



**INCT
EREEA**

ENERGIA SOLAR TÉRMICA



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



ENERGIA SOLAR:

RENOVÁVEL

INESGOTÁVEL



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



ENERGIA SOLAR:

Constante Solar (fluxo médio de radiação): 1367 W/m^2

Energia incidente na atmosfera: $1,5 \times 10^{18} \text{ kWh}$ por ano
= 10 mil vezes a energia total consumida no planeta

Itaipú = $9 \times 10^{10} \text{ kWh}$ por ano, é apenas 0,00000006
ou 6% de um milionésimo da energia solar incidente no planeta



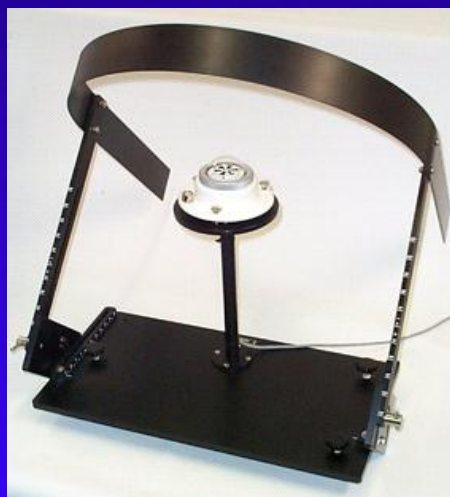
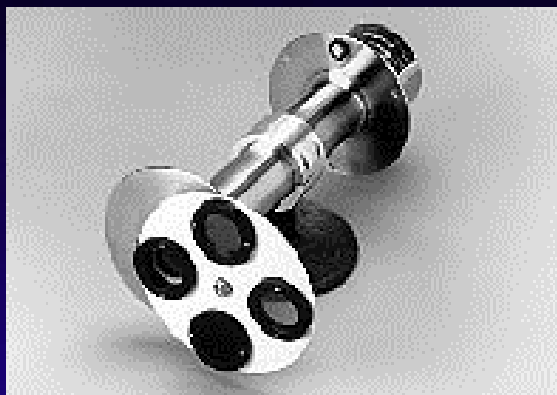
INCT
EREEA

ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL
LABSOL

INSTRUMENTOS





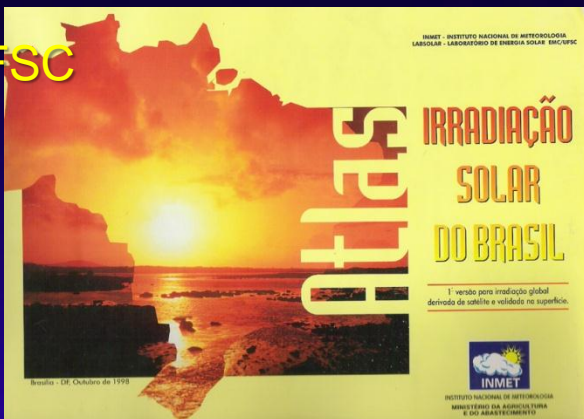
ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



Compilações de dados
terrestres e de satélite

Atlas UFSC



Atlas UFPE



SWERA

compilação e tratamento dos dados

- Compilação das principais bases de coleta de dados solares e eólicos
- Compilação de dados auxiliares tais como dados sobre rede de distribuição de eletricidade, malha viária, população e dados sócio econômicos, etc..
- Ferramenta de análise GIS para identificação de área potenciais para exploração e montagem do banco de dados/metadados

SOFTWARES



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

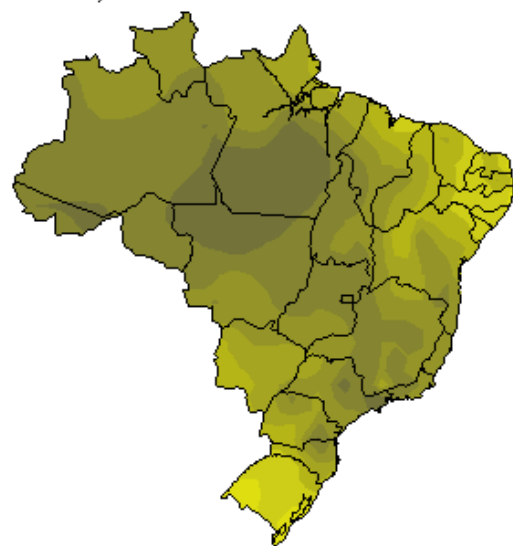
2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



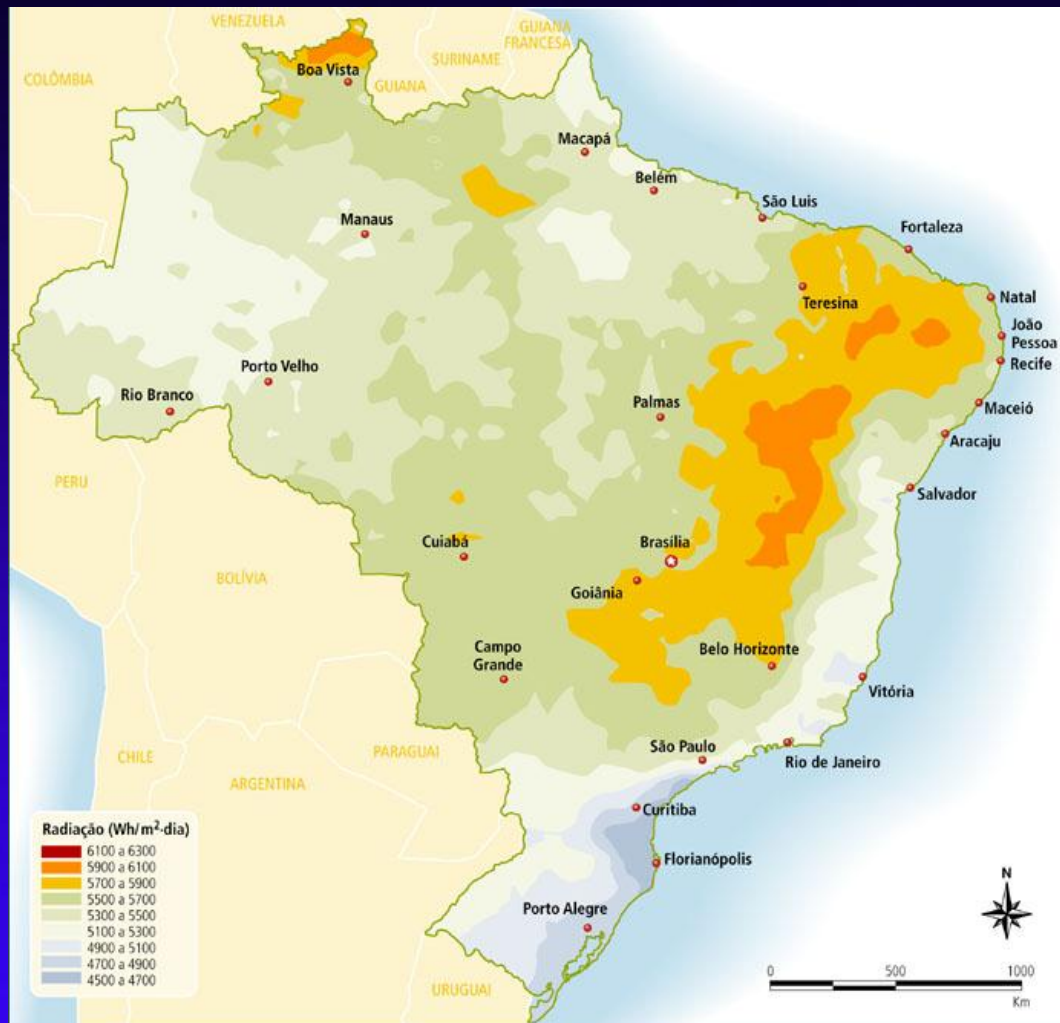
Mapas de Irradiação Solar

Insolação =
horas de sol por mês

INSOLAÇÃO - DEZEMBRO



Fonte: INMET 1931/1990



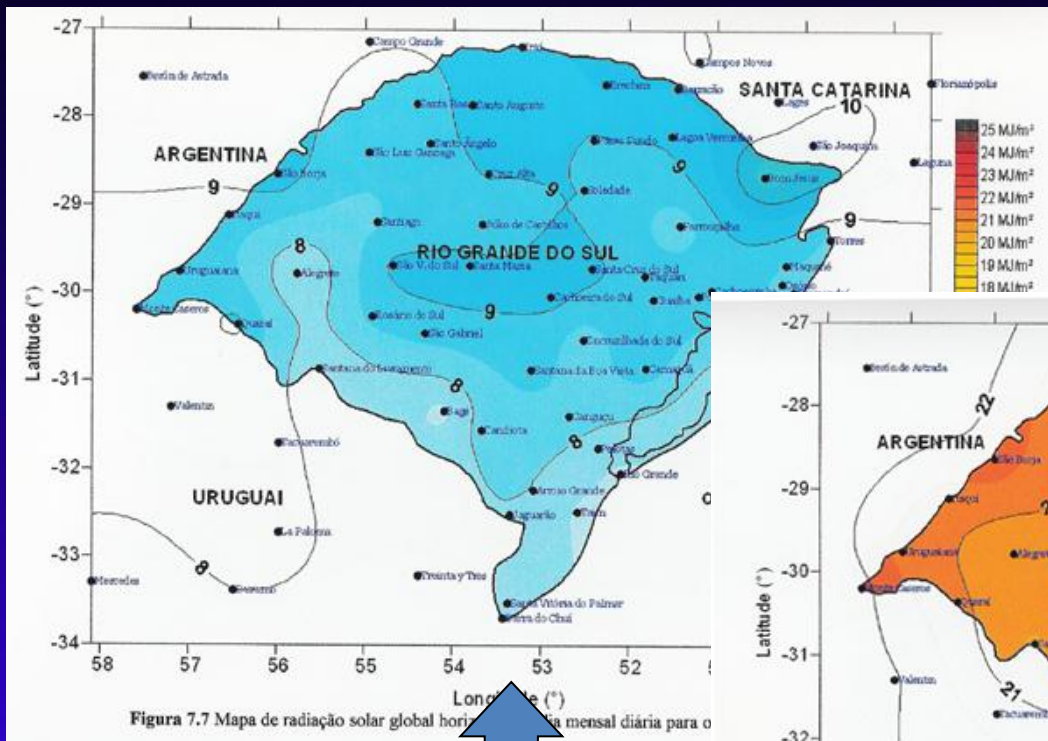


ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



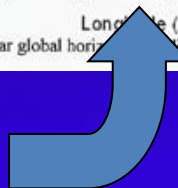
Mapas de Irradiação Solar



VERÃO



INVERNO





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

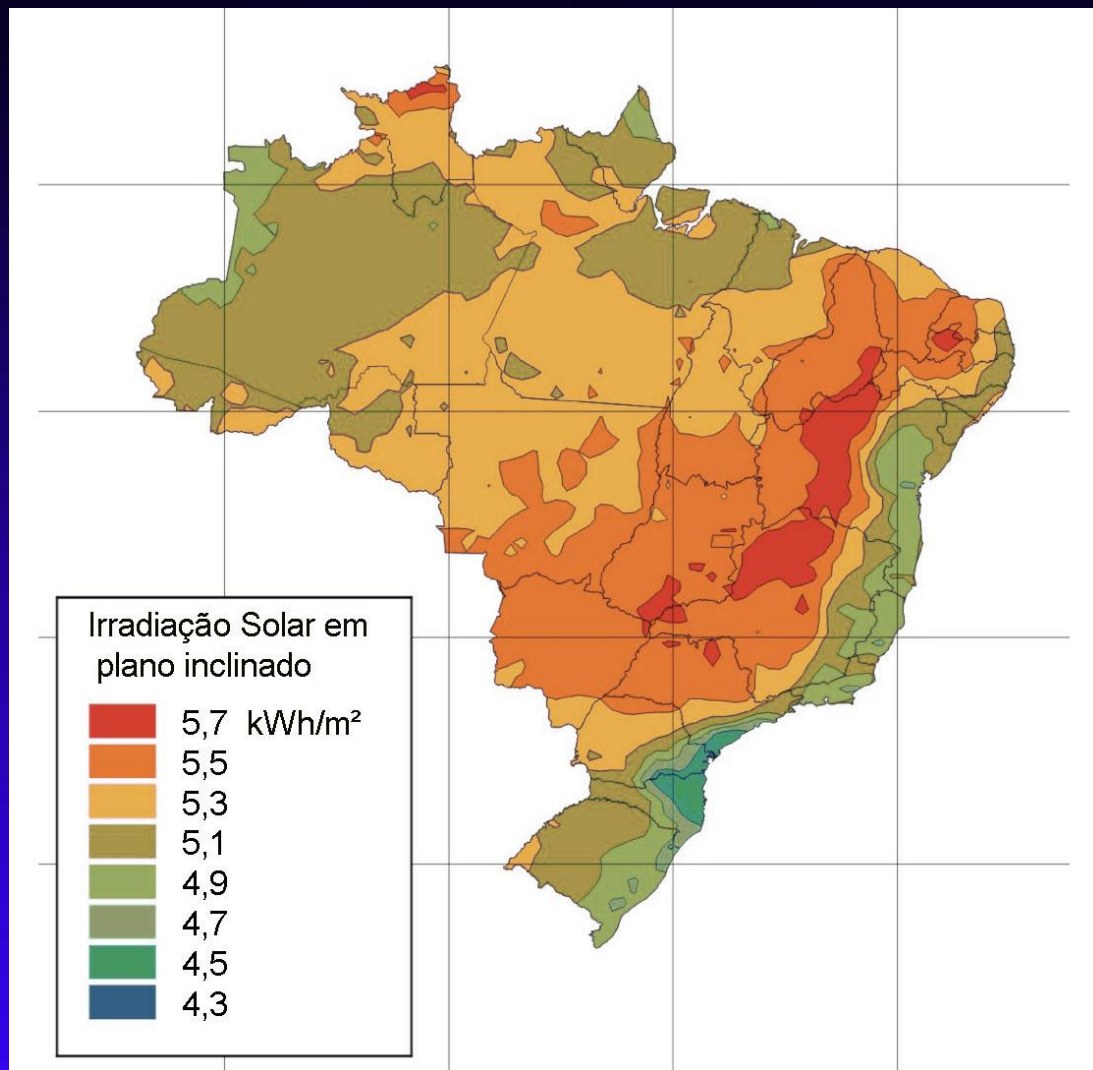
2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



Efeito de inclinar o plano receptor:

Para coletores inclinados com ângulo igual à latitude local a irradiação disponível é bastante uniforme em média anual:

de 4,5 a 5,7 kWh/m².dia





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



Aplicações de Conversão Térmica

Conforto térmico na edificação

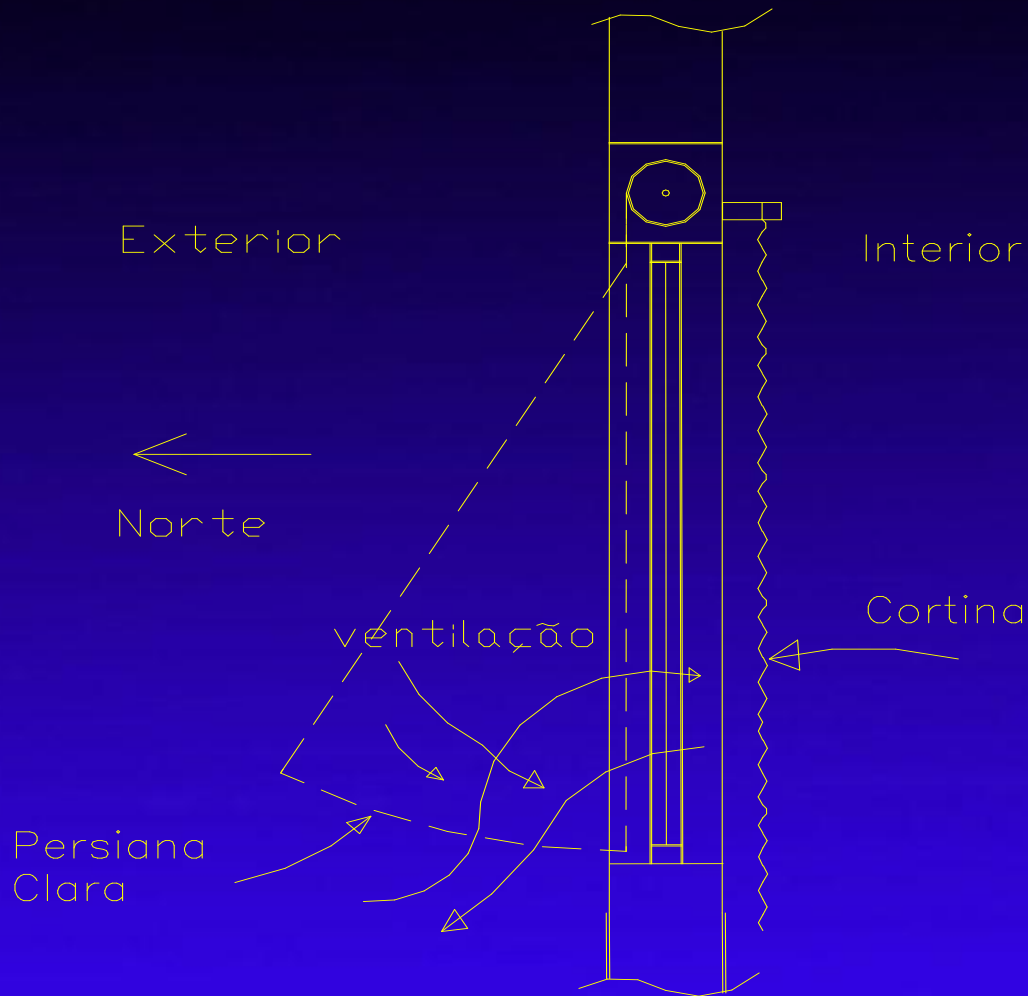


INCT
EREEA

Janela

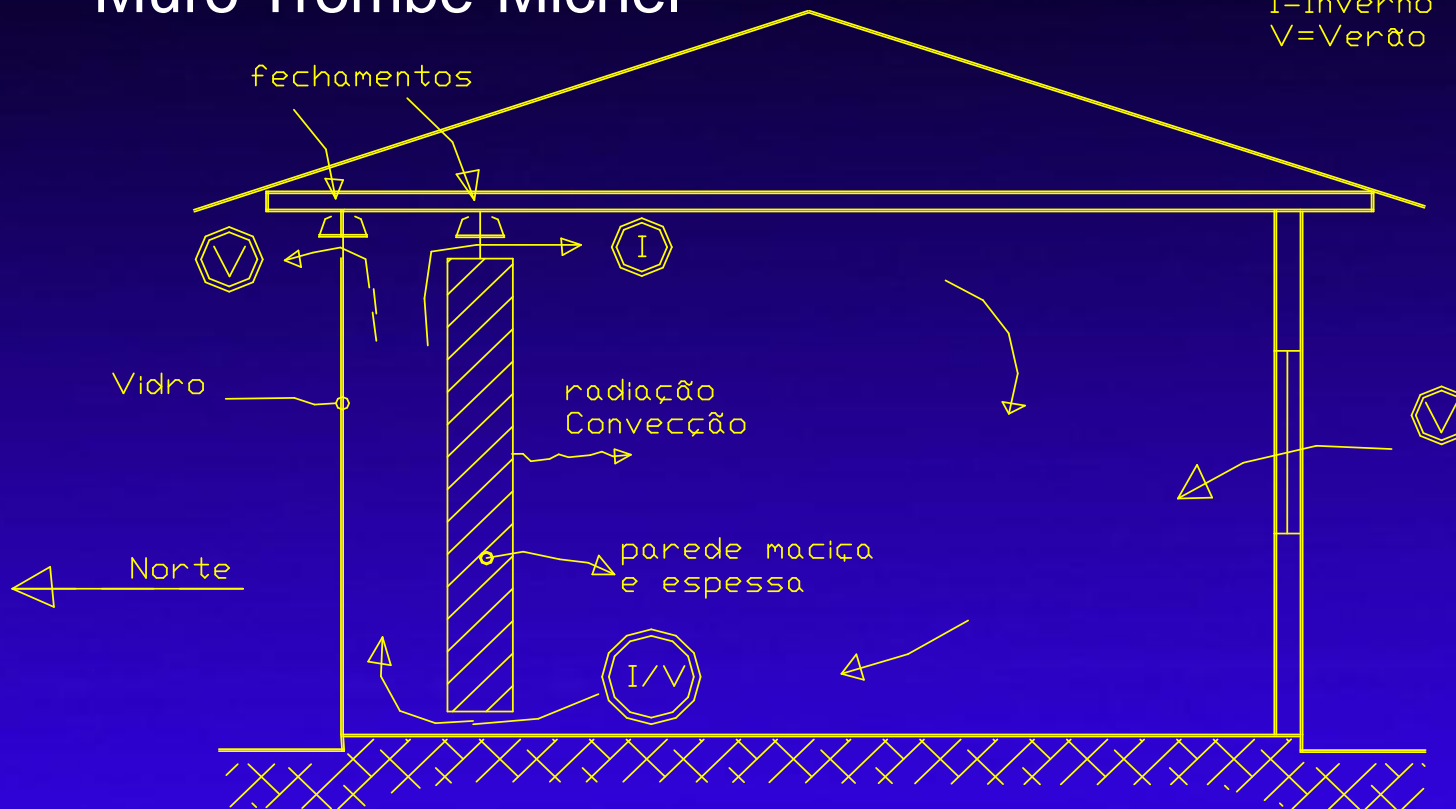
ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



Muro Trombe-Michel

I=Inverno
V=Verão





INCT
EREEA

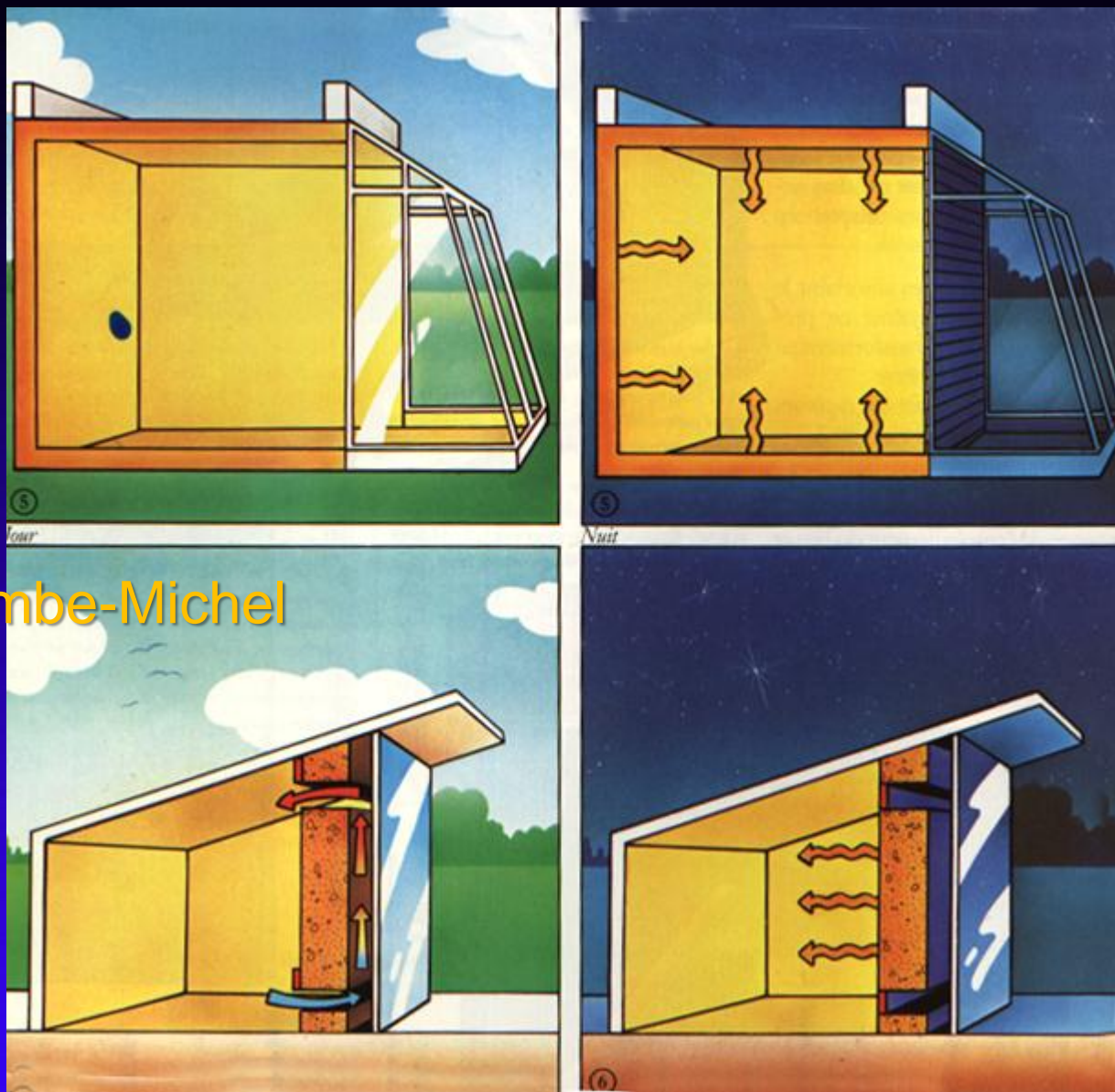
Ganho
direto

ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL
LABSOL

Ganho
indireto



Muro Trombe-Michel

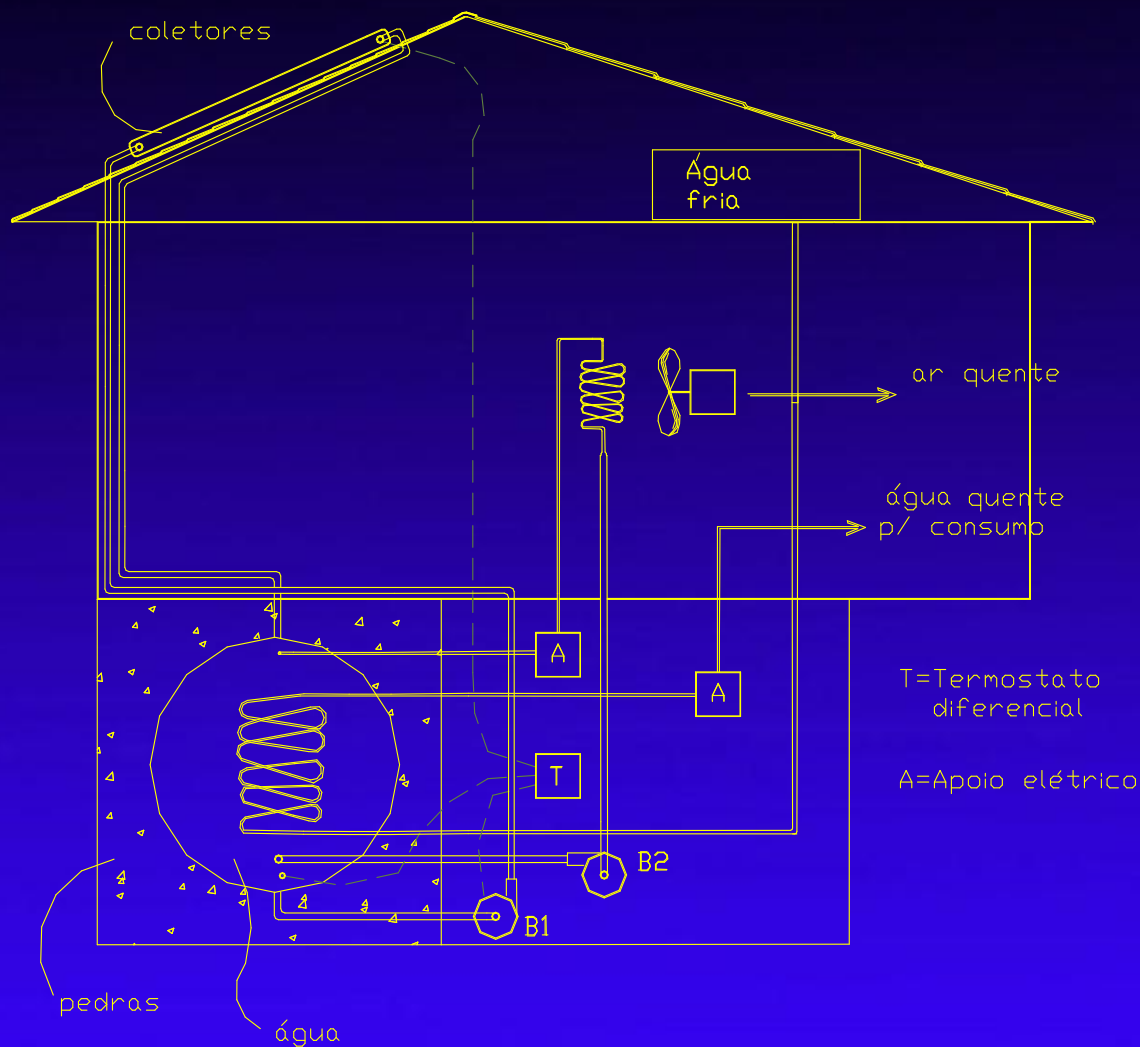


ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



Armazenamento
de energia e
trocares de calor.





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



Laboratório de Energia Solar da UFRGS

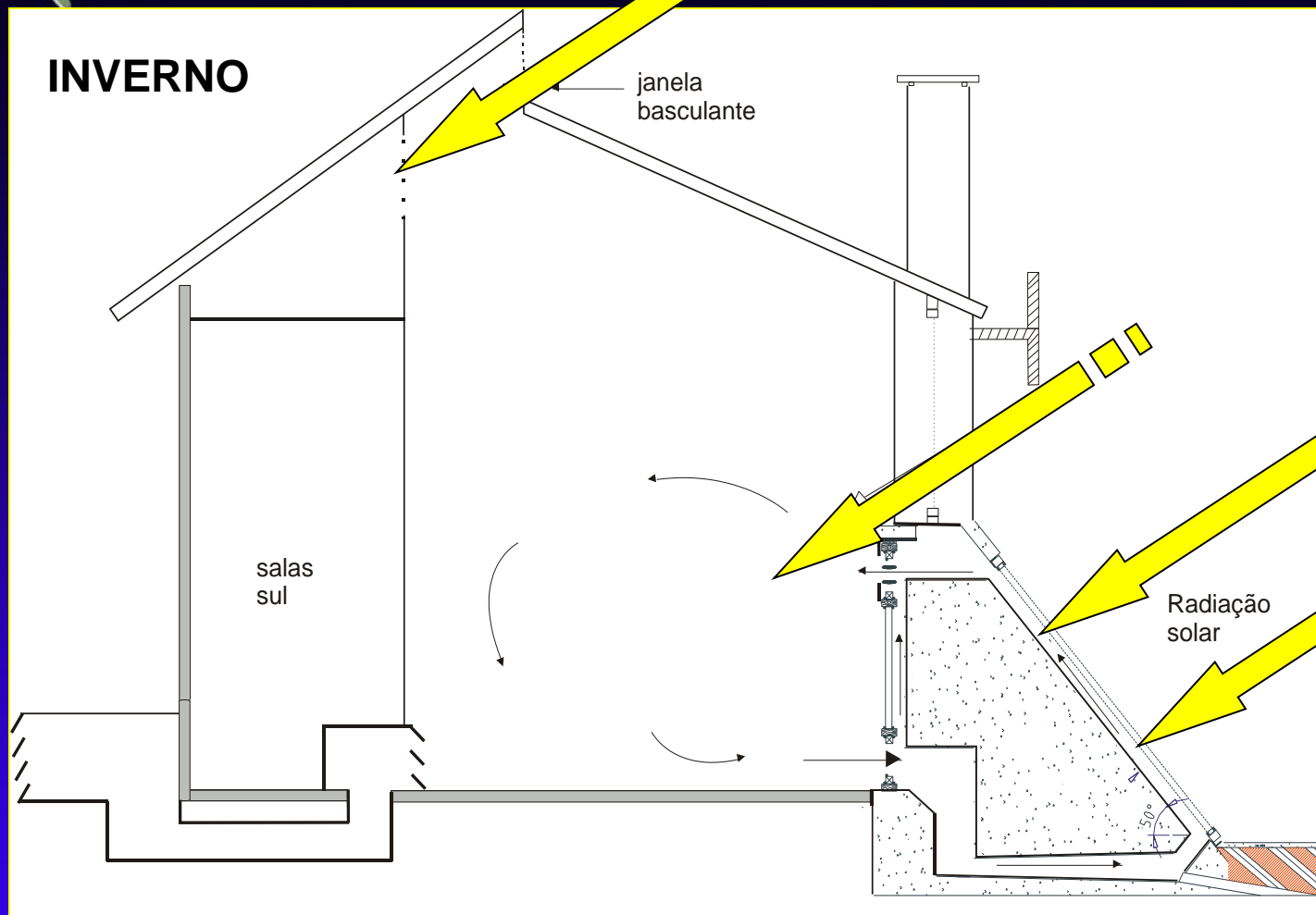
um exemplo de arquitetura bioclimática -





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

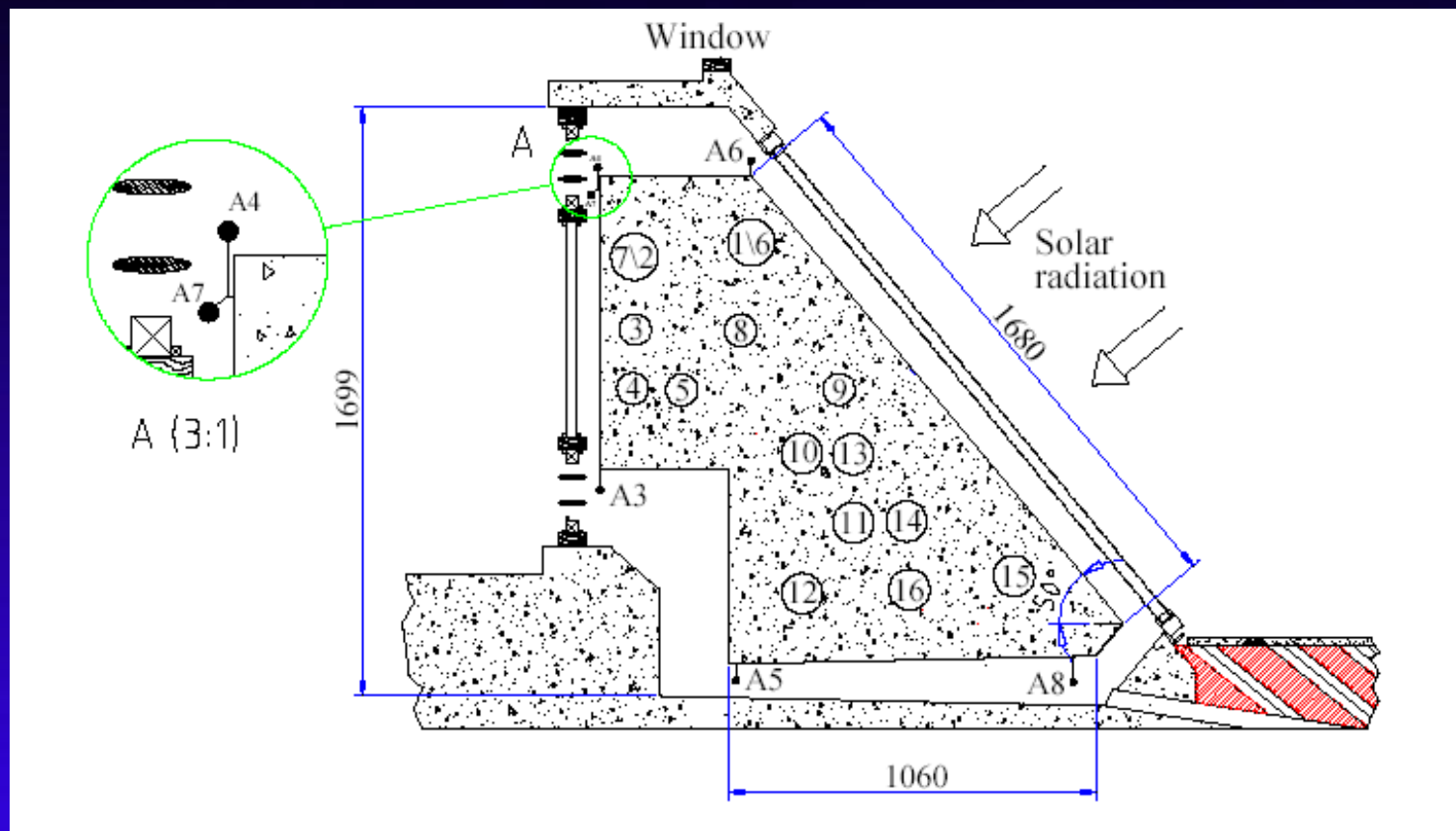
2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011

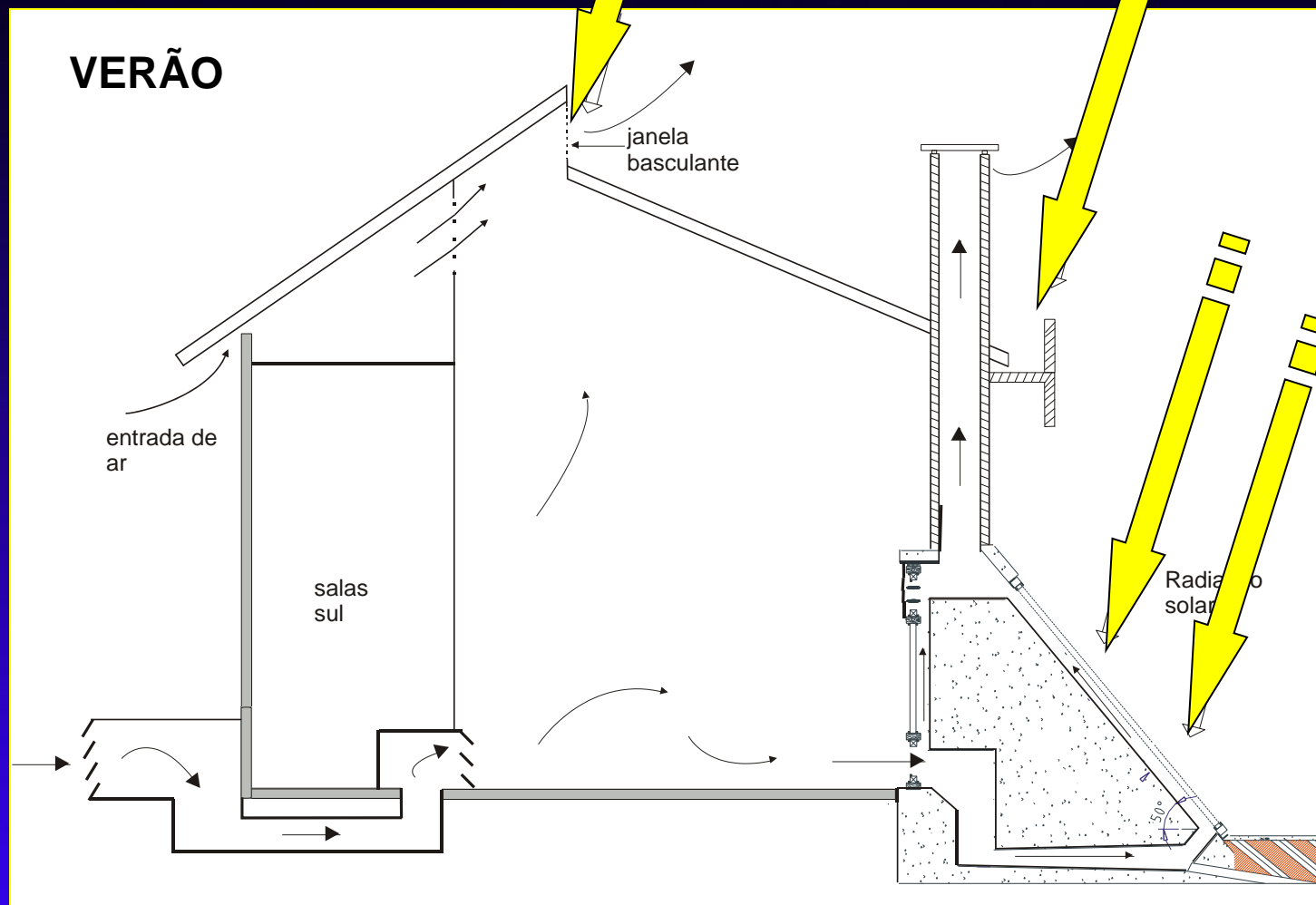


FACHADA SUL (FECHADA)



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011





INCT
EREN

ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

LABSOL





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



Aplicações de Conversão Térmica

Aquecimento de água.



INCT
EREEA

1892

ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

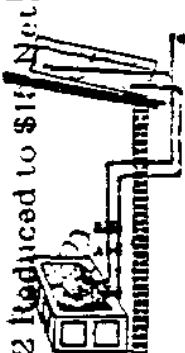
LABSOL

Climax Solar-Water Heater

UTILIZING ONE OF NATURE'S GENEROUS FORCES

THE SUN'S HEAT { Stored up in Hot Water for Baths,
Domestic and other Purposes.

Price Of No. 1 Heater for
1892 Reduced to \$14.95



GIVES HOT WATER IN HOURS
OF THE DAY AND NIGHT.

NO DELAY.

FLows INSTANTLY.

NO CARE NO WORRY.

ALWAYS CHARGED

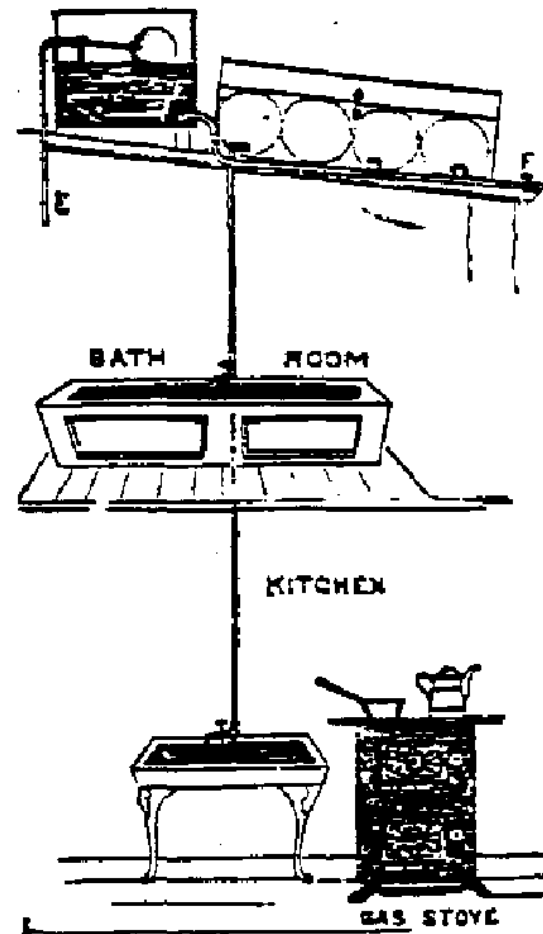
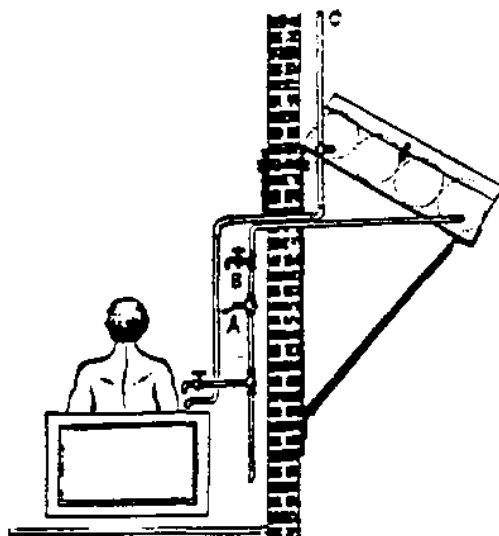
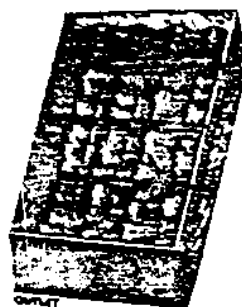
ALWAYS READY.

THE WATER AS NEAR
ALMOST FREE.

Price, No. 1, \$25.00

The Firm will Supply without
charge 3 or 4 Baths.

CLARENCE M. KEMP, BALTIMORE, MD.



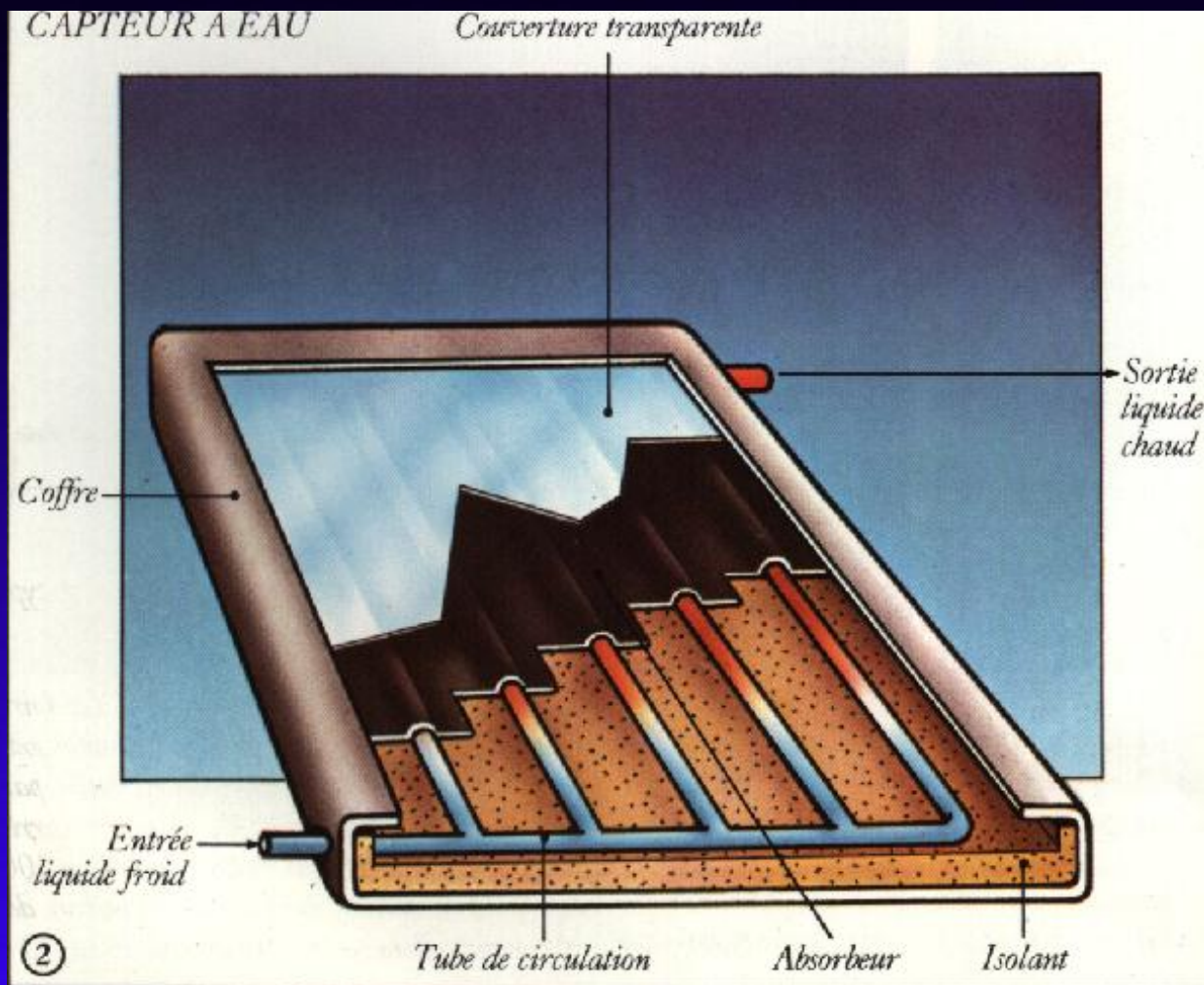


INCT
EREEA

ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL
LABSOL





INCT
EREEA

ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

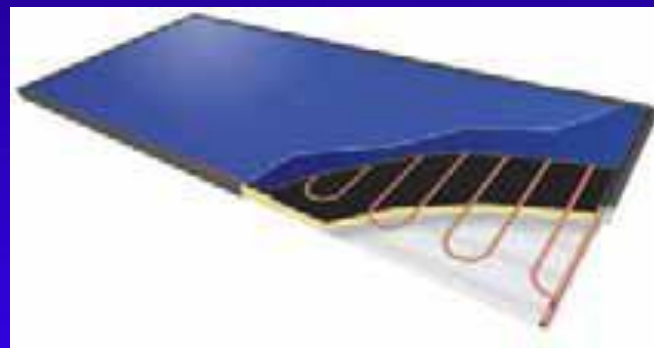
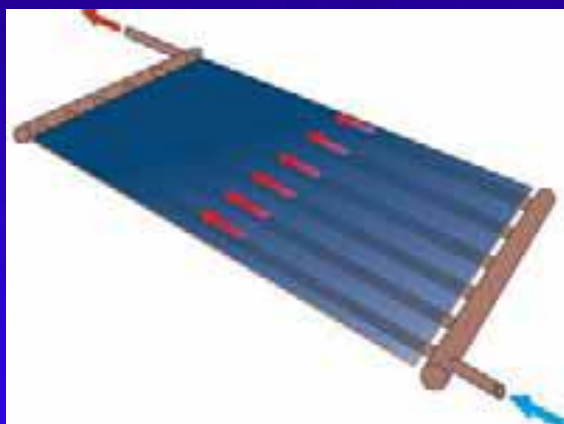
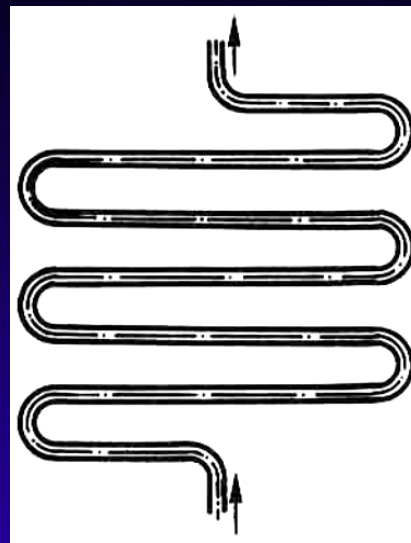
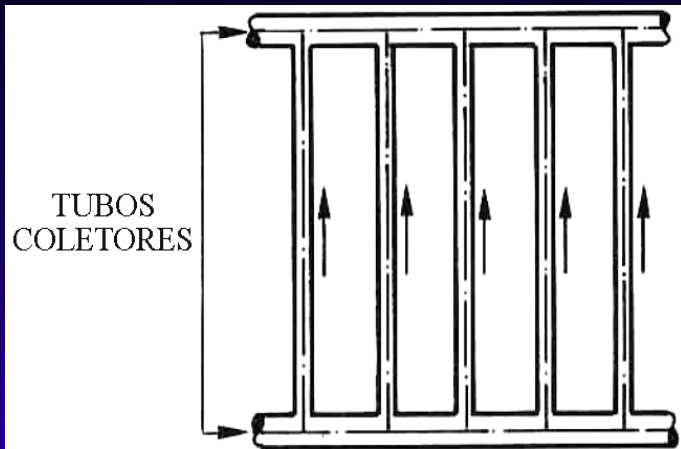
LABSOL





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011

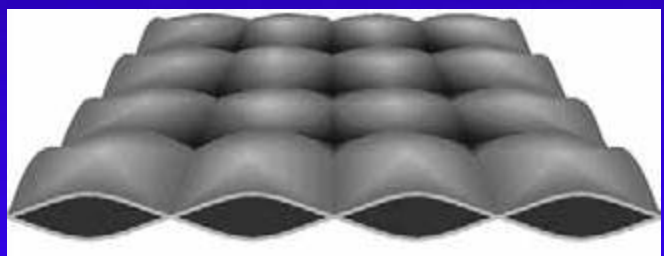




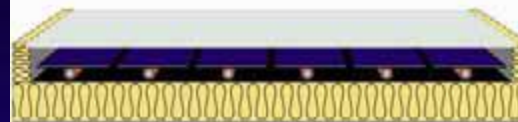
INCT
EREEA

ENERGIA SOLAR TÉRMICA

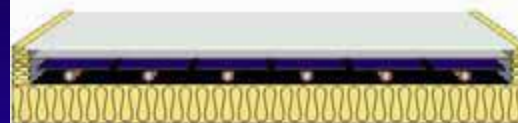
2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



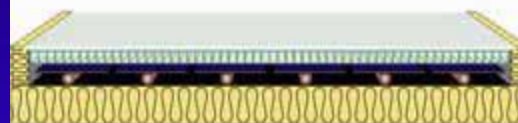
Colector sem vidro , Absoror



Colector plano



Colector com limite de convecção



Colector com isolador térmico transparente



Colector de vácuo plano (com distância)

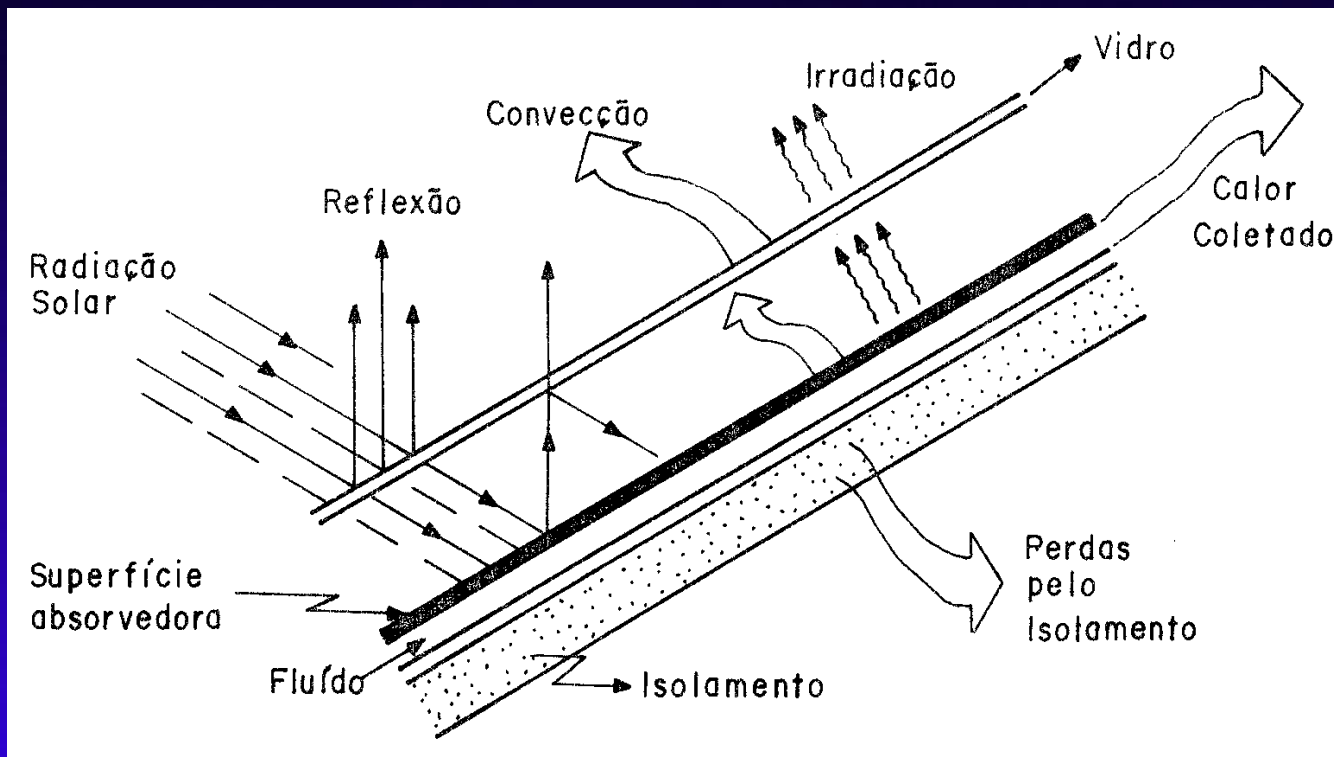


Colector de ar



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

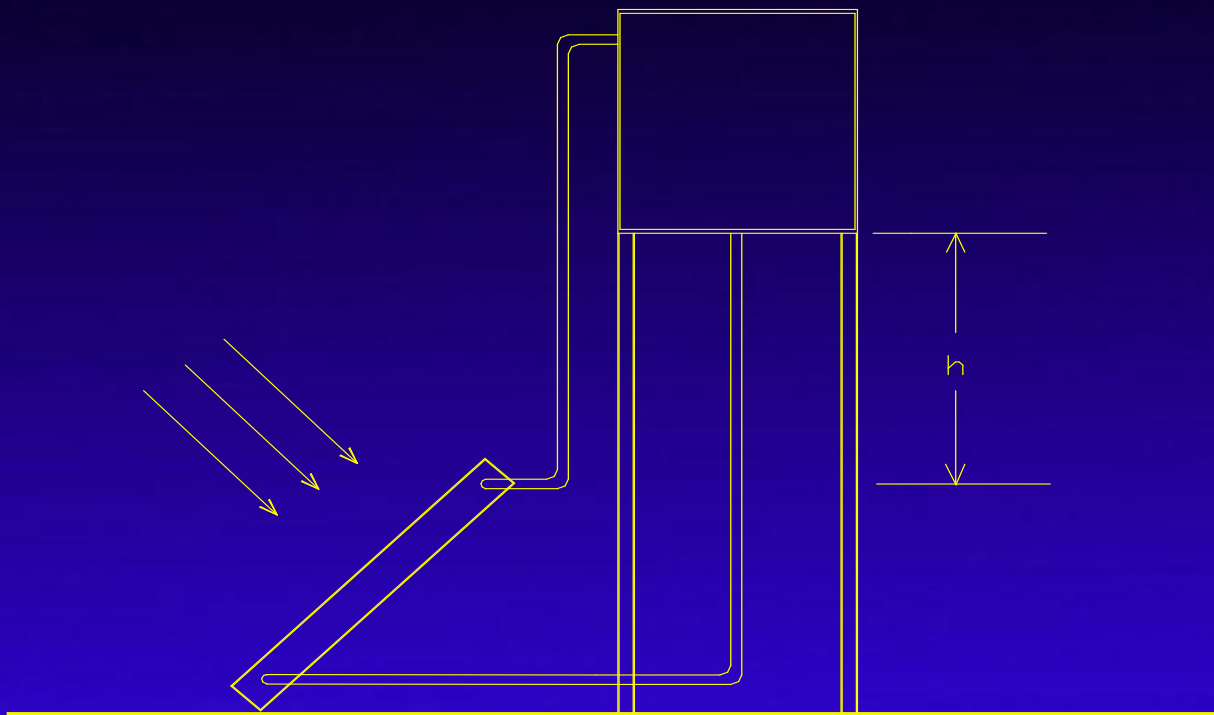
2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011





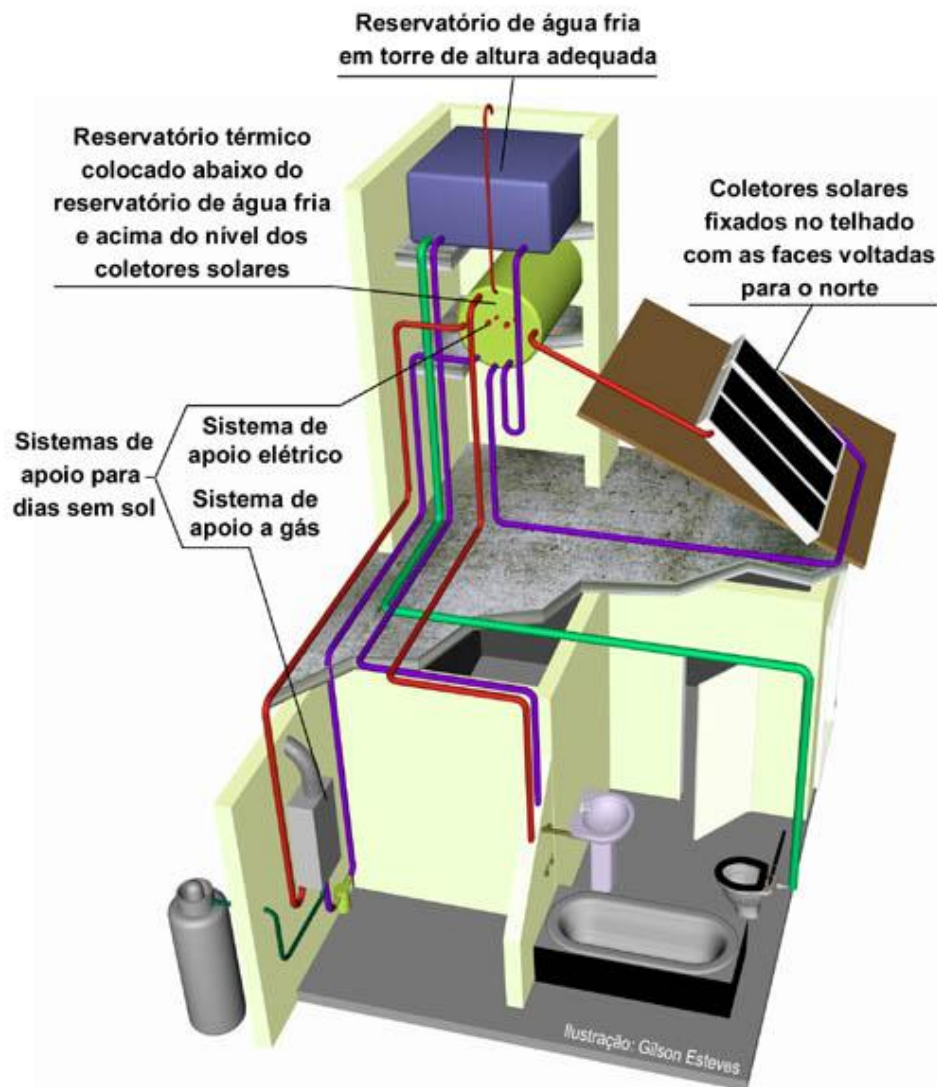
INCT
EREEA

ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética

SOL

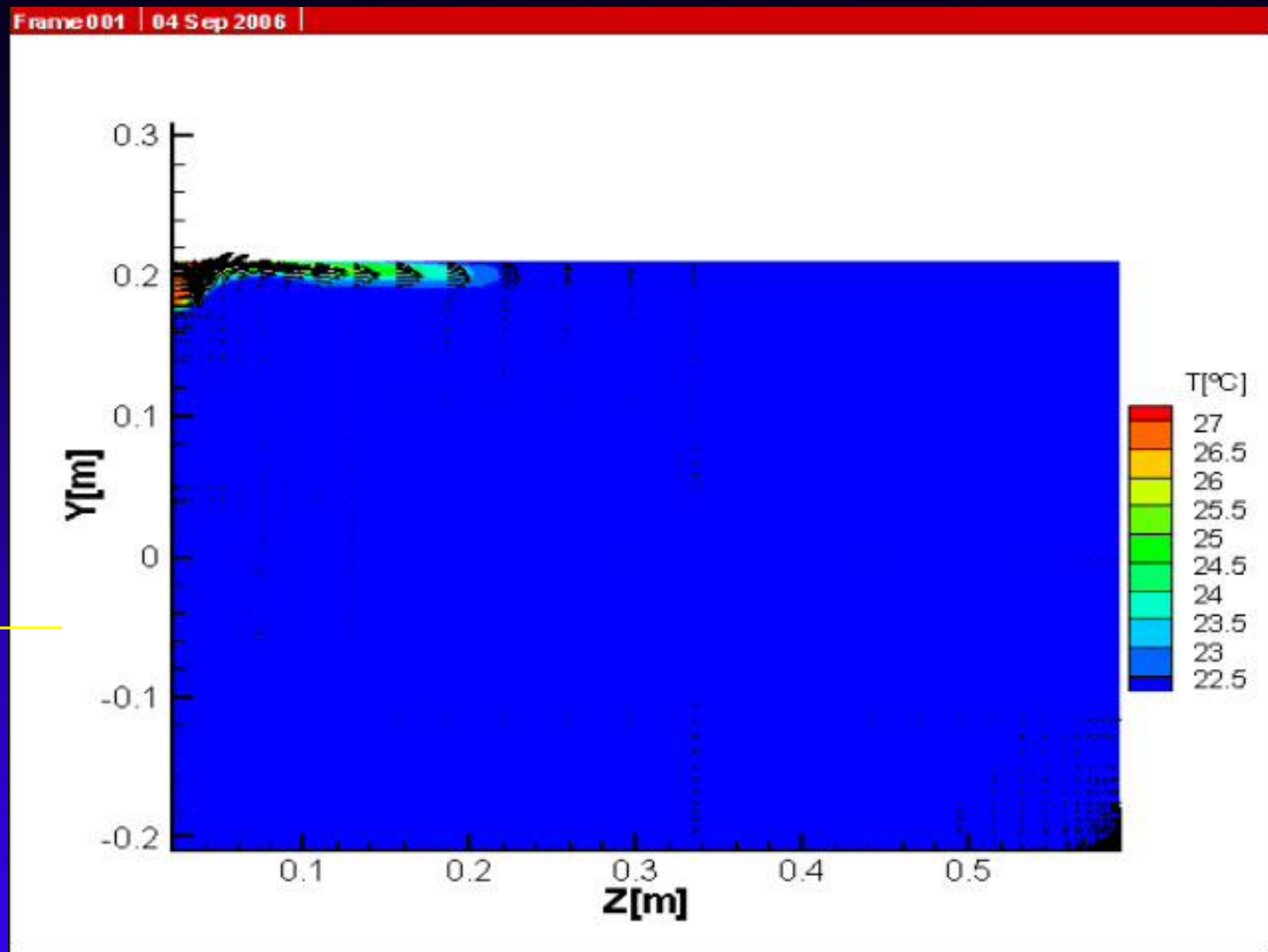
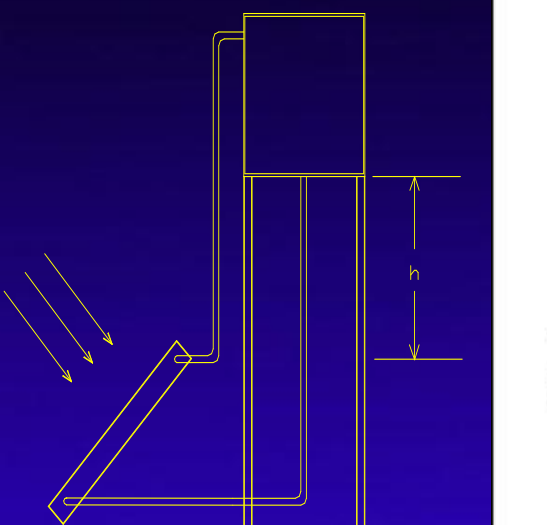
CIRCULAÇÃO NATURAL POR TERMOSSIFÃO





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



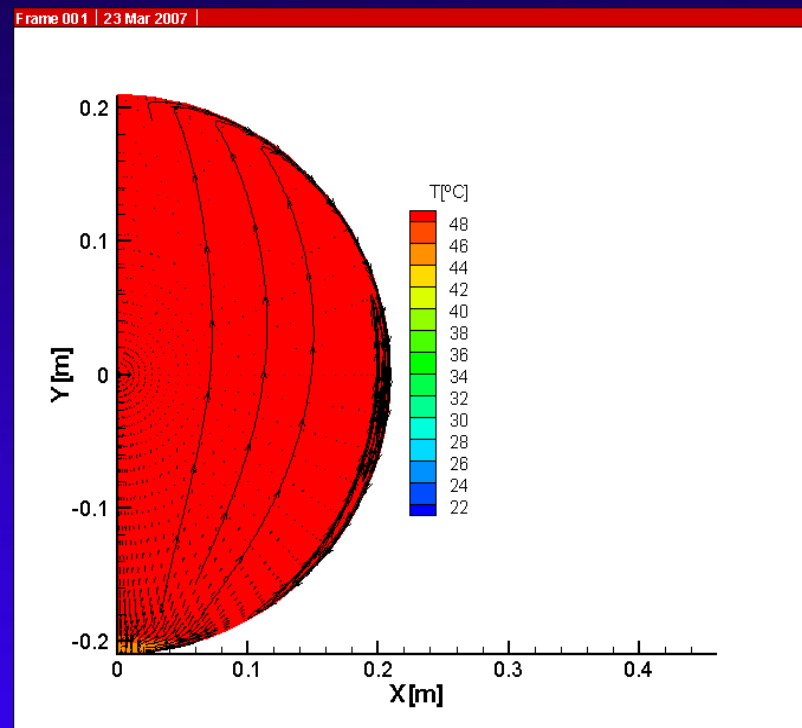
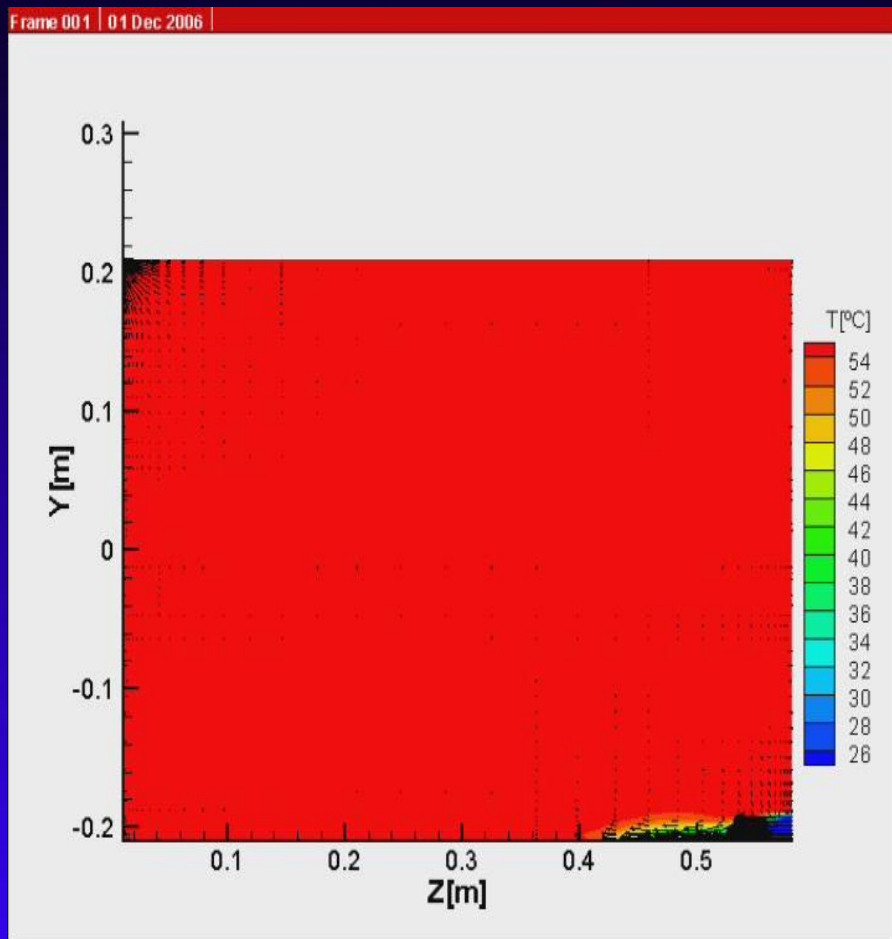


ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



CONSUMO DE ÁGUA QUENTE





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



Água Quente para Uso Doméstico





INC
EREE

ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

LAPSOL





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

IARSO

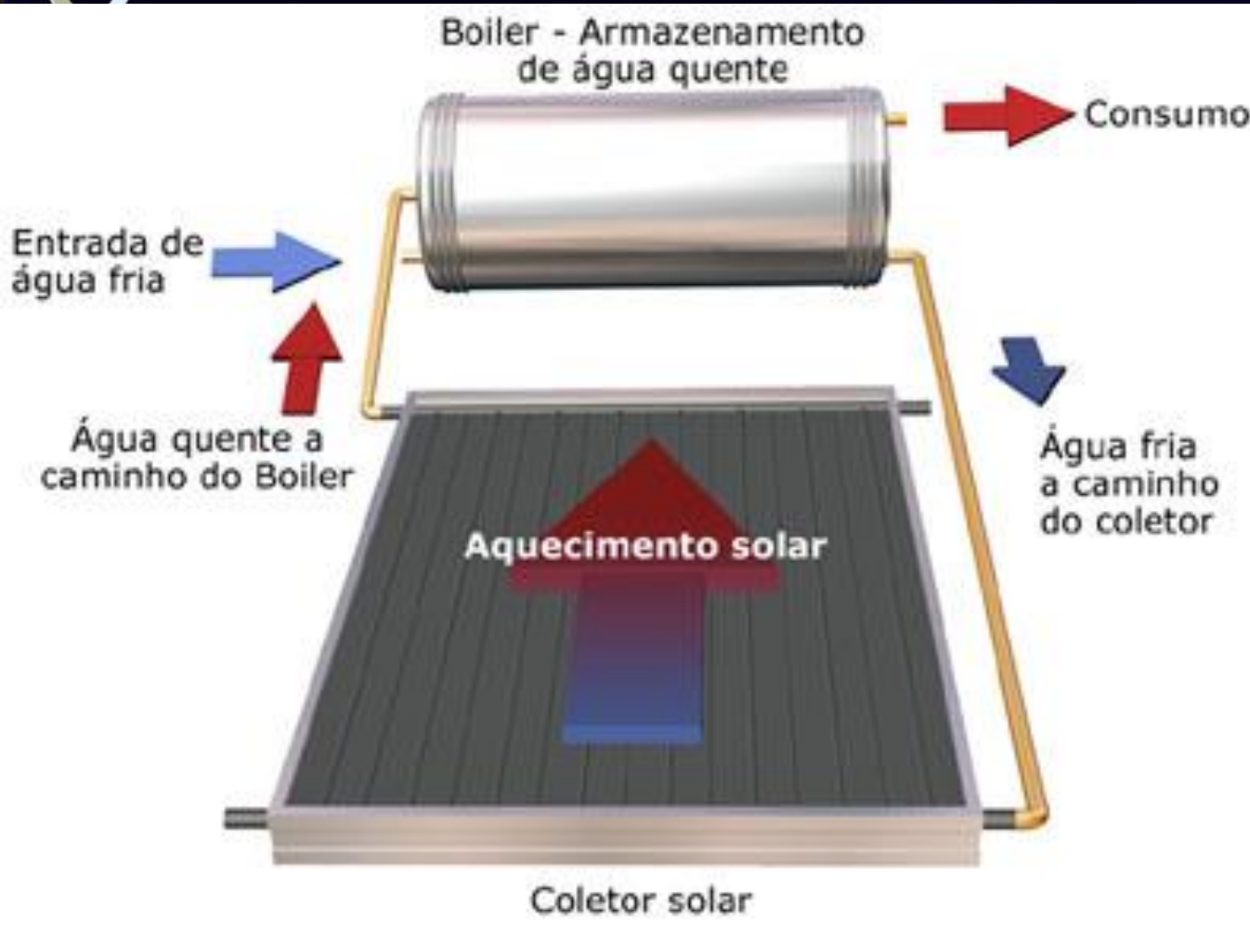


I
E



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011





**INCT
EREEA**

ENERGIA SOLAR TÉRMICA

**2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011**



UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

I ABSOL

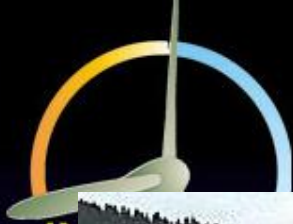


ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



IN
ERF



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL
LABSOL

IN
ER



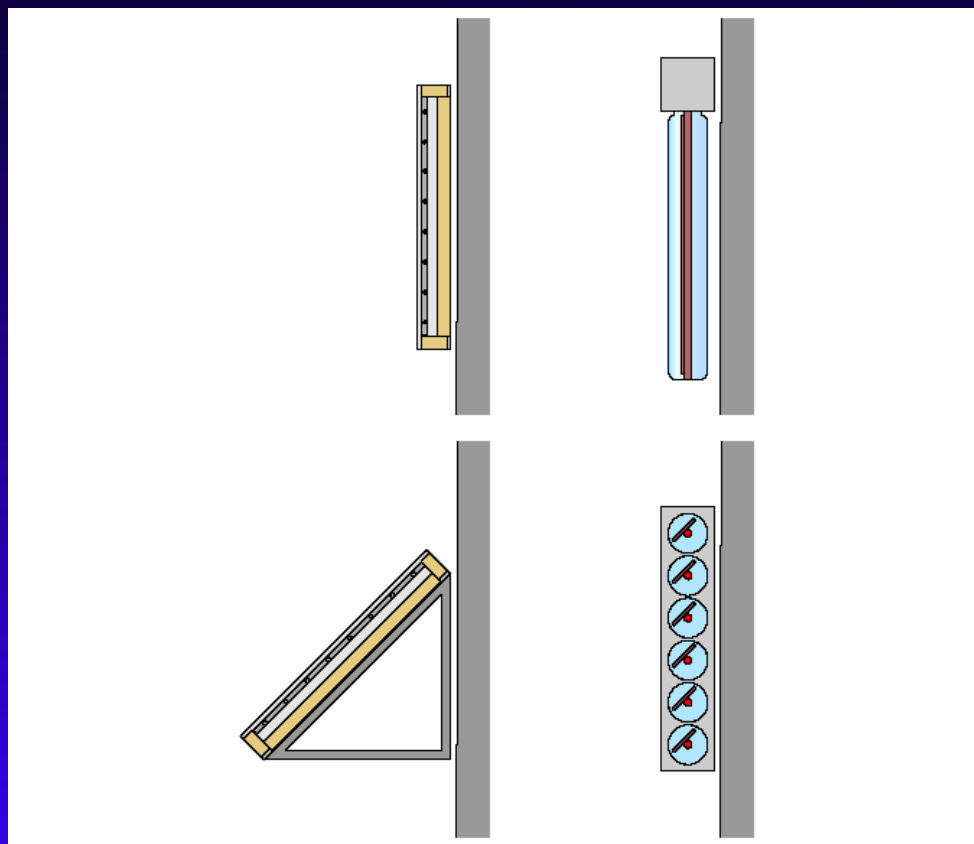


ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



Instalação na fachada



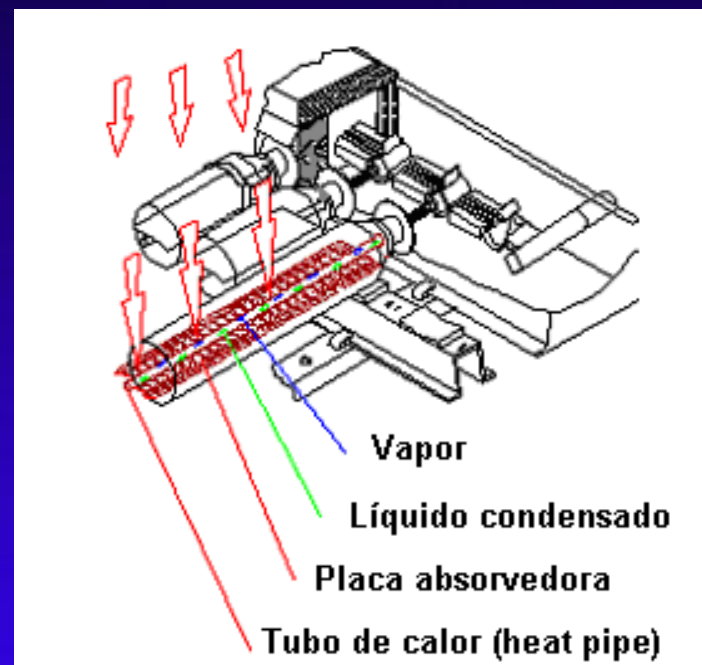


ENERGIA SOLAR TÉRMICA

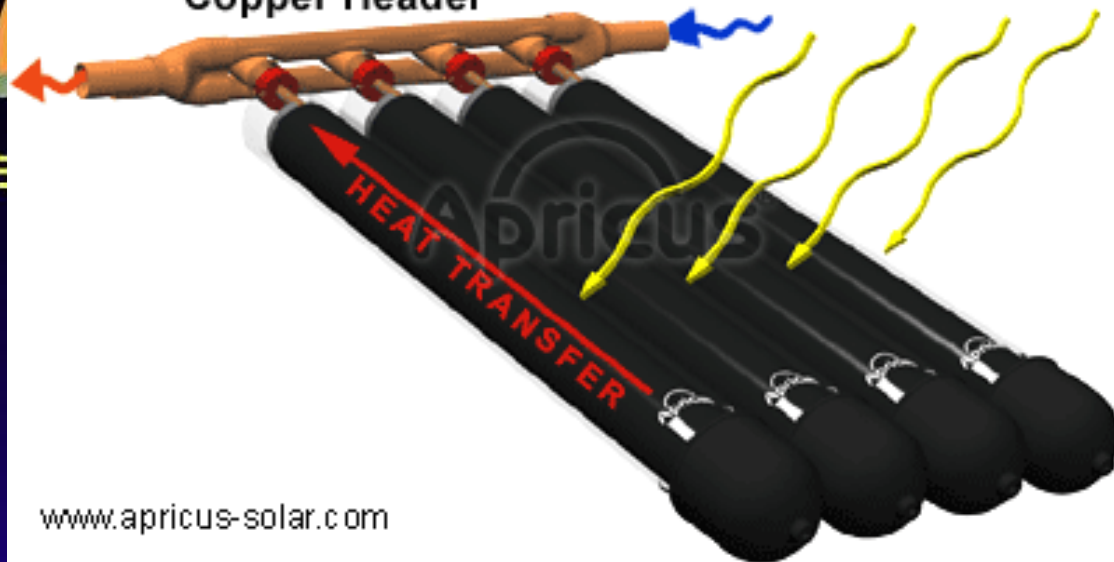
2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



Coletores com tubos de vácuo



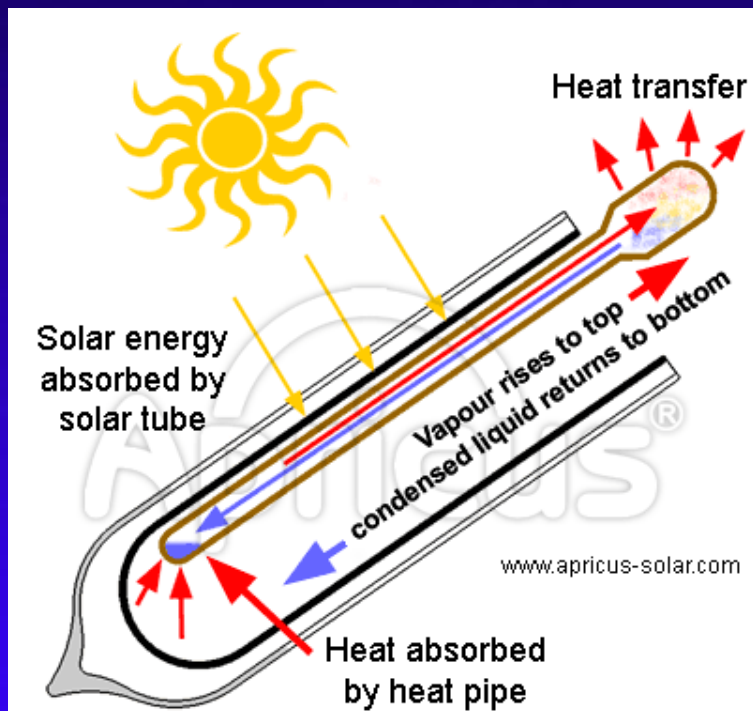
Copper Header



RMICA
e Eficiência Energética


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL
LABSOL

Coletores com tubos de vácuo





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



CHINA



China: 1,1 bilhões de US\$ ou 11 milhões de m² por ano
Brasil 570 mil m² por ano



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



- Apenas 1,5% dos domicílios no Brasil usam Energia Solar
- 5% de toda a eletricidade produzida no Brasil é utilizada em chuveiros elétricos e 70% desta energia poderia ser substituída por energia solar
- Chuveiros elétricos consomem uma potência correspondente a 18% do pico de demanda do sistema elétrico nacional (121.600 MW)
- 1 chuveiro elétrico custa R\$30,00 para o usuário, mas custa cerca de R\$4.000,00 para o país.



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011

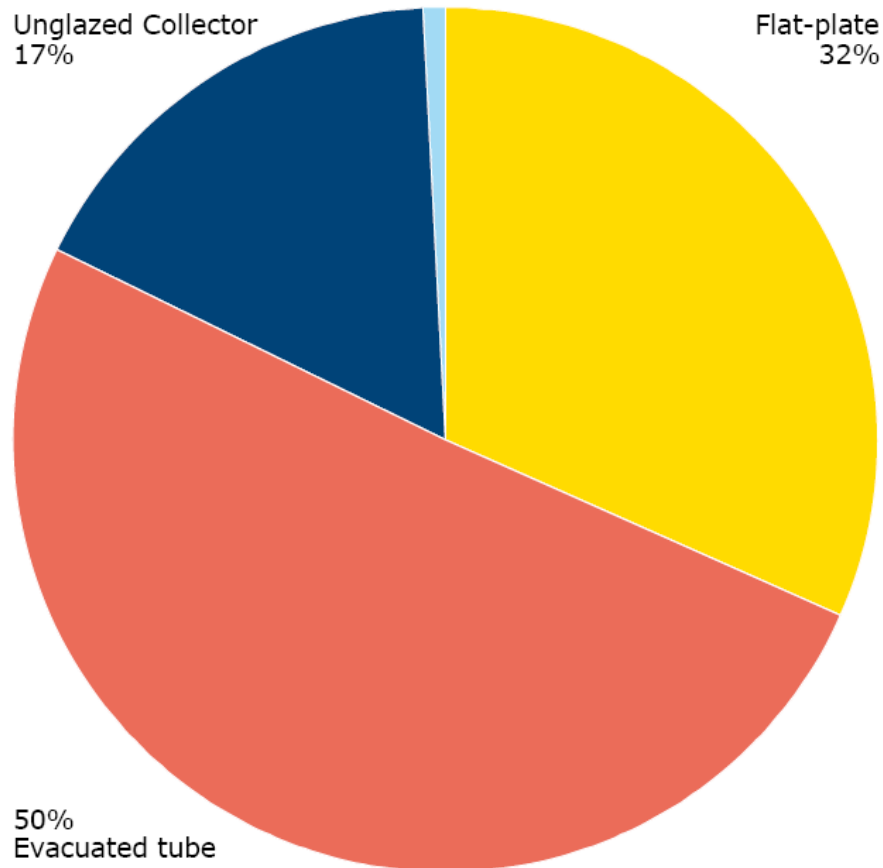


Figure 3: Distribution of the worldwide capacity in operation 2007 by collector type



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011

Total Capacity [MW_{th}]

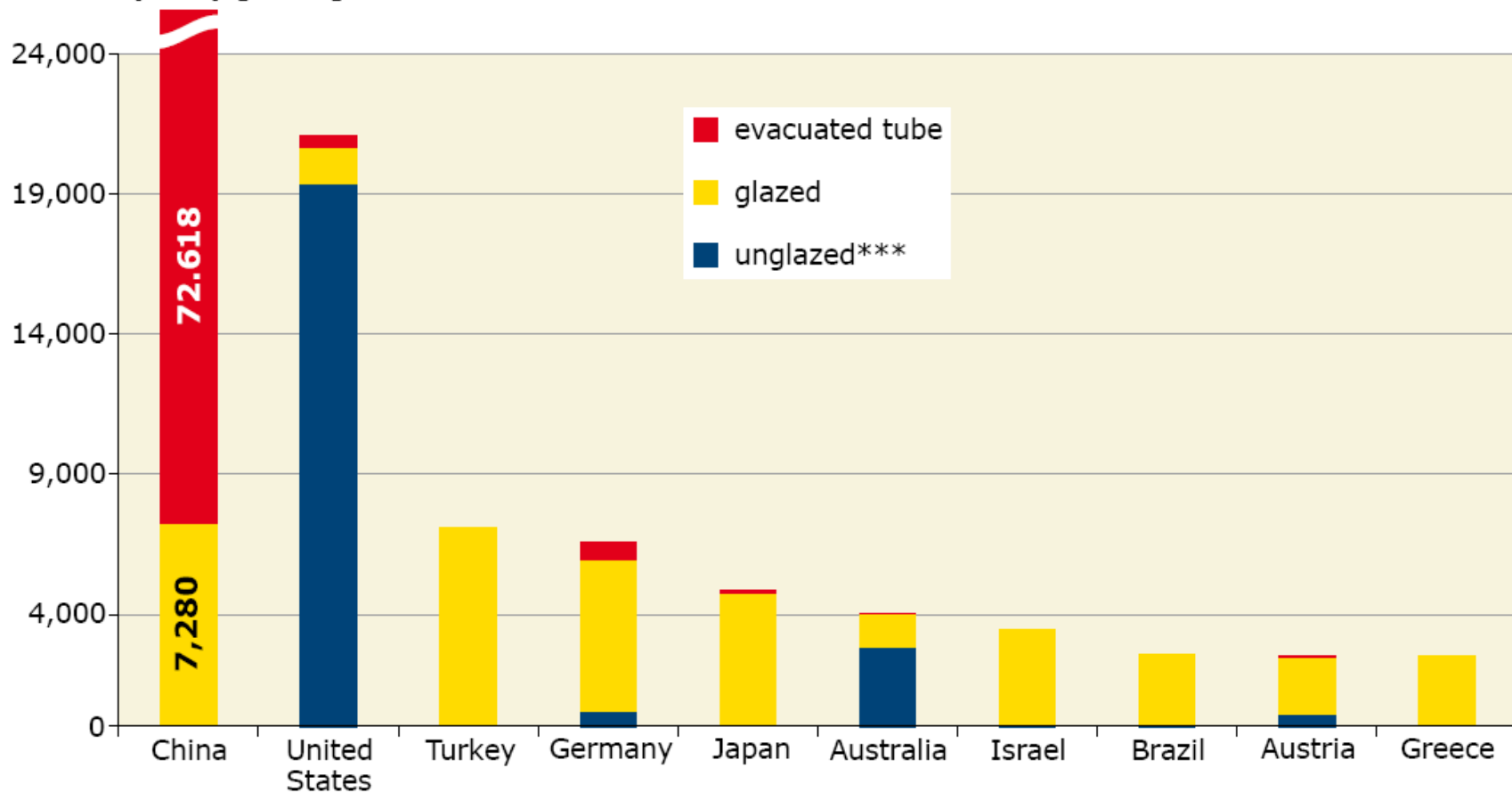


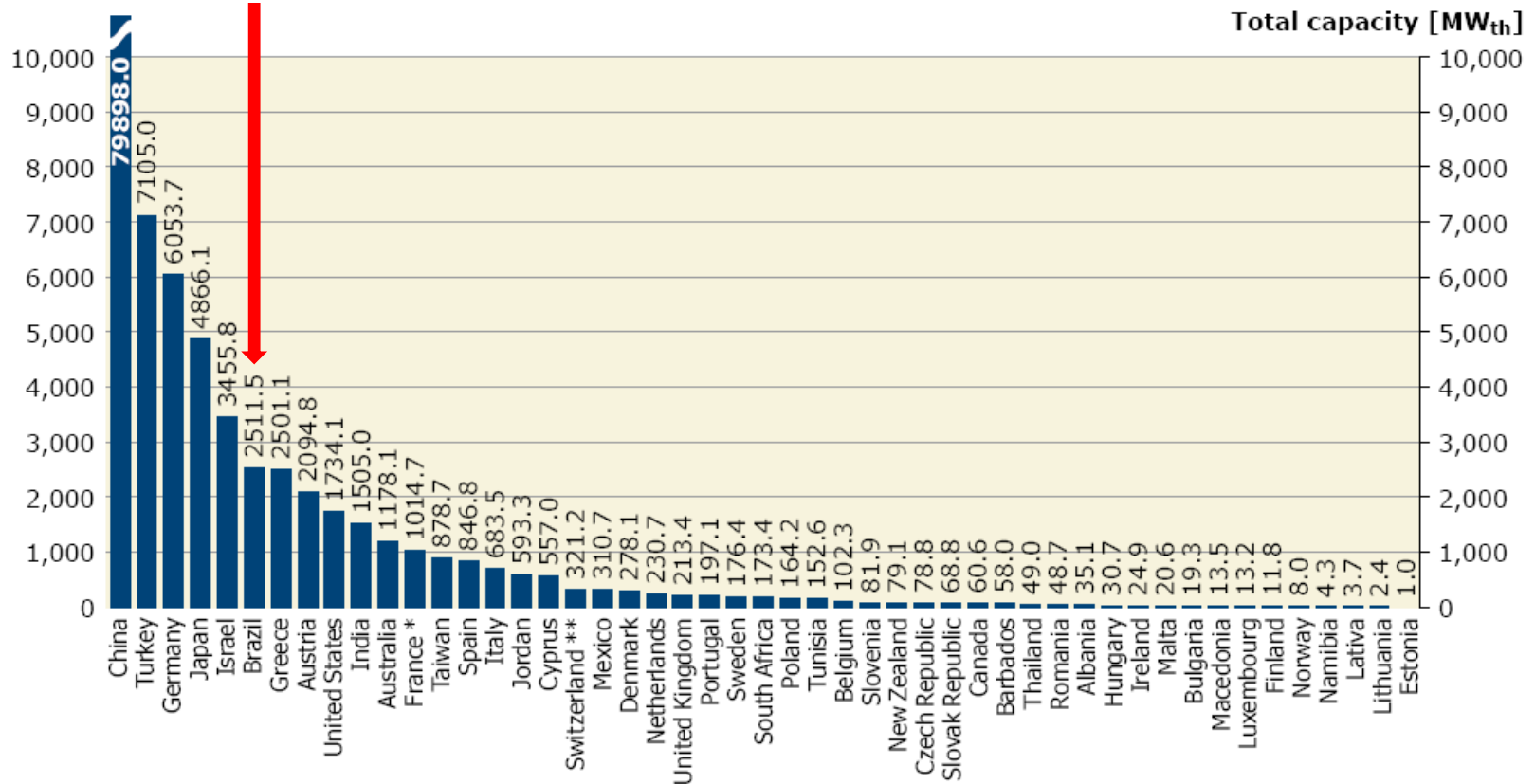
Figure 4: Total capacity in operation of water collectors of the 10 leading countries at the end of 2007



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011

3.1 Total capacity of glazed flat-plate and evacuated tube collectors at the end of 2007



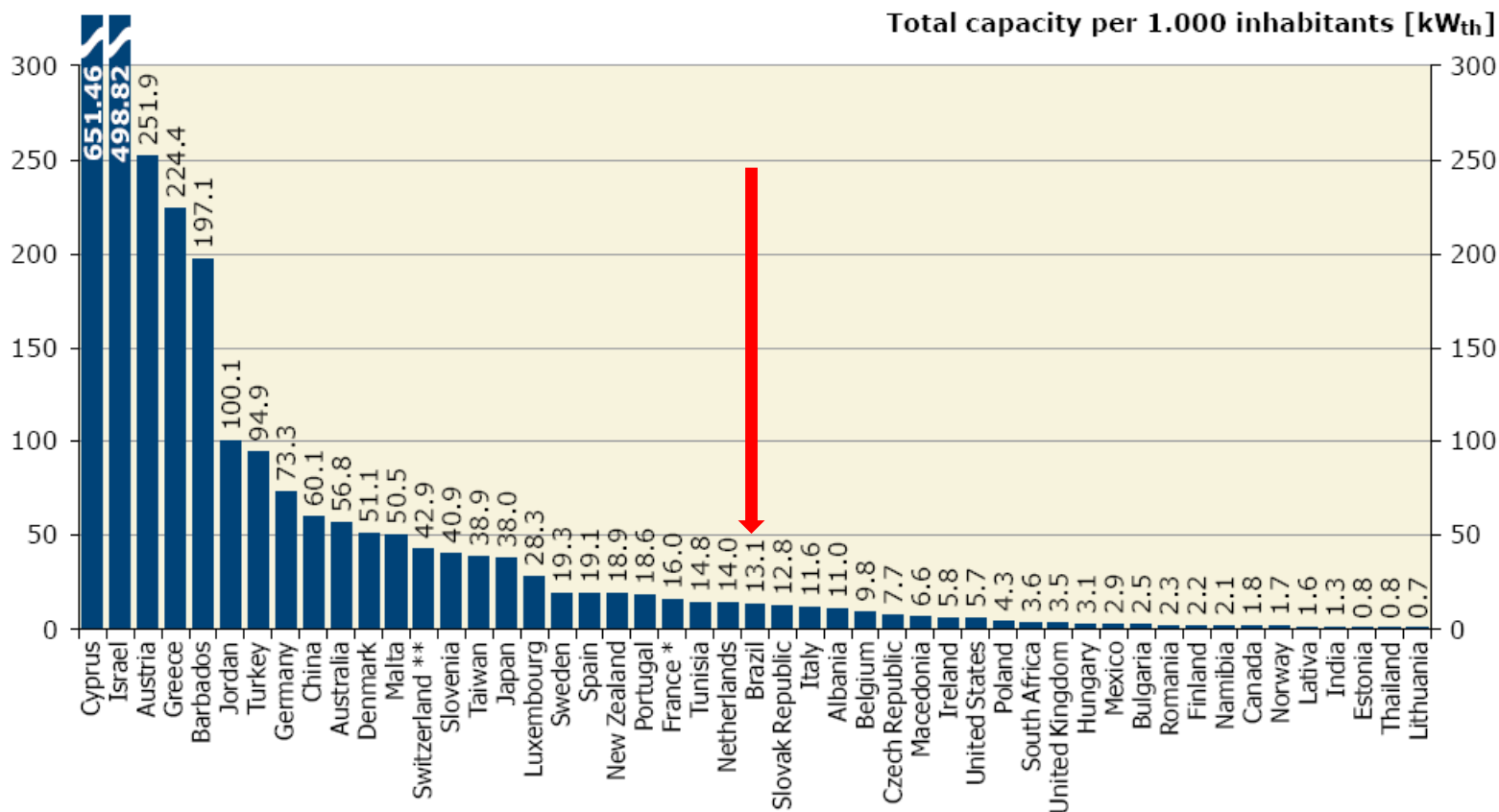
* France: includes Overseas Departments

Figure 5: Total capacity of glazed flat-plate and evacuated tube collectors in operation at the end of 2007



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



* France: includes Overseas Departments

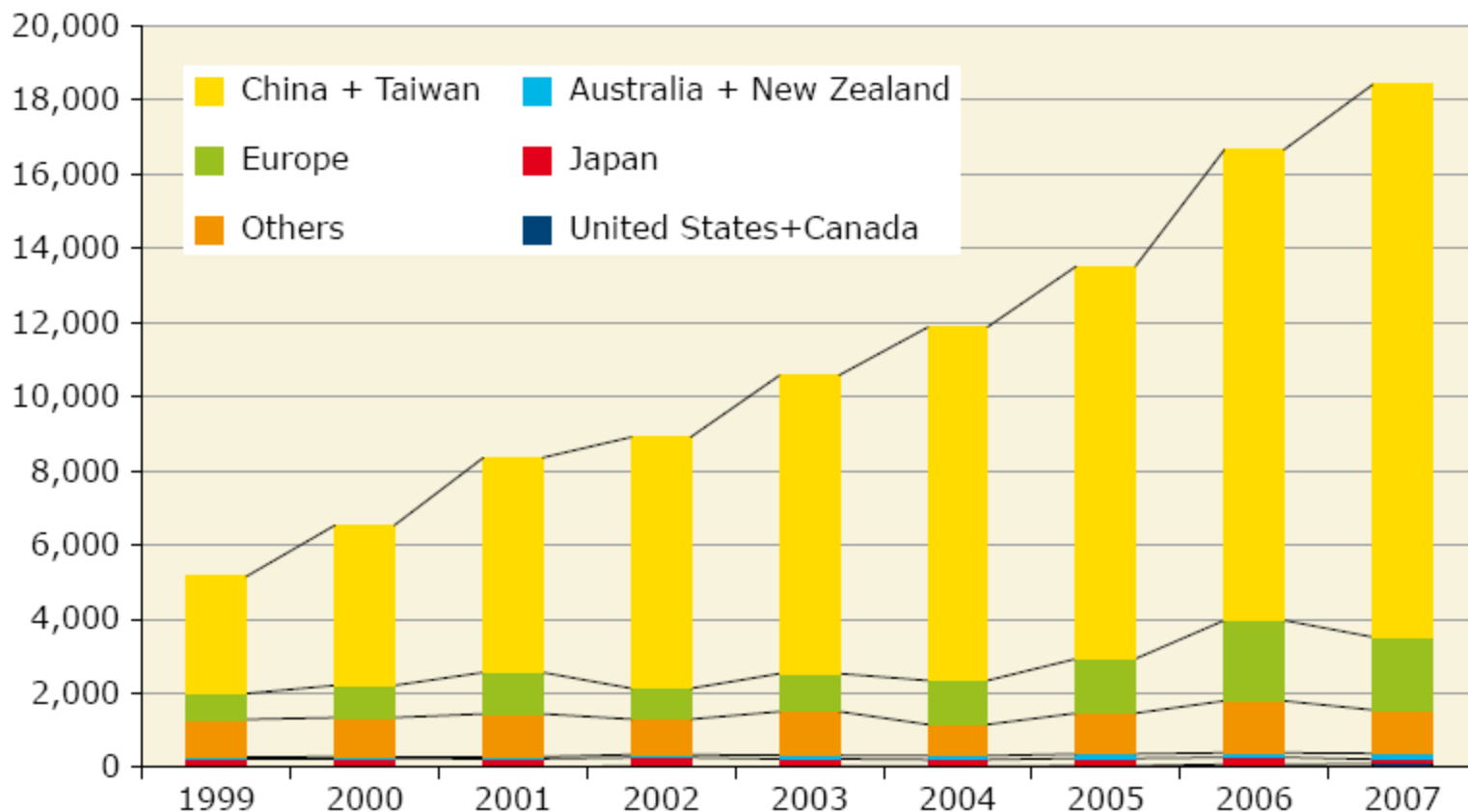
Figure 6: Total capacity of glazed flat-plate and evacuated tube collectors in operation at the end of 2007 in kW_{th} per 1,000 inhabitants



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011

Installed capacity [MWth/a]



Europe: EU-27, Albania, Macedonia, Norway, Overseas Departments of France, Switzerland;

Others: Barbados, Brazil, India, Israel, Jordan, Mexico, Namibia, South Africa, Thailand, Tunisia and Turkey

Figure 13: Annual installed capacity of flat-plate and evacuated tube collectors from 1999 to 2007



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



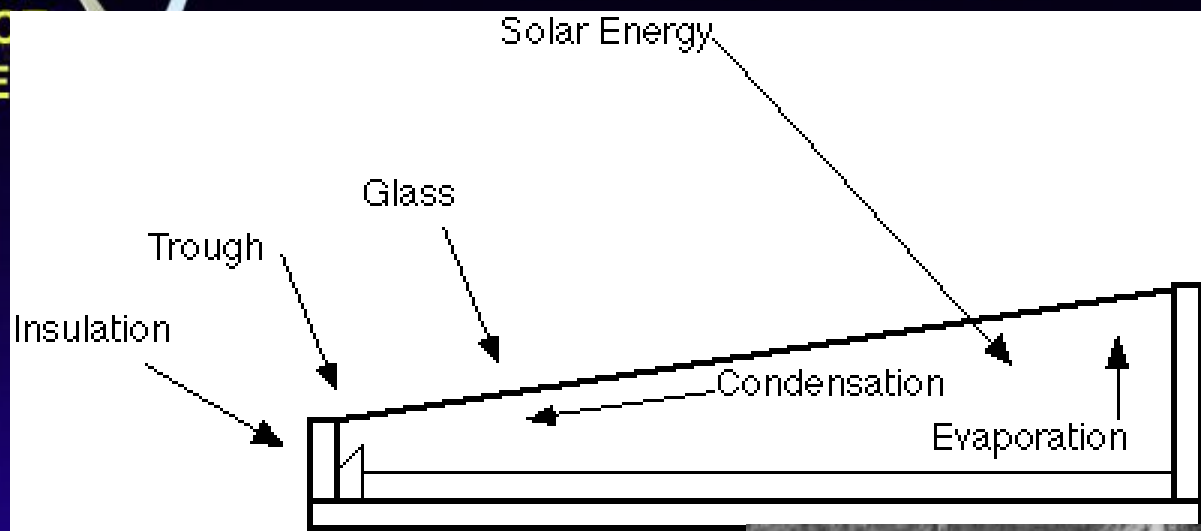
Aplicações de Conversão Térmica

Outras aplicações.



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



Destilador de água Solar





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011

Destilador de água Solar





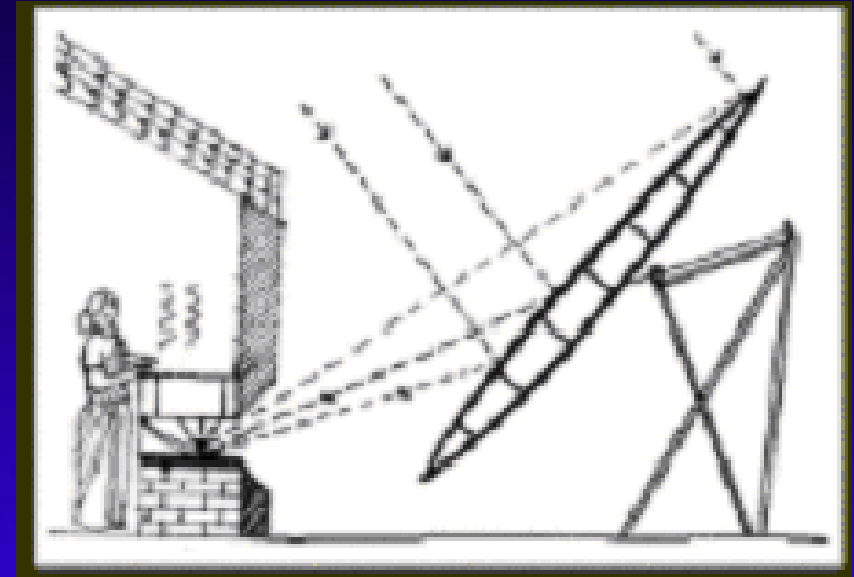
ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



How Scheffler cookers work?

ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

LABSOL

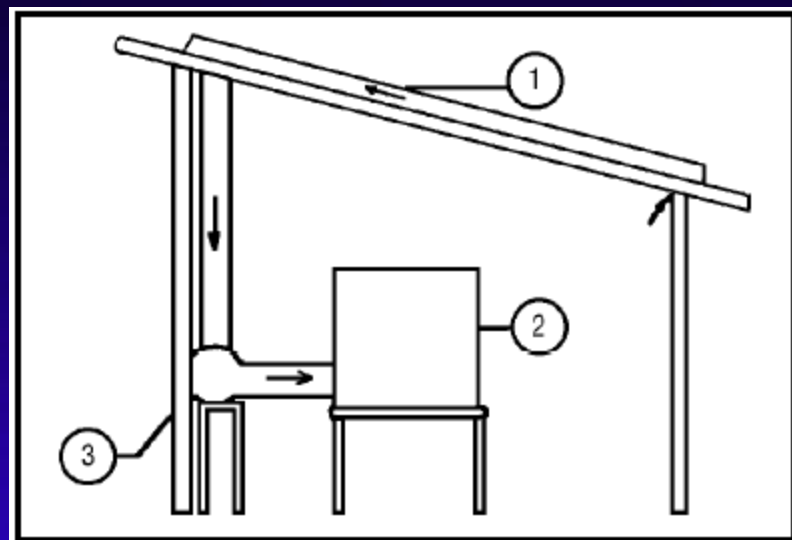
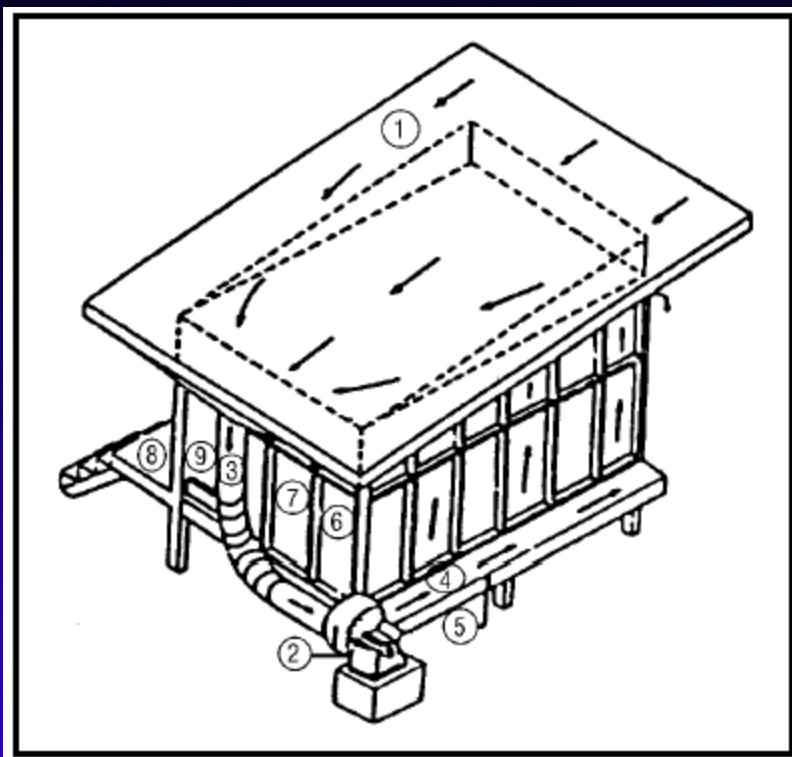


Sun-cook



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



Secagem de frutos



INCT
ERE

ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL
LABSOL



Secagem de frutos





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



Secagem de grãos

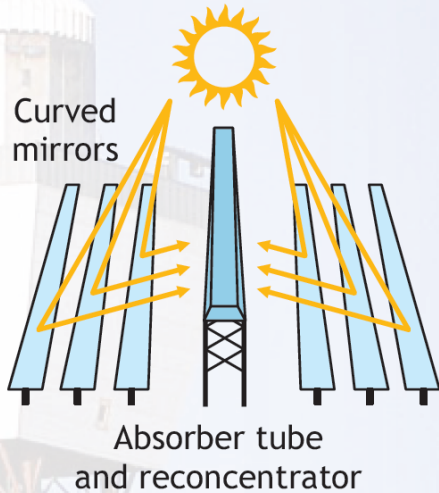




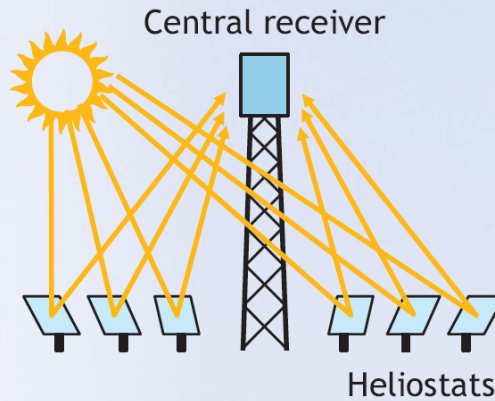
ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011

Linear Fresnel reflector (IFR)

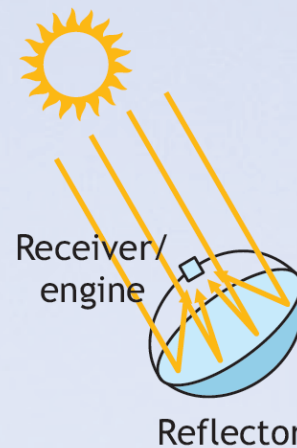


Central receiver

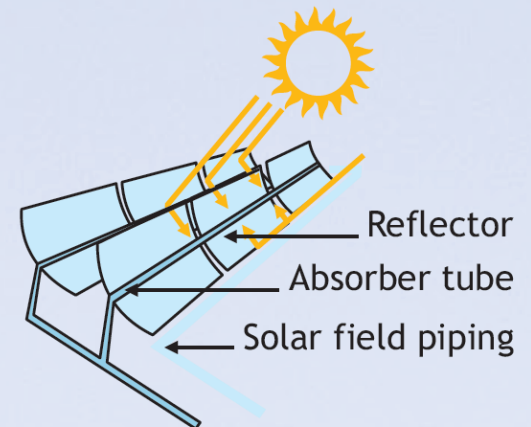


CSP

Parabolic dish



Parabolic trough





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



Sistema para 36 MWe na Austrália





INCT
EREEA

ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

LABSOL

2 Sistemas de 50 MWe cada um na Espanha

ANDASOL 1 (Granada)



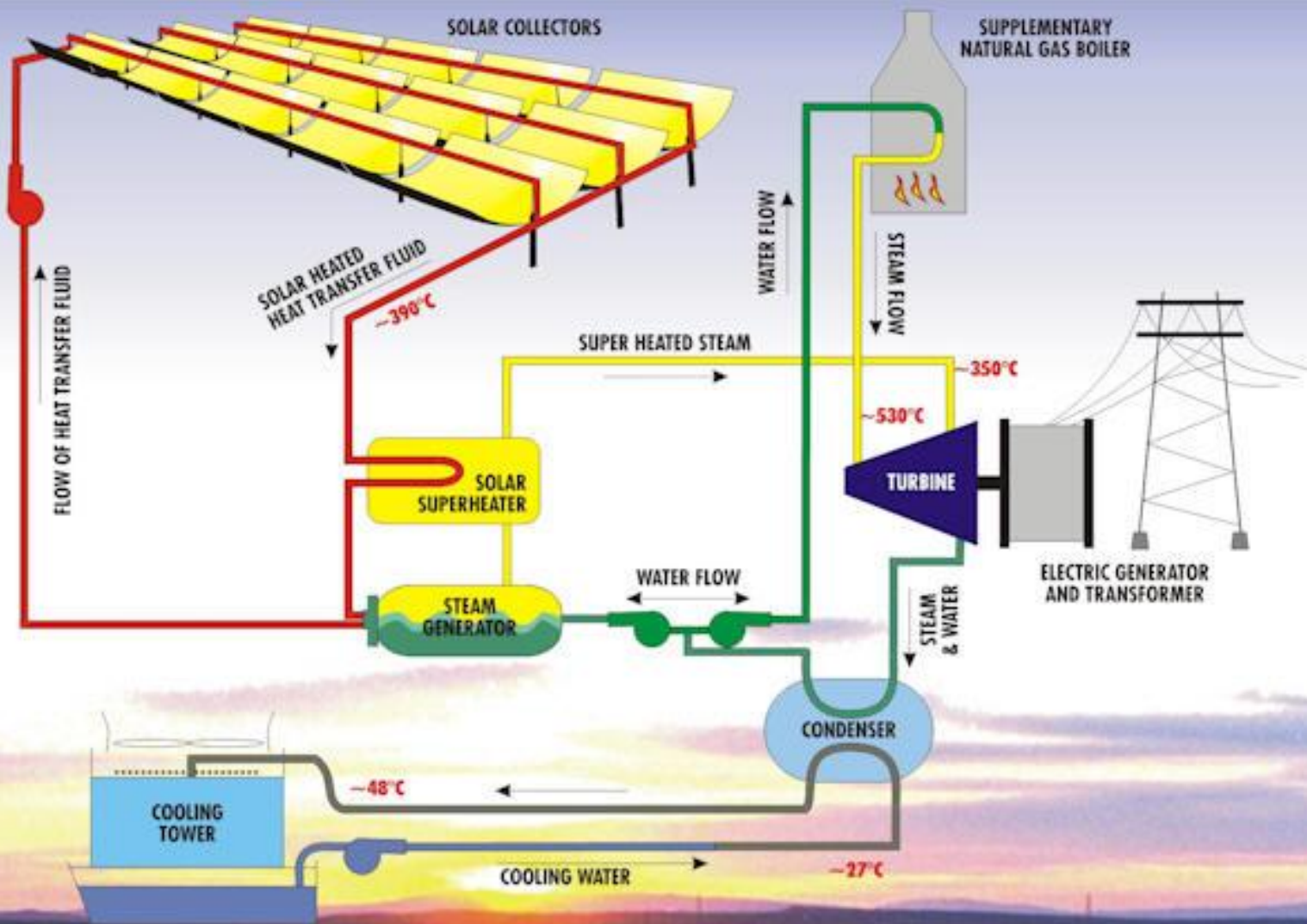


ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



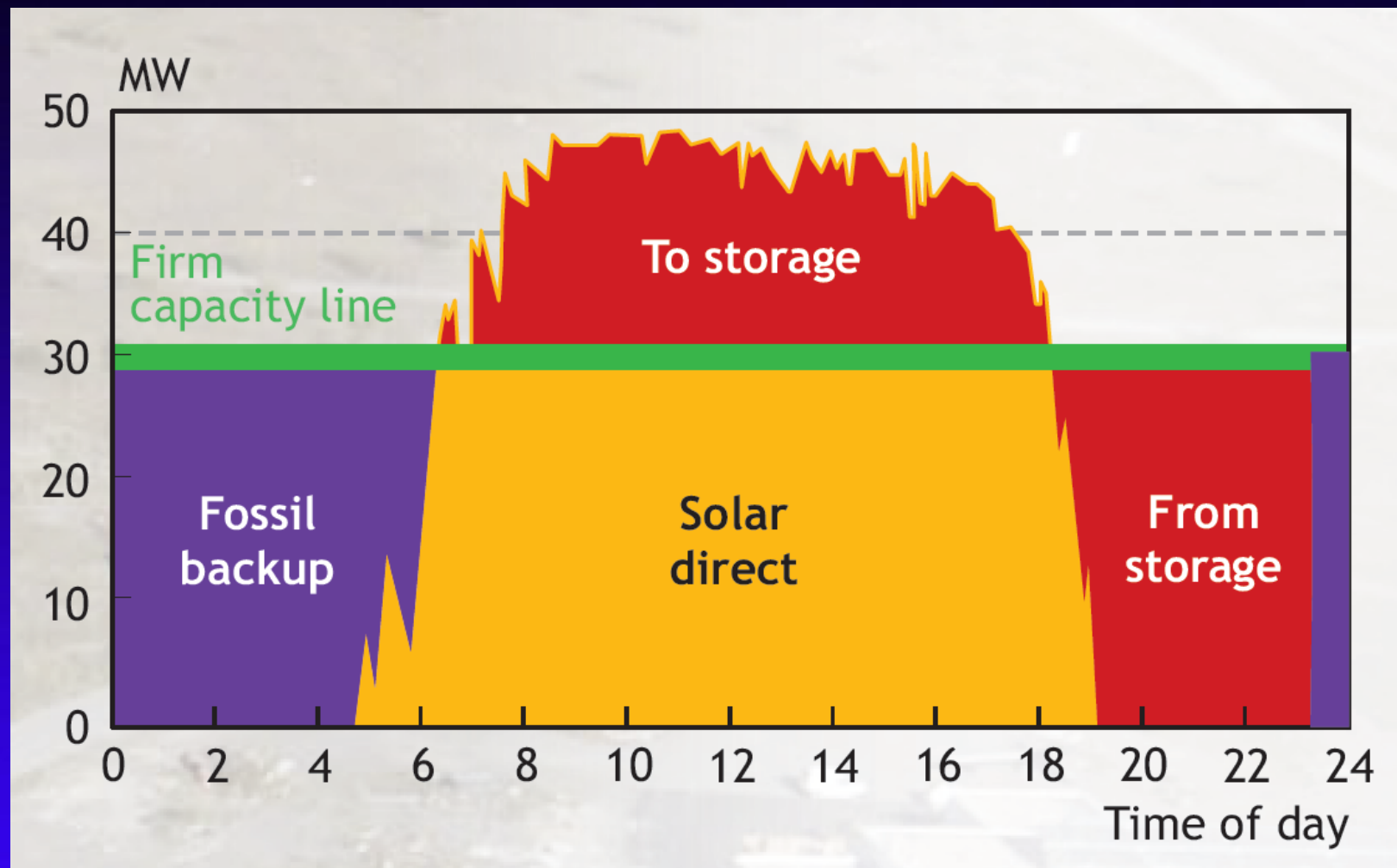
Andasol





ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



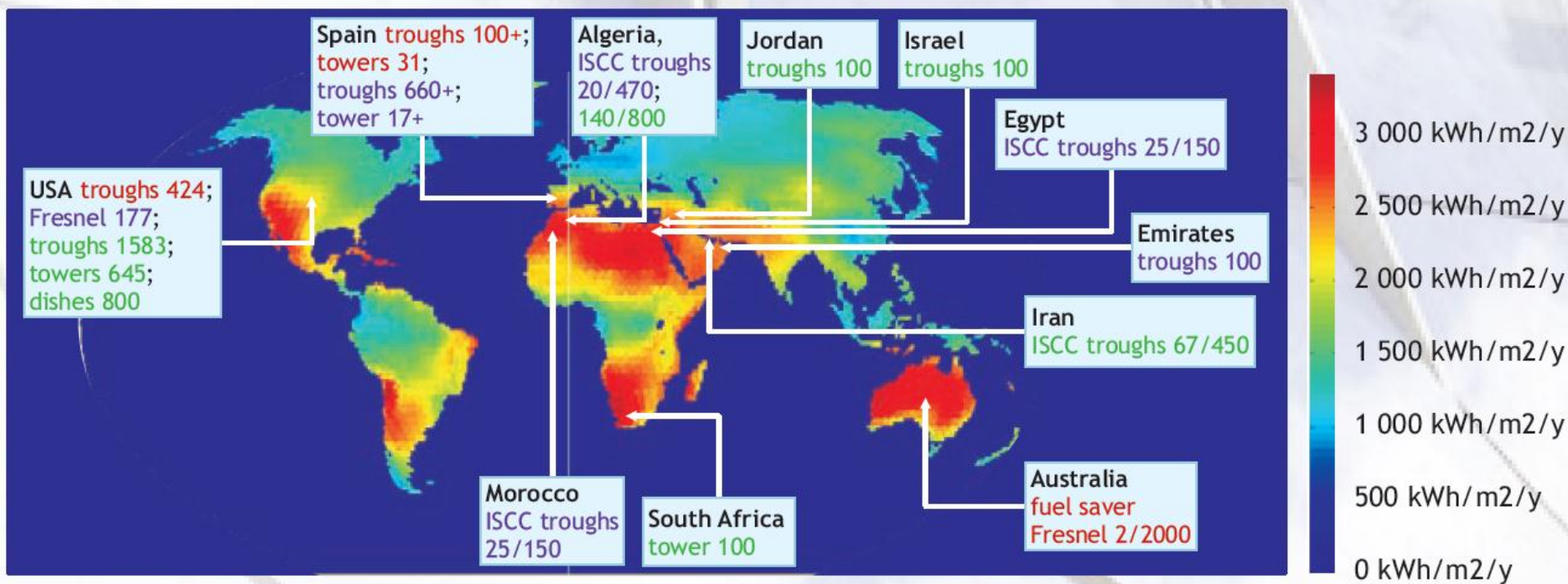


ENERGIA SOLAR TÉRMICA

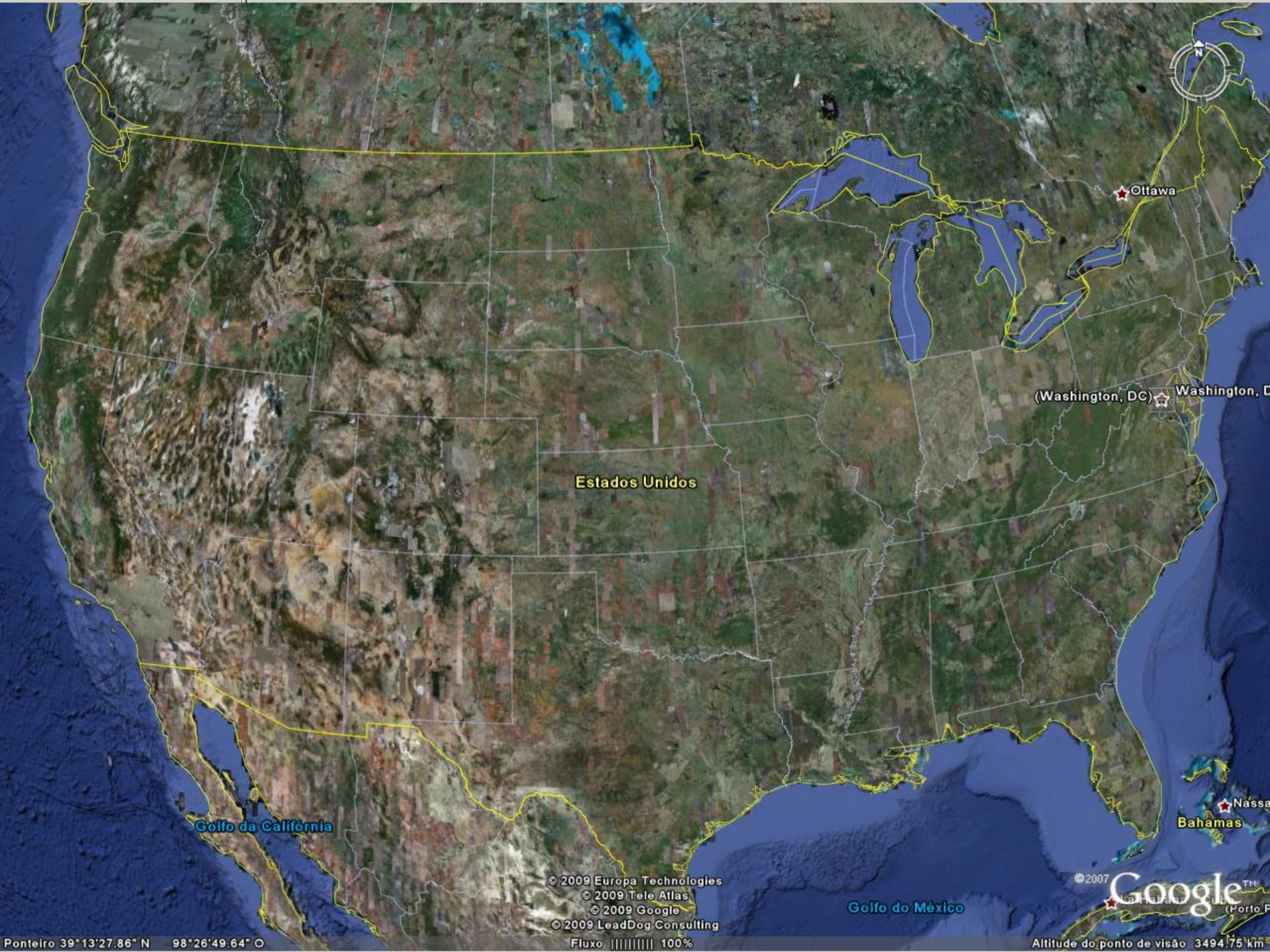
2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



Figure 1: Direct Normal Insolation in kWh/m².y and on-going projects
Breyer & Knies 2009, after DLR-ISIS, plus IEA information.



Legend: **existing capacities**; capacities under construction; **announced capacities**; xx: capacity in MWe. +: indicates large storage capacities (the capacity of the power plant is larger than the electrical capacity indicated); xx/yy: for Integrated Solar Combined Cycle or fuel saver systems, xx indicates the solar capacity, yy indicates the overall capacity.



Estados Unidos

Golfo da Califórnia

Golfo do México

Ottawa

(Washington, D.C.) Washington, D.C.

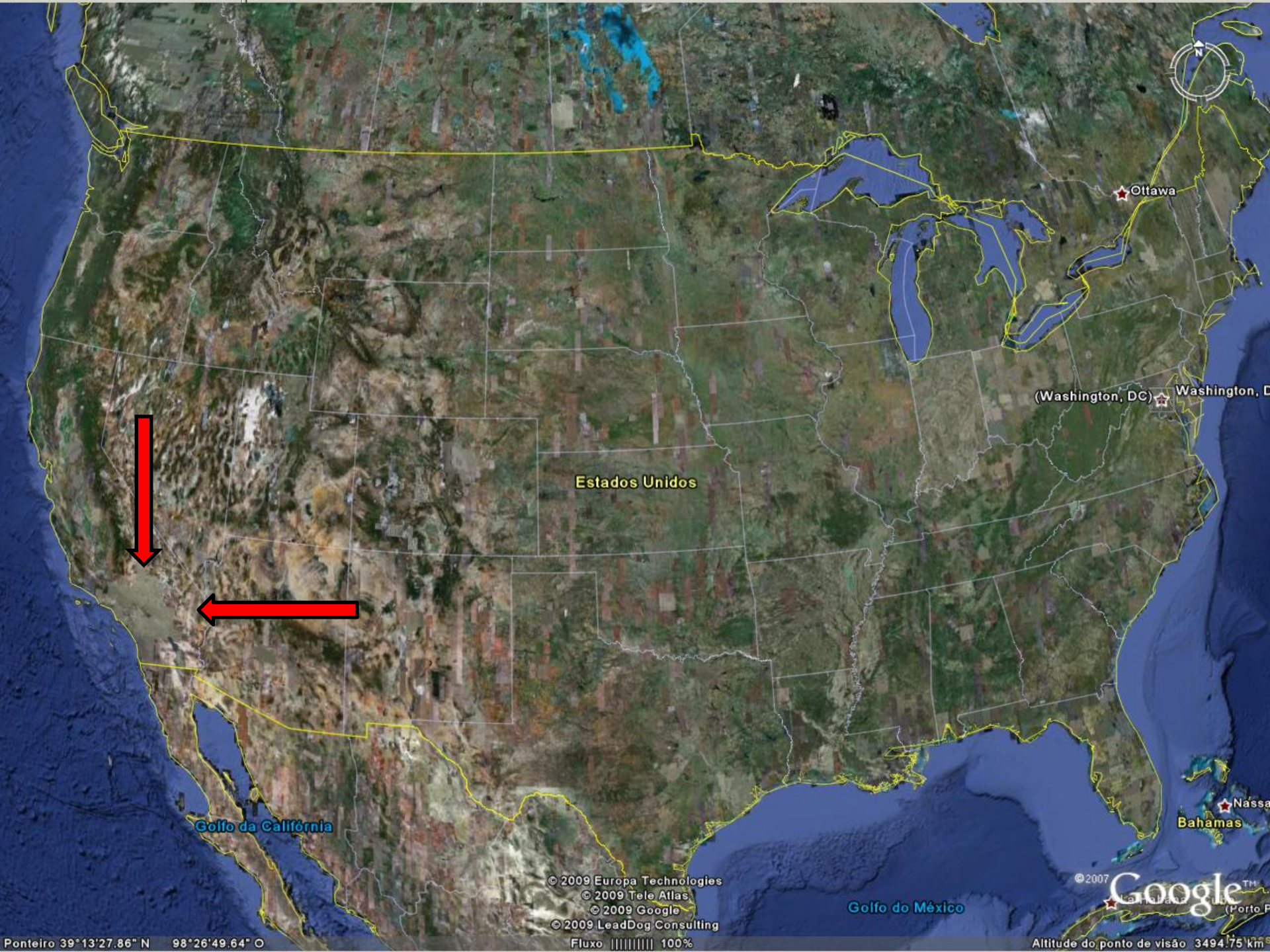
Nassau
Bahamas

© 2009 Europa Technologies
© 2009 Tele Atlas
© 2009 Google
© 2009 LeadDog Consulting
Fluxo ||||| 100%

© 2007 Google

Ponteiro 39°13'27.86" N 98°26'49.64" O

Altitude do ponto de visão 3494.75 km



Estados Unidos

Ottawa

(Washington, DC) Washington, D.C.

Golfo da Califórnia

Nassau
Bahamas

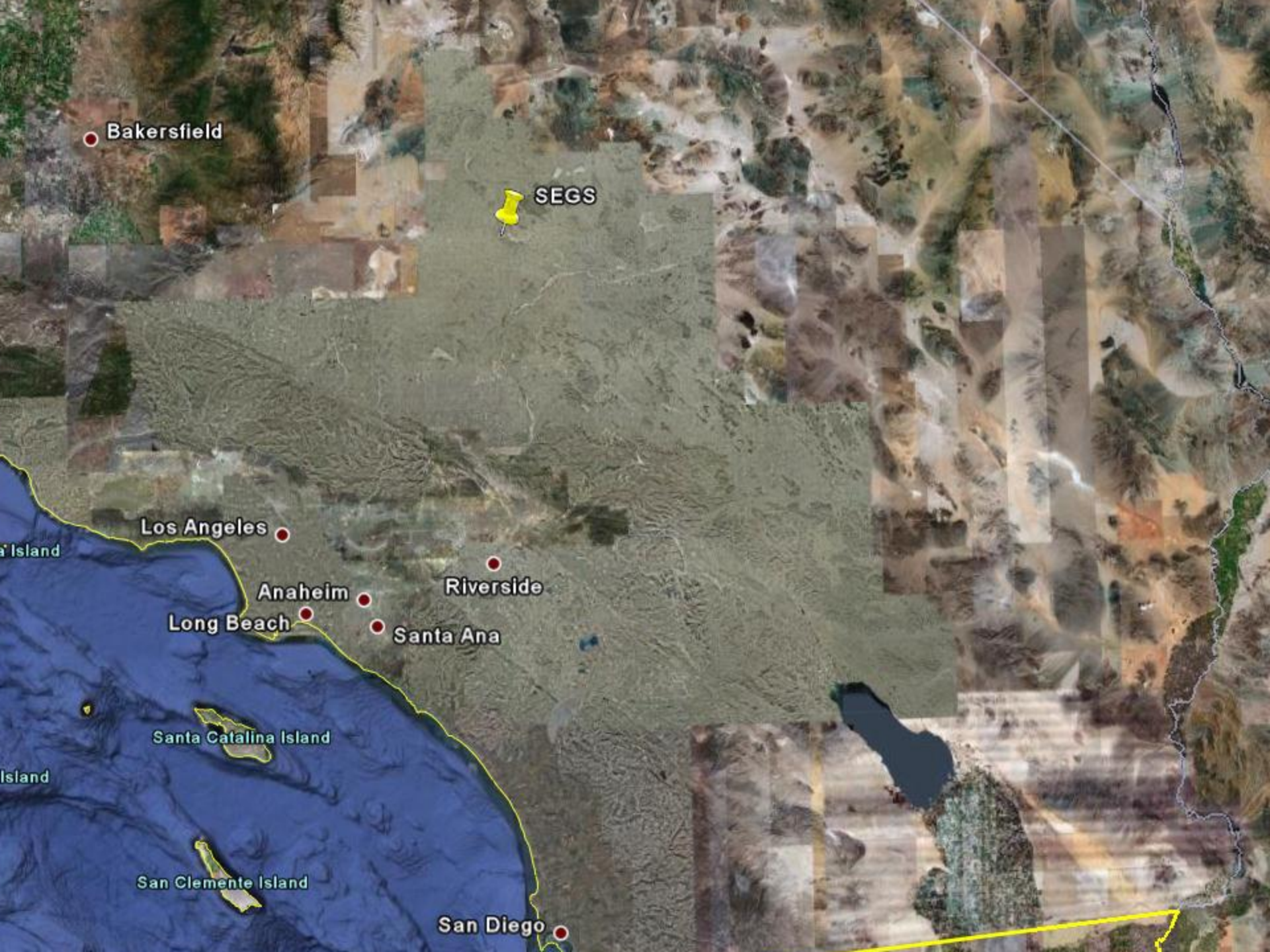
Golfo do México

© 2009 Europa Technologies
© 2009 Tele Atlas
© 2009 Google
© 2009 LeadDog Consulting
Fluxo ||||| 100%

© 2007 Google

Ponteiro 39°13'27.86" N 98°26'49.64" O

Altitude do ponto de visão 3494.75 km



Bakersfield

SEGS

Los Angeles

Anaheim

Long Beach

Riverside

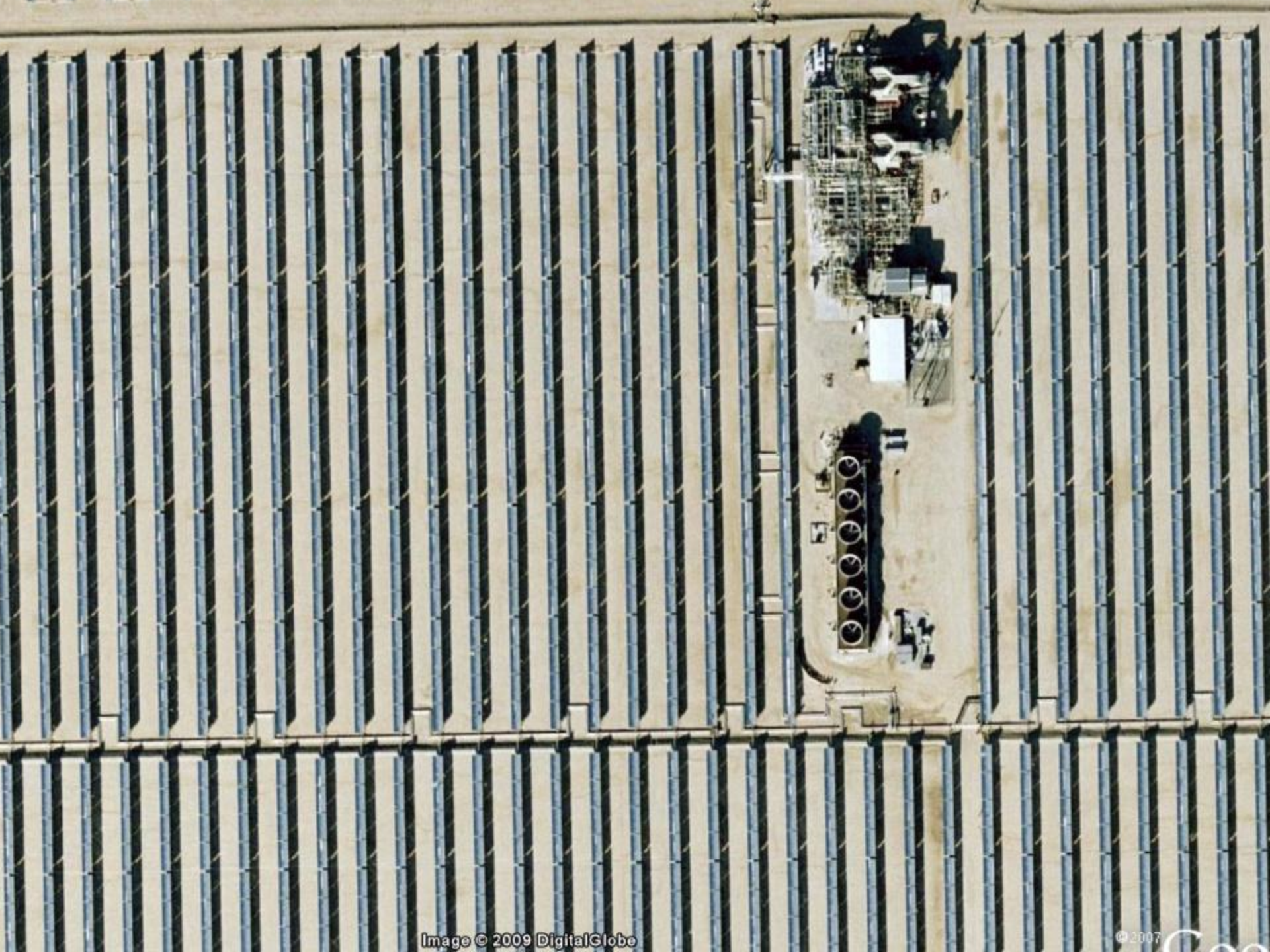
Santa Ana

Santa Catalina Island

San Clemente Island

San Diego







ca


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL
LABSOL

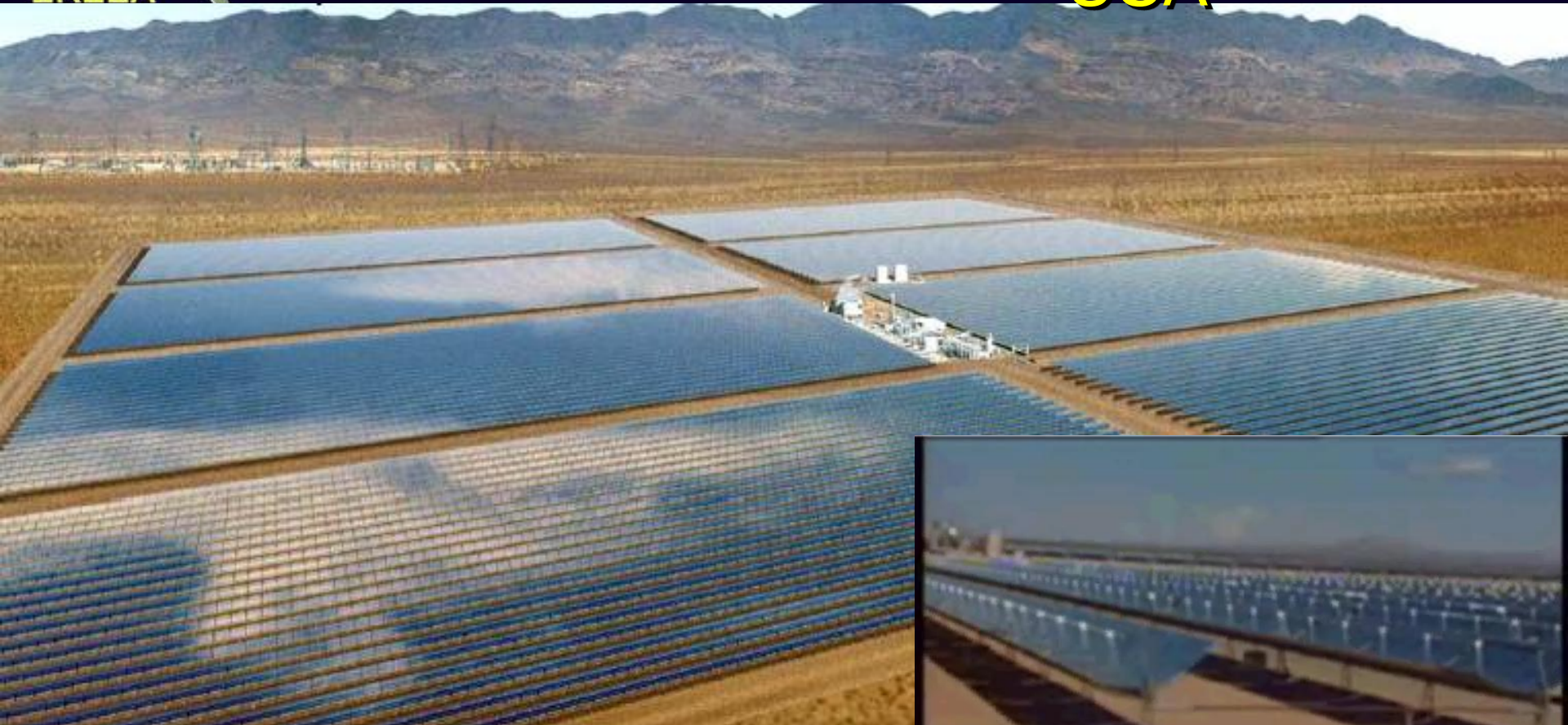


ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



USA



Nevada Solar One = 64 MWe

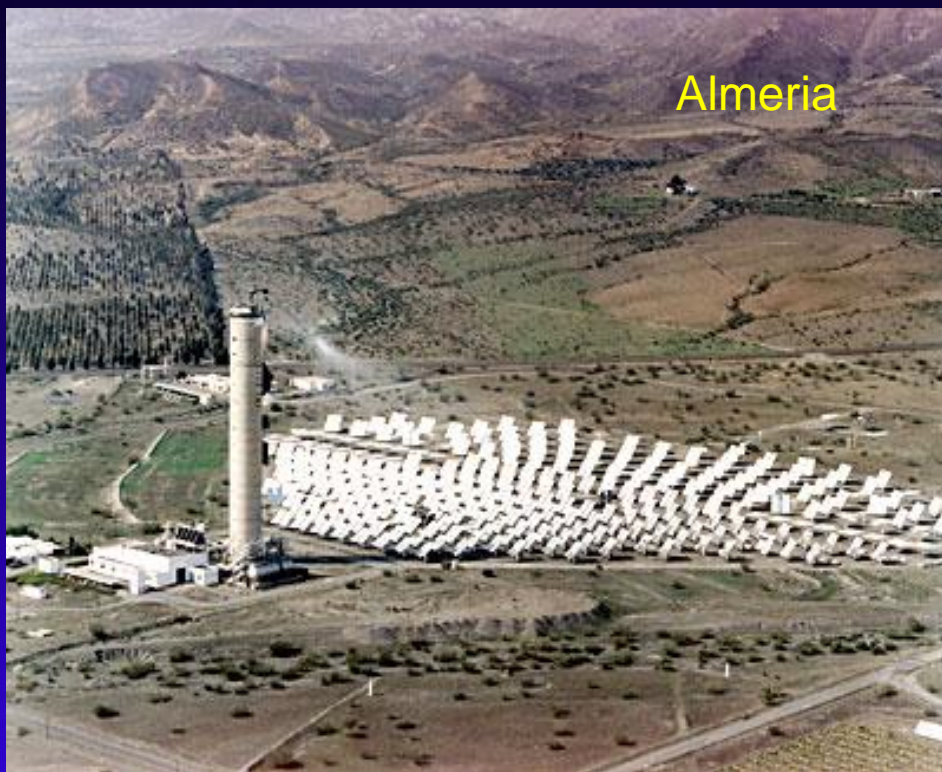


ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011



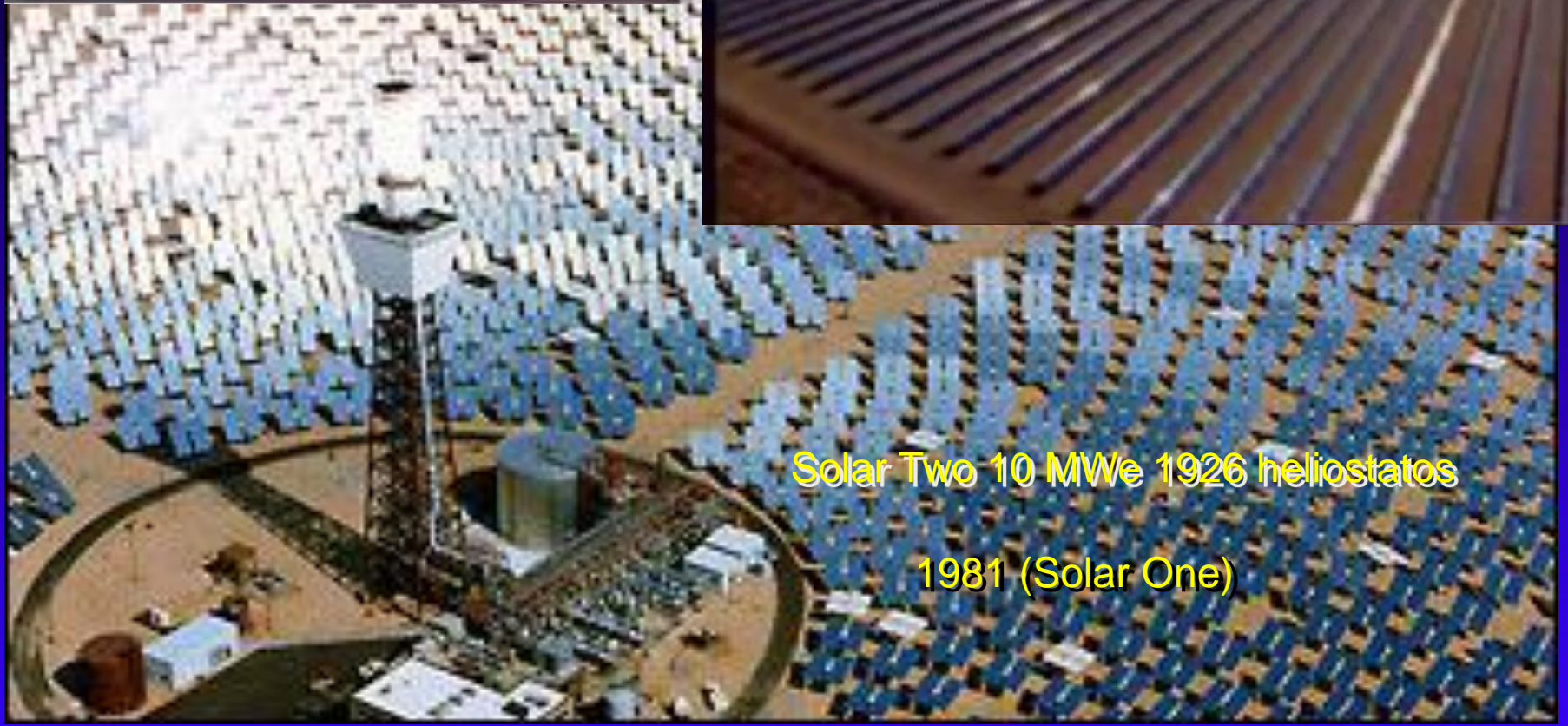
Torre Central



(Stirling)



S
E
P



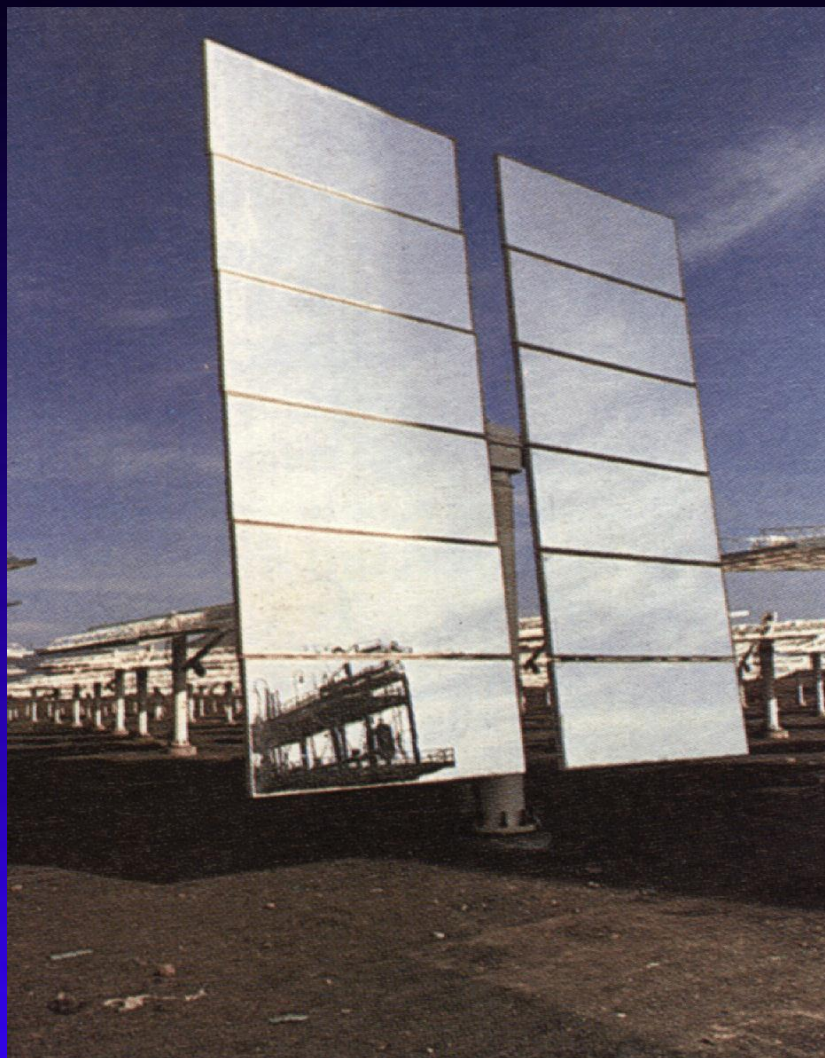
Solar Two 10 MWe 1926 heliostatos

1981 (Solar One)



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011





INCT
EREEA

ENERGIA SOLAR TÉRMICA

2º Seminário Estudantil Sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética
Belém, 3 de maio de 2011

FORNO SOLAR

