



## 2

### conceitos gerais de heliotecnia

#### ÍNDICE

radiação solar	2-2
movimento terra-sol	2-3
coordenadas e trajectória solar	2-4
sombreamento	2-6
orientação e inclinação de superfícies absorsoras	2-7
curvas de penalização	2-10
para saber mais...	2-12



## 2

### conceitos gerais de heliotecnia radiação solar

O **espectro da radiação** electromagnética emitida pelo Sol segue a distribuição do espectro de emissão de um corpo negro a cerca de 6000 K:

UV (ultra-violeta)

7%            96 W/m<sup>2</sup>

VIS (visível)

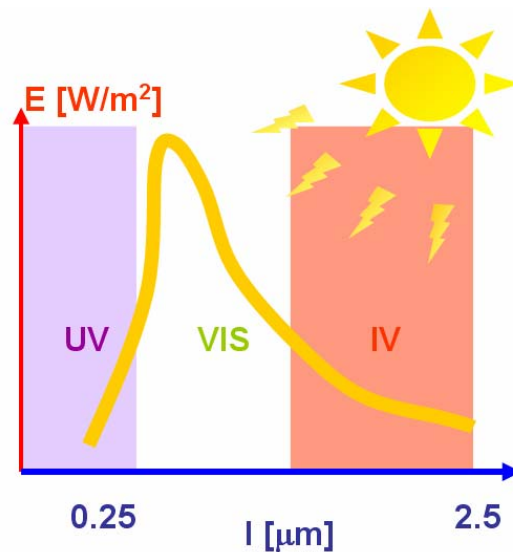
47%           642 W/m<sup>2</sup>

IV (infra-vermelho)

46%           629 W/m<sup>2</sup>

Radiação fora da atmosfera

1367 W/m<sup>2</sup>



A **radiação solar**, após atravessar a atmosfera, **atinge a superfície terrestre com três componentes**:

Radiação directa

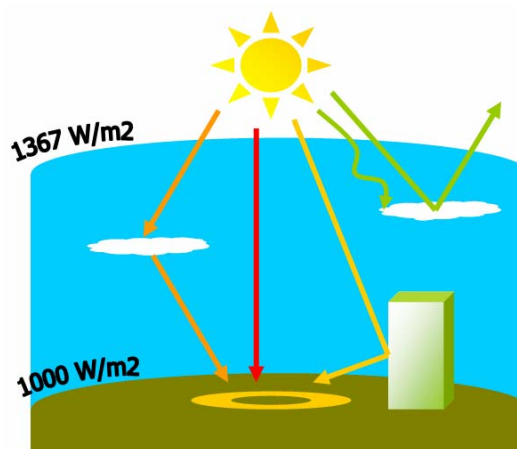
atinge directamente a superfície

Radiação difusa

desviada em diferentes direcções pelos componentes da atmosfera

Radiação reflectida

reflectida pelo solo (albedo) e objectos circundantes



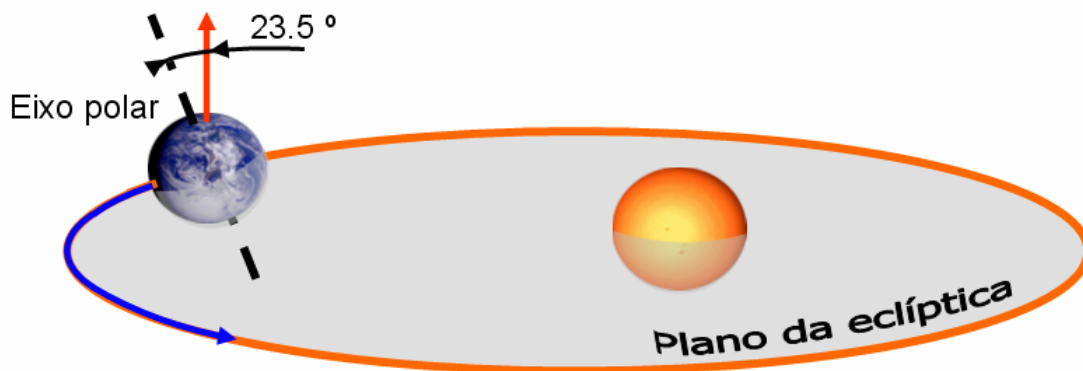
A restante radiação solar é absorvida ou reflectida para fora da atmosfera pelos elementos atmosféricos.



## 2

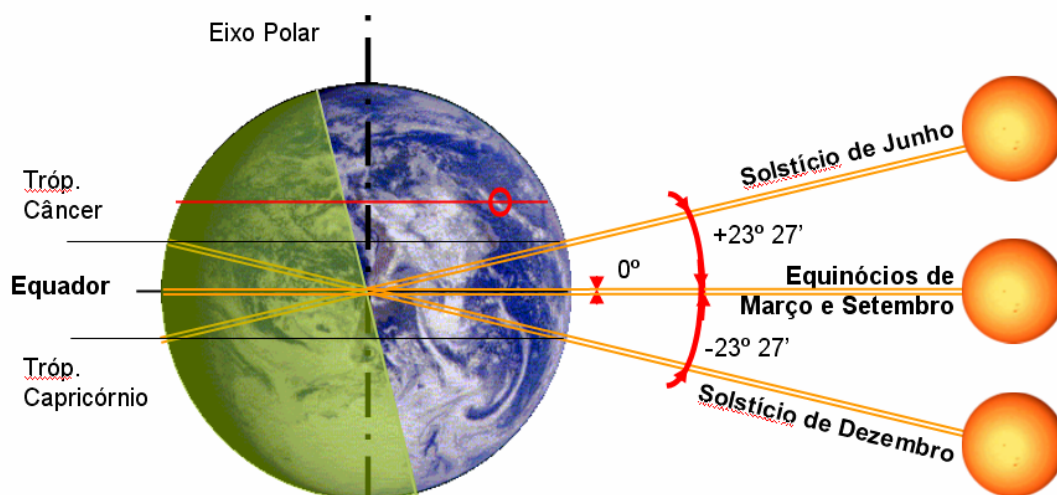
### conceitos gerais de heliotecnia movimento terra-sol

A Terra descreve uma **órbita elíptica em torno do Sol**, situado num dos focos.



365 dias e 6 horas

Define-se **declinação** como o ângulo entre a direcção da radiação solar e o plano do Equador:

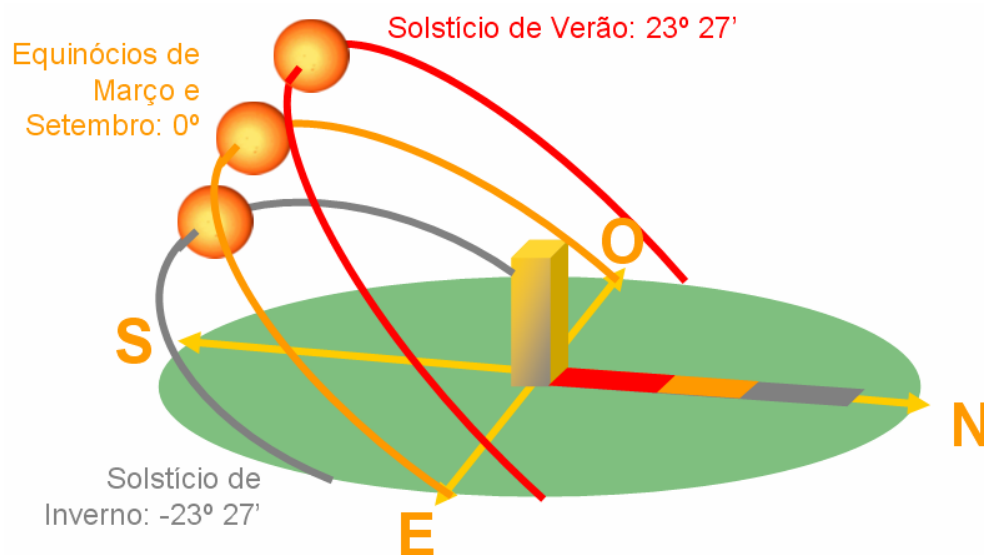




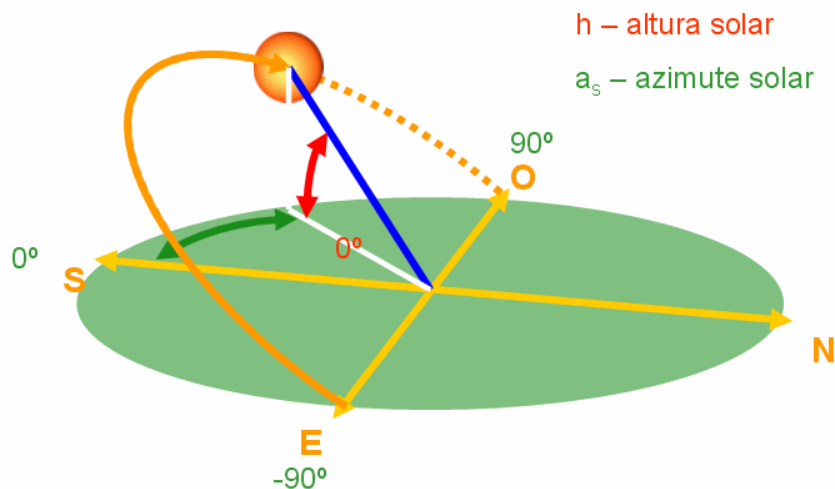
## 2

### conceitos gerais de heliotecnia coordenadas e trajetória solar

No referencial terrestre tudo se passa como se o Sol tivesse um movimento aparente no horizonte, a **trajetória solar**:



A trajetória solar traduz-se na variação das **coordenadas do Sol** ao longo do dia:

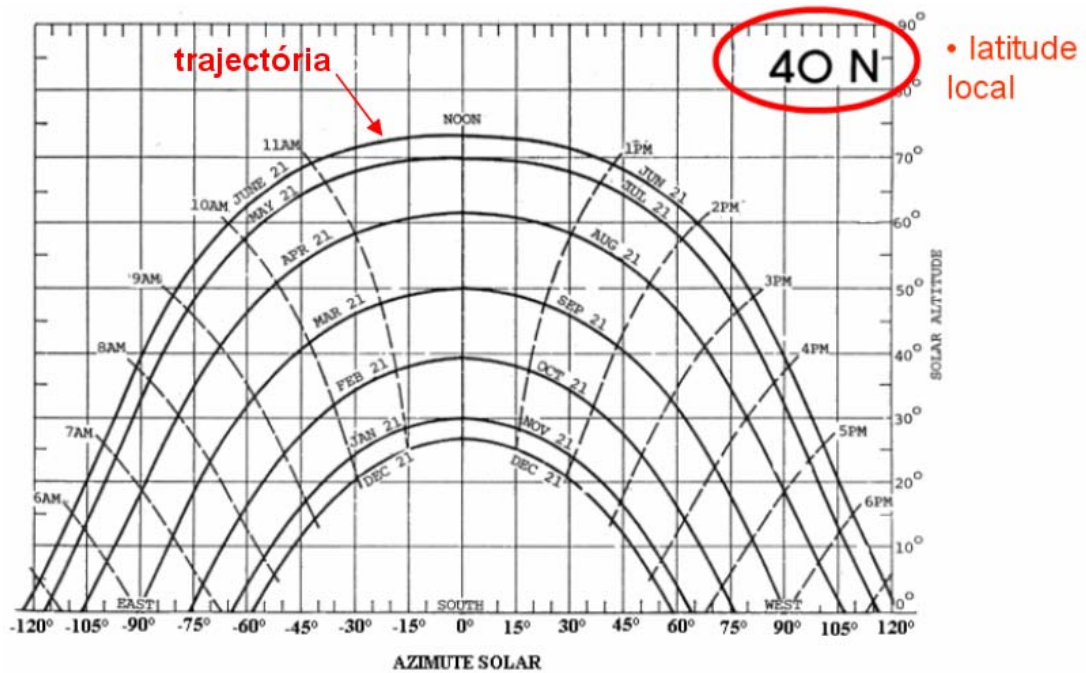




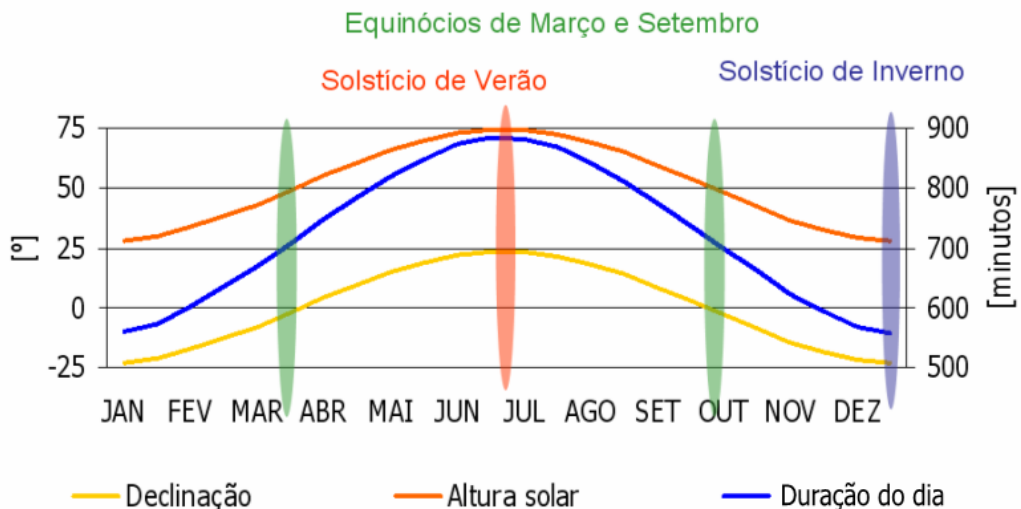
## 2

### conceitos gerais de heliotecnia coordenadas e trajectória solar

A determinação das coordenadas solares ao longo do ano e do dia pode ser efectuada utilizando uma  **projecção estereográfica cilíndrica** :



Representando graficamente a influência das  **variações anuais**  (lat. 40° N):

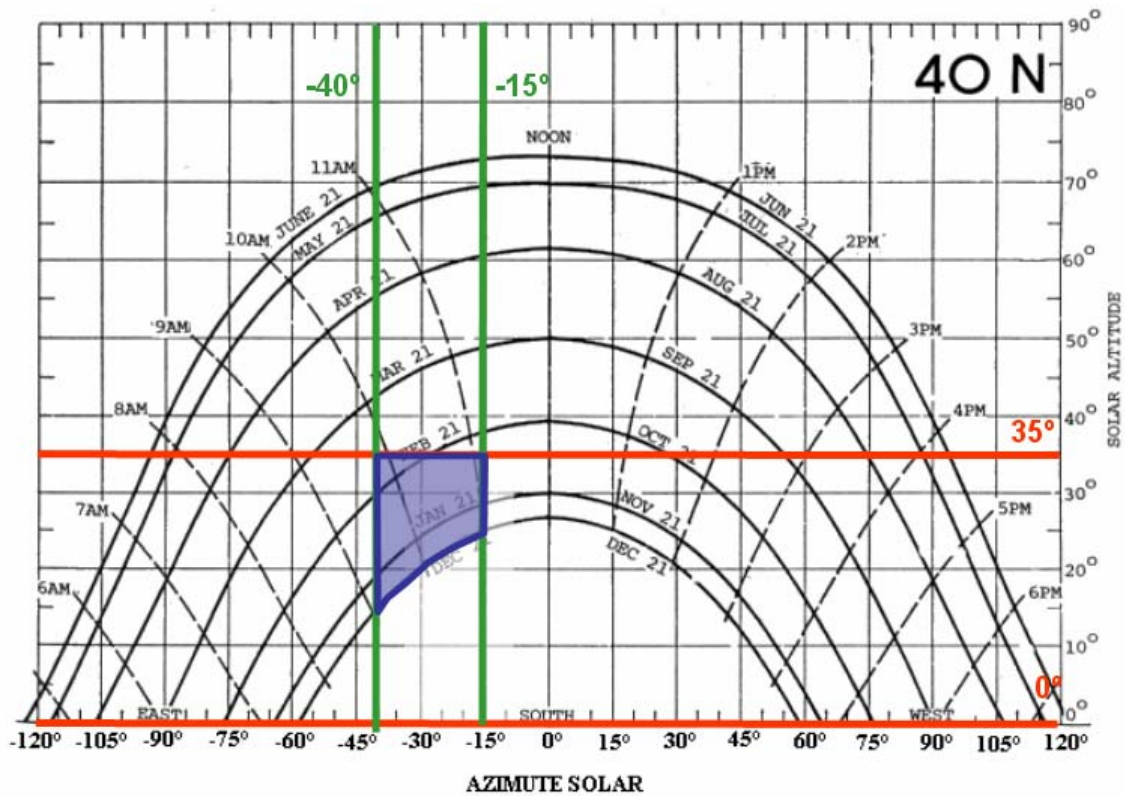
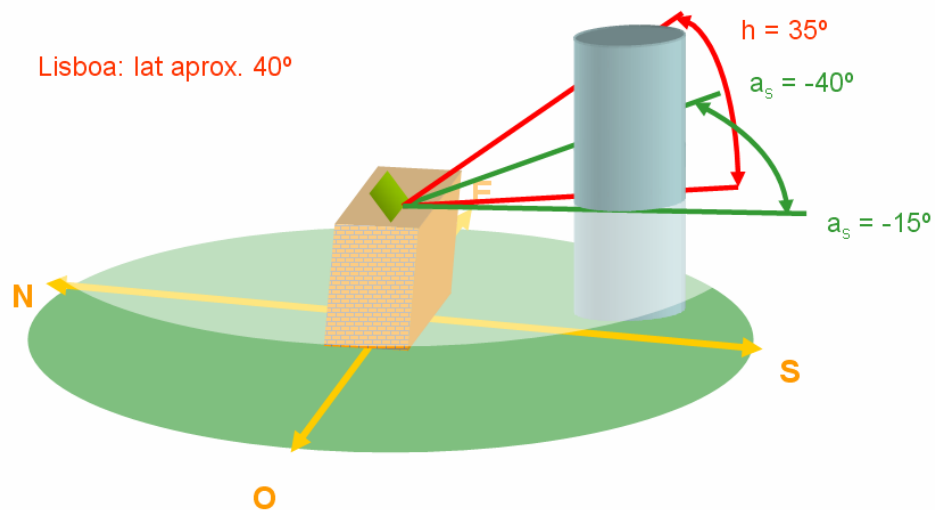




## 2

### conceitos gerais de heliotecnia sombreamento

As projecções estereográficas permitem determinar zonas de sombreamento ao longo do ano:

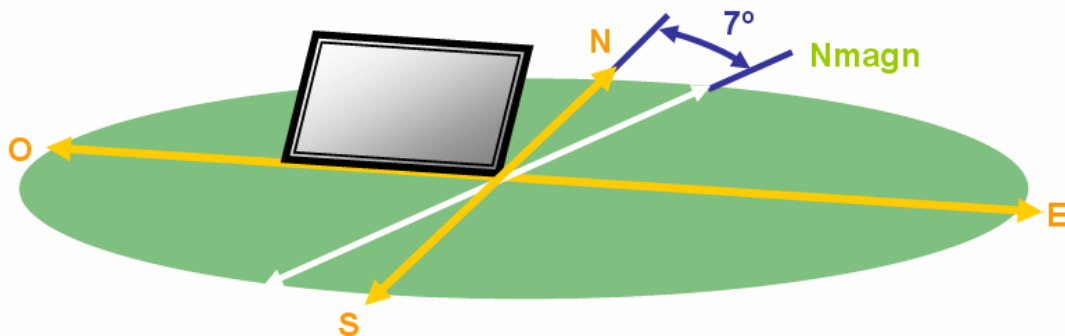




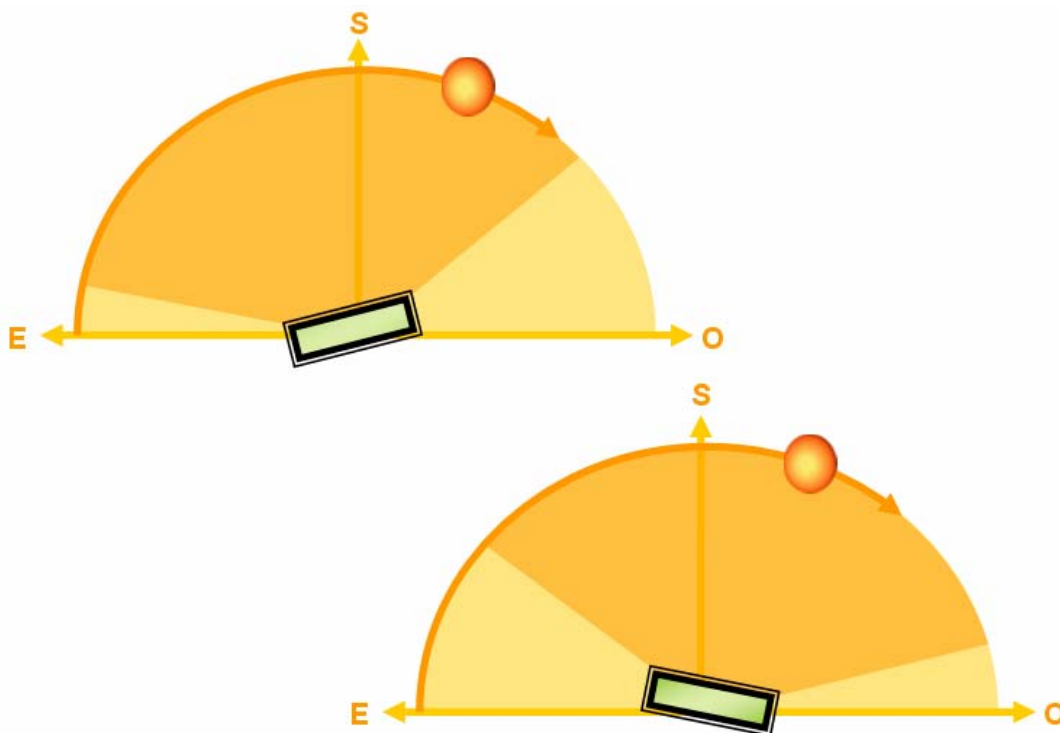
## 2

### conceitos gerais de heliotecnia orientação e inclinação de superfícies absorvedoras

A orientação que maximiza a quantidade de radiação aproveitável coincide com o Sul geográfico.



Desvios para Leste traduzem-se num **avanço à captação** e desvios para Oeste num **atraso à captação** (1 hora por cada 15°)



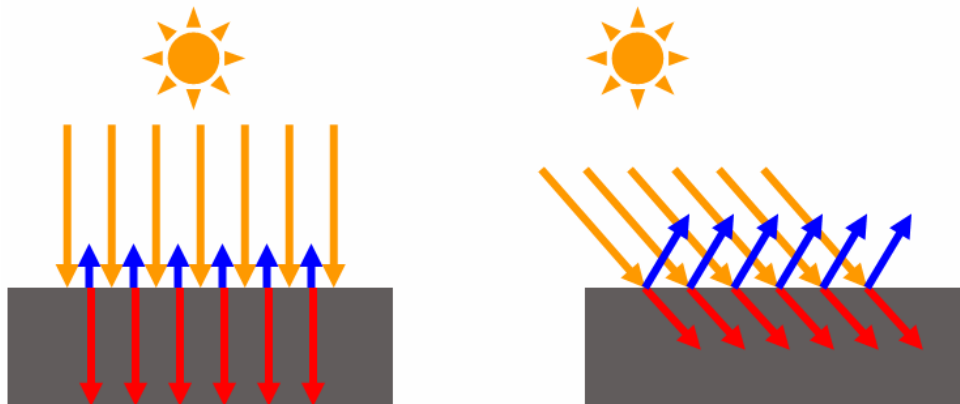


## 2

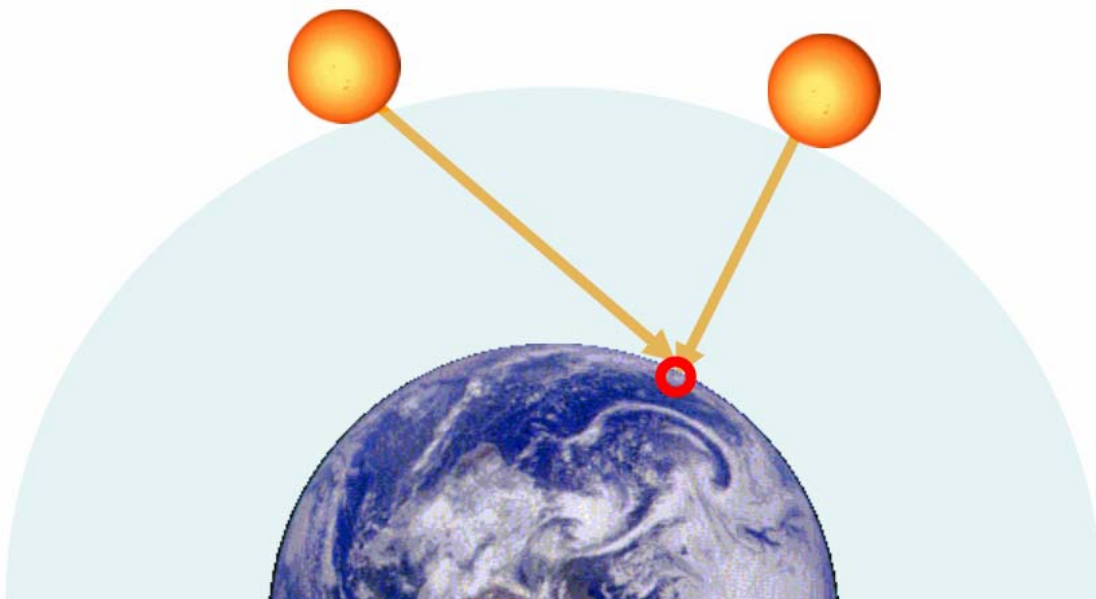
### conceitos gerais de heliotecnia orientação e inclinação de superfícies absorvedoras

A **quantidade de radiação solar captada numa superfície é máxima** quando esta se encontra posicionada **perpendicularmente à radiação** devido a:

variação angular da **absortância**,  $\alpha$ , e **reflectância**,  $\rho$ :



e ao percurso realizado pela radiação na atmosfera.



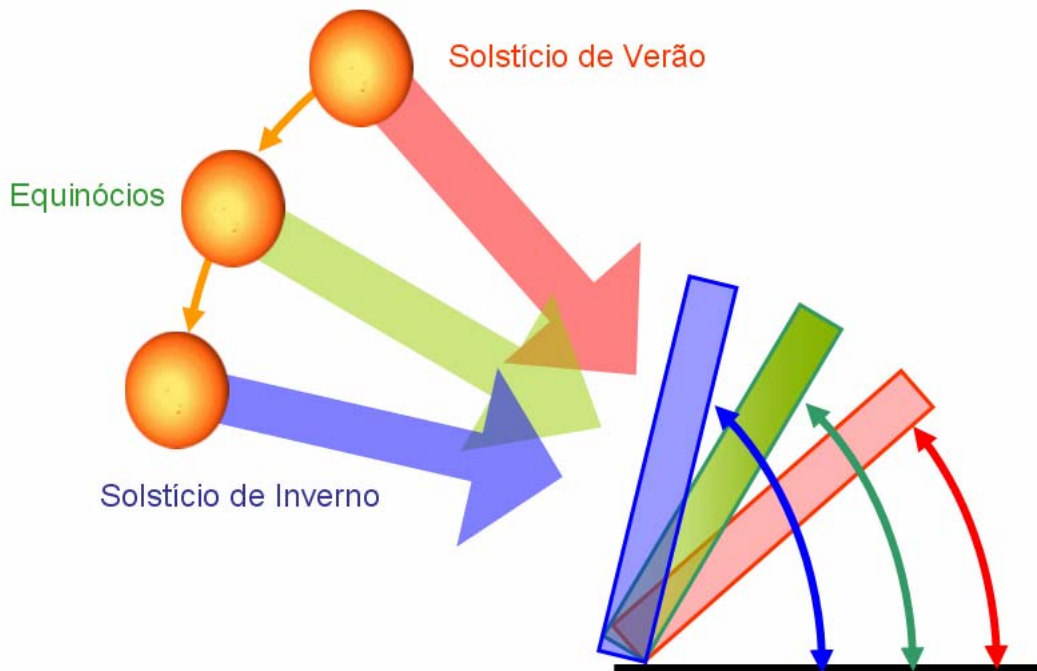




## 2

### conceitos gerais de heliotecnia orientação e inclinação de superfícies absorvedoras

A **inclinação** dos colectores deve otimizar a captação de radiação solar tendo em conta a variação da altura solar ao longo do ano.



Dada a dificuldade de alterar a inclinação da superfície absorvedora ao longo do ano, a sua **inclinação, fixa, é determinada pelo tipo de utilização:**

Utilização	Inclinação
Verão (hotéis de temporada)	Lat - 15°
Inverno (aquecimento)	Lat + 15°
Anual (doméstico, outra não sazonal)	Lat - 5°



## 2

### conceitos gerais de heliotecnia curvas de penalização

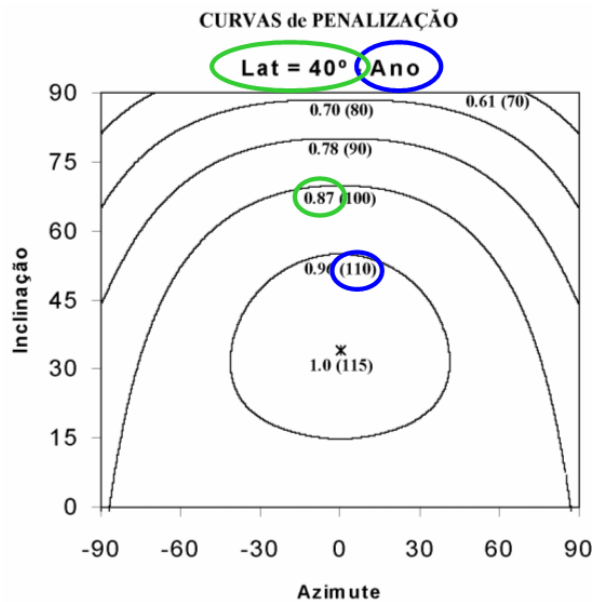
Pequenos desvios do posicionamento óptimo não introduzem grandes penalizações na energia útil fornecida pelo equipamento solar. A diminuição da energia disponível num absorsor posicionado de modo diferente ao óptimo é traduzida pelas **curvas de penalização**.

O seu traçado depende de:

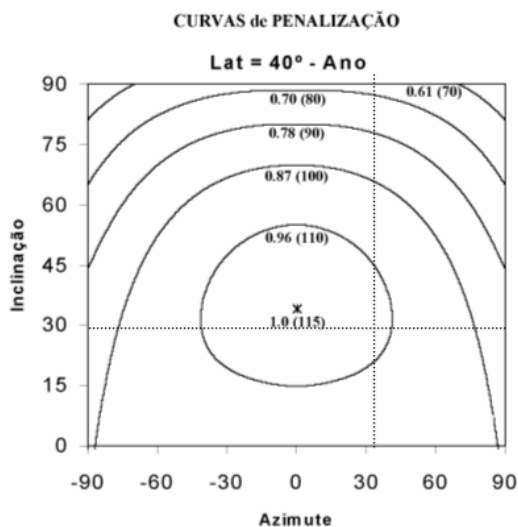
- latitude local
- perfil de utilização

Os valores representados traduzem:

- a percentagem de energia disponível face ao posicionamento óptimo
- a percentagem de energia disponível face ao posicionamento na horizontal



**Exemplo** - penalização da energia disponível num absorsor posicionado a um azimute de 30 °, com uma inclinação de 29 °, numa utilização anual:



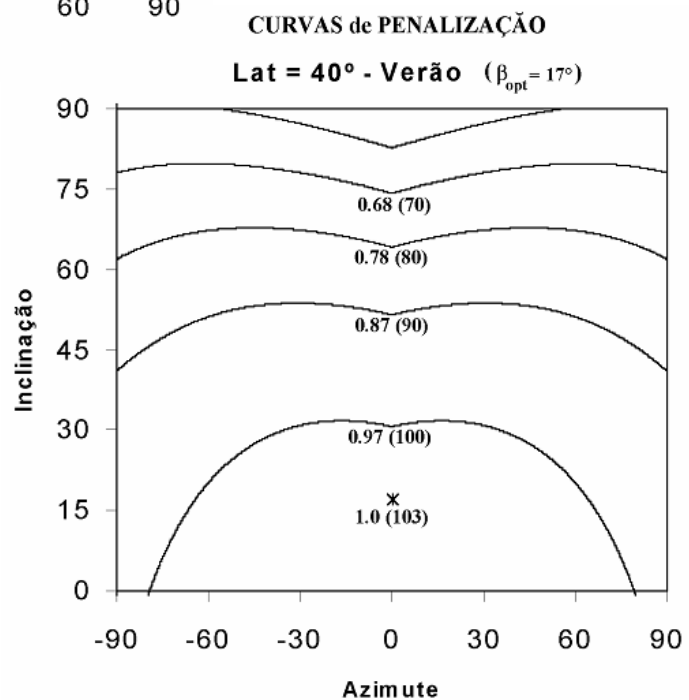
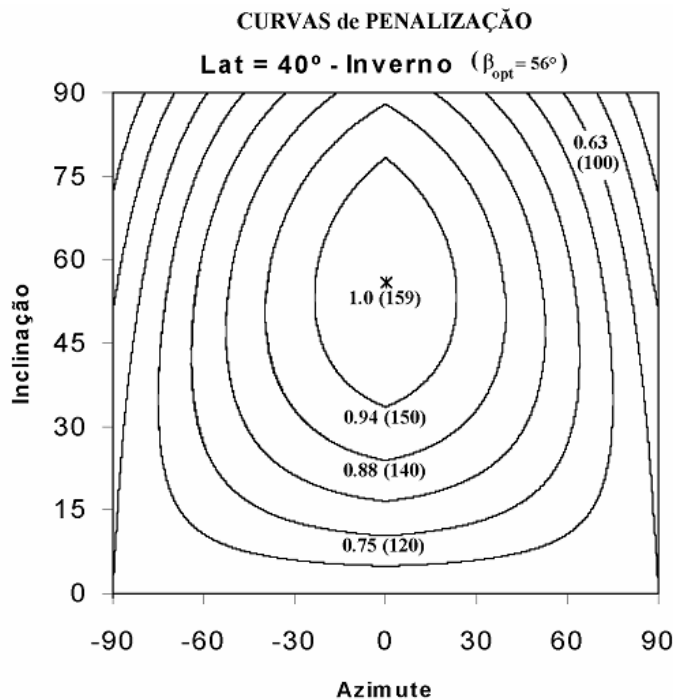
- cerca de 97% da energia disponível face ao posicionamento óptimo (penalização de 3%)
- cerca de 111% da energia disponível num posicionamento na horizontal (ganho de 11%)



## 2

### conceitos gerais de heliotecnia curvas de penalização

A utilização das curvas de penalização deve ser **adequada ao período de utilização**, ilustrando-se abaixo as curvas de penalização (latitude de 40°) para utilizações de Inverno e Verão, respectivamente.





## 2

### conceitos gerais de heliotecnia para saber mais...

**“Conversão Térmica da Energia Solar”**, Cruz Costa, Jorge; Lebeña, Eduardo, SPES/INETI (disponível em: [http://www.spes.pt/Manual\\_Instaladores.pdf](http://www.spes.pt/Manual_Instaladores.pdf))

**“A radiação solar e o ambiente”**, J. Pinto Peixoto (1981), Comissão Nacional do Ambiente

**“Active solar collectors and their applications”**, Rabl (1985), Oxford University Press

**“Solar engineering of thermal processes”**, J.A. Duffie and Beckman (1984), John Wiley and Sons

<http://www.spes.pt>

<http://www.aguaquentesolar.com>