



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/m²

VIS (visível)

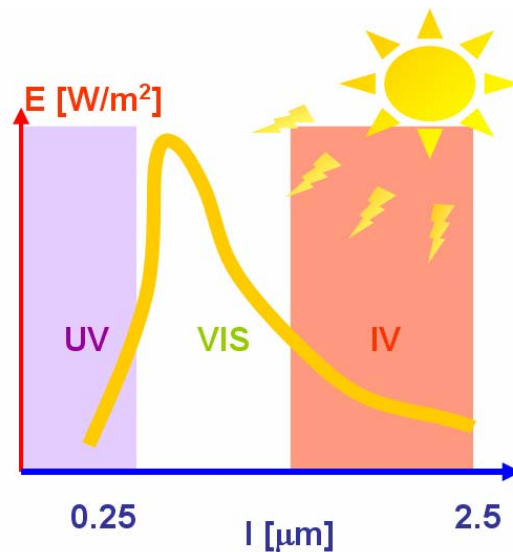
47% 642 W/m²

IV (infra-vermelho)

46% 629 W/m²

Radiação fora da atmosfera

1367 W/m²



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

Radiação directa

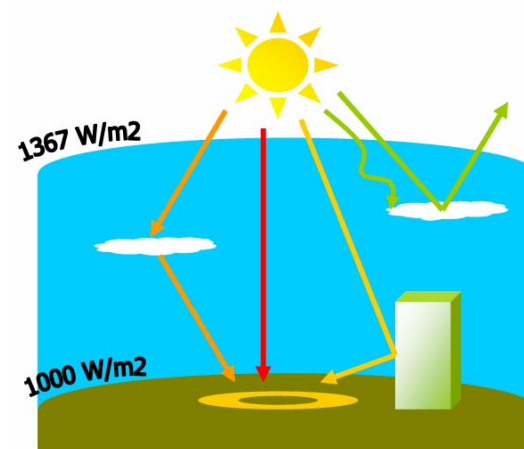
atinge directamente a superfície

Radiação difusa

desviada em diferentes direcções pelos componentes da atmosfera

Radiação reflectida

reflectida pelo solo (albedo) e objectos circundantes



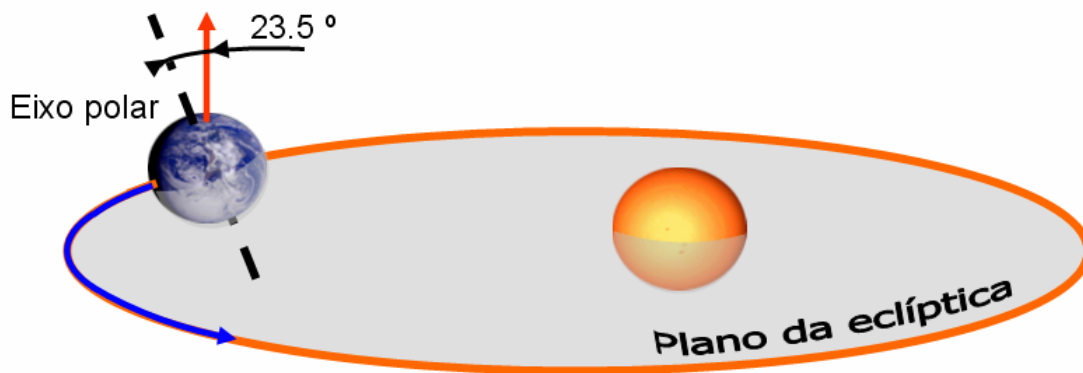
A restante radiação solar é absorvida ou reflectida para fora da atmosfera pelos elementos atmosféricos.



2

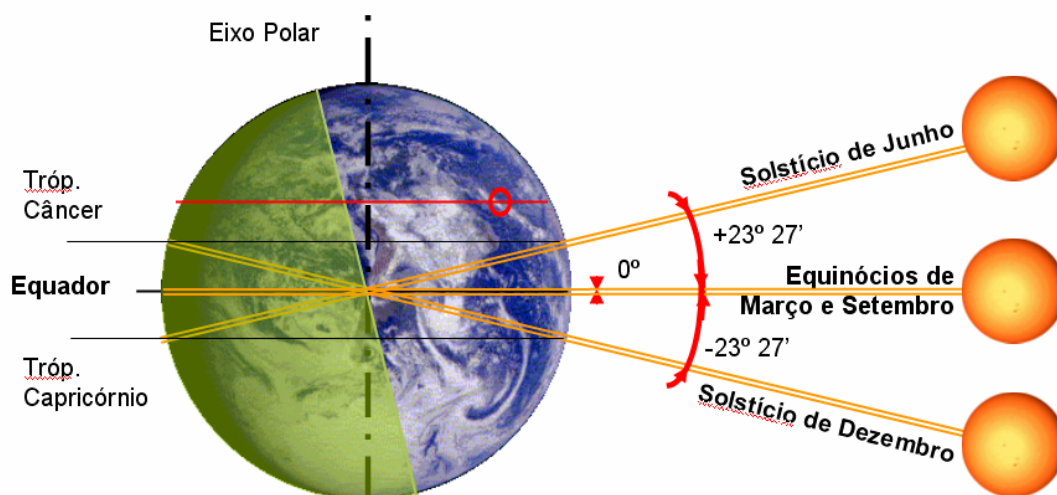
conceitos gerais de heliotecnia movimento terra-sol

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:

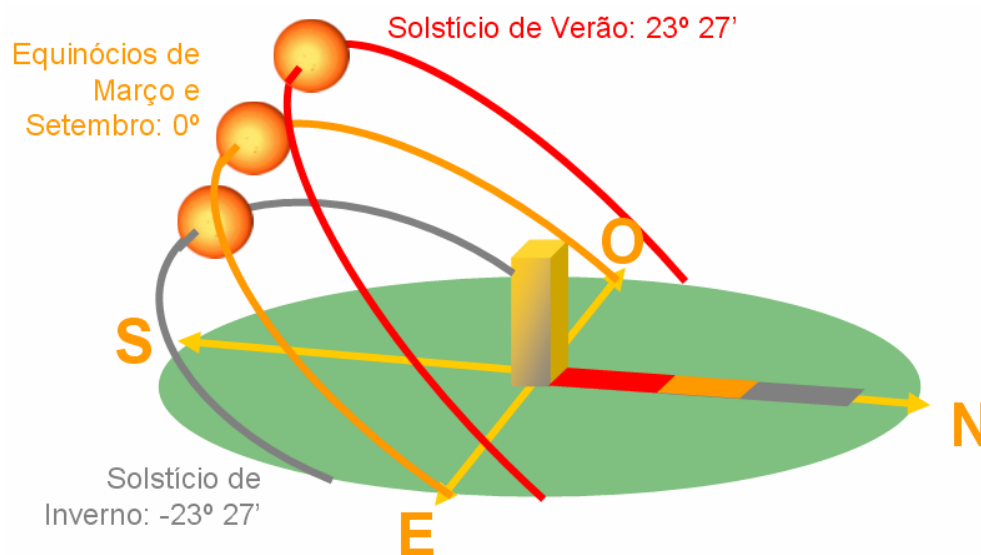




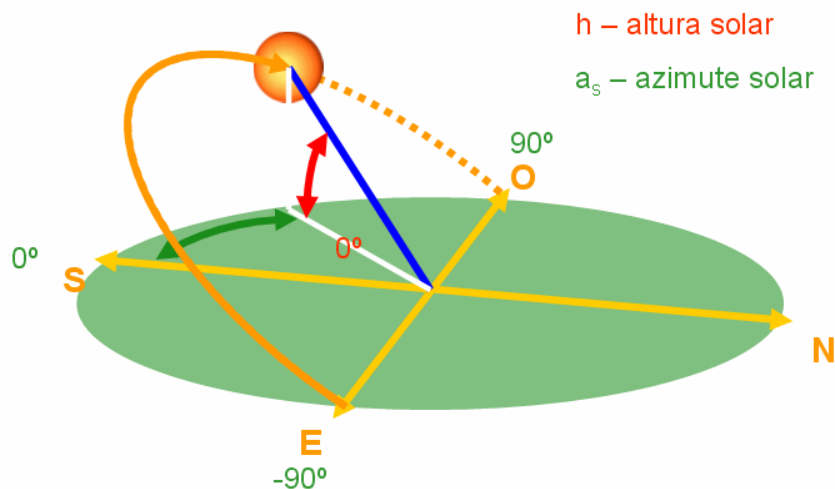
2

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:

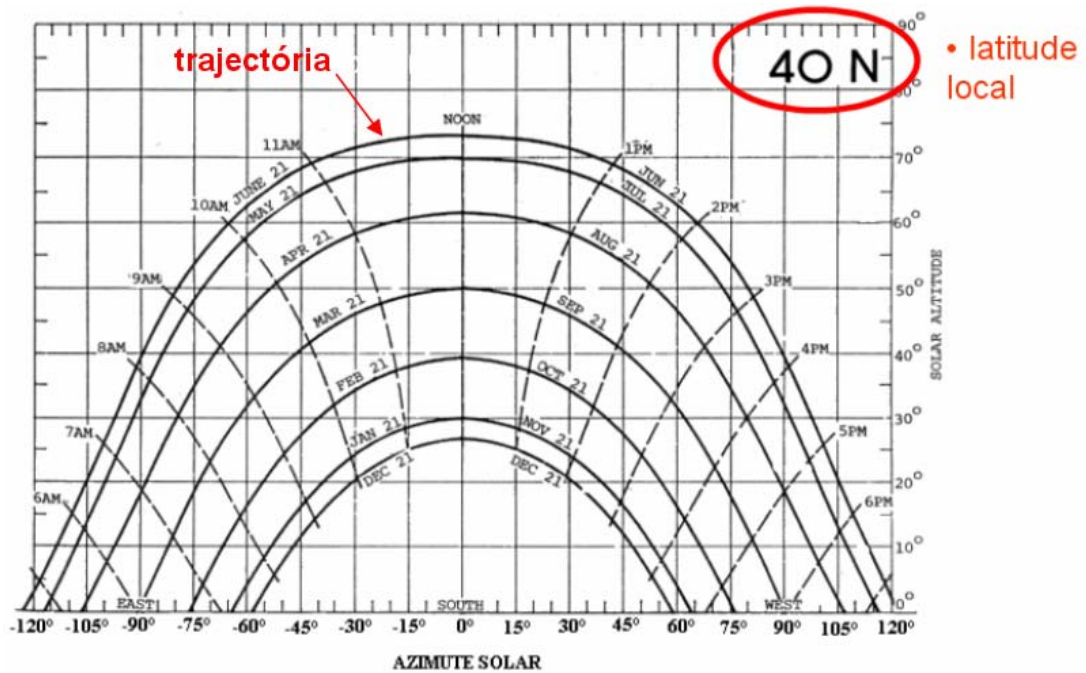




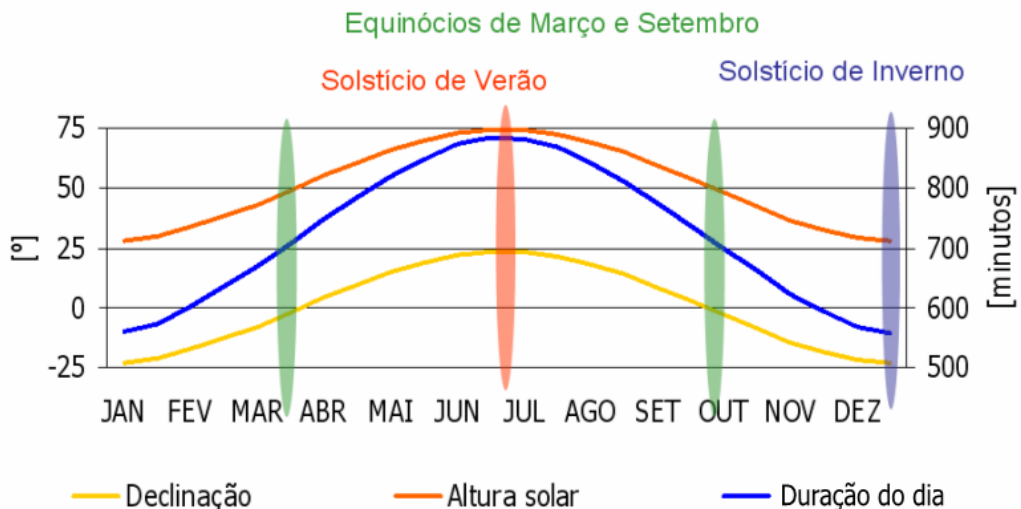
2

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):

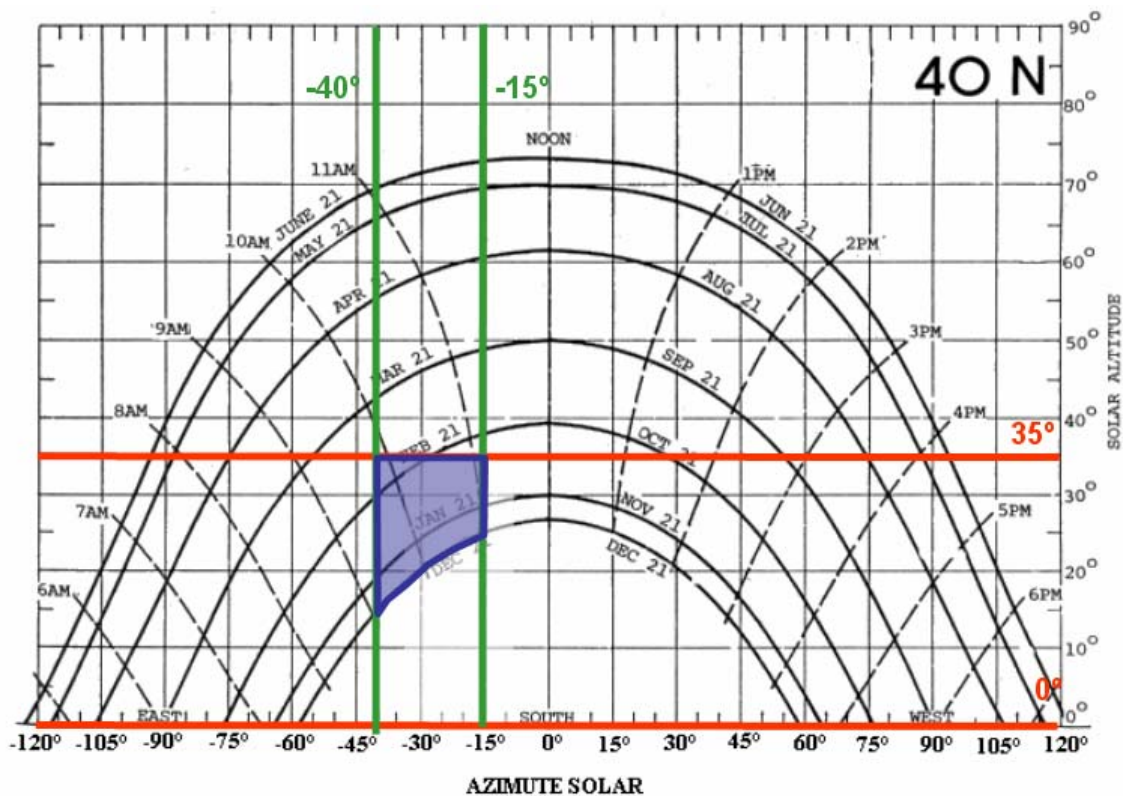
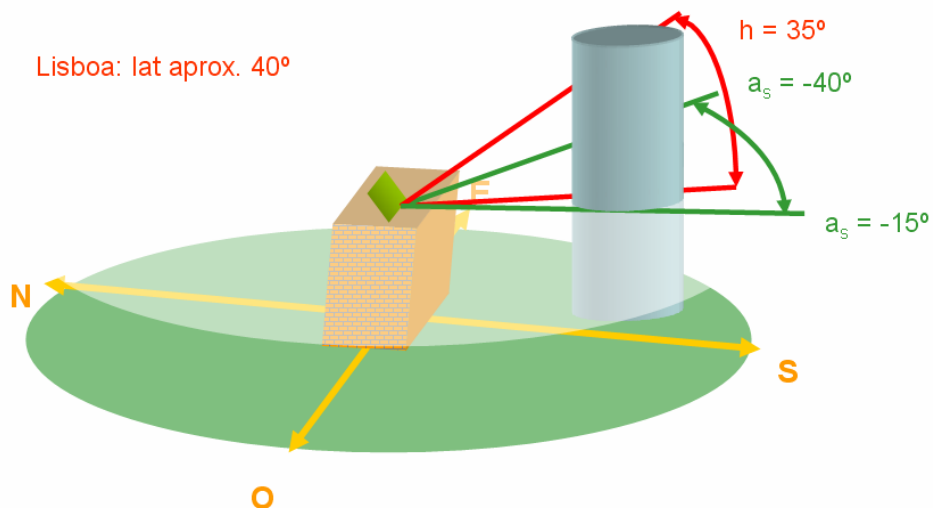




2

conceitos gerais de heliotecnia sombreamento

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

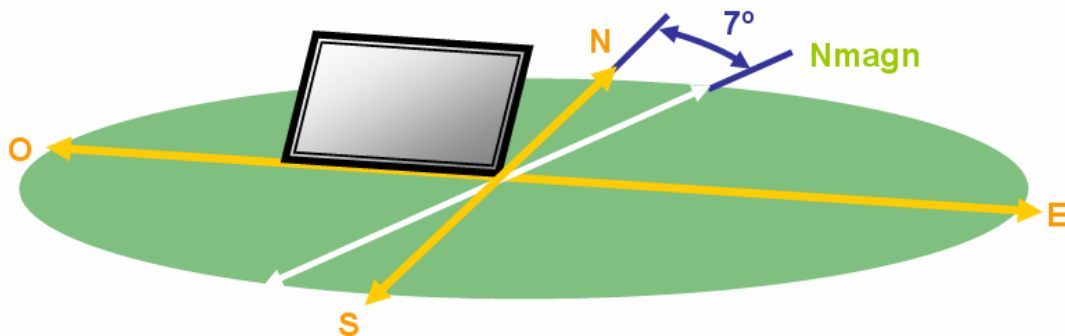




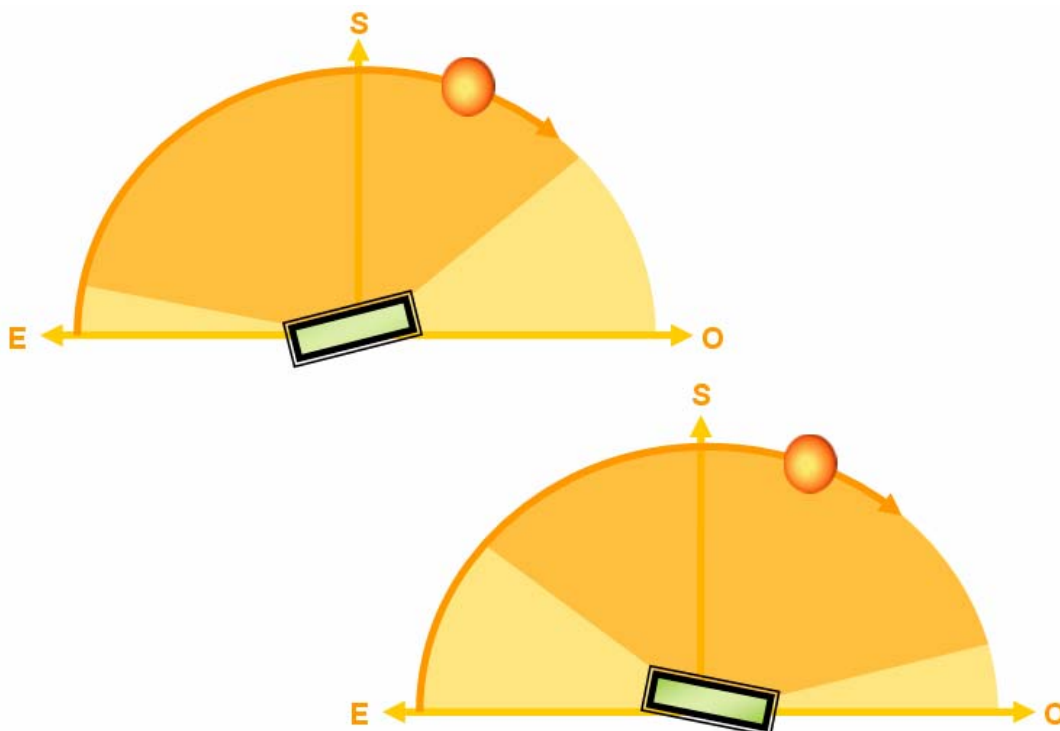
2

conceitos gerais de heliotecnia orientação e inclinação de superfícies absorptoras

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°)



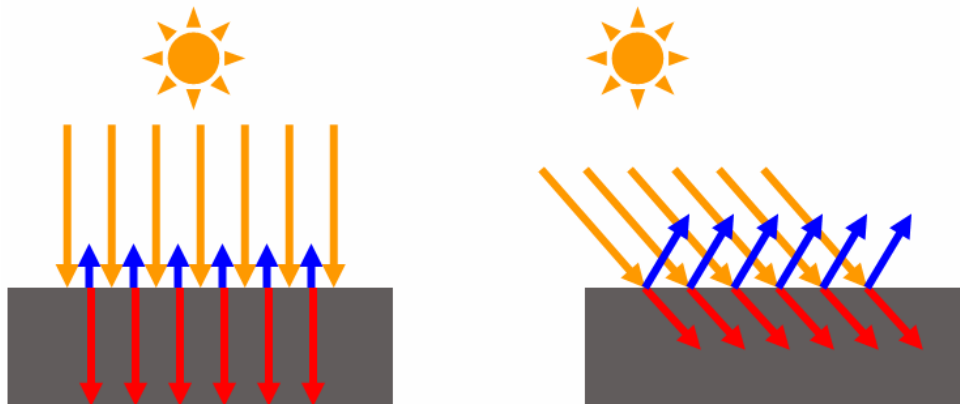


2

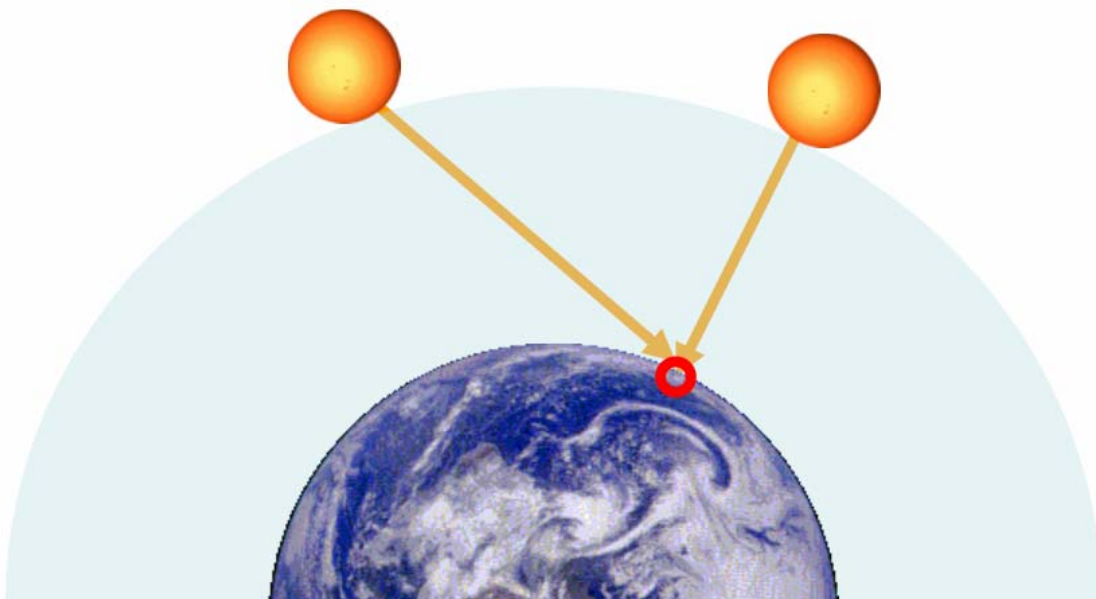
conceitos gerais de heliotecnia orientação e inclinação de superfícies absorvedoras

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

variação angular da **absortância**, α , e **reflectância**, ρ :



e ao percurso realizado pela radiação na atmosfera.

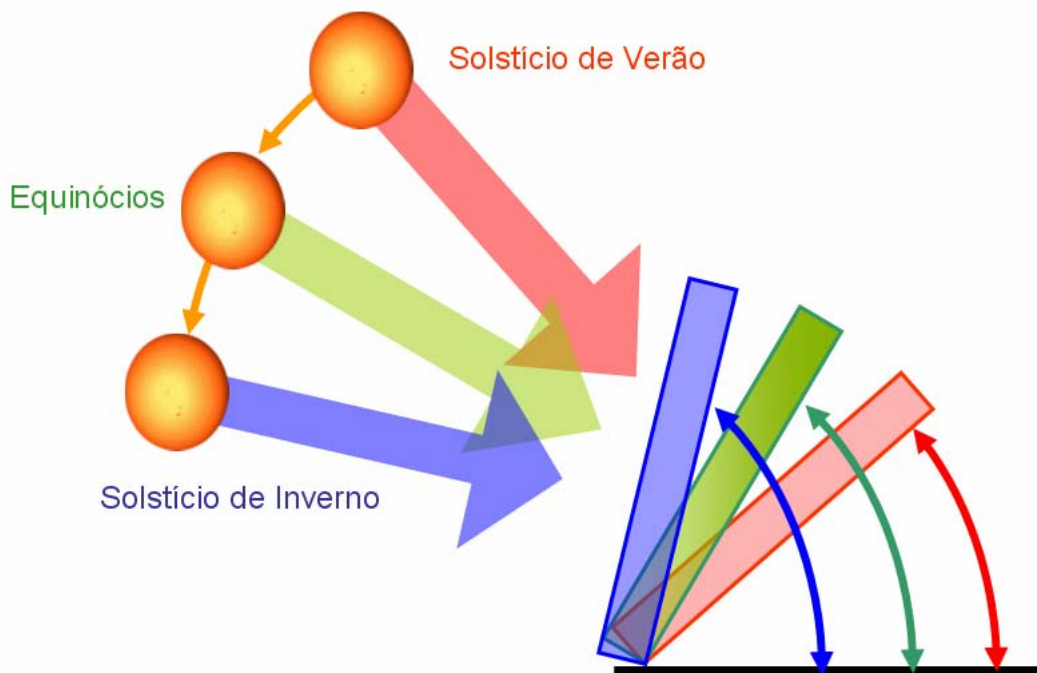




2

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

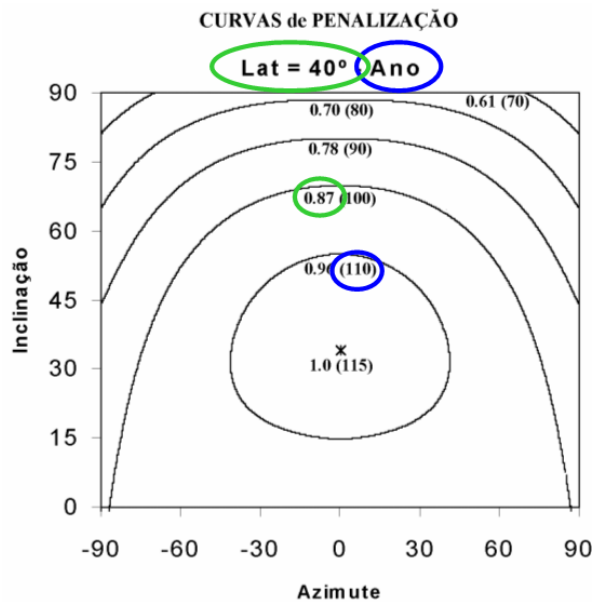
Pequenos desvios do posicionamento óptimo não introduzem grandes penalizações na energia útil fornecida pelo equipamento solar. A diminuição da energia disponível num absorvedor posicionado de modo diferente ao óptimo é traduzida pelas **curvas de penalização**.

O seu traçado depende de:

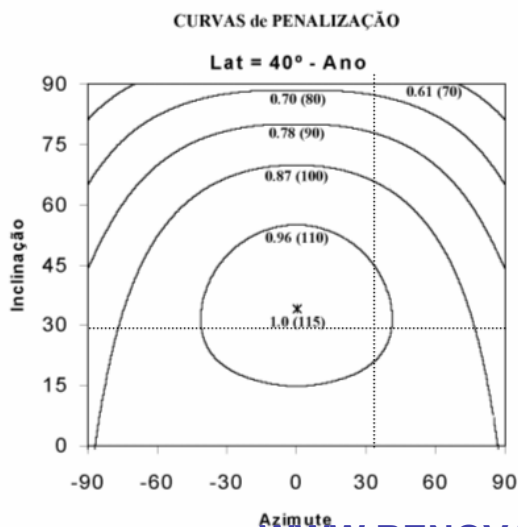
- latitude local
- perfil de utilização

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 absorvedor 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%)

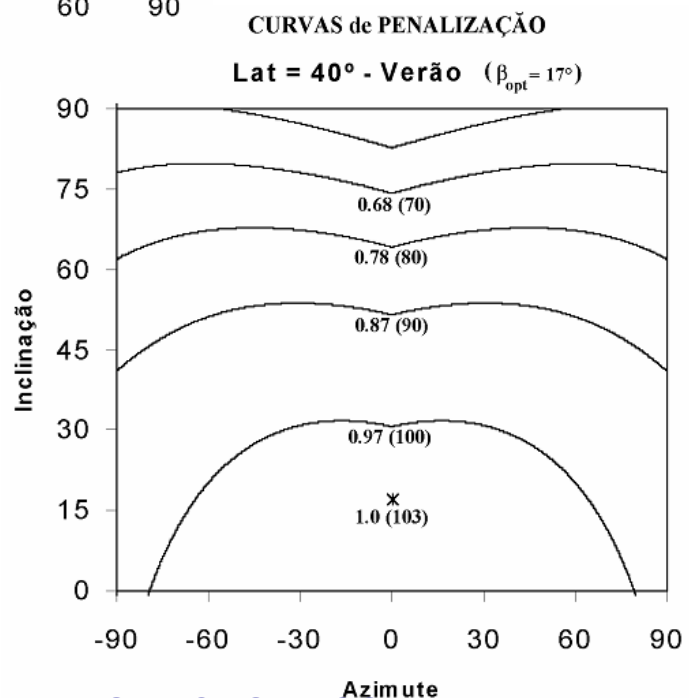
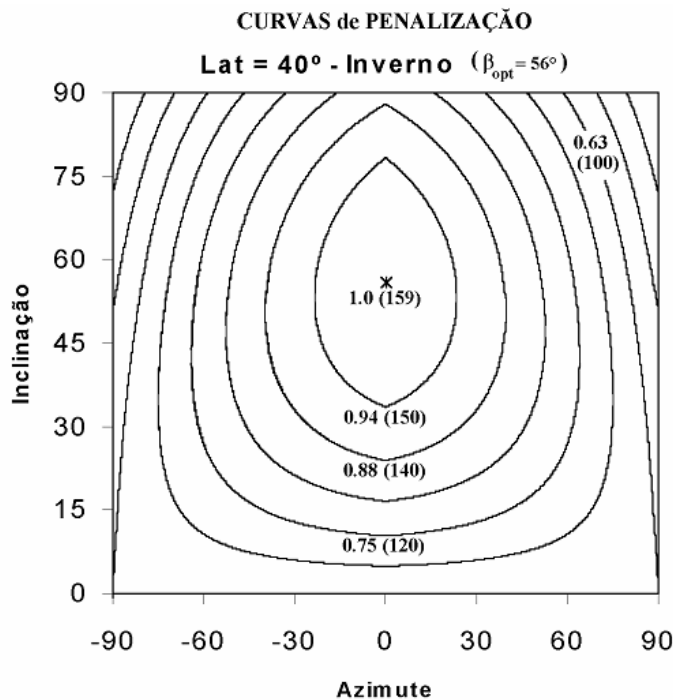
• cerca de 111% da energia disponível num posicionamento na horizontal (ganho de 11%)



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)

“**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>