

TRANSFERÊNCIA DE CALOR e MASSA

- Profa. Regina, sala 7-20
- reginapombo@ufpr.br

- Prof. Luís Mauro Moura
- Luis.moura@ufpr.br

EMENTA

- Transferência de Calor e Massa:
- Generalidades
- Condução unidimensional em regime permanente
- Condução multidimensional em regime permanente
- Condução transiente
- Convecção forçada – escoamento externo
- Convecção forçada – escoamento interno
- Convecção natural
- Convecção por condensação e ebulição
- Trocadores de calor
- Radiação Térmica
- Transferência de massa

Data	Aulas	Total	Programa
7/3/17	3	3	Aula Introdutoria - apresentação da metodologia - Exemplos e aplicações. Cap. 1 - Introdução à Transferência de Calor: Condução, Convecção e Radiação.
9/3/17	3	6	Reunião ABCM - Ex. 6.2 e exercício proposto para entregar
14/3/17	3	9	Cap. 1 - Conservação da Energia - Ex. 1.3, 1.4 e 1.5. Cap. 2 - Introdução à Condução.
16/3/17	3	12	Cap. 2 - Eq. Da Difusão e Condições de contorno. Cap. 3 - Condução em Regime Permanente
21/3/17	3	15	Cap. 3 - Analogia Elétrica - Circuito Térmico Equivalente. Condução em Regime Permanente: Parede Composta. Resistência de Contato.
23/3/17	3	18	Cap. 3 - Sistemas Radiais - Espessura Crítica. Sistemas Esféricos - Problemas com geração de Energia.
28/3/17	3	21	Cap. 3 - Introdução à Aletas - Formulação Geral - Dedução, Condições de contorno.
30/3/17	3	24	Cap. 3 - Aletas - Desempenho e efetividade de aletas. Eficiência Global - Ex. Projeto de Aletas.
4/4/17	3	27	Cap. 4 - Condução Bidimensional - Solução Analítica.
6/4/17	3	30	Cap. 4 - Condução Bidimensional - Solução por Método Numérico.
11/4/17	3	33	Cap. 5 - Condução Transiente. Método da Capacitância Global.
13/4/17	3	36	Cap. 5 - Condução Transiente. Análise do Método da Capacitância Global. Casos Espaciais.
18/4/17	3	39	Cap. 12 - Introd. a Radiação. Radiação de Corpo Negro. Prop. de Superfícies.
20/4/17	3	42	Cap. 12 - Radiação: Meio participante. Radiação Ambiental. Cap. 13 - Fator de Forma.
25/4/17	3	45	Aula de Exercícios
27/4/17	3	48	PROVA 1 - Reunião ABCM
2/5/17	3	51	Cap. 6 - Introdução à Convecção - Fundamentos transferência de calor e massa. Revisão de mol.
4/5/17	3	54	Cap. 6 - Equações Fundamentais. Ex. 6.2. Camada limite hidrodinâmica, térmica e de concentração. Ex. 6.3 - Escoamento laminar/turbulento.
9/5/17	3	57	Cap. 6 - Equações formais. Ex. 6.4. Aproximações de Camada limite - Equações Normalizadas. Resfriamento Evaporativo.
11/5/17	3	60	Cap 7 - Escoamento externo - Solução por similaridade
16/5/17	3	63	Cap 7 - Escoamento externo - Escoamento Turbulento - Casos Especiais. Cap. 8 - Escoamento interno. Correlações.
18/5/17	3	66	Cap. 8 - Escoamento interno. Considerações térmicas, Condições Plenamente Desenvolvido.
23/5/17	3	69	Aula de Exercícios
25/5/17	3	72	PROVA 2
30/5/17	3	75	Cap. 9 - Convecção Natural
1/6/17	3	78	Cap. 9 - Convecção Natural /Cap. 10 - Mudança de Fase
6/6/17	3	81	Cap. 10 - Mudança de Fase
8/6/17	3	84	Cap. 11 - Trocadores de Calor
13/6/17	3	87	Cap. 11 - Trocadores de Calor
15/6/17	0	87	Feriado: Corpus Christi.
20/6/17	3	90	Aula de Exercícios
22/6/17	3	93	PROVA 3
27/6/17	3	96	Vista de Provas - 2ª Chamada
29/6/17	0	96	Vista de Provas - Reunião ABCM
1/7/17	0	0	Último dia letivo do 1º semestre de 2017
4/7/17	3	99	Exame Final
6/7/17	0		

TP 1 - BE em piscina

TP 2 - Aquecimento de um fio - num.

TP 3 - Dedução da eq da Dif. Coord. Cil. e Esf.

TP 4 - Cálculo da espessura de um isolante

TP 5 - Solução Numérica.

5ª de páscoa

TP 6 - Determinação da variação mássica pela sublimação da naftalina

TP 7 - Análise do processo de resfriamento evaporativo

TP 8 - Análise de equações de convecção

Aula 17

Aula 17

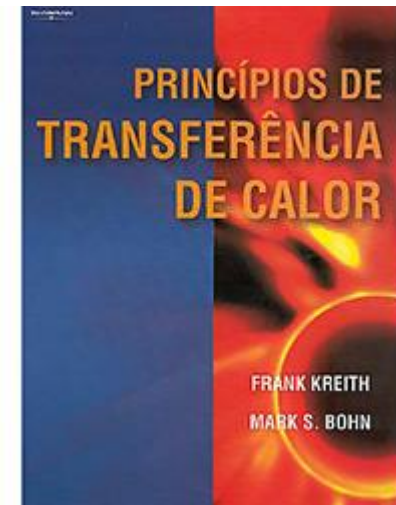
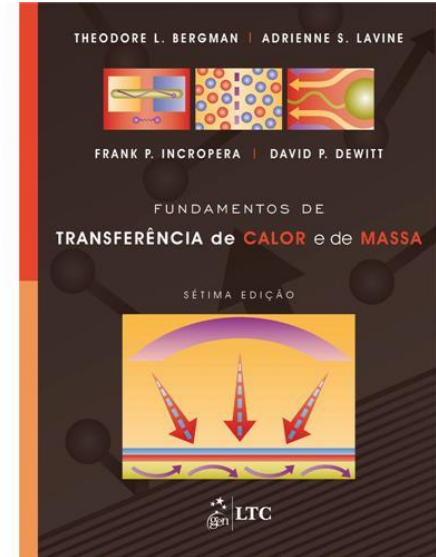
Aula 17

Aula 17

Aula 17

BIBLIOGRAFIA

- **Básica:**
- **INCROPERA, F.P. e DE WITT D.P. Fundamentos de Transferência de Calor e Massa, Guanabara Koogan 7ª Edição, 2014.**
- **Complementar:**
- KREITH, F., BOHN, M., Princípios de Transferência de Calor, Editora: PIONEIRA, 1ª Edição 2003.
- ÖZISIK, M.N., Transferência de Calor: Um texto Básico, Editora Guanabara, 1990.
- HOLMAN, J.P. Transferência de calor. Ed. McGraw-Hil, 1997.



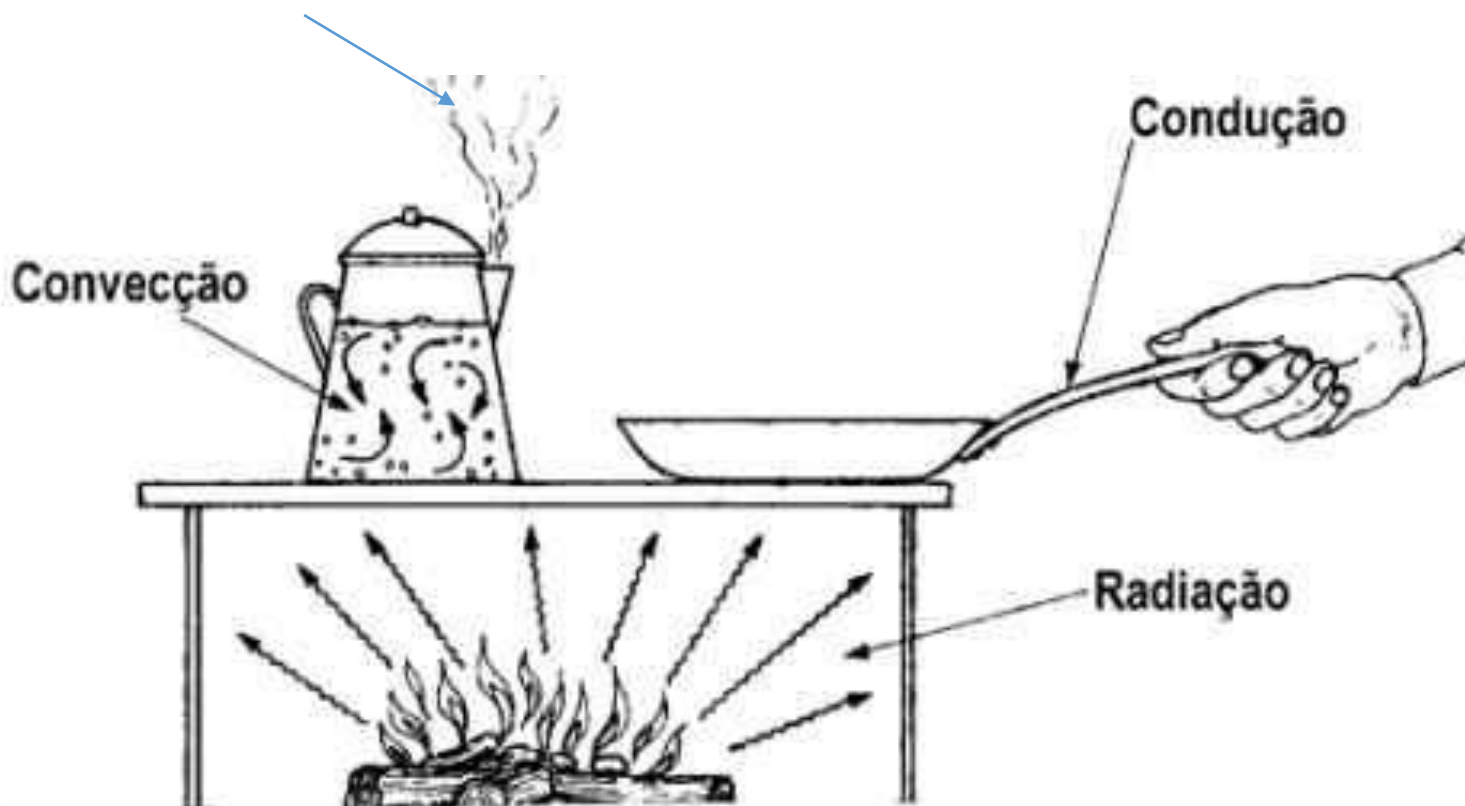
PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO

- Três provas realizadas durante o bimestre, trabalhos adicionais a nota. Exame final.
- Não é permitido calculadoras com tela de alta definição em provas.
- **2º CHAMADA** Via Departamento, conforme Resolução 37/97 – CEPE. **DIA 27/06/2017 –terça 15:30 -18:30h**

Transferência de Calor e Massa

Transferência de Calor e Massa

- Transferência de Massa Convectiva



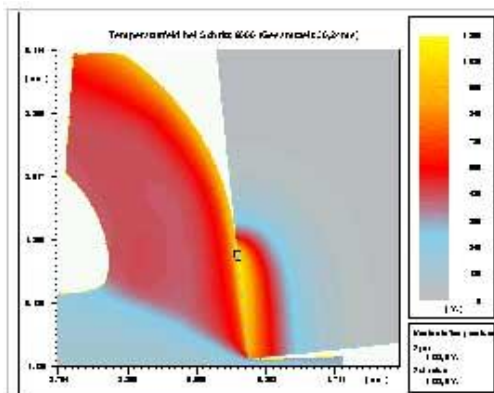
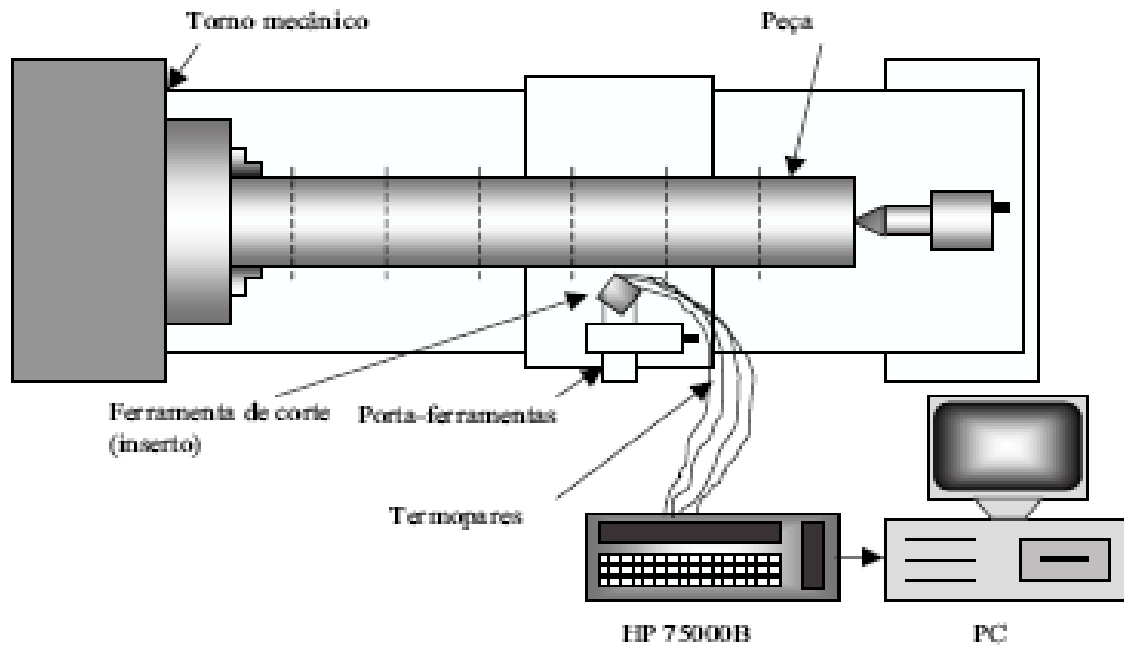


Figura 1 – Campos de temperatura no cavaco, zona de cisalhamento e ferramenta, após 30,24 ms de corte.

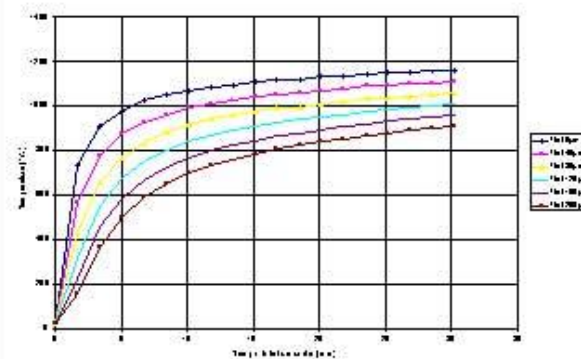
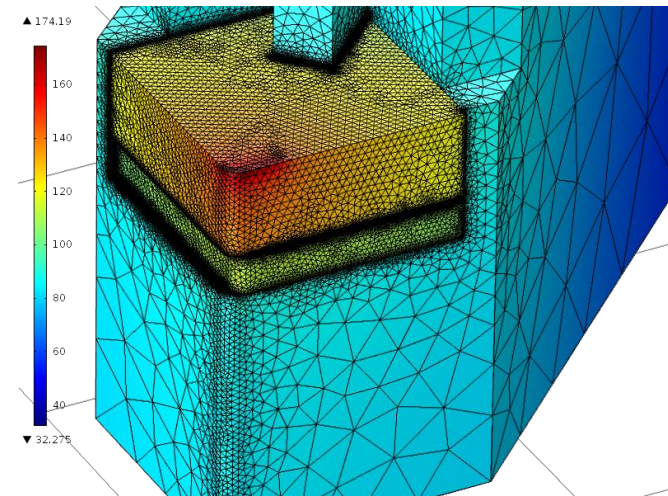
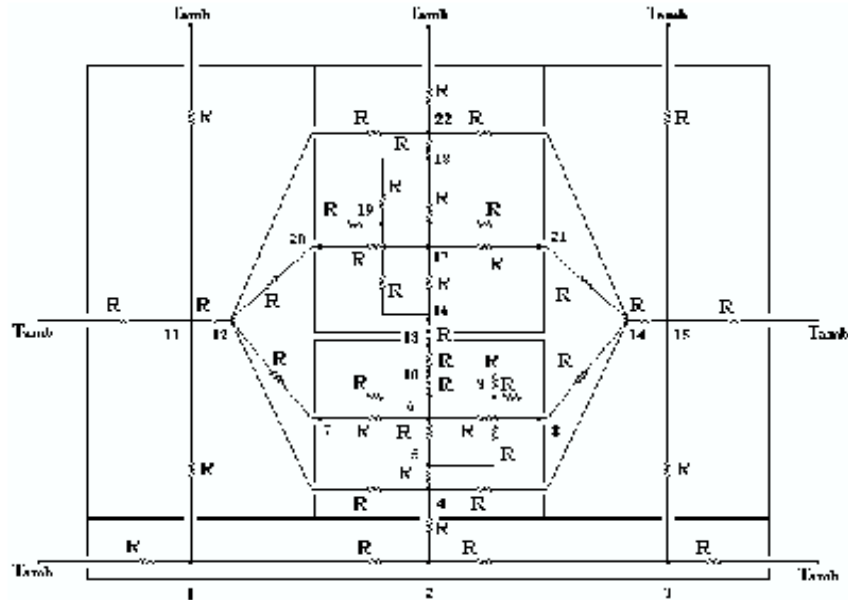
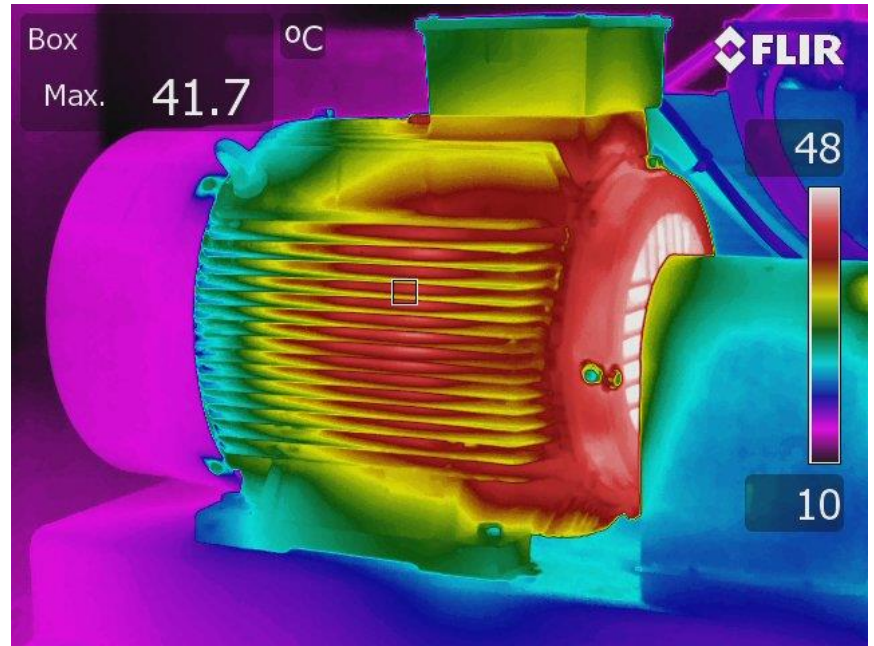
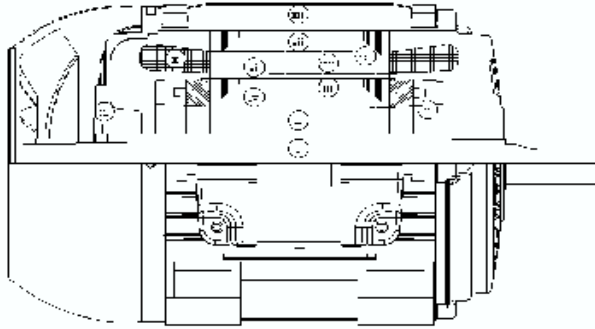
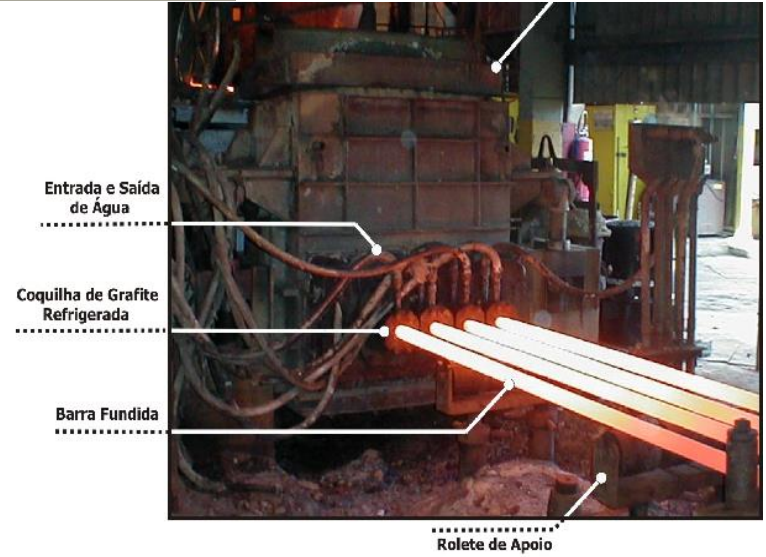
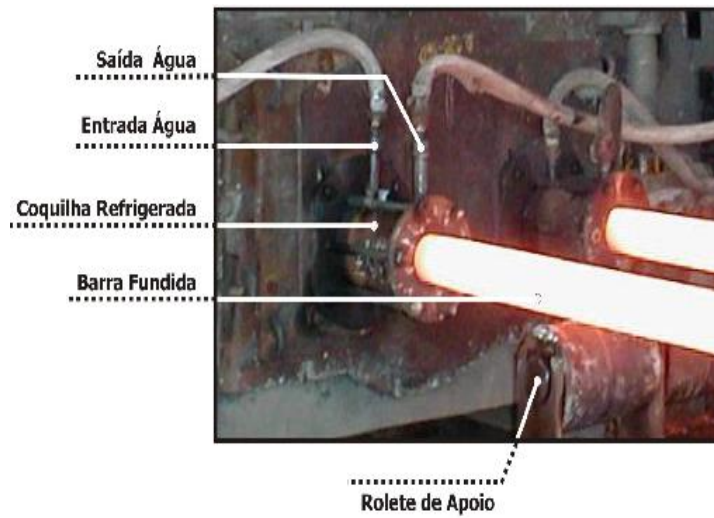
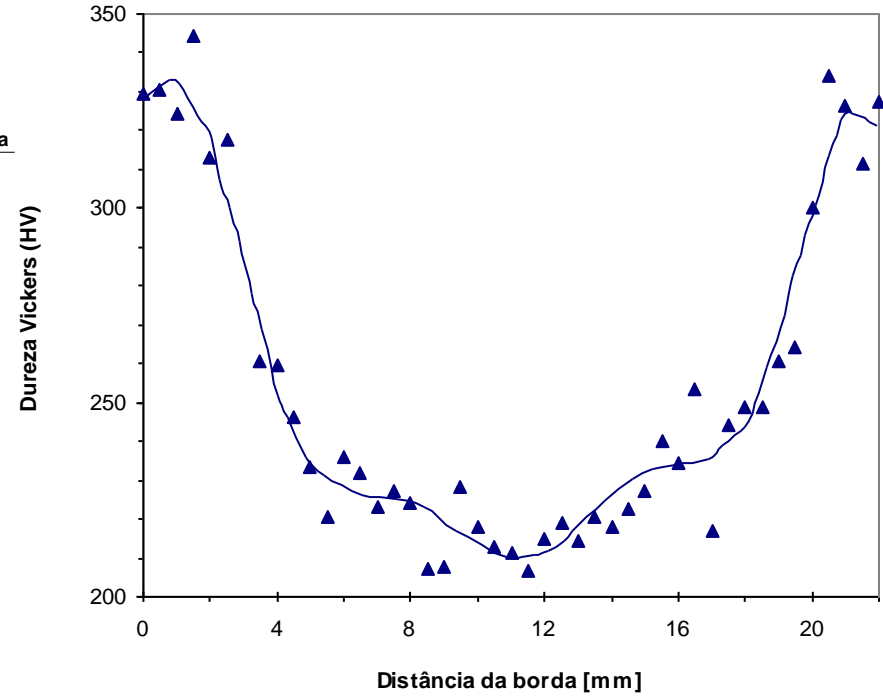
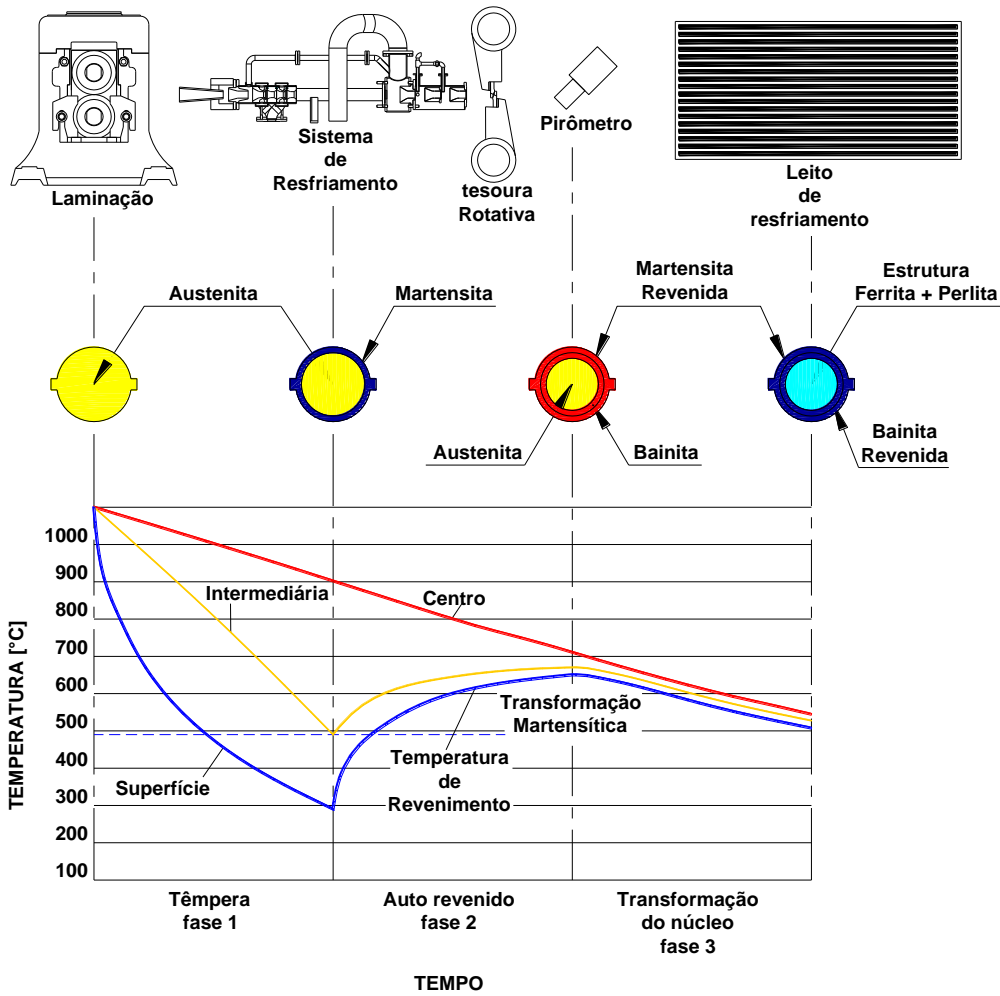


Figura 2 – Temperatura em função do tempo de corte em diferentes profundidades (0 a 200 μm) na face da ferramenta.

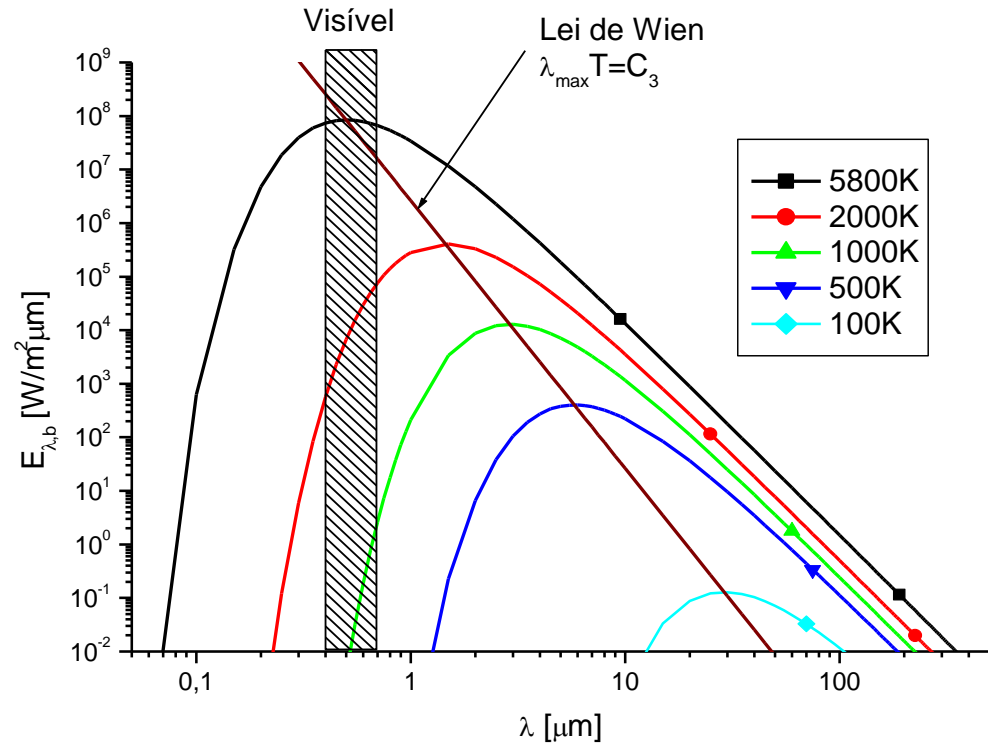
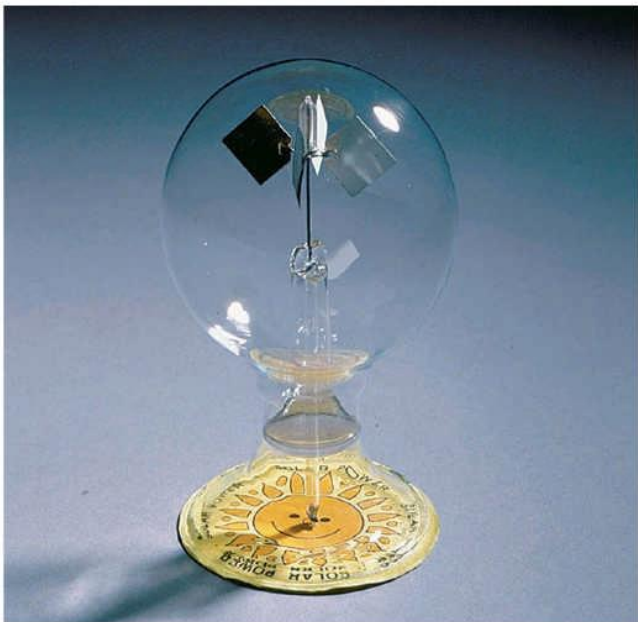






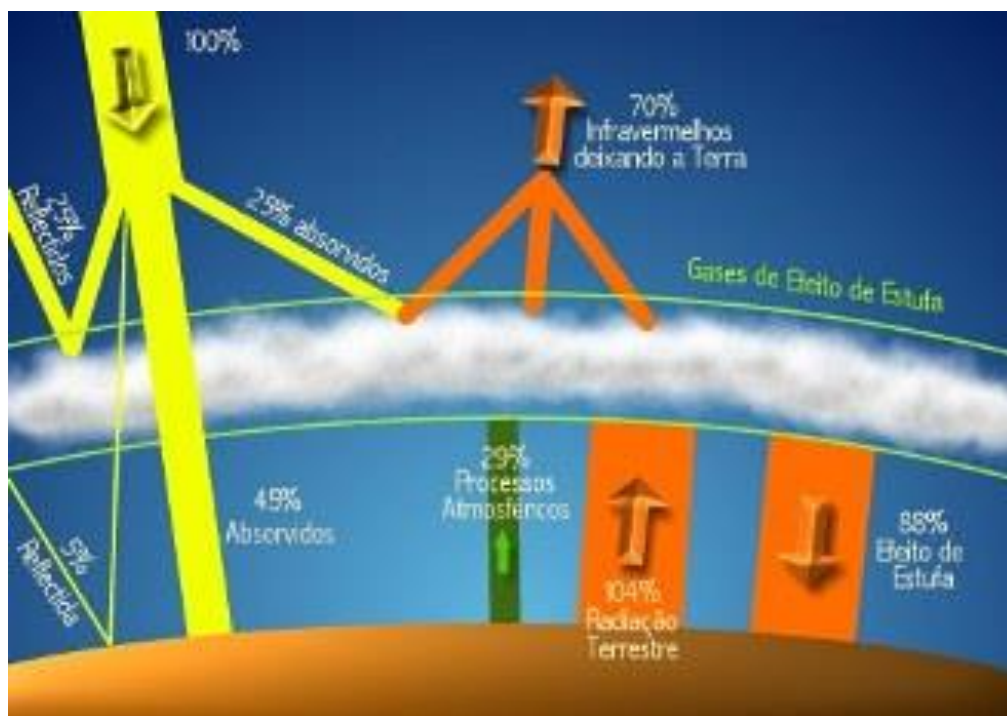


Radiação



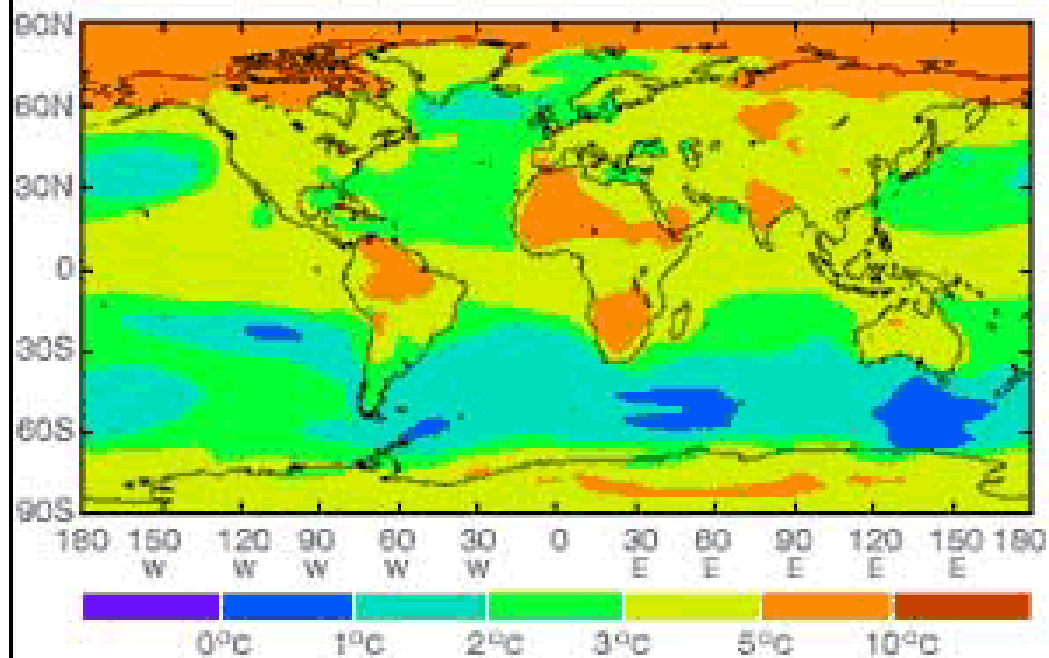
Crookes Radiometer

Efeito Estufa



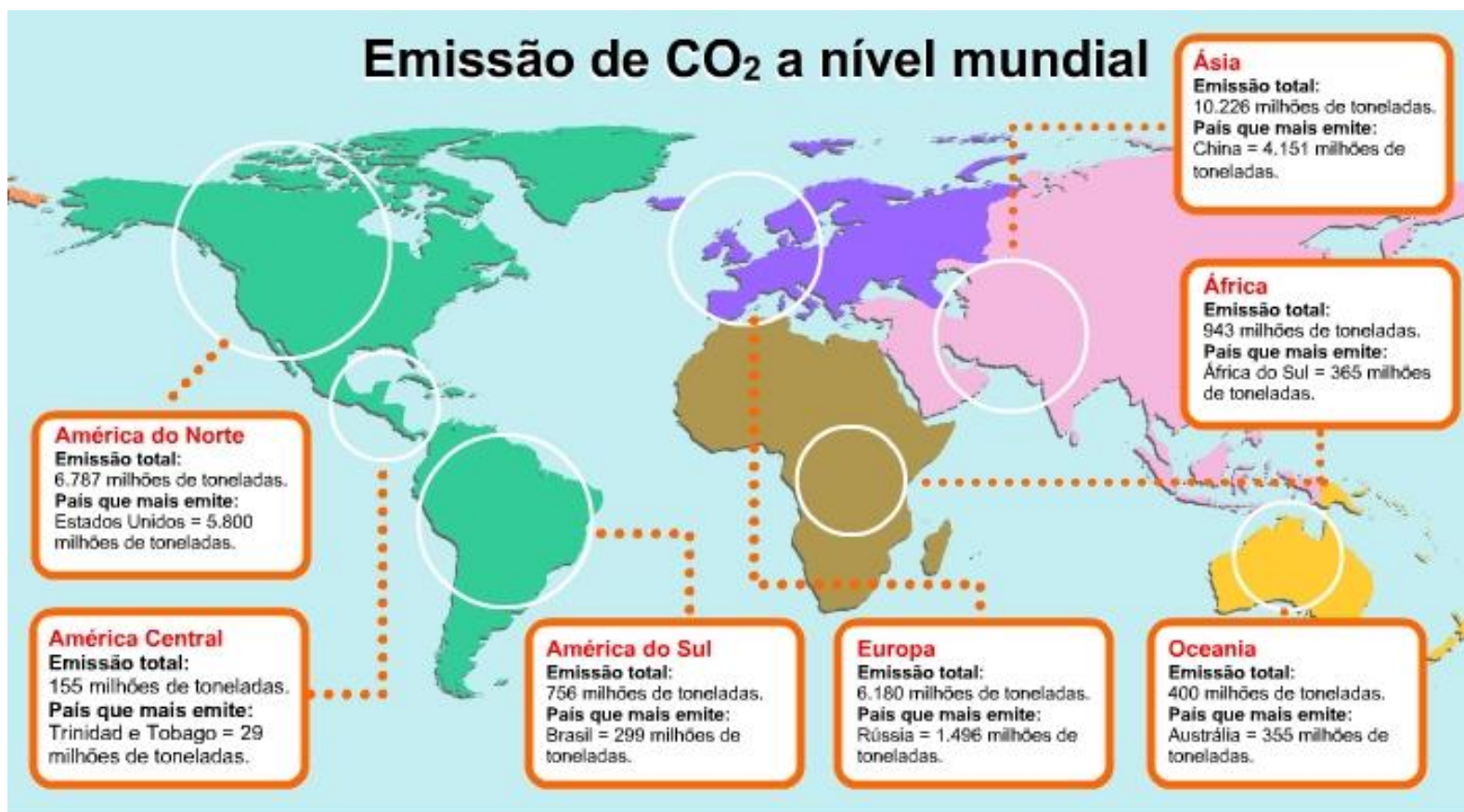
Mudança prevista na temperatura média do ar na superfície

Período: 1960-1990 até 2070-2100



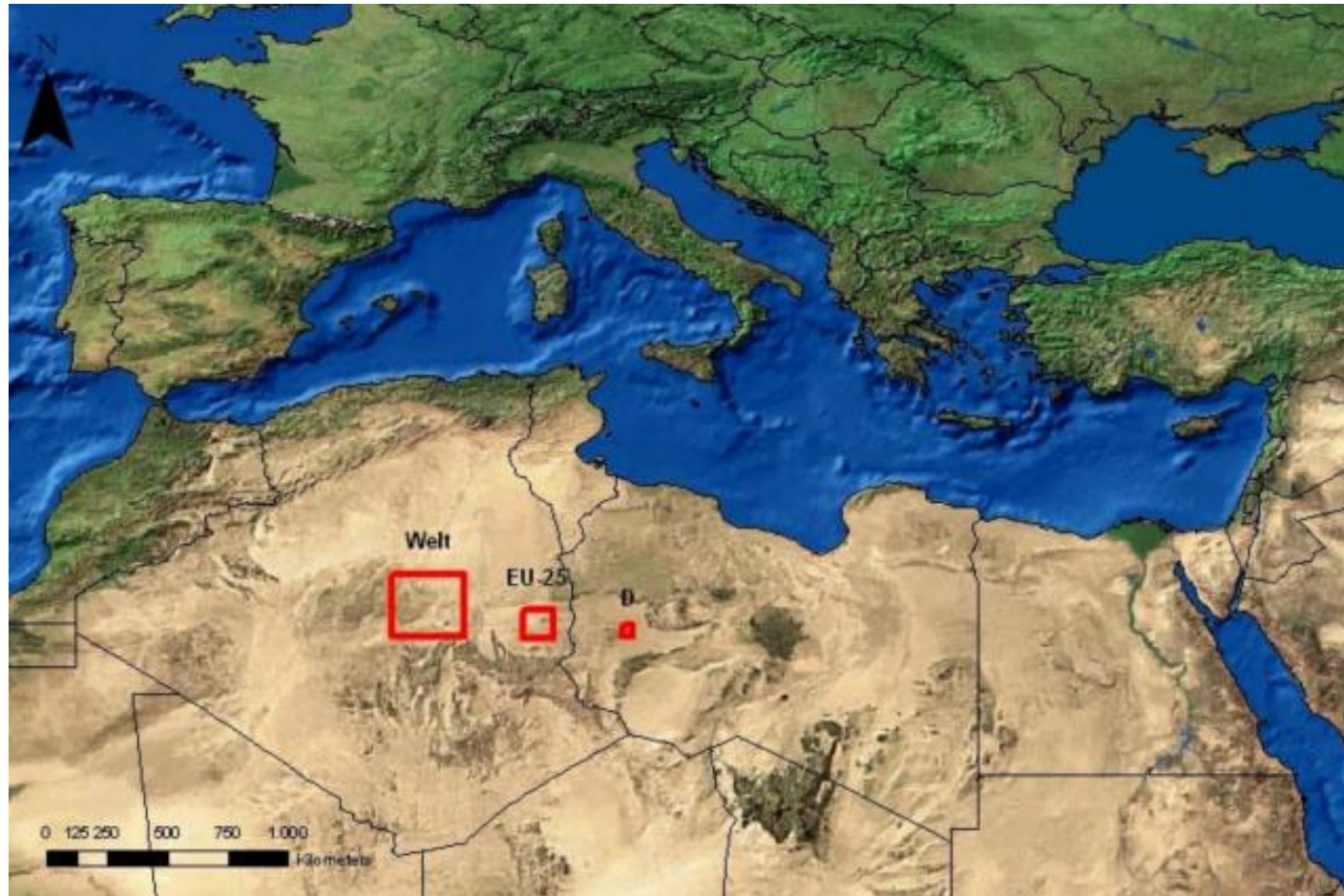
Fonte: Centro Hadley

O impacto no clima com energia gerada por fontes convencionais



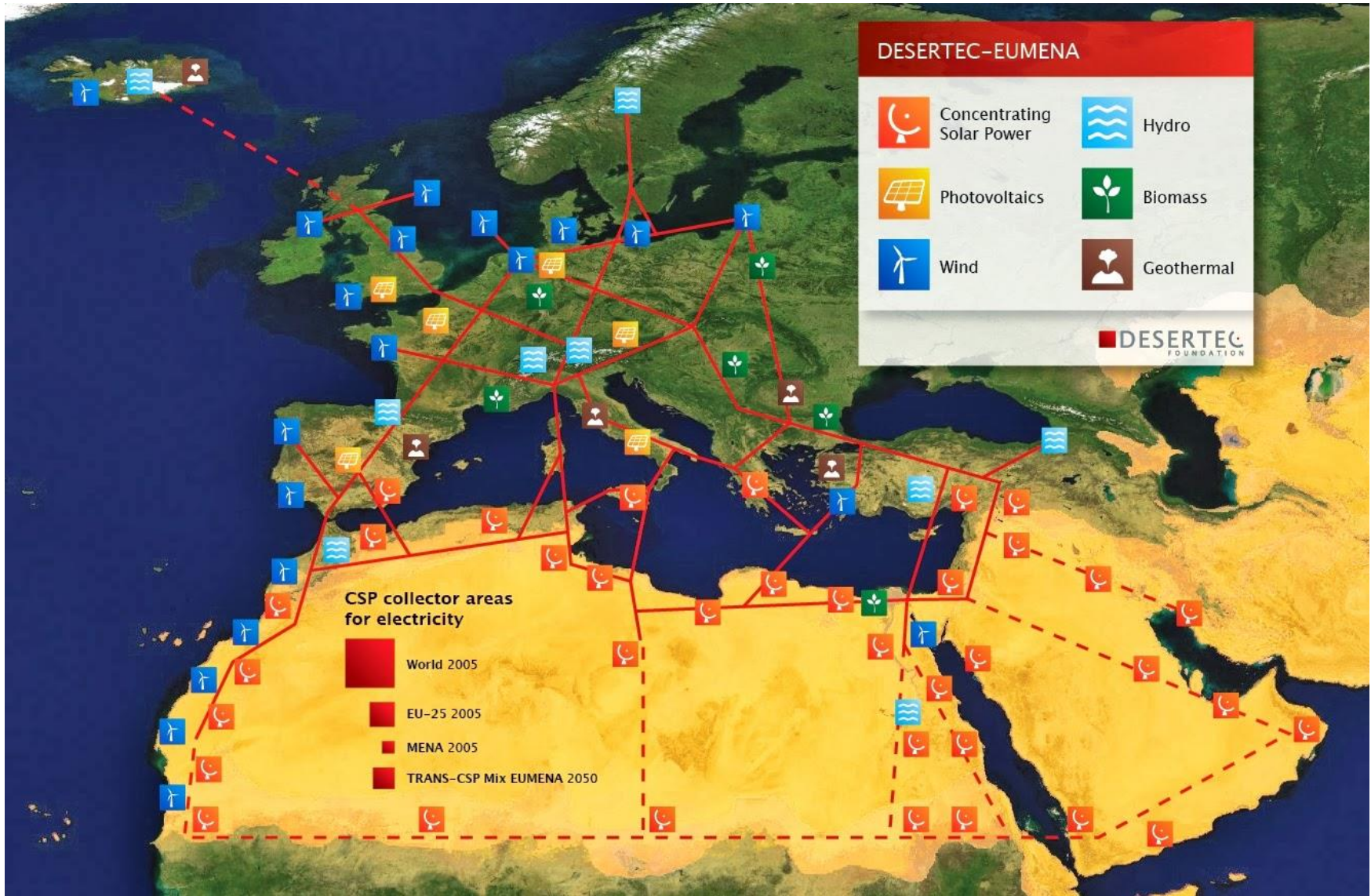
Fonte: Departamento de Assuntos Económicos e Sociais das Nações Unidas (UNDESA), Centro de Análise de Informações sobre dióxido de Carbono (CDIAC) do Departamento de Energia dos Estados Unidos.

In 2009, the total global electricity consumption was 20,279,640 GWh.
The image has three red boxes showing what area would need to be covered for Germany (De),
Europe (EU-25), and the entire world, using Solar Energy.



How Much Room Do We Need To Supply The Entire World With Solar Electricity?

June 24, 2014 | by Lisa Winter



As iniciativas em energias renováveis



Termossolar



Solar fotovoltaica



Eólica

(Luís Mauro Moura)

Usinas Termossolares

Strobel et al., 2012



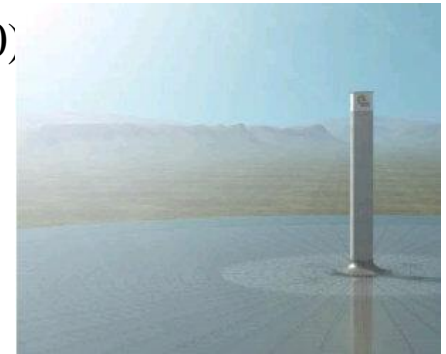
Almeria, Espanha



Manzanares, Espanha
15-MW plant project



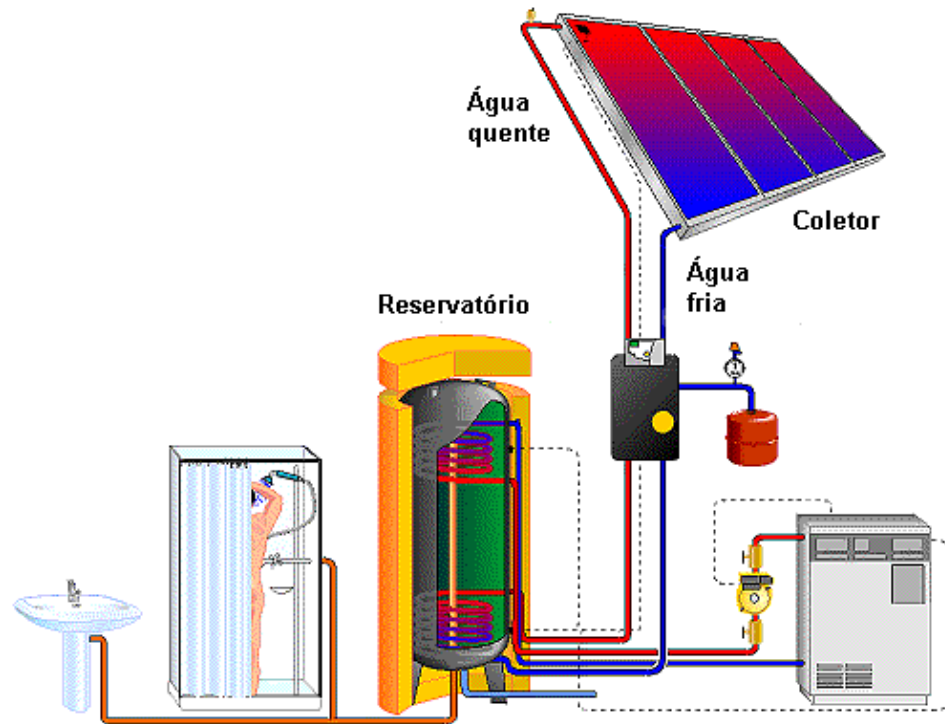
Montanha Solar
Elioth (2010)

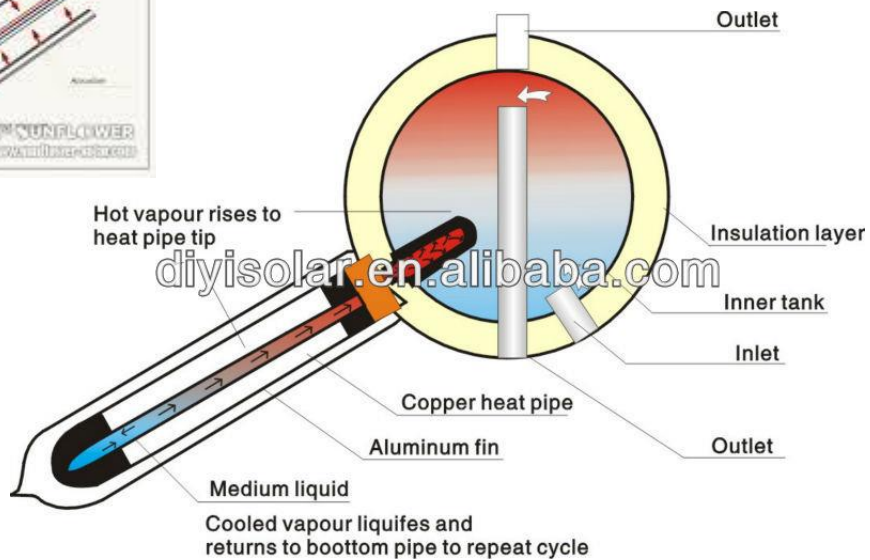
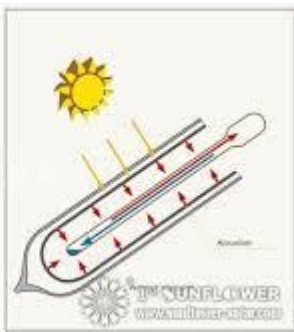
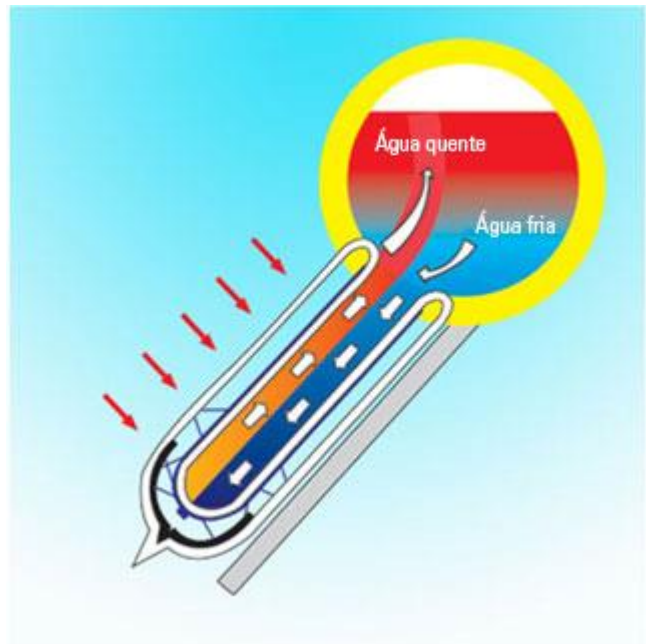


7MW

200 MW Solar Tower is planned to commence construction in Australia, at Burrong Station, in the Riverland area of New South Wales

Aquecimento Solar





Tubo com 3 camadas de Absorção







<http://www.psa.es/>

Helioestatos





<http://www.solucar.es/>

Vista Aérea da Plataforma Solar de Almería



Ciclo Stirling

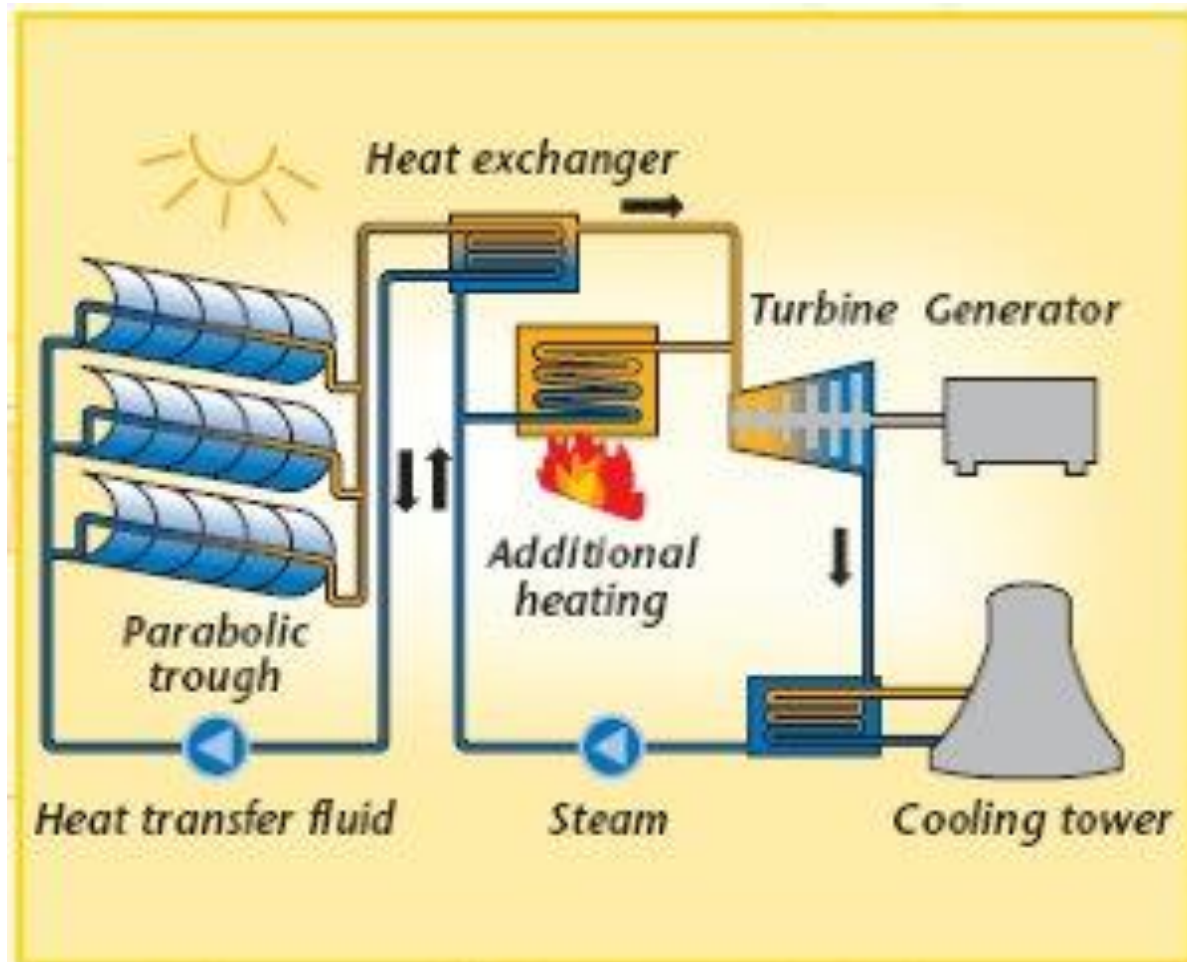


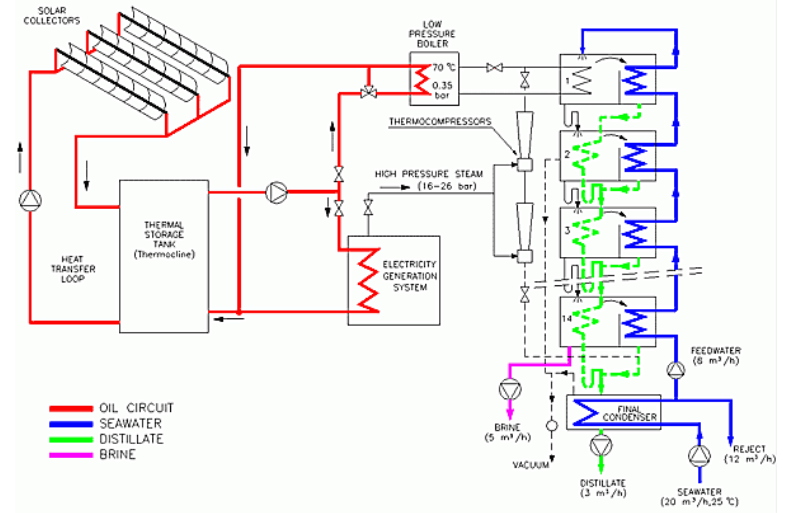
Diâmetro de 7,5 m e 40 kWt de energia
Ciclo Stirling

<http://www.psa.es/>

Nevada Solar Thermal Plant Breaks New Ground

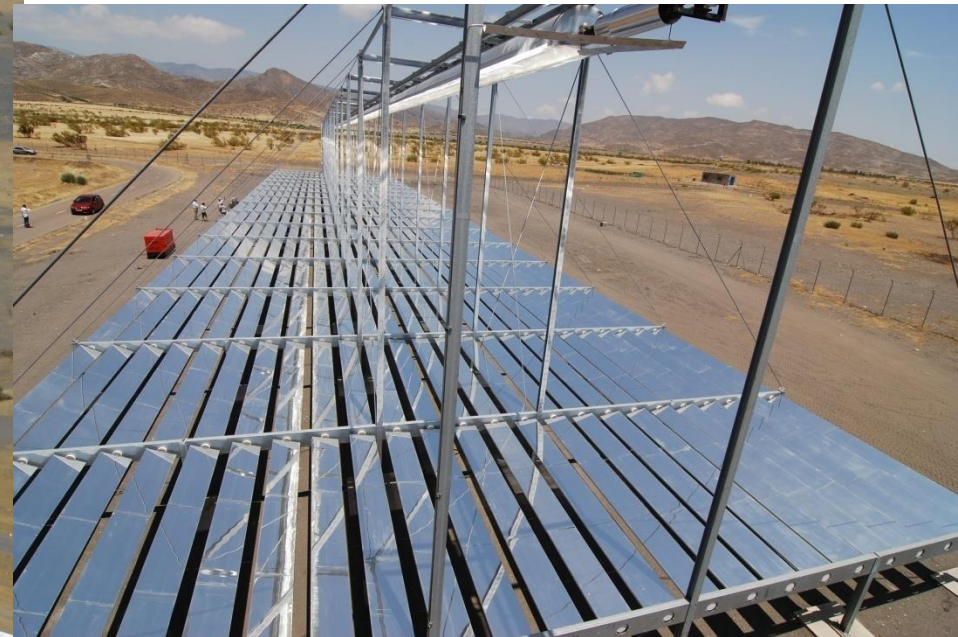
350-acre solar power





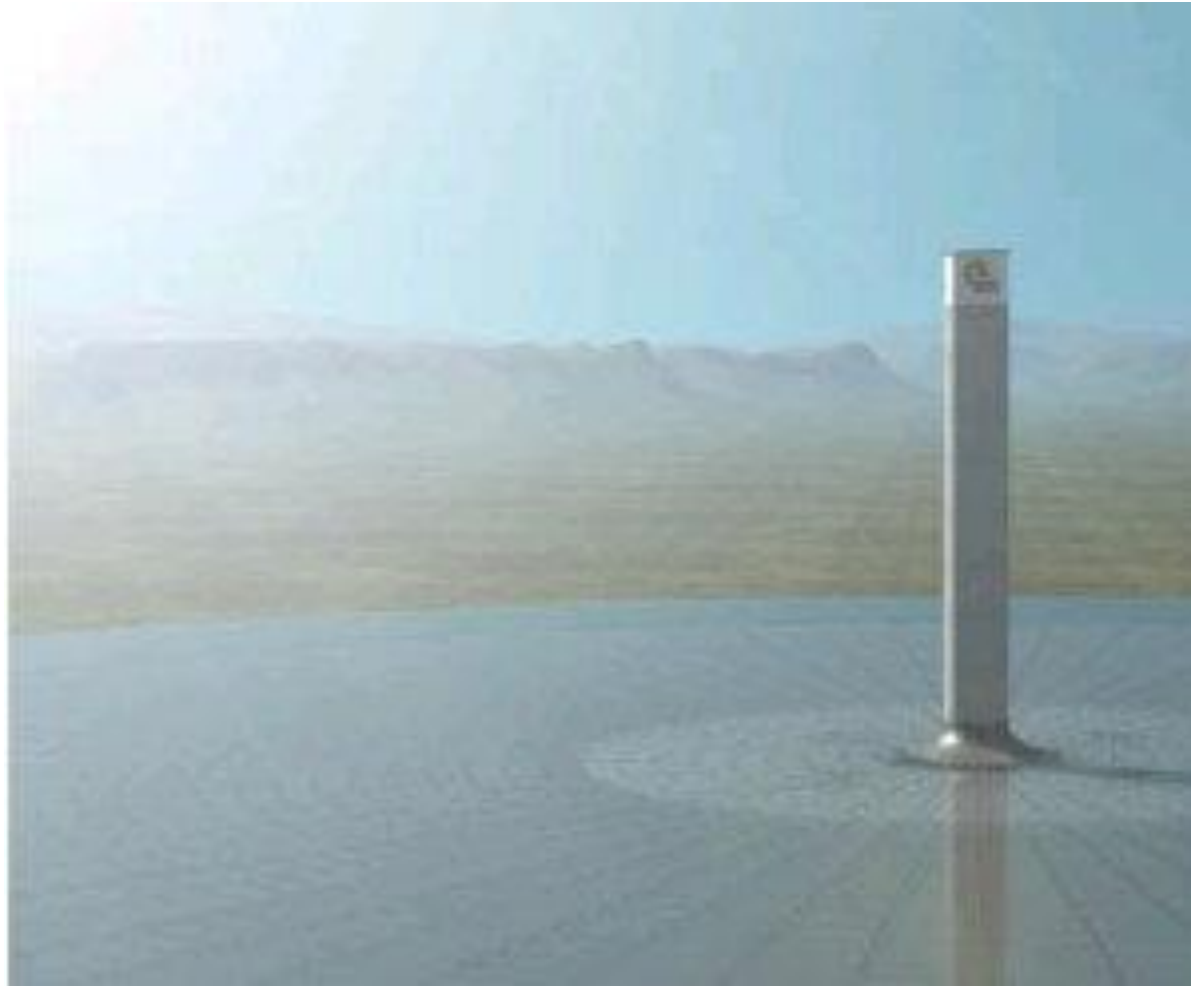
<http://www.psa.es/>

Coletores parabólicos



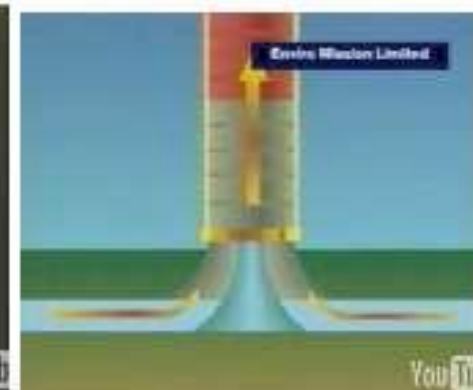
<http://www.dlr.de/>

http://peswiki.com/index.php/Directory:Solar_Tower

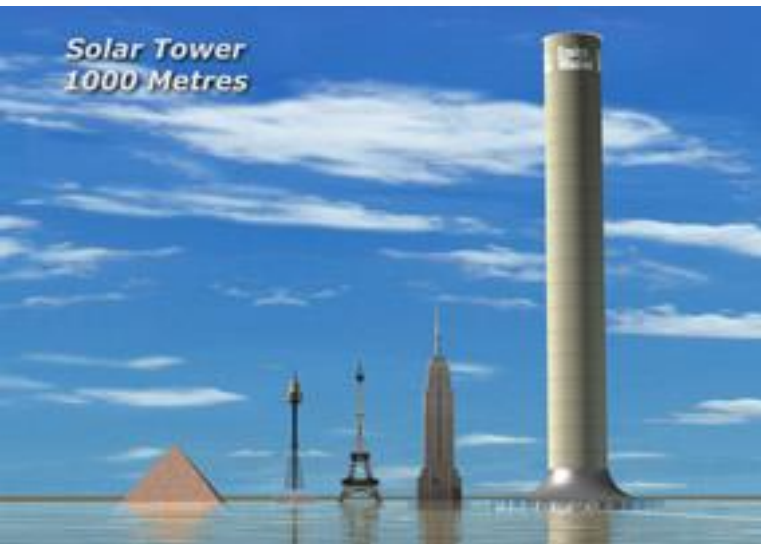


200 MW Solar Tower is planned to commence construction in Australia in 2006, at Burronga Station, in the Riverland area of New South Wales

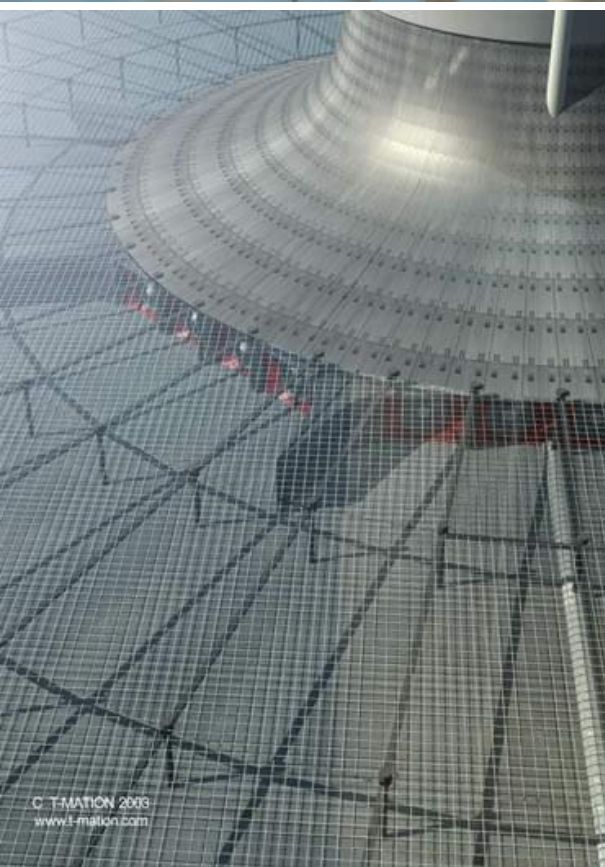
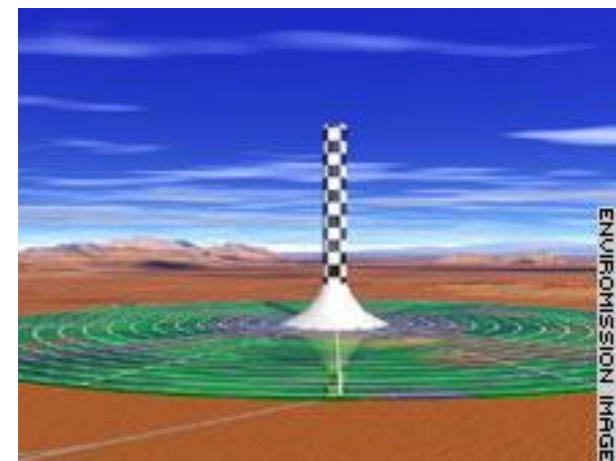
http://peswiki.com/index.php/Image:Solar_Tower_Spain_collage_700.jpg



Solar Tower
1000 Metres



ki.com/index.php/Directory:Solar_Tower



© F-TATION 2009
www.f-tation.com



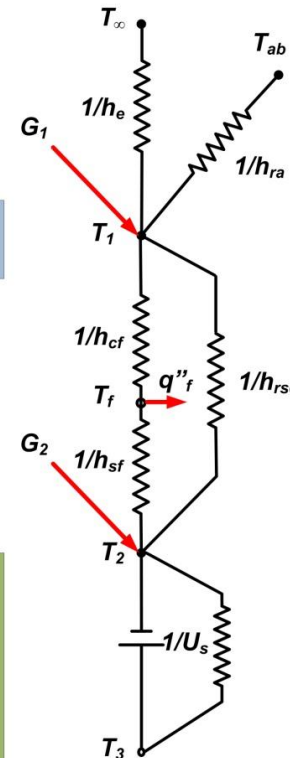
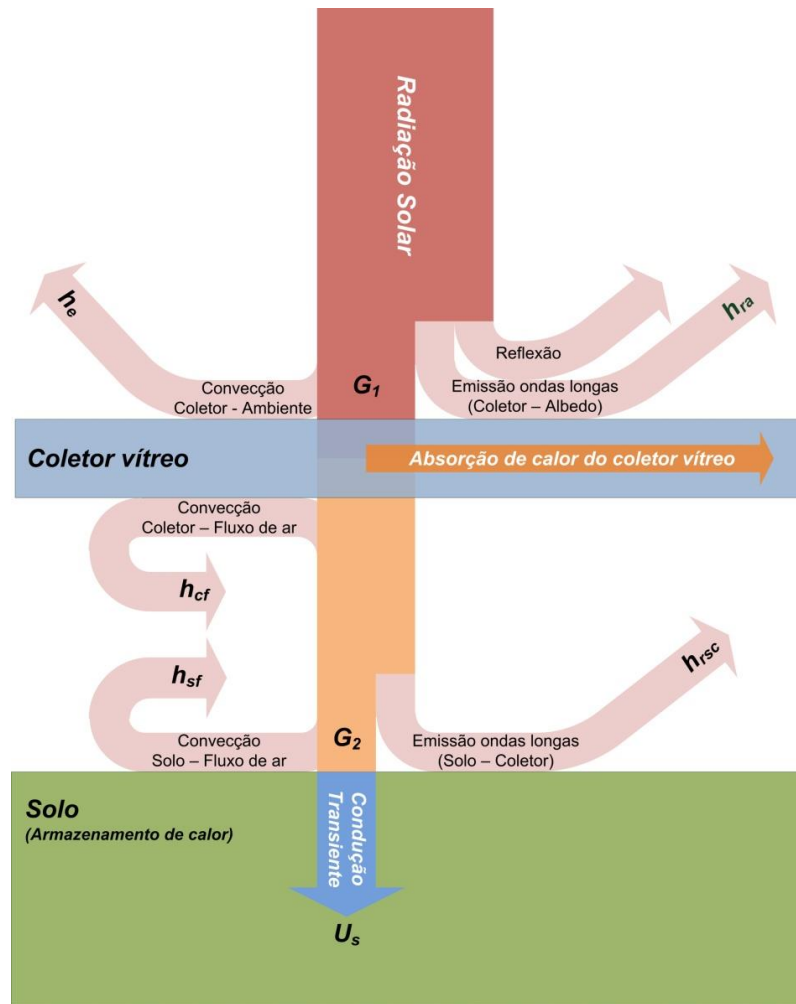
50kW prototype Solar Tower plant



15-MW plant project

Tese Strobel, 2012

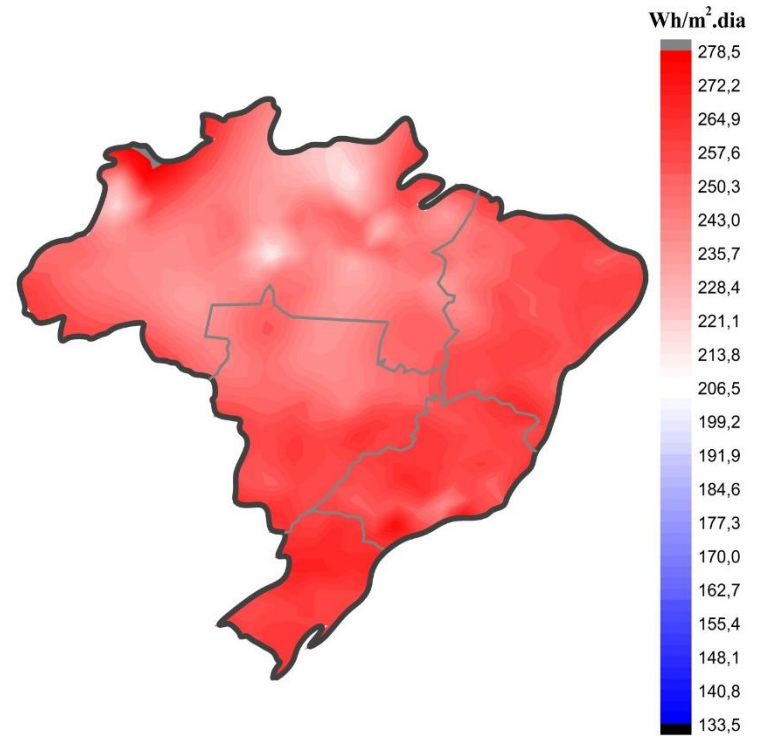
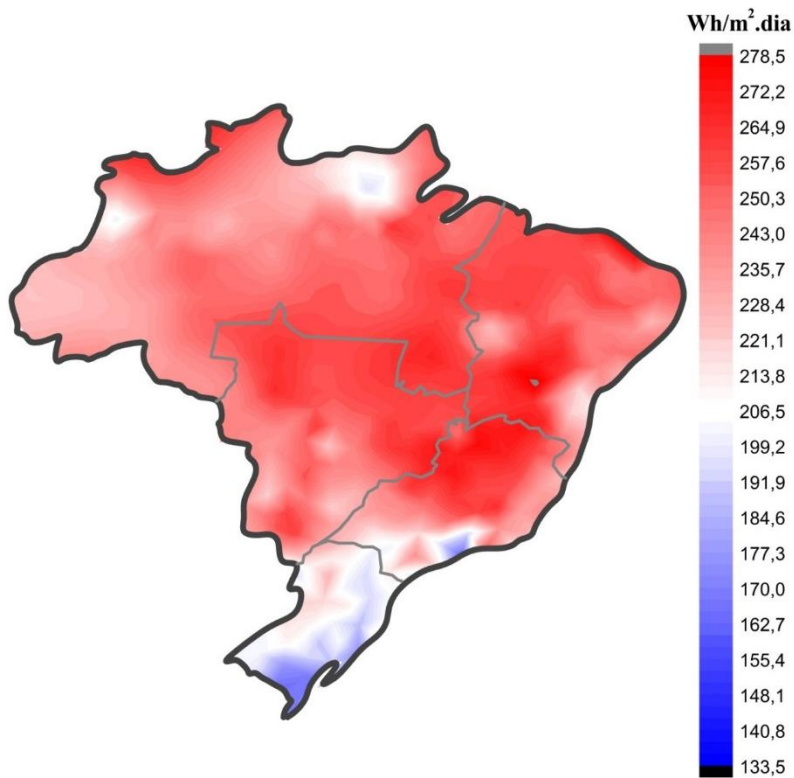
$$\begin{bmatrix} (U_e + h_{cf} + h_{rsc}) & (-h_{cf}) & (-h_{rsc}) \\ (h_{cf}) & -(h_{cf} + h_{sf} + \psi) & (h_{sf}) \\ (-h_{rsc}) & (-h_{sf}) & (h_{sf} + h_{rsc} + U_s) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} T_1 \\ T_f \\ T_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (G_1 + h_e T_\infty + h_{ra} T_{ab}) \\ -\psi T_{f,e} \\ (G_2 + U_s T_{2,0}) \end{bmatrix}$$

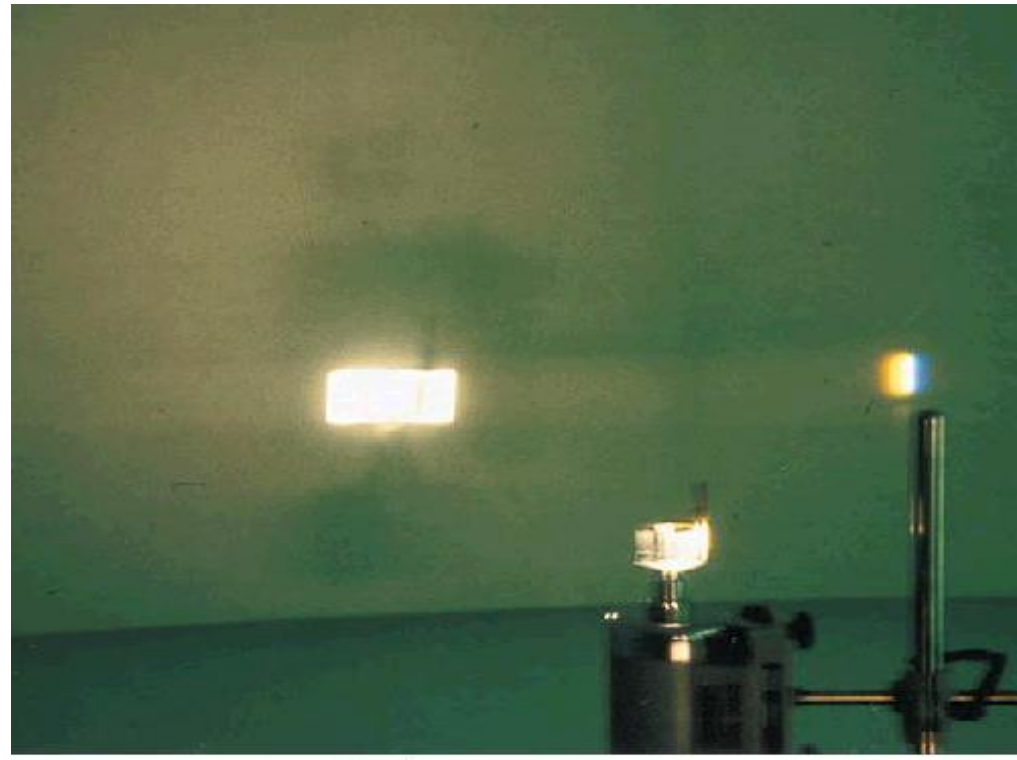


Distribuição do potencial de energia fotovoltaica diária por un. de área

inverno

verão

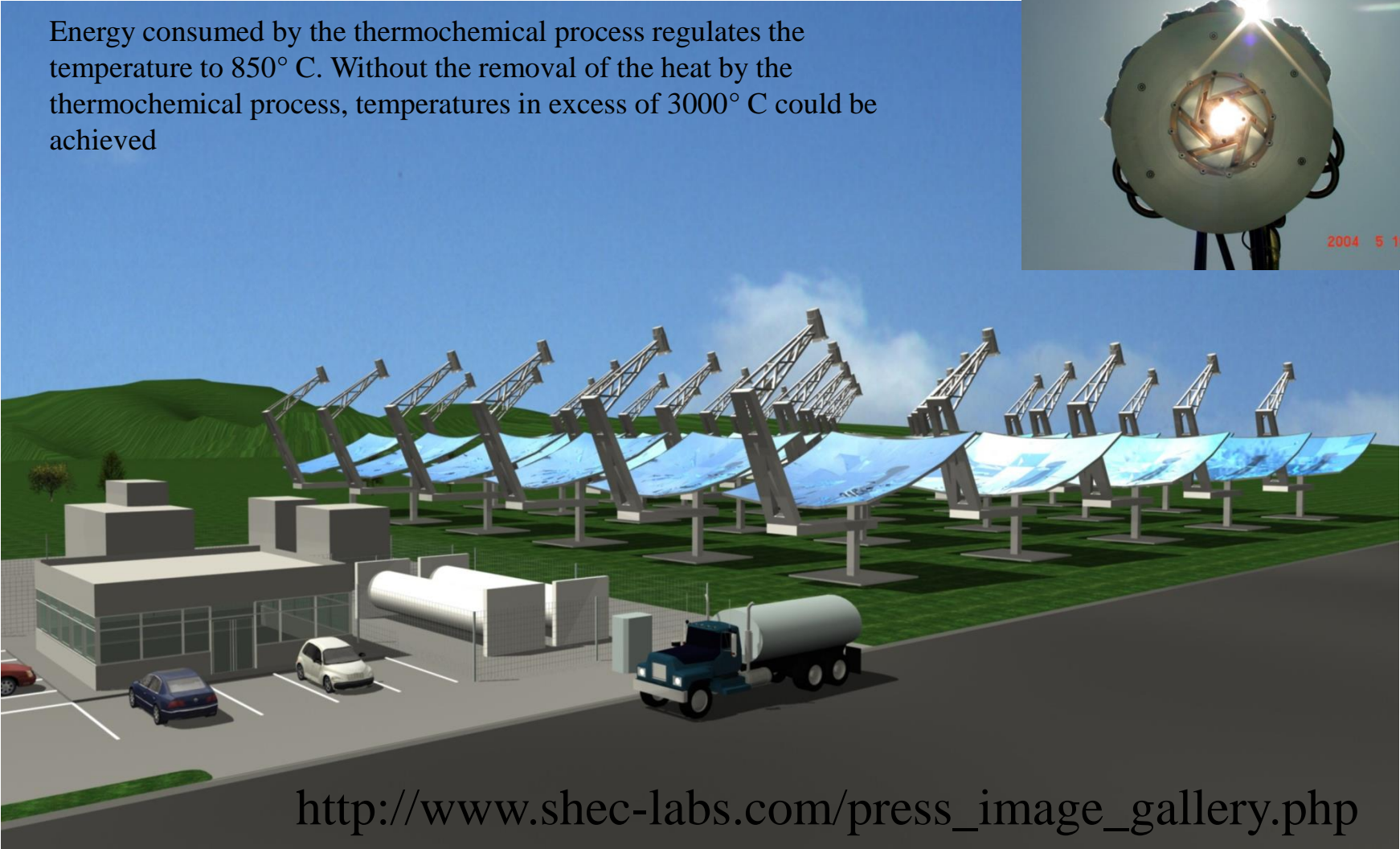




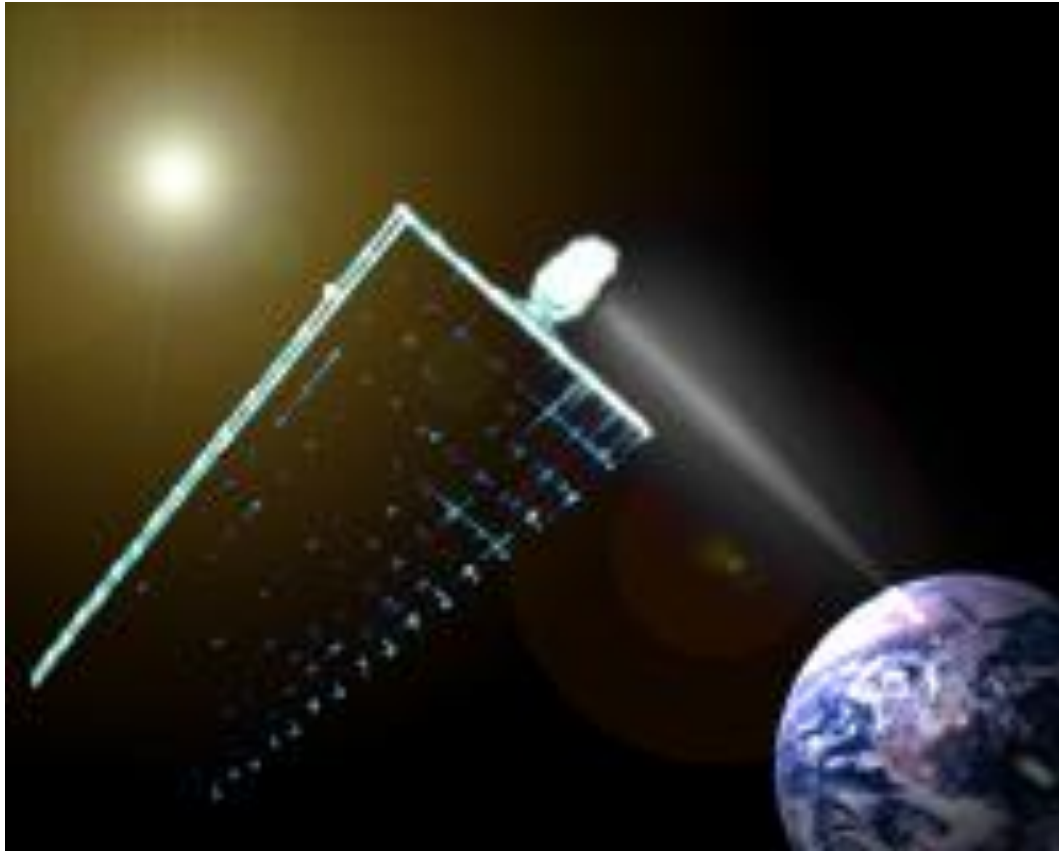
Solar Hydrogen Production station

Each solar array measures 13 x 13 meters and is capable of generating 40,000 kg of hydrogen per year

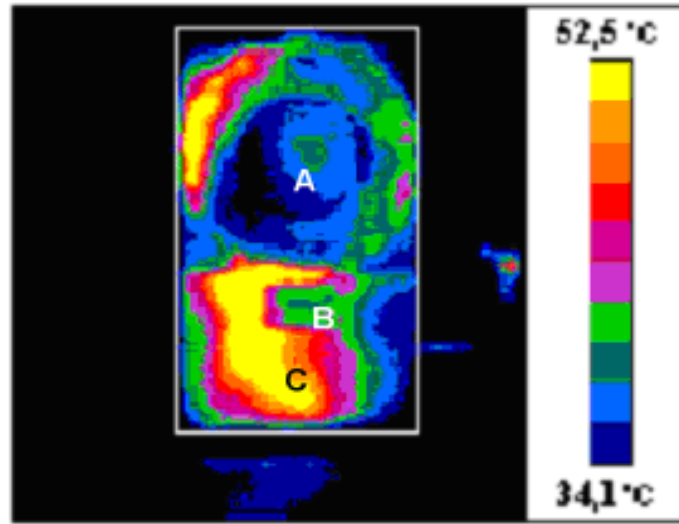
Energy consumed by the thermochemical process regulates the temperature to 850° C. Without the removal of the heat by the thermochemical process, temperatures in excess of 3000° C could be achieved



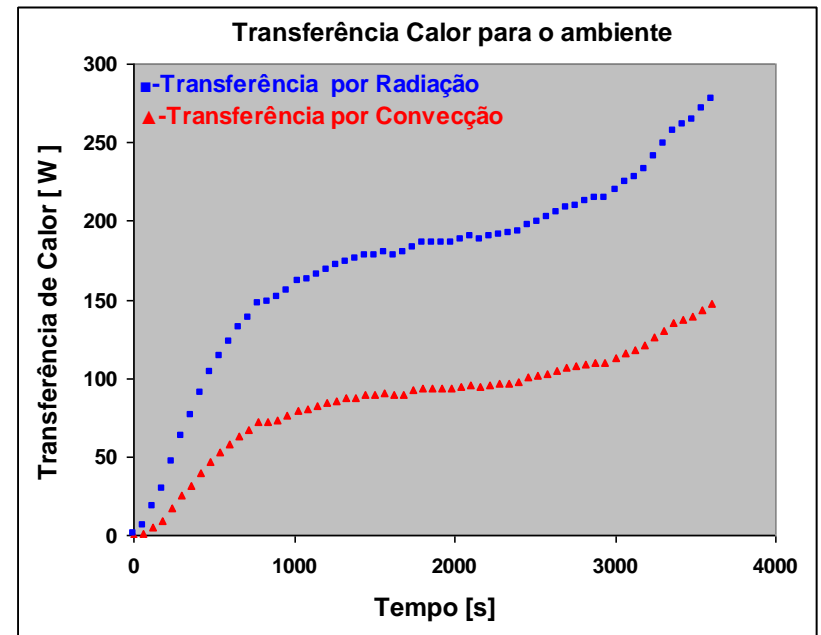
Futuro



http://www.powersat.com/powersat_main.html

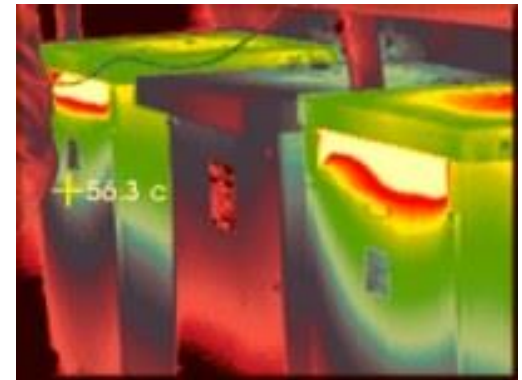
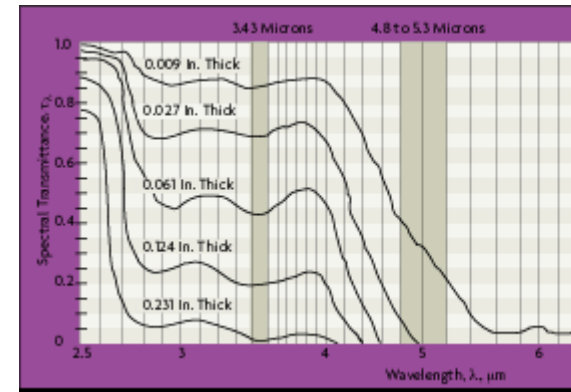


A= Tambor de secagem
B= Caixa Coletora de Fiapos
C= Saída do ar proveniente do tambor de secagem





Operator calibrates a transfer standard (lower foreground)—an infrared thermometer with 0.1°C resolution—with a blackbody calibration source that provides temperatures from 600°C to 3000°C.



Spot 25.7 °C
Circle
Max. 31.9
Min. 25.4

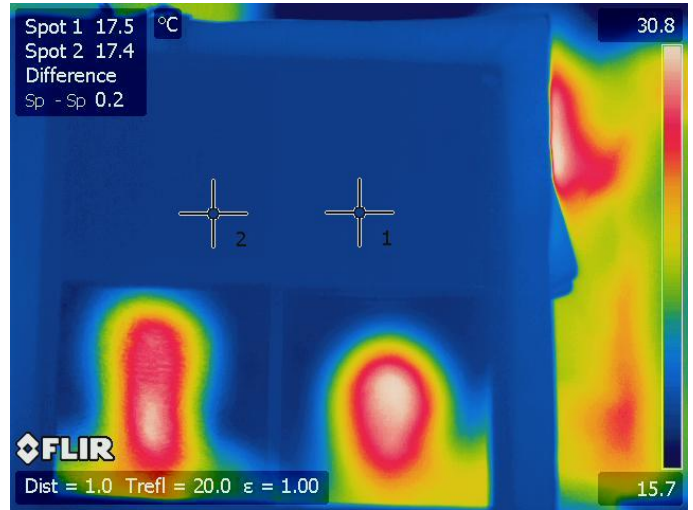
31.5



FLIR

Dist = 1.0 Trefl = 20.0 ϵ = 0.95

21.5



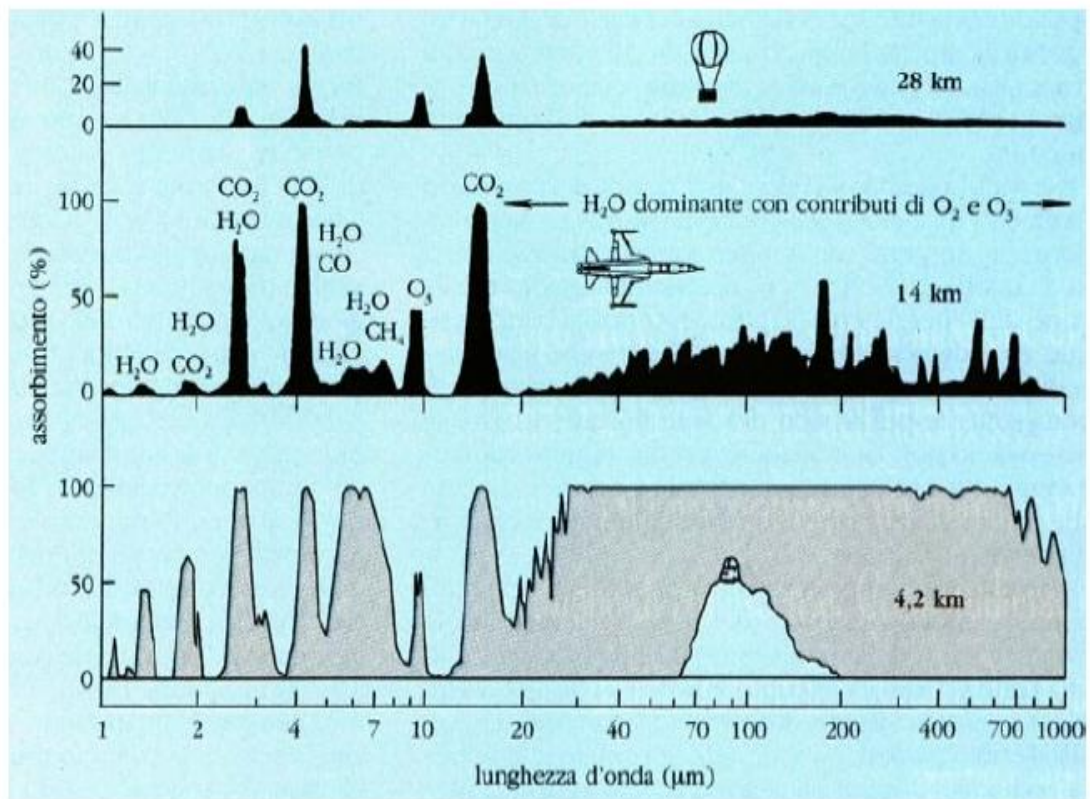


Fig. 1: Rappresentazione schematica della trasparenza atmosferica alla radiazione infrarossa cosmica in corrispondenza di varie altezze dal suolo.