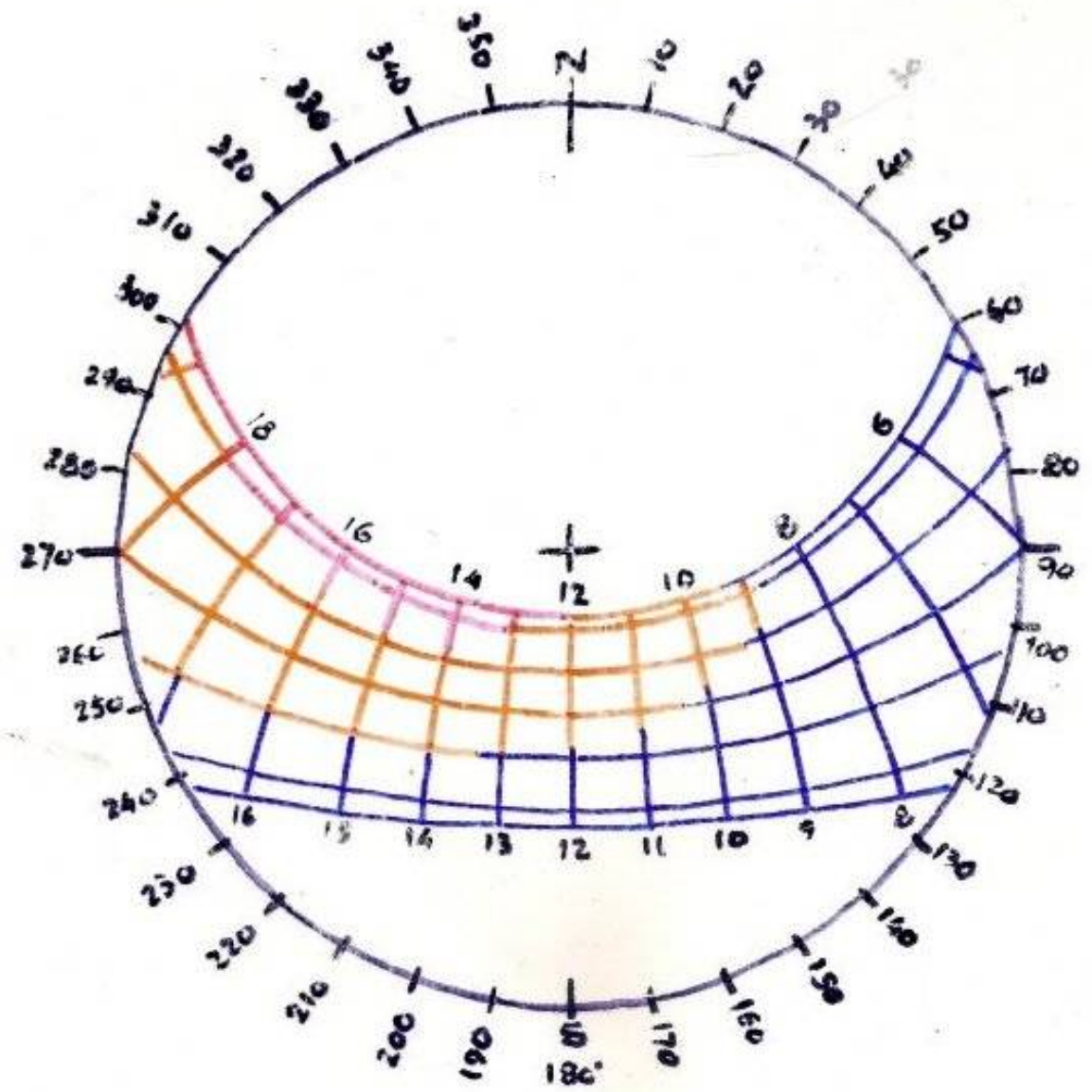


Take a fish-eye view of the sky dome...



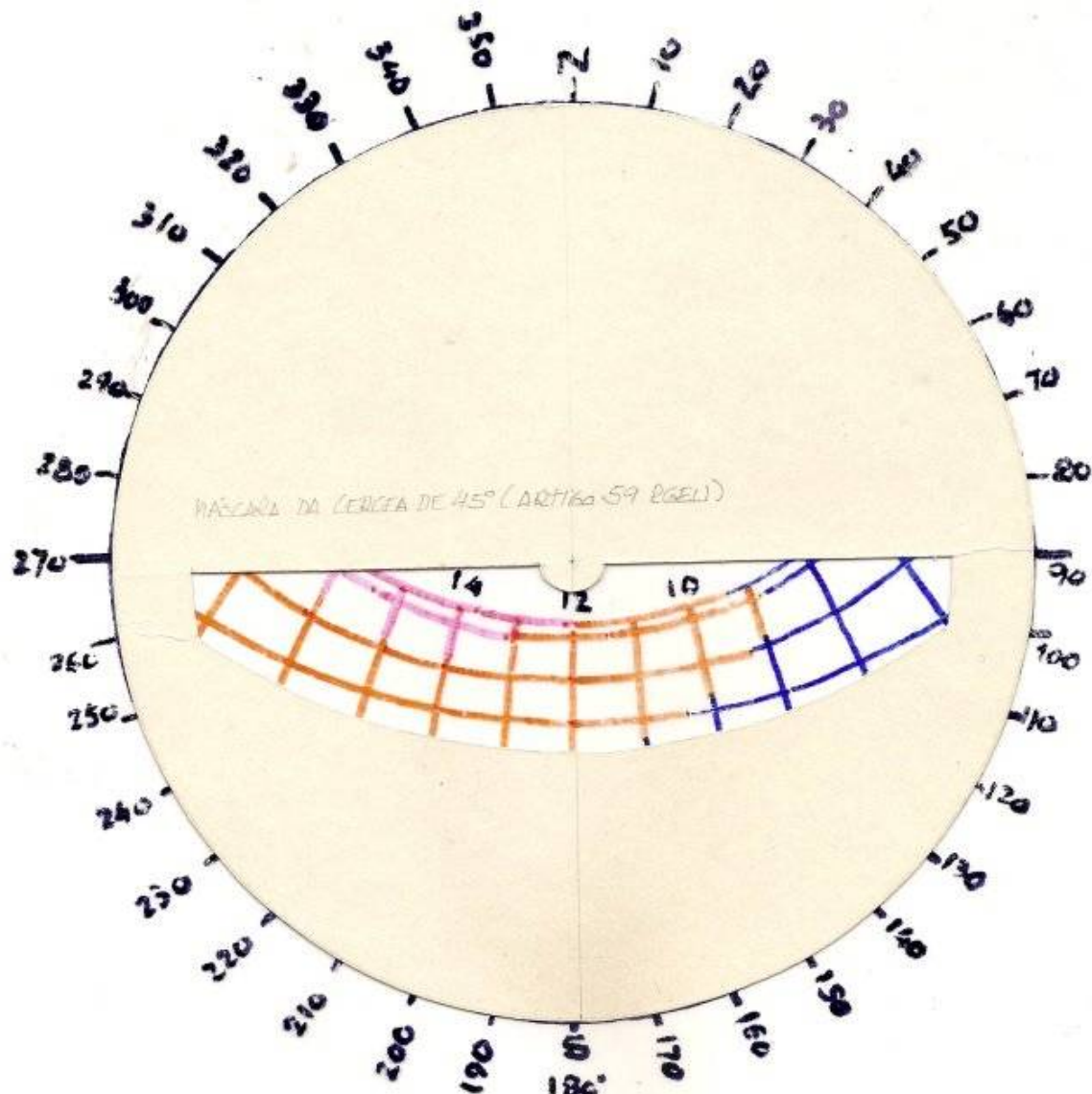
Aplicação da máscara de sombreamento à “regra dos 45°” (art.º. 59 RGEU)

40° N



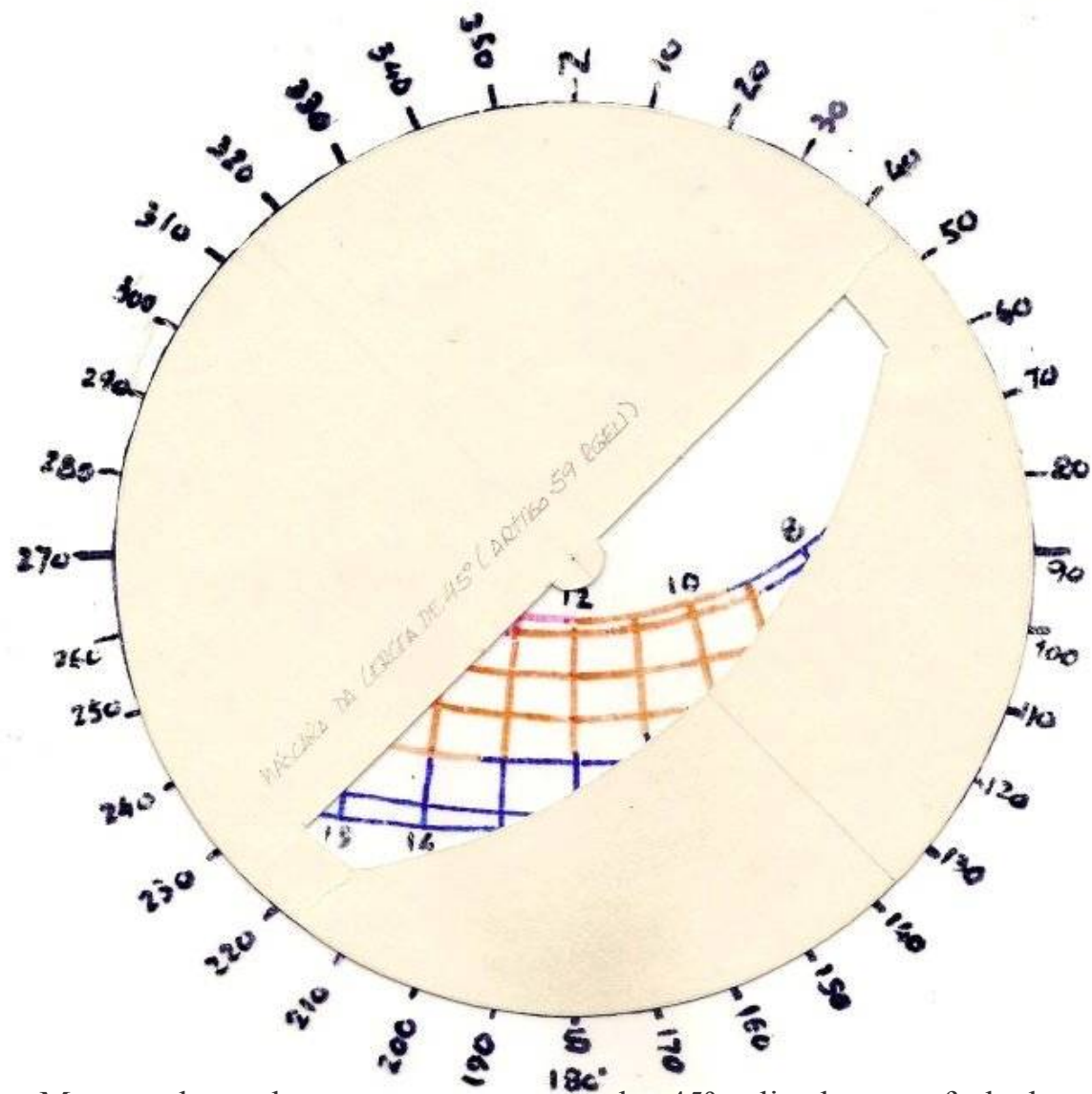
Carta solar para a latitude 40° N assinalando os periodos de promoção e de restrição de ganhos solares

45° N  
Aplicação da máscara de sombreamento à “regra dos 45°” (art.º. 59 RGEU)



Mascara de sombreamento para a regra dos 45° aplicada numa fachada a sul

Aplicação da máscara de sombreamento à “regra dos 45°” (art.º. 59 RGEU)



Mascara de sombreamento para a regra dos 45° aplicada numa fachada a sudeste



O acesso ao sol dos edifícios e espaços exteriores em ruas Este-Oeste

Av. João XXI (1946-50) (E-W; 29/35°) 22 Janeiro 98 12H00 (31°/167°)



O acesso ao sol dos edifícios e espaços exteriores em ruas Norte-Sul  
Av de Roma (340°-160°; 32°) Jun 2004 16H00 aprox.



O solar-passivo, sendo menos imperativo nos grandes edifícios devido ao menor factor-forma, facilita a **compatibilização entre o conforto interior e o exterior** e este a **animação do espaço público**



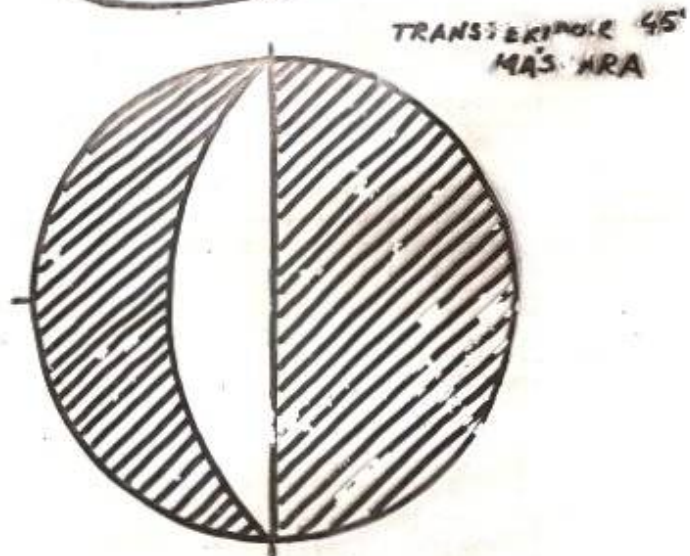
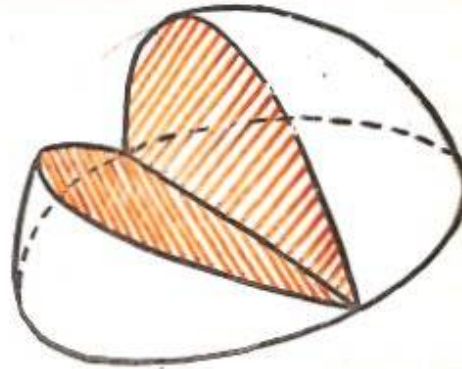
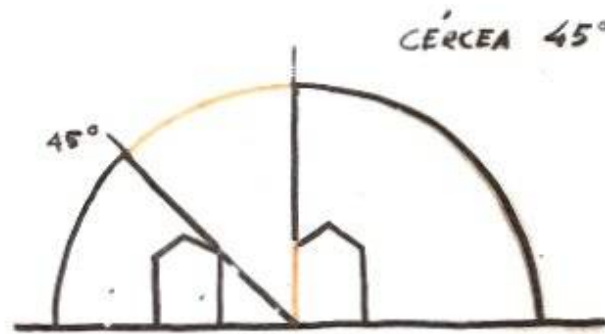
Avenida Guerra Junqueiro (325°-145°; 34-44°) 20 Dez 2006 12H30

O solar-passivo, sendo menos imperativo nos grandes edifícios devido ao menor factor-forma, facilita a **compatibilização entre o conforto interior e o exterior** e este a **animação do espaço público**

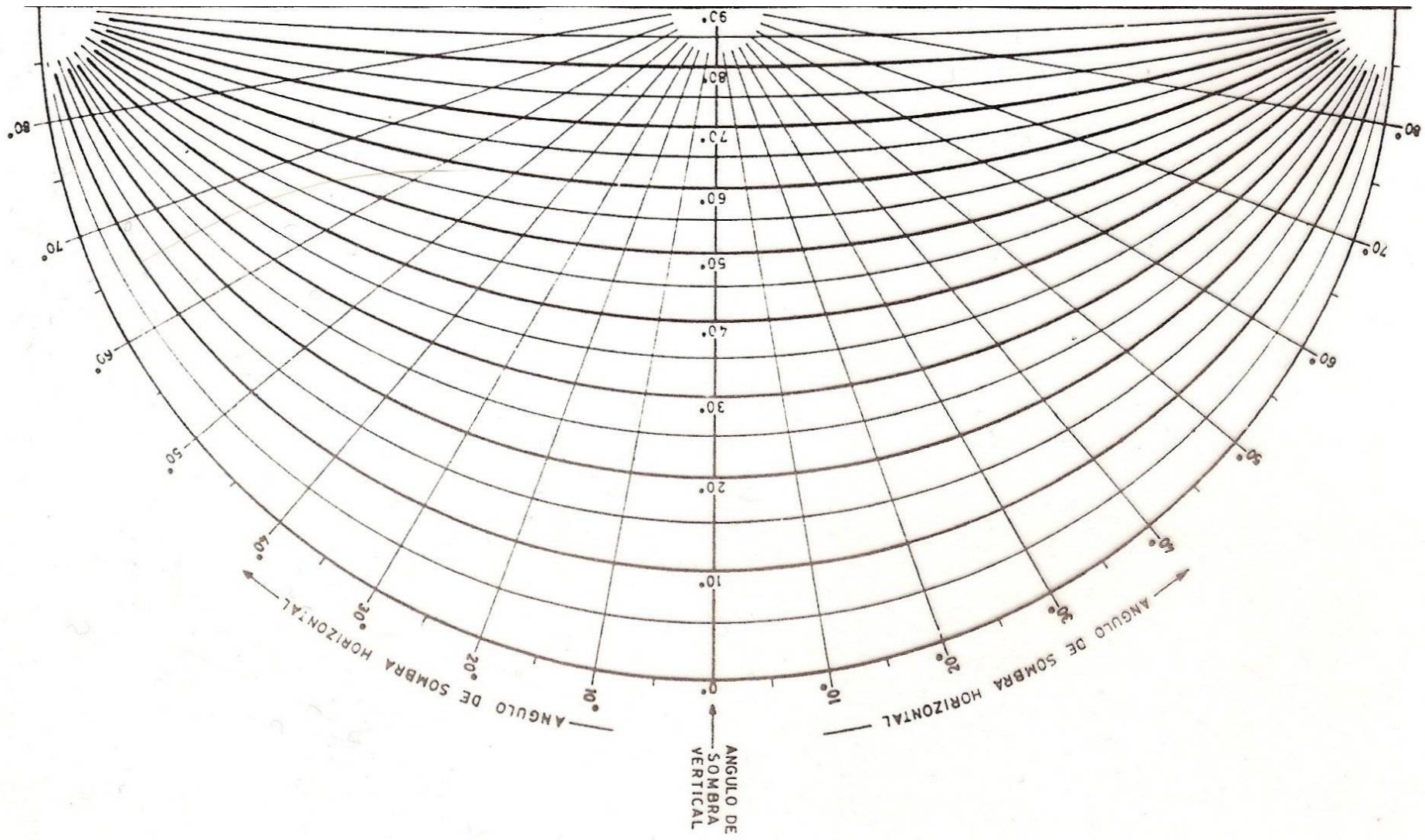




Rua Ferreira Borges (N-S/35-45°) em 7.01.07 pelas 12h45

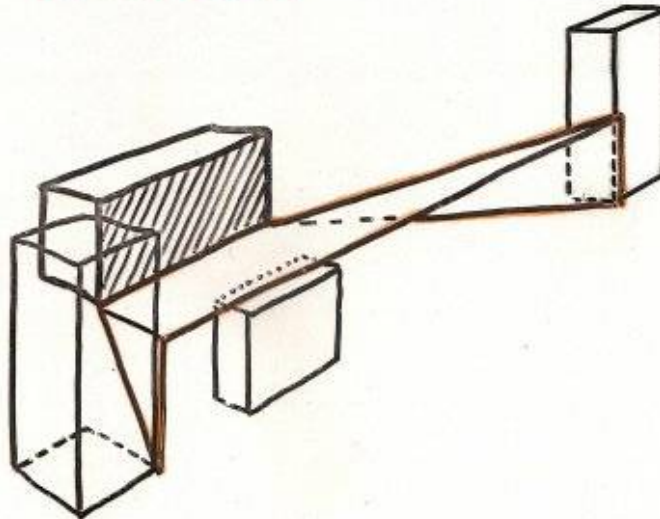


Aplicação da máscara de sombreamento à “regra dos 45°” (art.º. 59 RGEU)

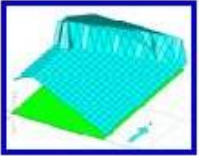



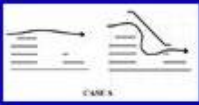
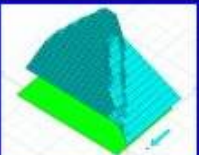
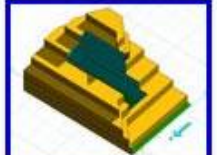
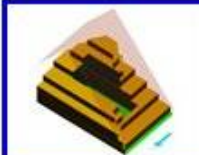

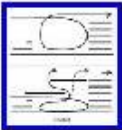
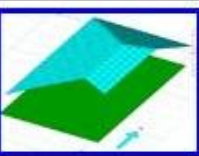
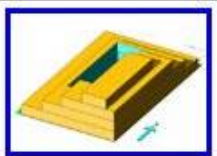
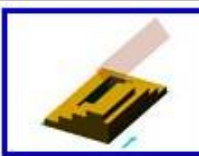
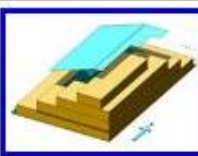
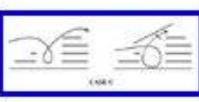
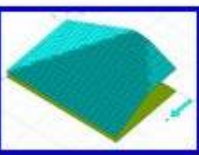
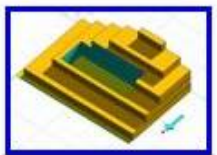
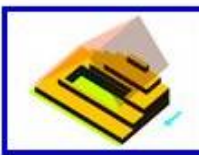
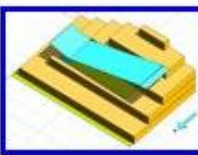
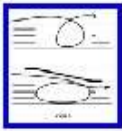




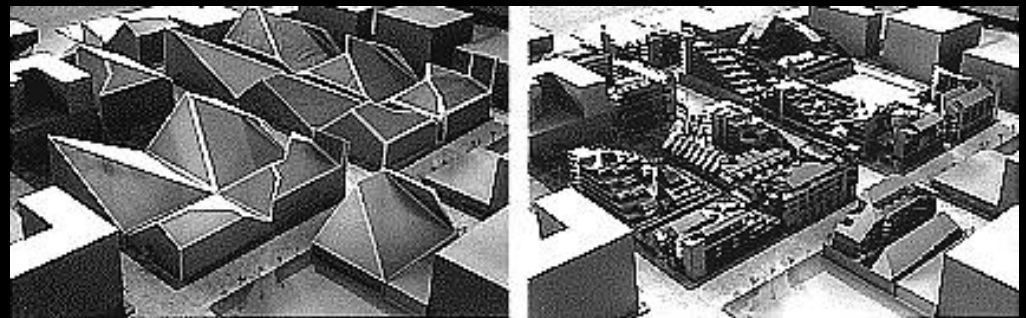
O AZIMUTE DOS PLANOS VERTICAIS  $PV$ ,  
E A INCLINAÇÃO DO PLANO DE RAMPA  
 $PR$ , SÃO DEFINIDOS PELA CONDIÇÃO  
MAIS LIMITANTE; SOLSTÍCIO DE DEZ  
OU EQUINÓCIOS.





|        | 1. solar envelope   | 2. building mass  | 3. interstitium   | 4. toldo  | 5. wind patterns  |
|--------|---|---|---|---|---|
| case a |  |  |  |  |  |
| case b |  |  |  |  |  |
| case c |  |  |  |  |  |
| case d |  |  |  |  |  |

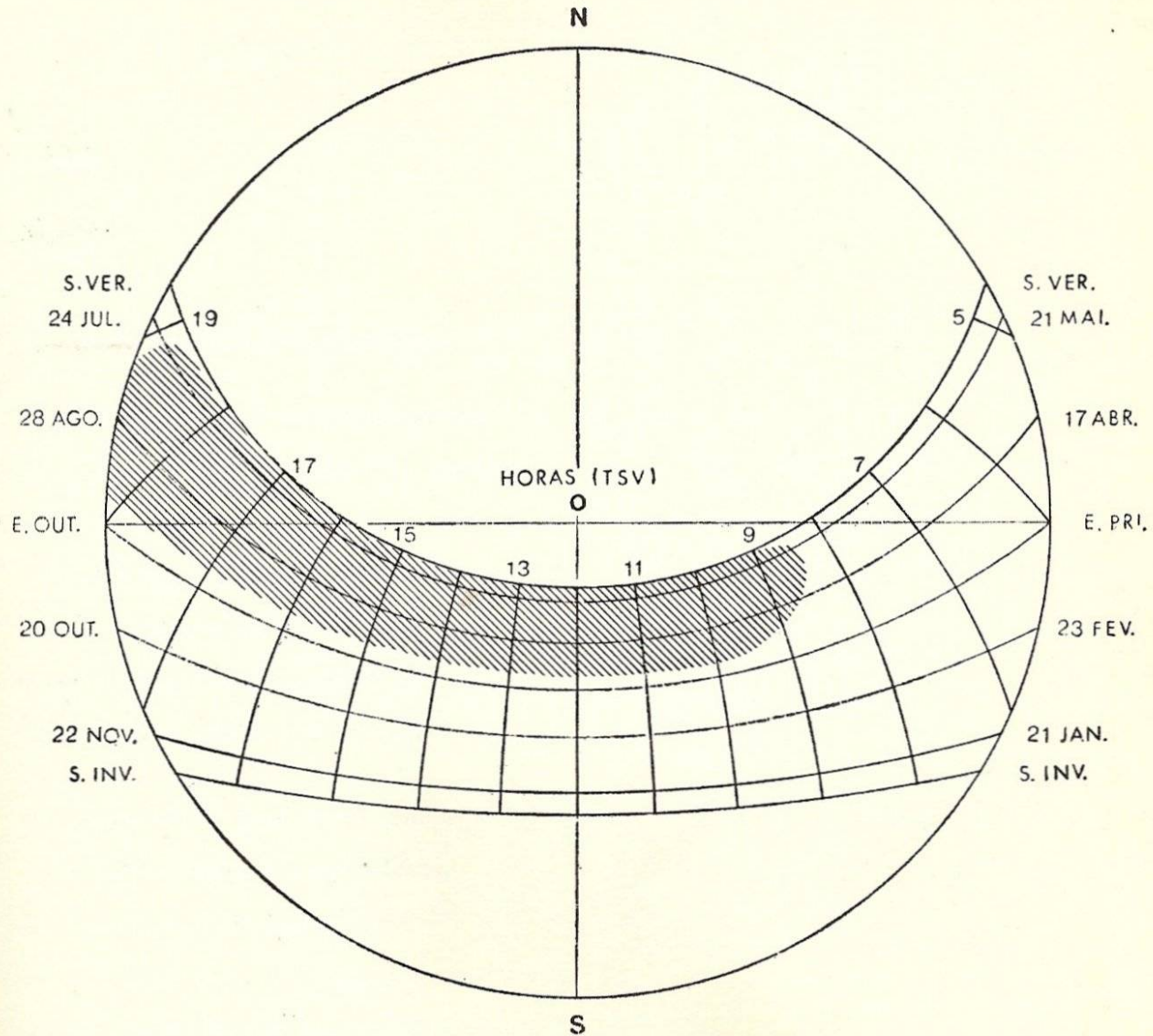
**Direito ao sol  
controlo do sol e  
do vento  
nos edifícios e  
espaços exteriores**



Ralph Knowles (1999), *The Solar Envelope*

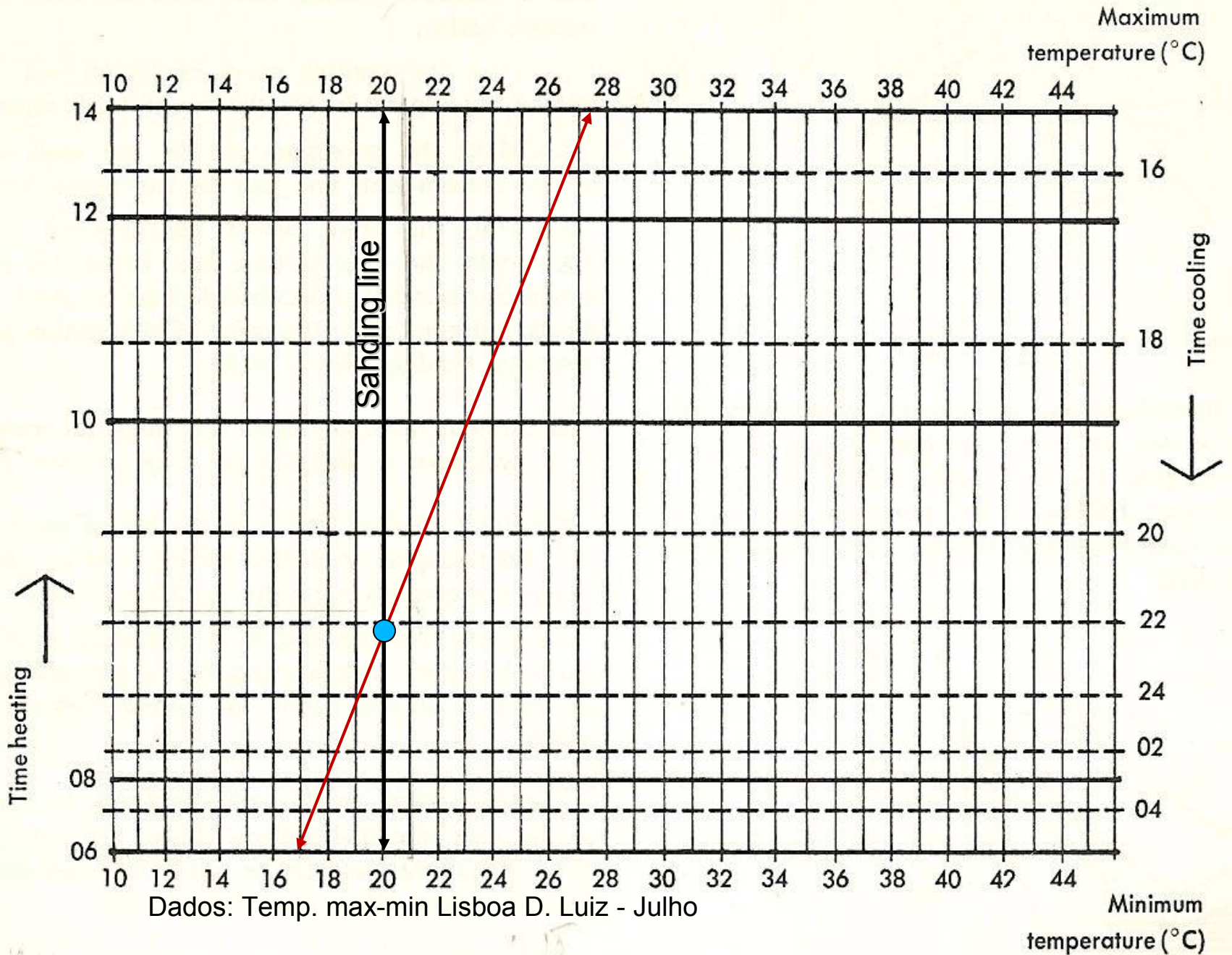
# CARTA SOLAR PARA LISBOA

(A zona tracejada corresponde aos dias e horas de penetração solar inconveniente)

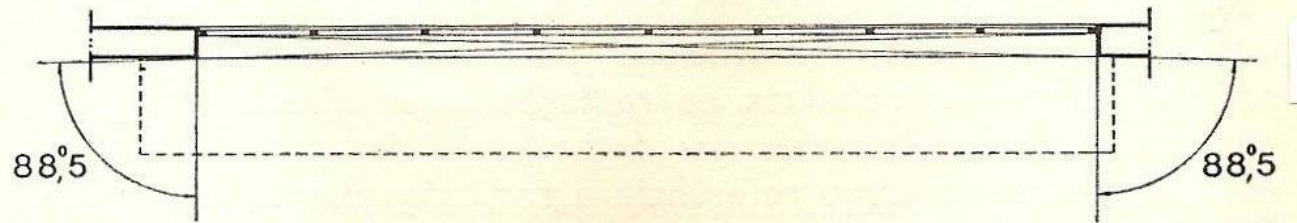
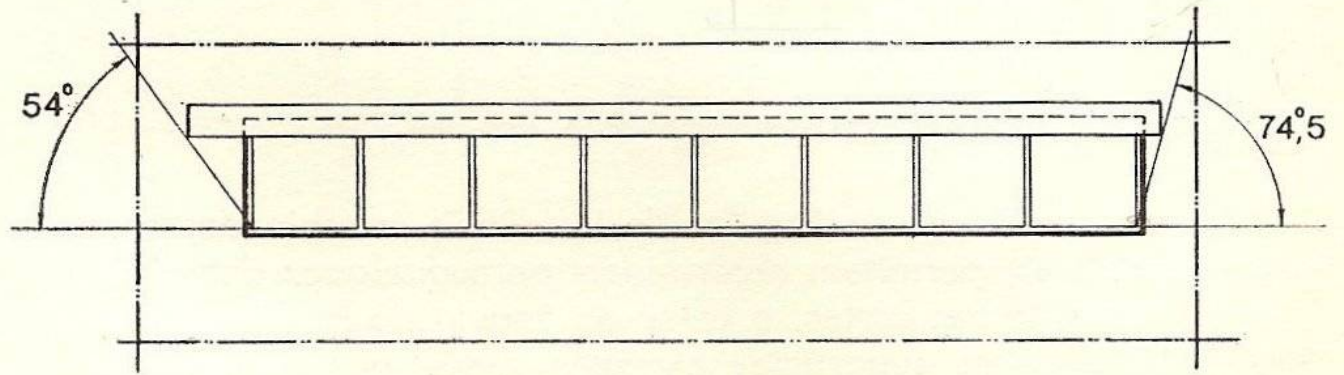
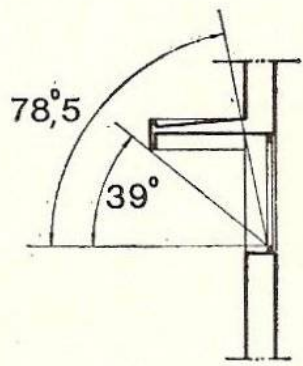


Horas do dia com temperatura seca do ar superior a 22°C

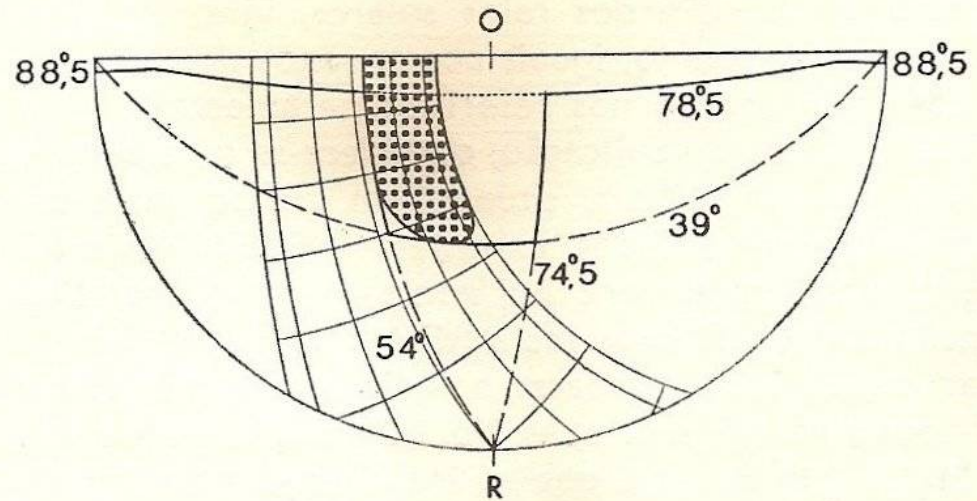
Fonte: ITE 5, LNEC 1969



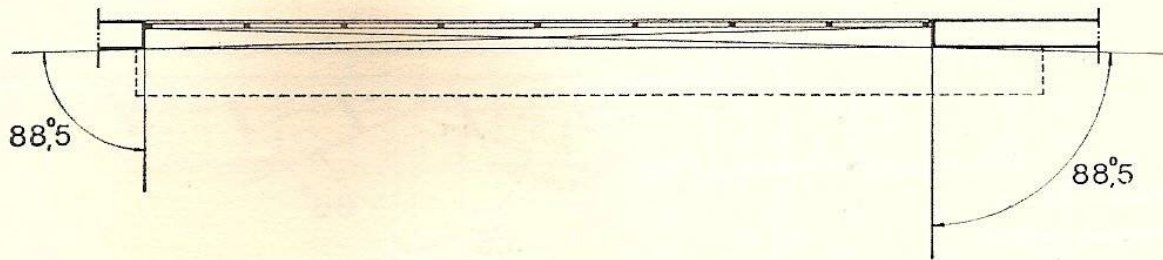
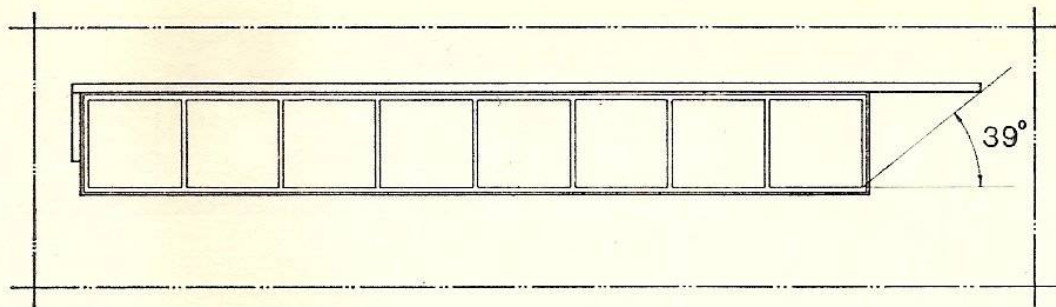
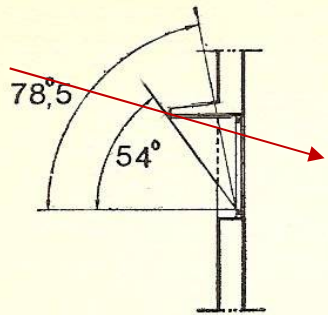
Determinação do shading time a partir das Normais Climatológicas (UN 1971/NC 1970)



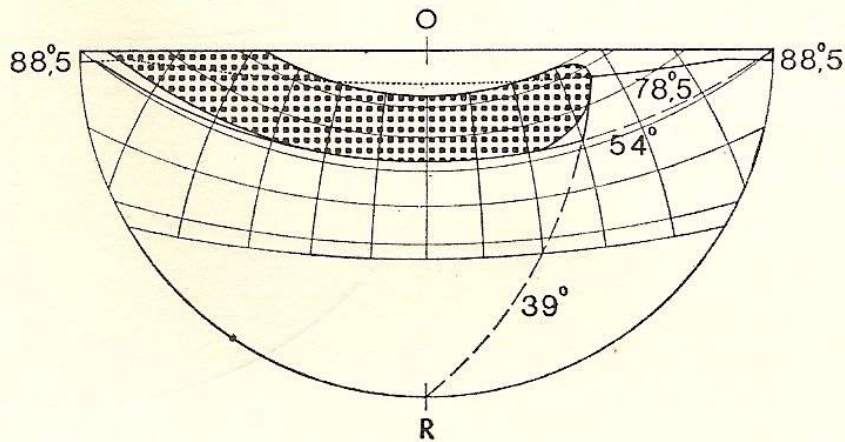
Fachada nascente



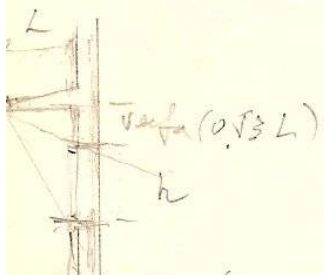
Palas a Nascente!



Fachada sul



*no de la altura del muro*

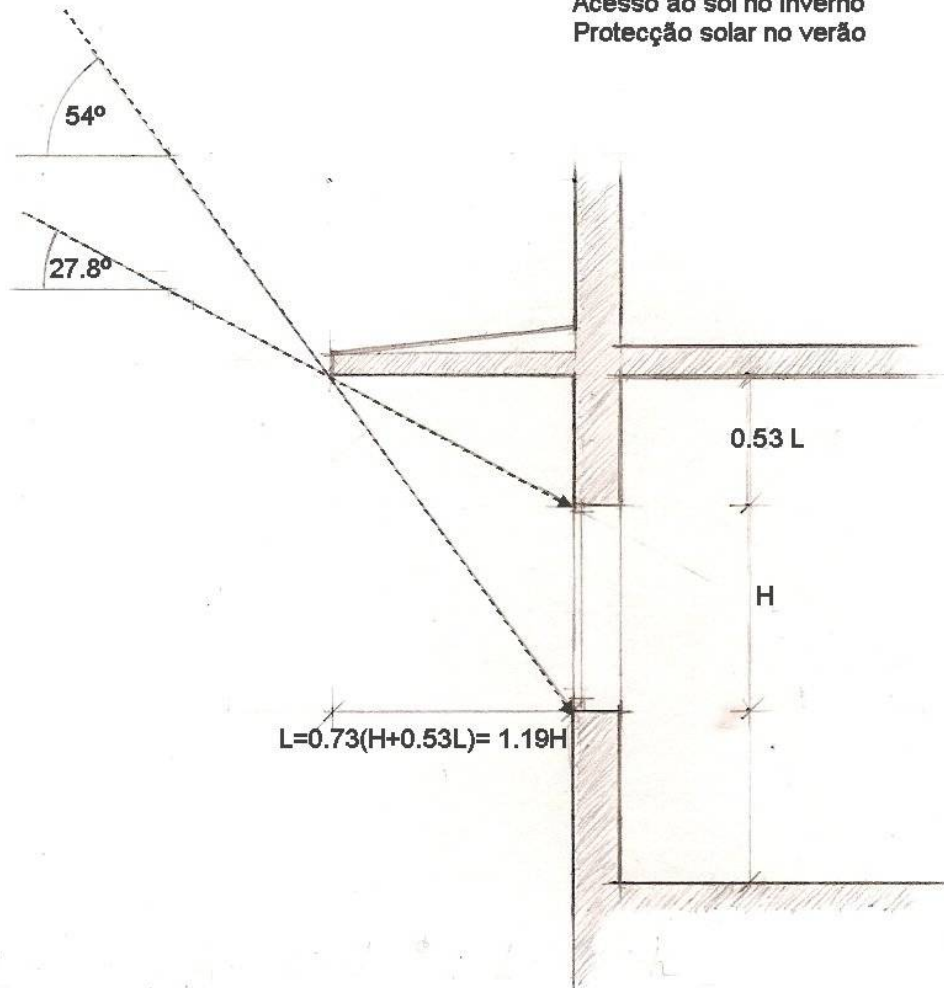


**Que palas a Sul?**

$$L = 20,73 h + 0,39 L \therefore L - 0,39 L = 0,73 h \therefore L = \frac{0,61}{0,73} = 0,84 h$$

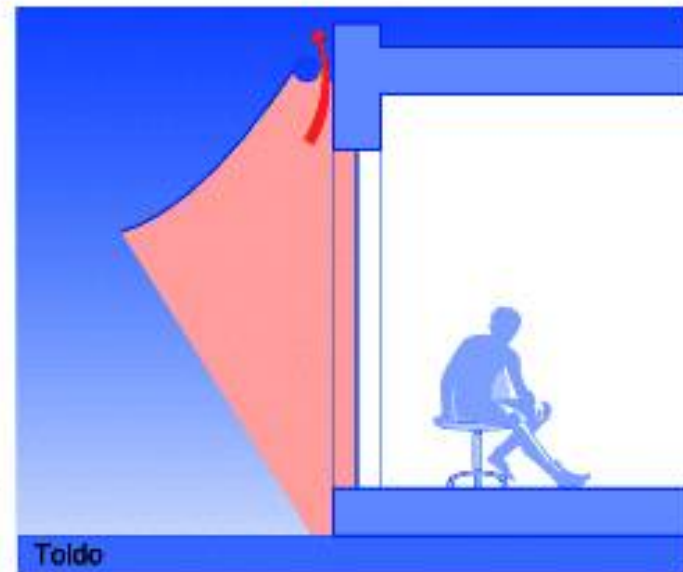
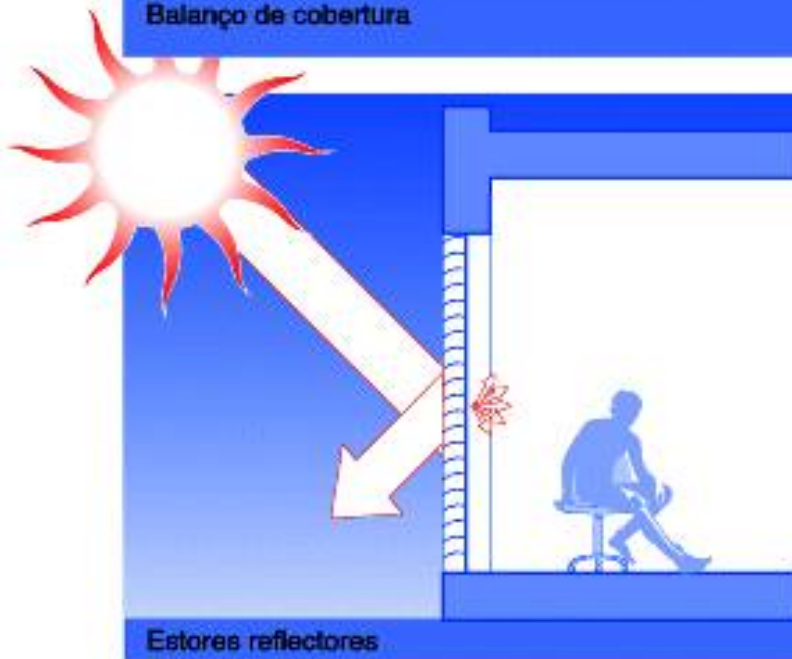
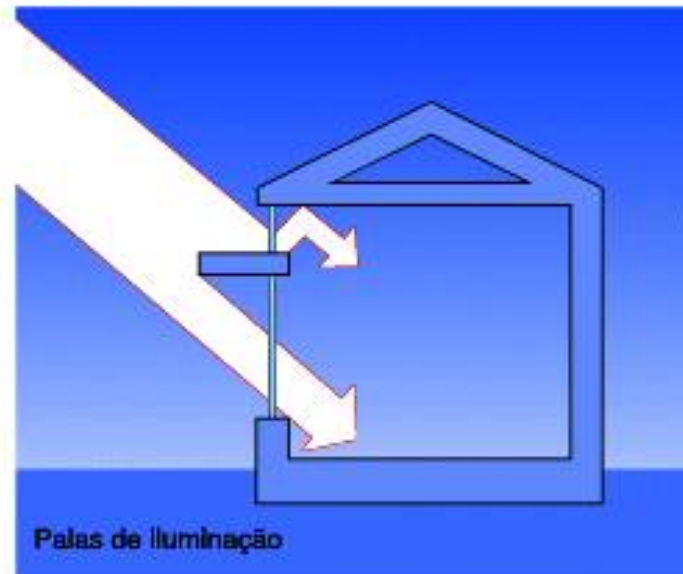
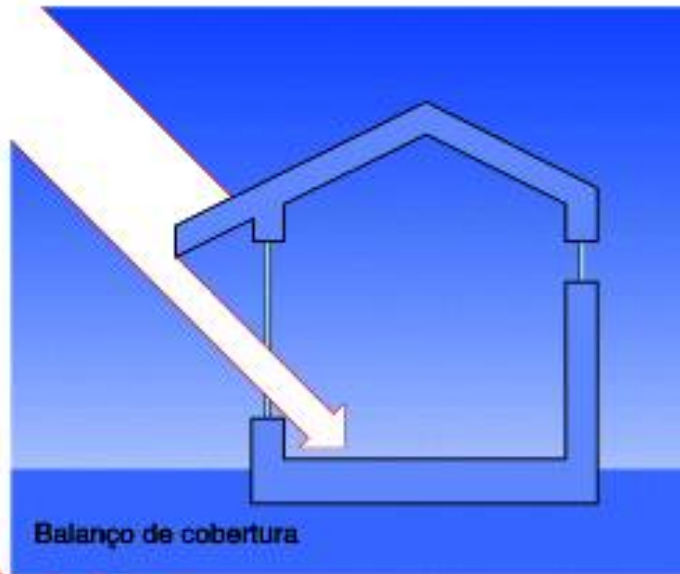
Al... sol direct envol... cios

Fachada a Sul em Lisboa  
Acesso ao sol no inverno  
Protecção solar no verão

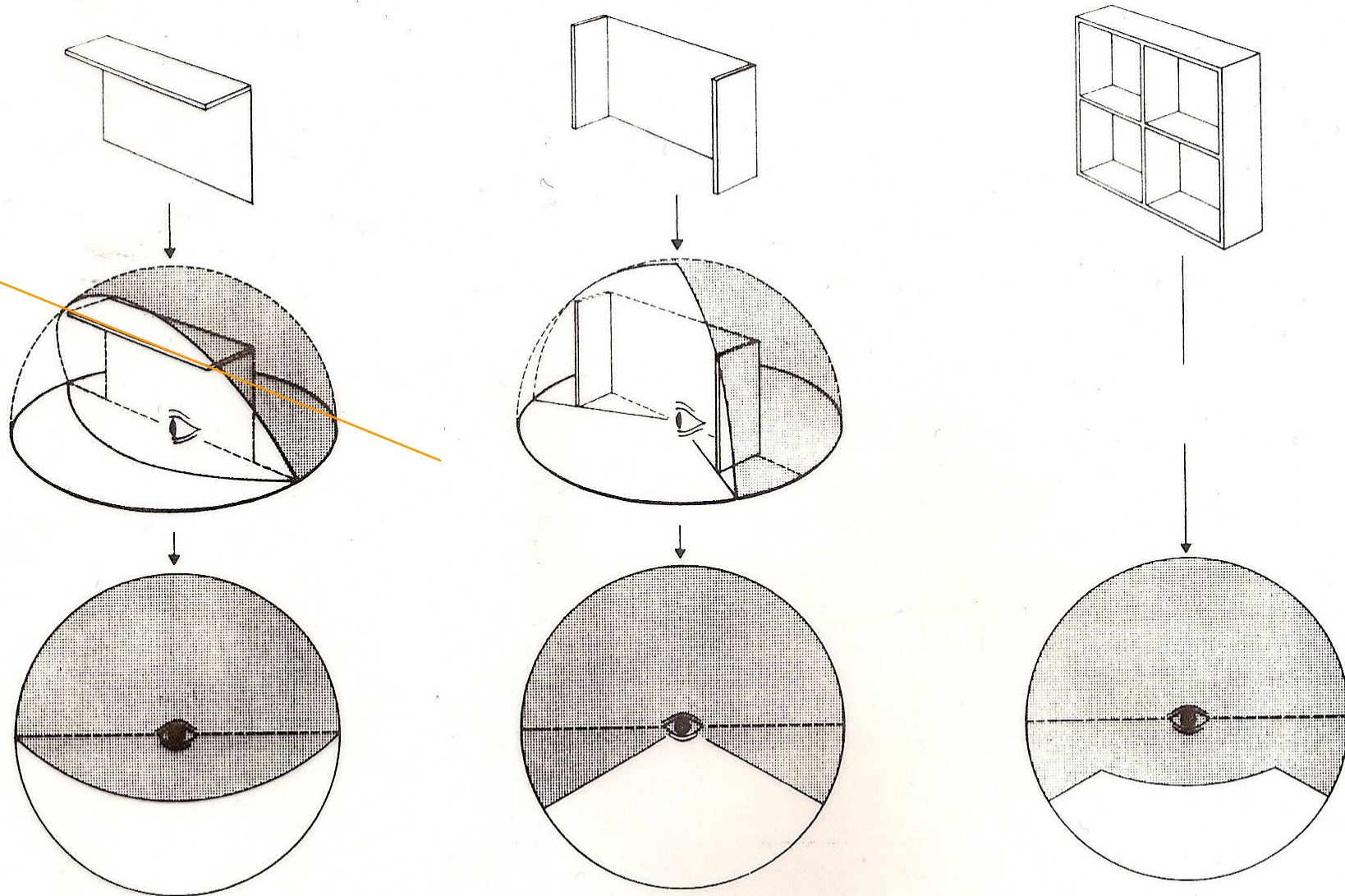


Que palas a Sul?

Atenção à rigidez das palas fixas face ao desfasamento estacional dos solstícios



**Tipos de sombreadores exteriores** (fonte: *A Green Vitruvius*. CCE/OA 2001)



Aplicação de máscaras de sombreamento em palas



Grandes e médios edifícios – ganhos e protecção solares  
R. Frei Amador Arrais (E-W; 37°) 22 Janeiro 98 15H30 (20°/220°)  
25 Março 98 12H00 (52°/163°)



Sérgio Gomes (1950), R. F. Amador Arrais





CHNE

SINCOF  
Associação Portuguesa de  
Cirurgiões Plásticos  
Através da  
Qualidade

Hospital de Bragança

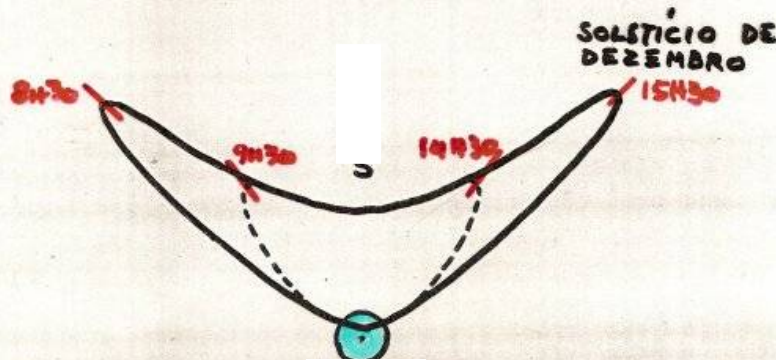
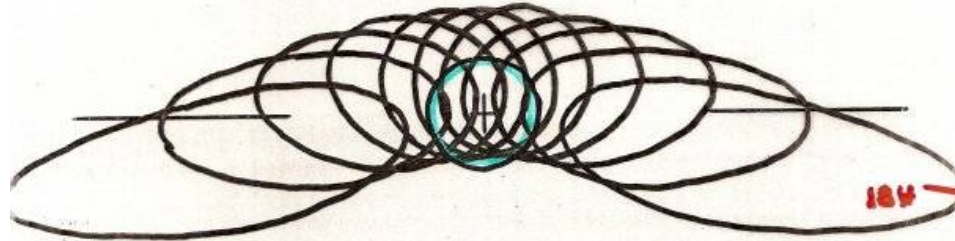


Desenho da borboleta de sombreamento de uma espécie árvore

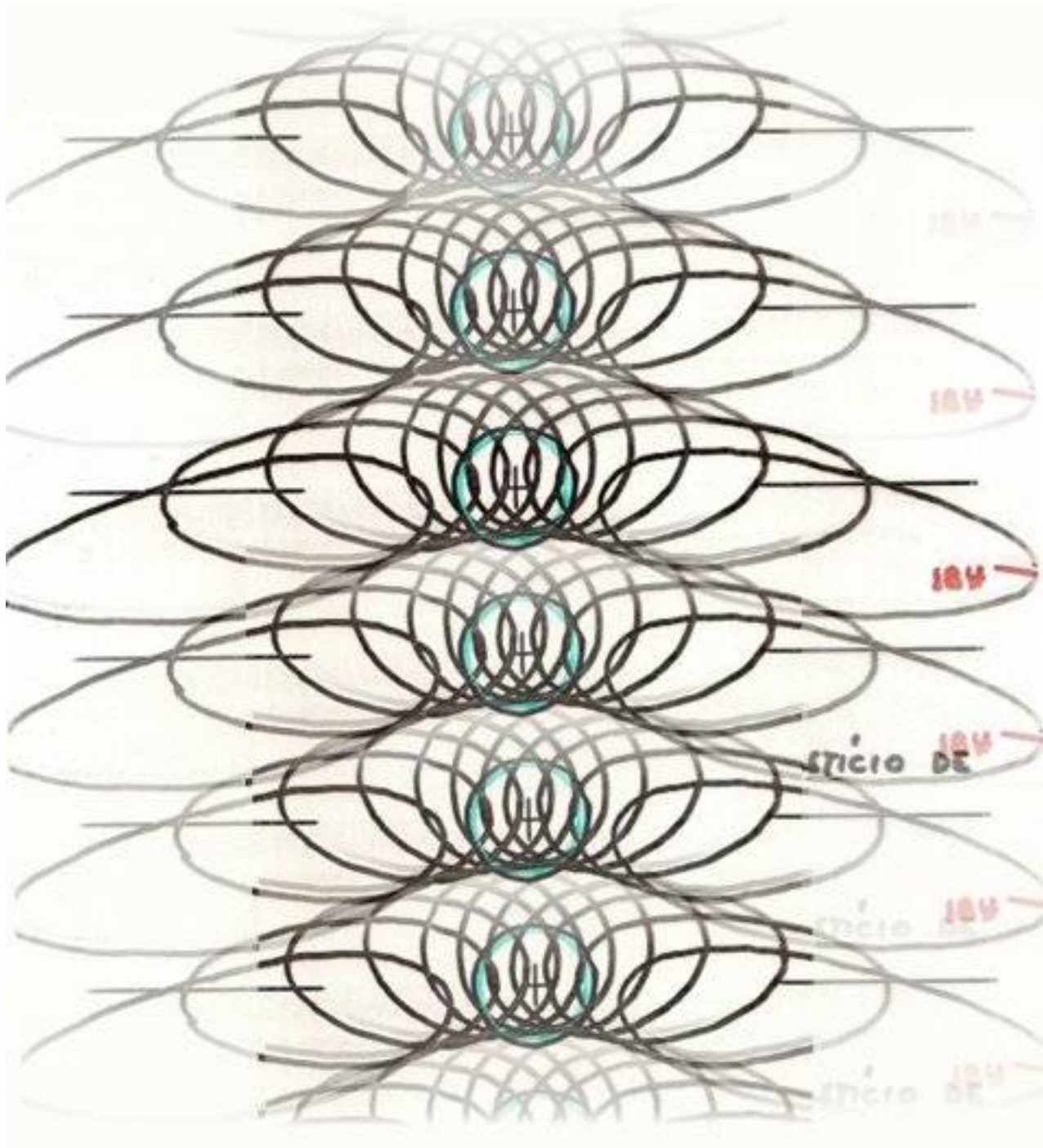


N  
↑

SOLSTÍCIO  
DE JUNHO



TSV  
FONTE: MALATO





Q PHARMACY

3

STATION PARADE

New Garden  
Victoria Gate 8.20-9.15am

NICOLAS

STARBUCKS COFFEE

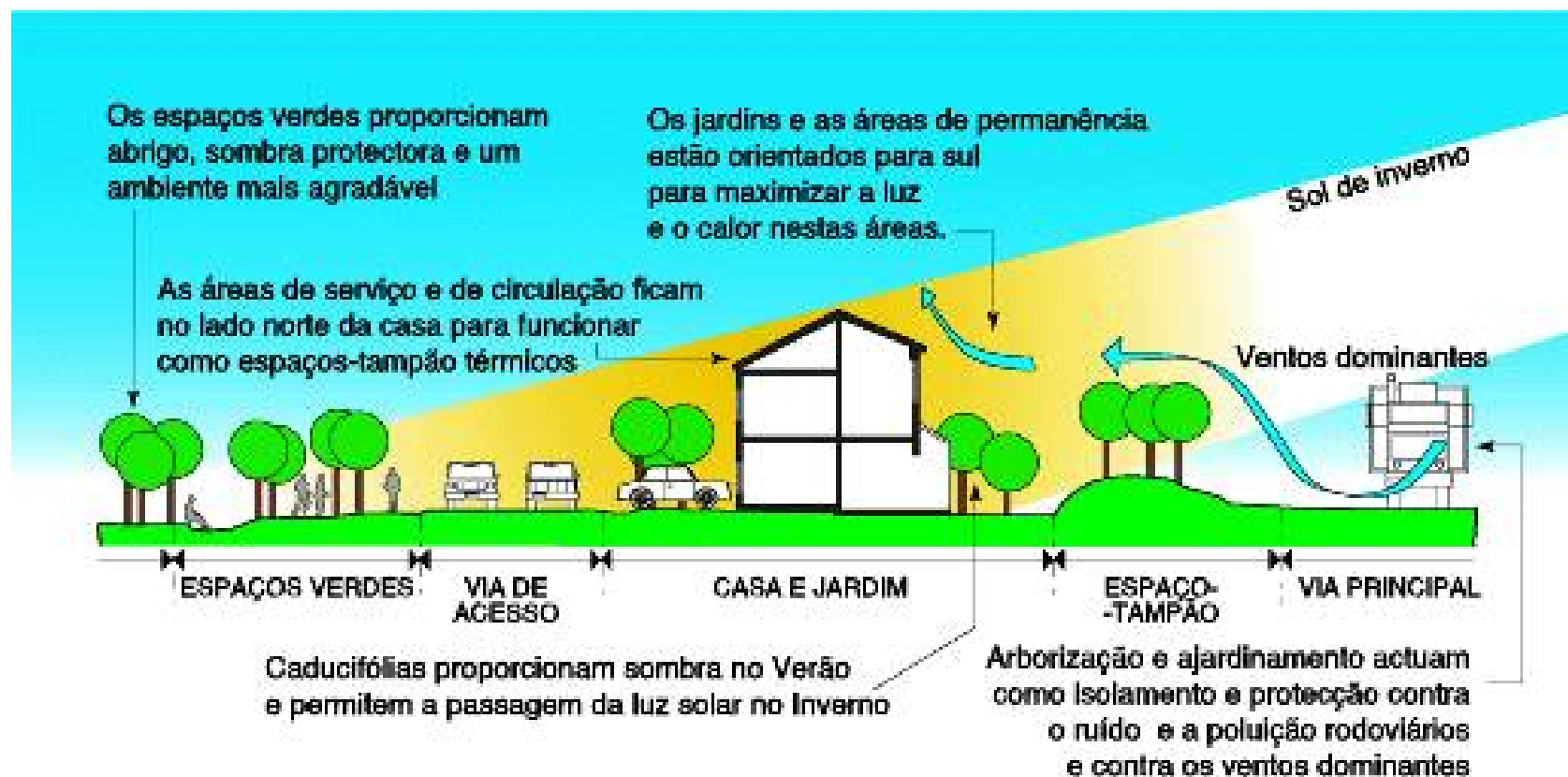
CAPPUCCINO

DRINKY

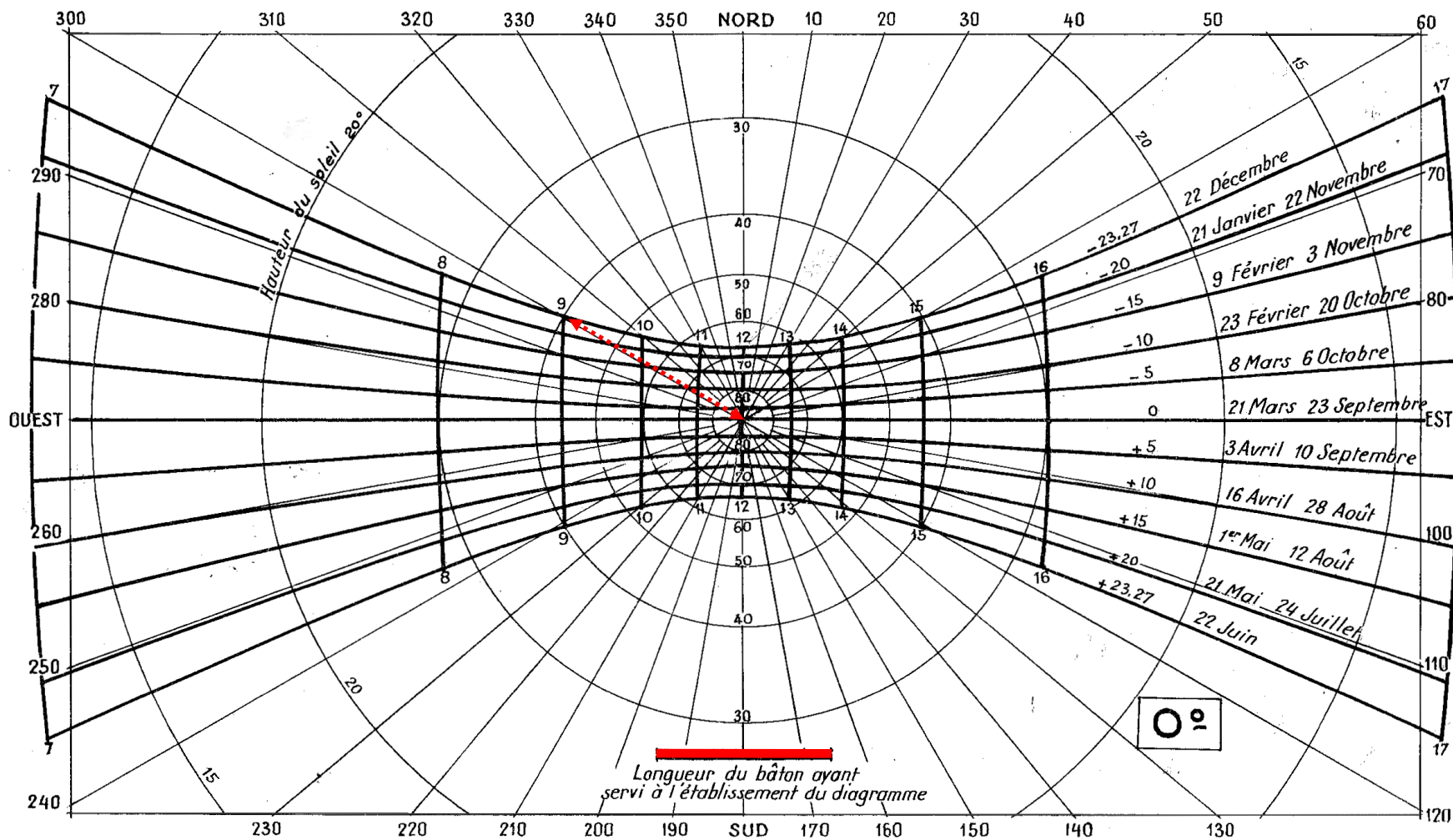
ESPRESSO

CAPPUCCINO

Perfil assimétrico de arruamentos Este-Oeste, desenvolvido em função da sua insolação assimétrica bem como do regime de ventos e da protecção contra a poluição e o ruído urbanos

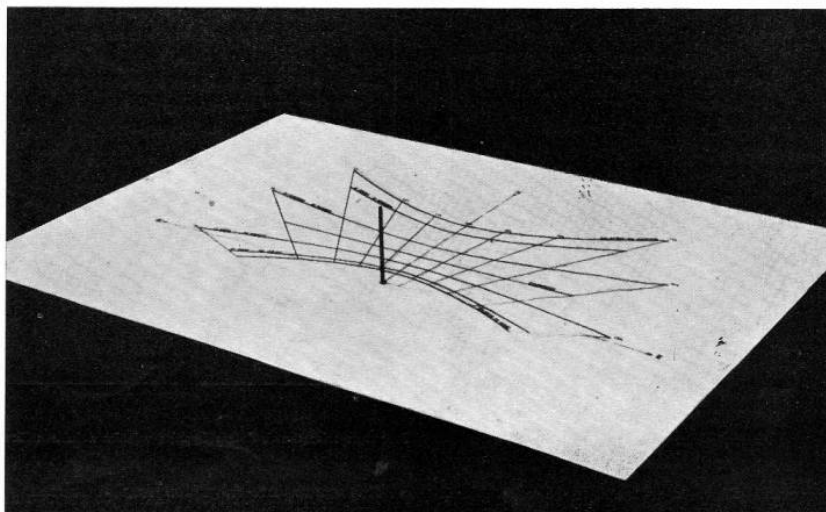






# Diagramas Solares

Fonte: Jacques Dreyfus, 1960



Vejamus como se pode traçar a trajectória da sombra da ponta de um estilete de altura  $Z$ , no dia do ano em que a declinação solar é  $\delta$ , para um quadrante destinado à latitude  $\varphi$  do hemisfério norte. Considere-se a fig. 25. Em dado instante  $t$ , a sombra da ponta do estilete ocupa a posição  $S$ , que fica perfei-

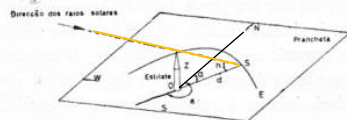


Fig. 25

tamente definida, em relação ao ponto  $O$ , pelo ângulo  $\alpha$  diferindo de  $180^\circ$  do azimute  $a$  do Sol nesse instante e pela distância  $d = \overline{OS}$ . Ora da figura tira-se que

$$d = Z \cdot \cot b$$

sendo  $b$  a altura do Sol no instante considerado.

Assim o problema reduz-se à determinação das coordenadas horizontais do Sol a partir das suas coordenadas equatoriais horárias que são conhecidas: a declinação  $\delta$ , no dia do ano considerado, vem referida nas Efemérides Astronómicas e o ângulo horário  $H$ , no instante  $t$  desse dia, vale, em graus,  $H = (t - 12) \times 15$ , sendo  $t$  expresso em horas solares verdadeiras.

As equações que resolvem o problema são portanto as seguintes:

$$H = (t - 12) \cdot 15$$

$$b = \text{arc sen} (\text{sen } \varphi \cdot \text{sen } \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos H)$$

$$a = \text{arc sen} \left( - \frac{\cos \delta \cdot \text{sen } H}{\cos b} \right)$$

$$\alpha = a - 180$$

$$d = Z \cdot \cot b$$

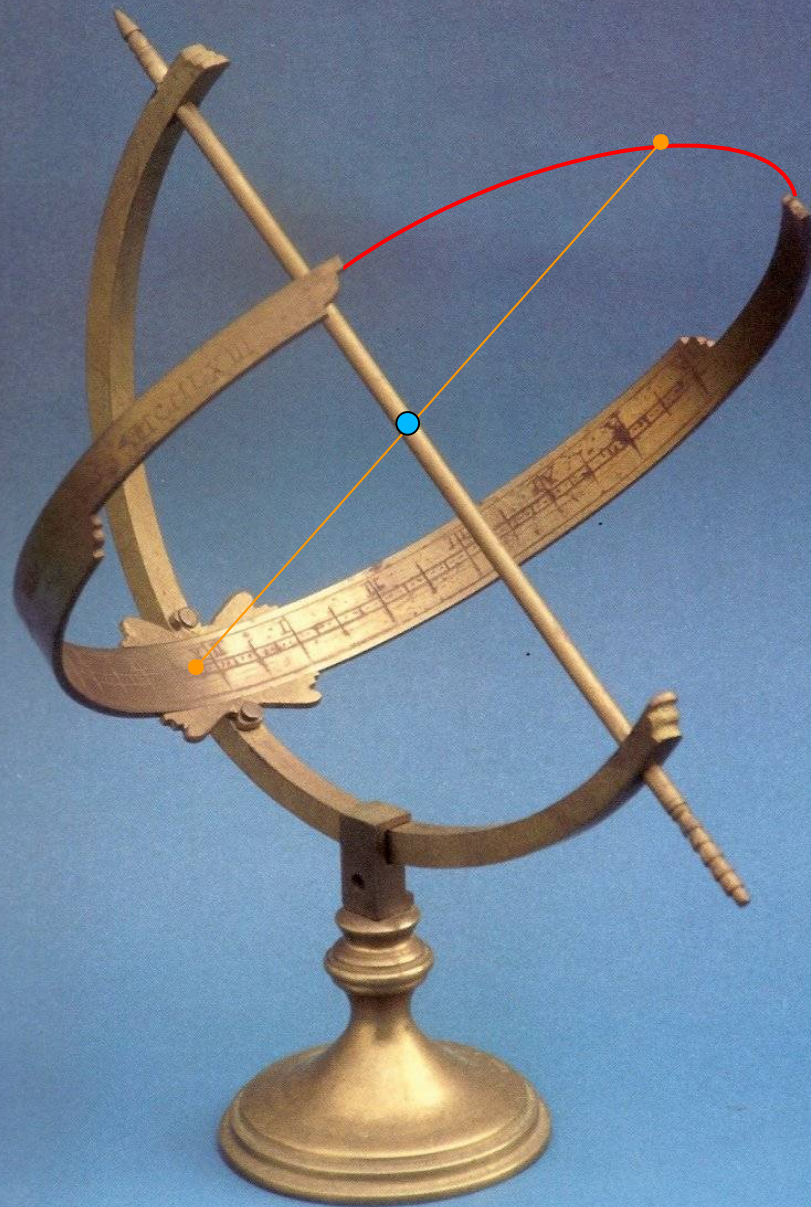
e as determinações, para definição da trajectória da sombra, limitam-se aos valores de  $t$  que conduzem a valores de  $b$  positivos.

É curioso notar que, para os equinócios, a trajectória da sombra da ponta do estilete é uma recta paralela à direcção este-oeste visto, nestas datas, as direcções dos raios solares existirem sempre no plano que intercepta o horizonte segundo a linha este-oeste. Para outras datas, as direcções dos raios solares existem em superfícies cónicas e, por isso, as trajectórias da sombra da ponta do estilete, no plano da prancheta, são curvas cuja concavidade tem um sentido dependente do sinal, positivo ou negativo, da declinação solar.

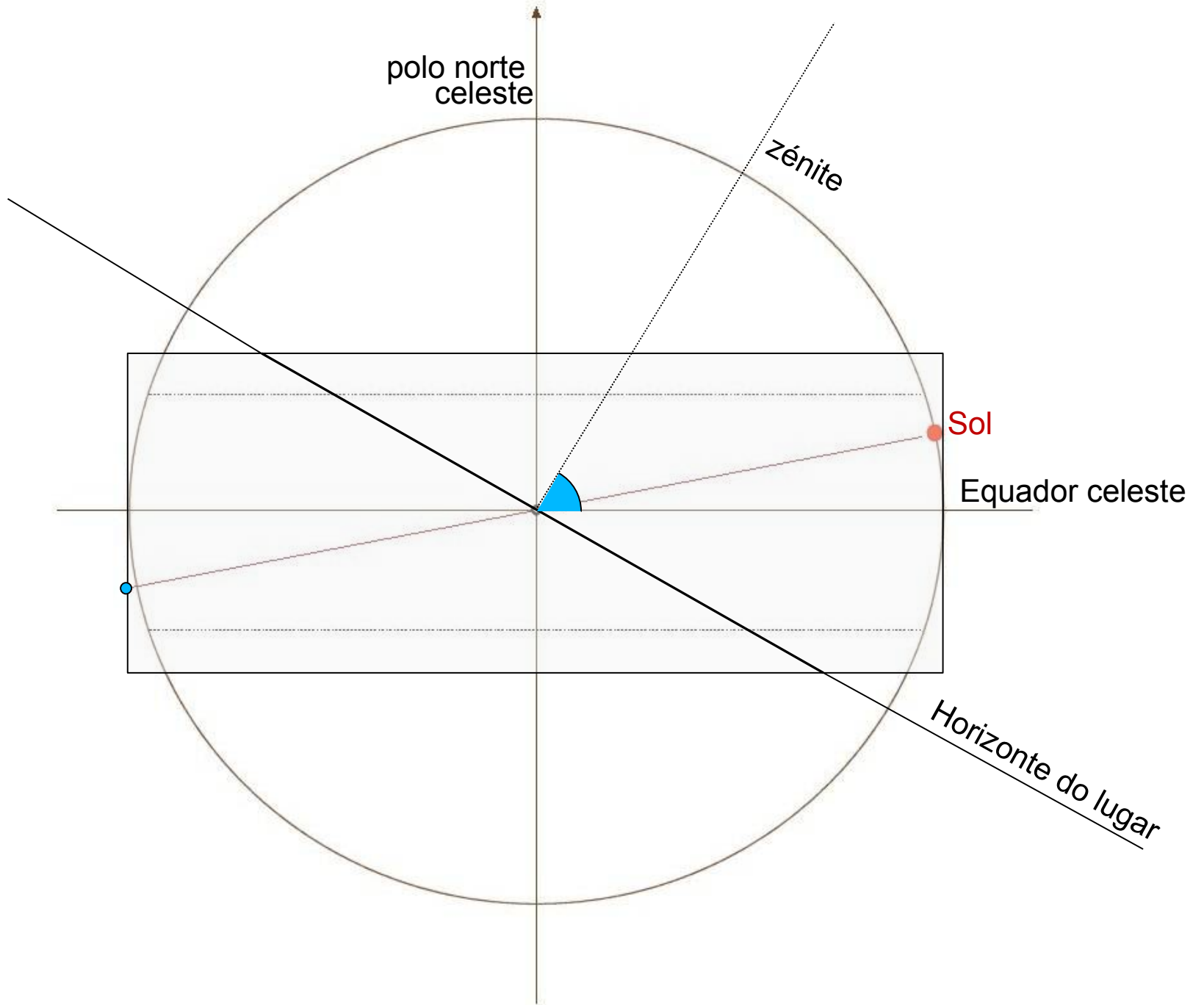
O quadrante construído no L. N. E. C. para a latitude de Lisboa e graduado em conformidade com o método que se acaba de expor é apresentado na fig. 26. No quadro III indicam-se os valores das coordenadas hori-



Quadrante solar  
Equatorial  
Colecção particular  
Vasco de Melo



Quadrante solar  
Equatorial  
Colecção particular  
Vasco de Melo



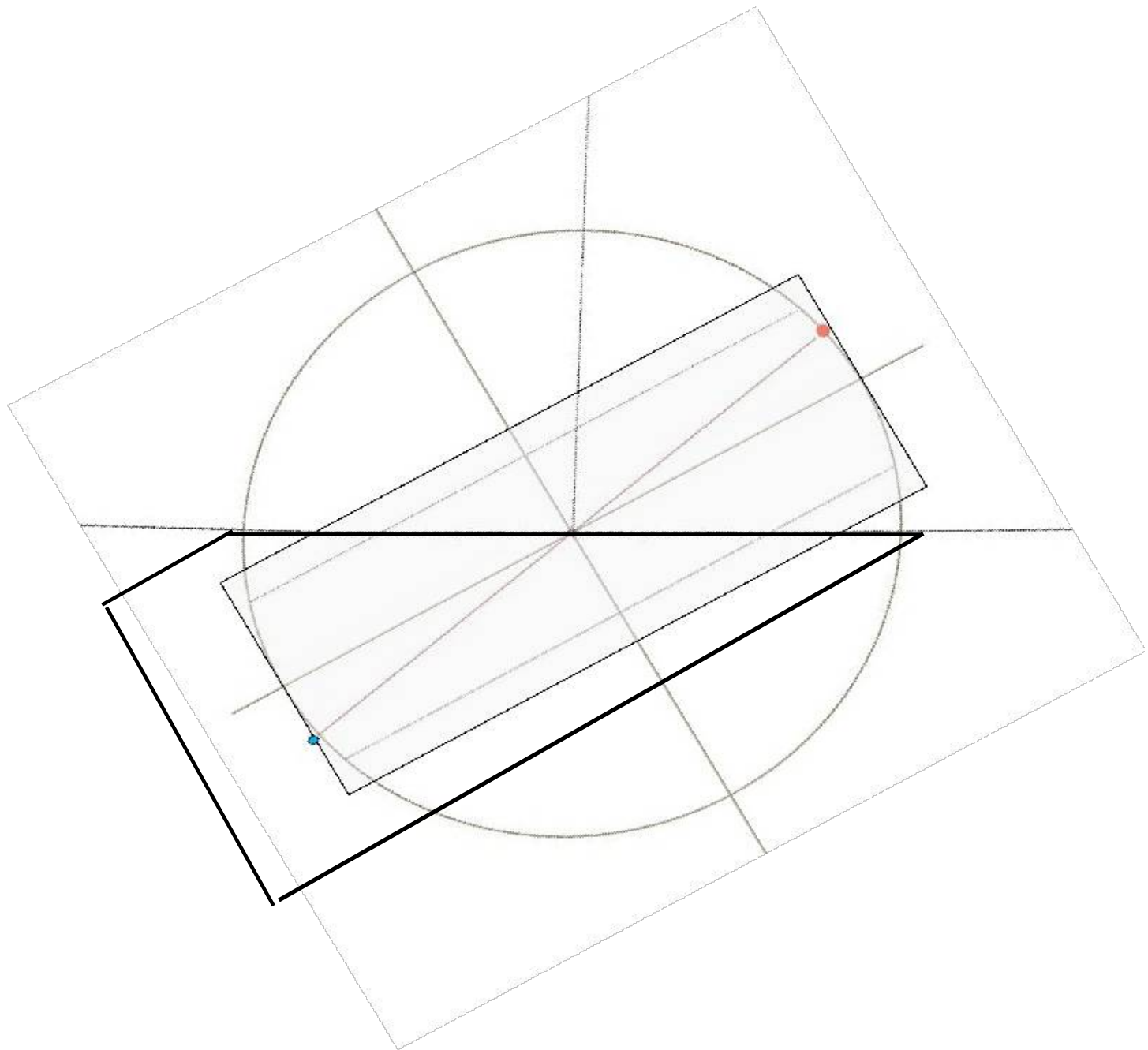
polo norte  
celeste

zénite

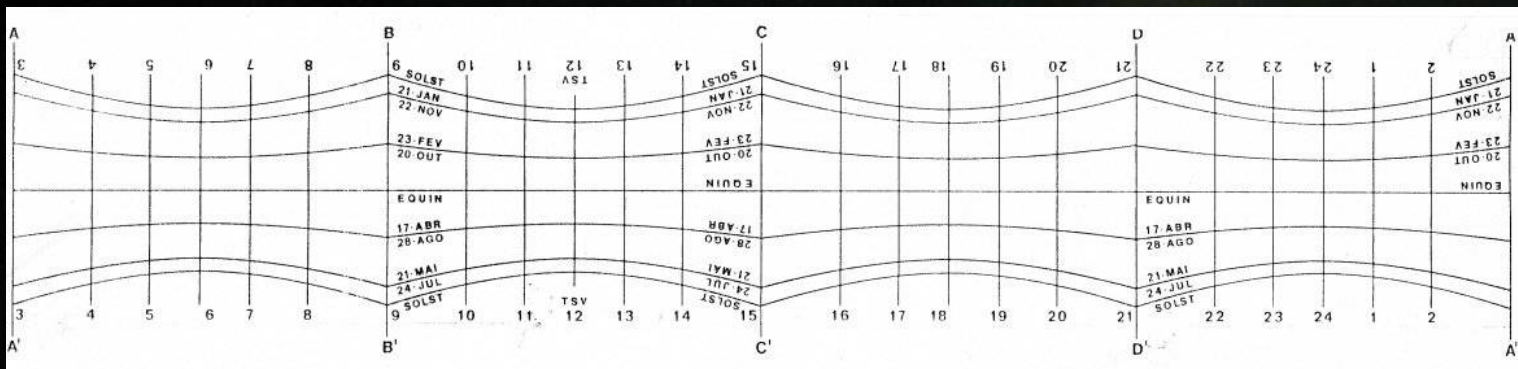
Sol

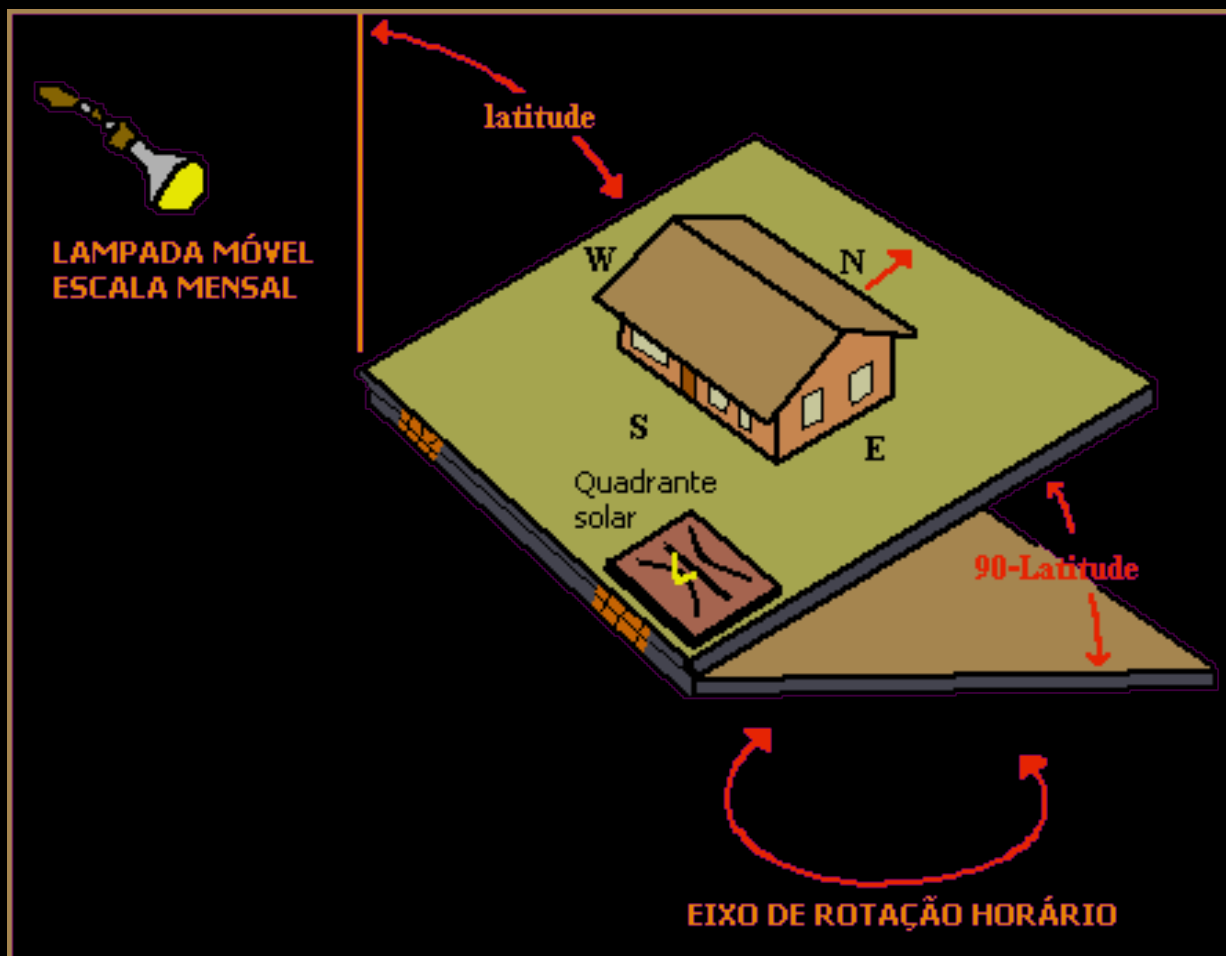
Equador celeste

Horizonte do lugar

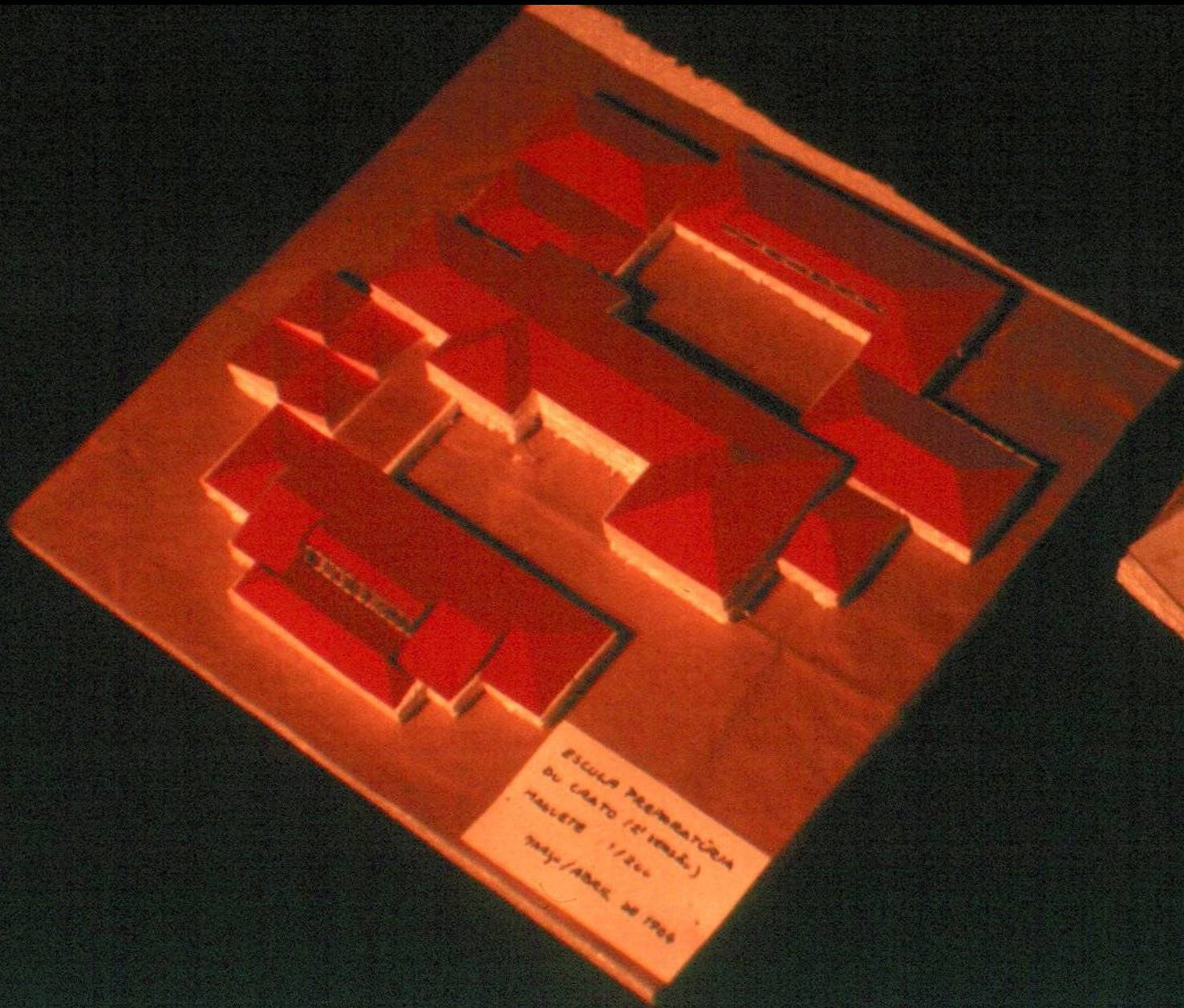


Quadrante Solar modelo LNEC (J. J. Malato e outro. *Geometria da Insolação de Edifícios*. LNEC, Lisboa 1969)









ȘCOALA PRIMĂRIEȘTI  
DE LAATO (2110000)  
HABETE 1/200  
MAY/ABRIL 1968