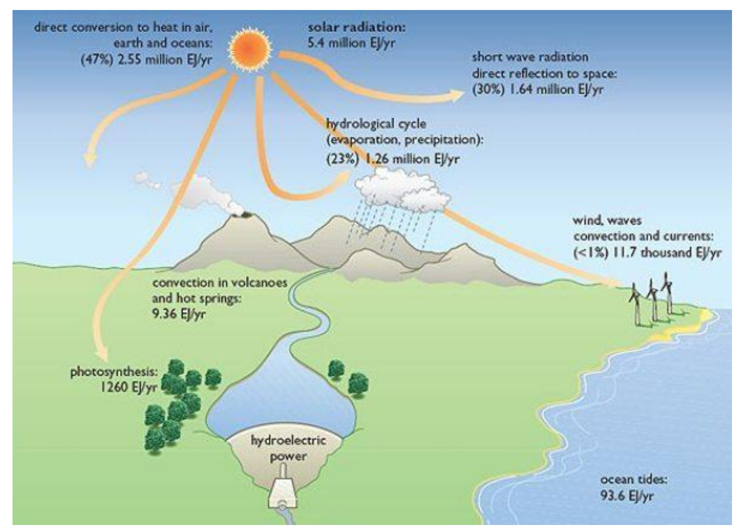
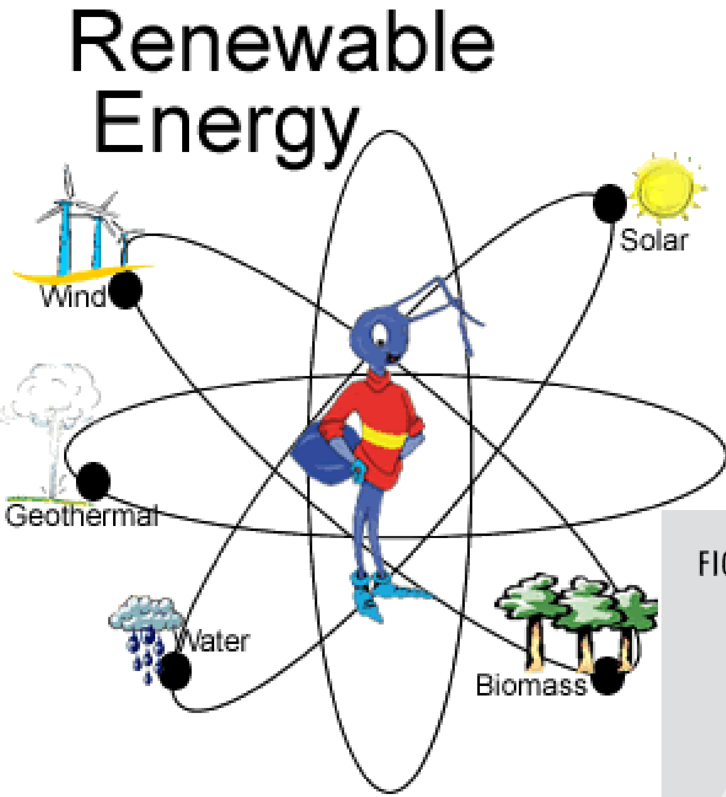
AVANCES EN ENERGIAS RENOVABLES

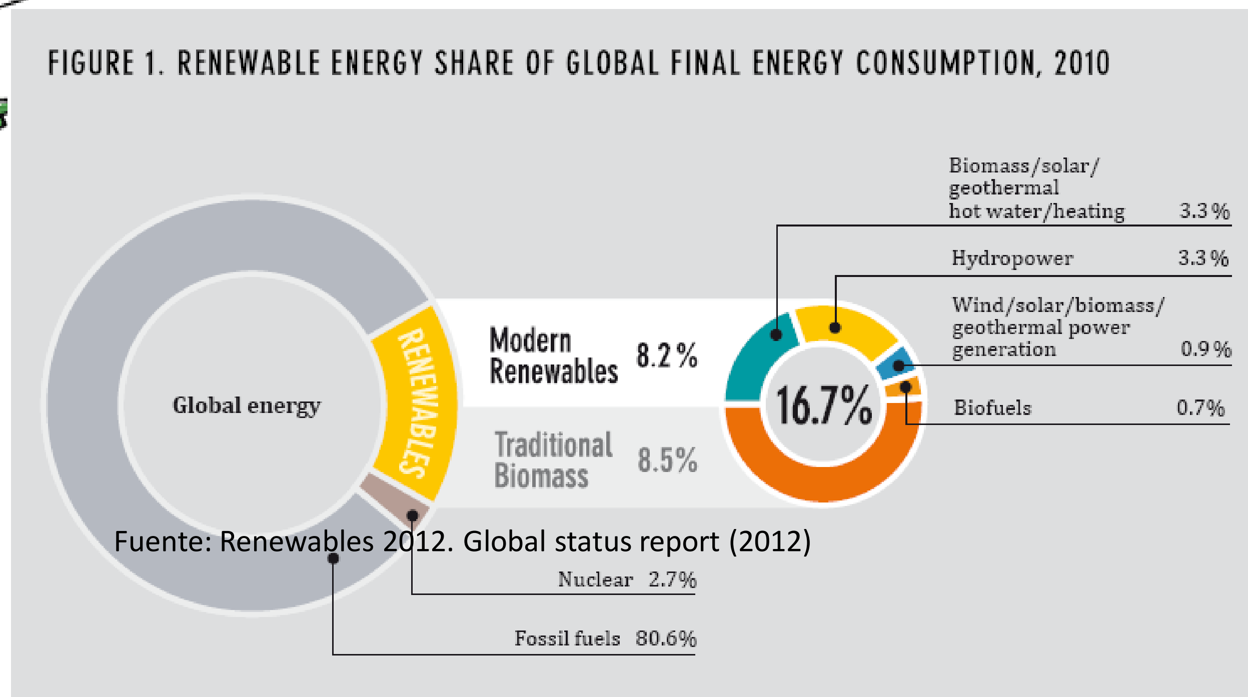



Prueba Contundente del Calentamiento Global
Siglo XVIII
1900
1950
1970
1980

Obrigado !

QUANTA ENERGIA RENOVÁVEL CONSUMIMOS HOJE??



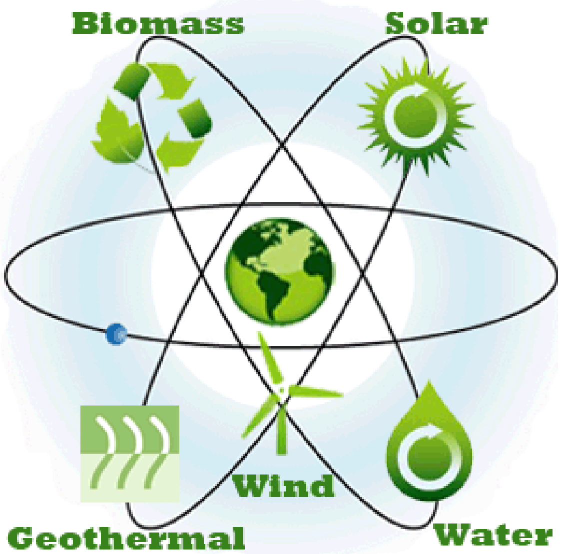


Fuente: Renewables 2012. Global status report (2012)

ASPECTOS GENERALES

Las renovables podrán cubrir el 80% de la energía en 2050, según la ONU

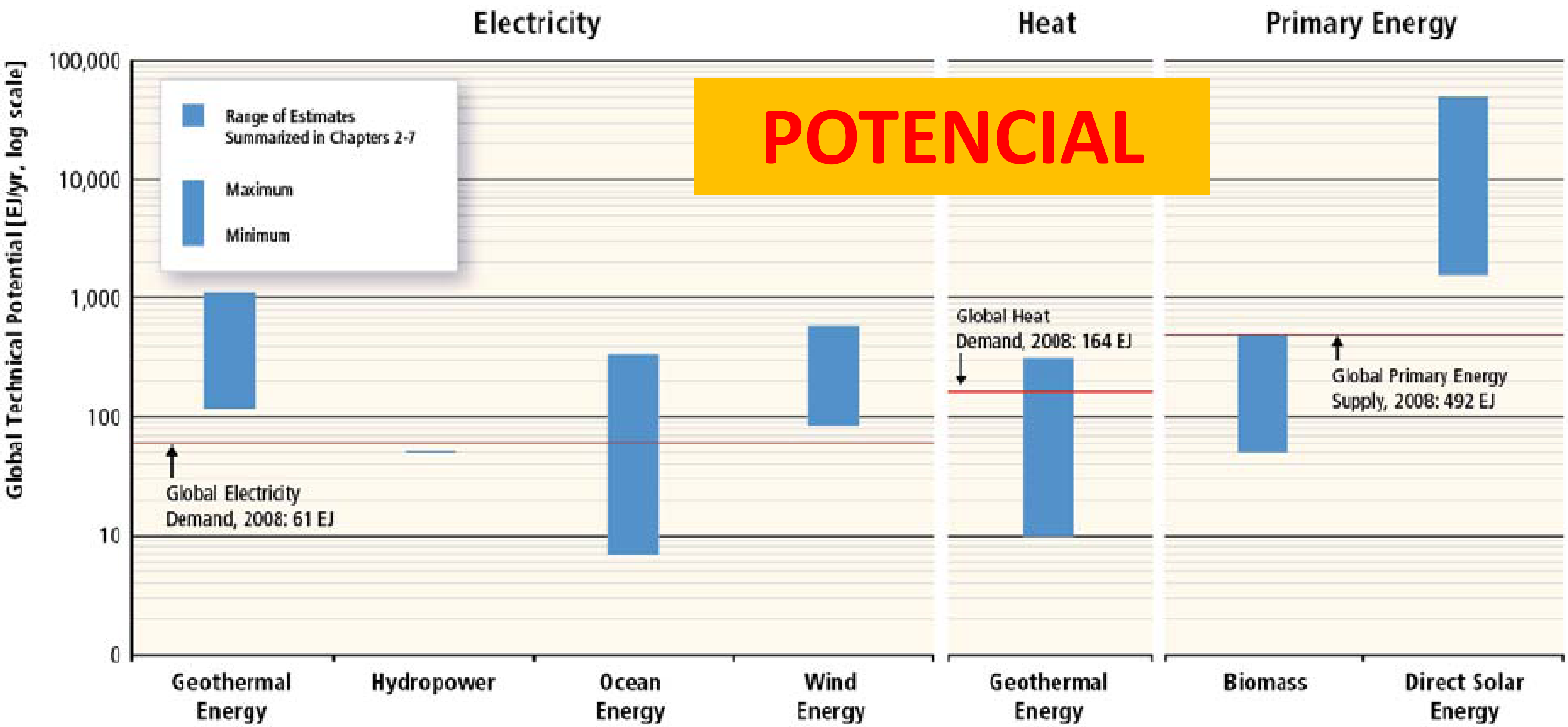
ENERGIAS RENOVÁVEIS



El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, siglas en inglés) afirmó hoy en Abu Dabi que **las energías renovables podrán satisfacer el 80% de las necesidades globales** hacia el 2050 si se desarrollan más.

Esa es una de las conclusiones del informe 164 del IPCC, **el panel intergubernamental sobre cambio climático de la ONU**, que fue anunciado en una rueda de prensa después de que concluyera en los Emiratos la 11ª sesión del grupo de trabajo III sobre mitigación.

El director general de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), Adnan Amin, señaló que, "según el informe, **el desarrollo del sector de la energía renovable es inevitable**, ya que desempeña un papel clave en el futuro para todo el mundo".

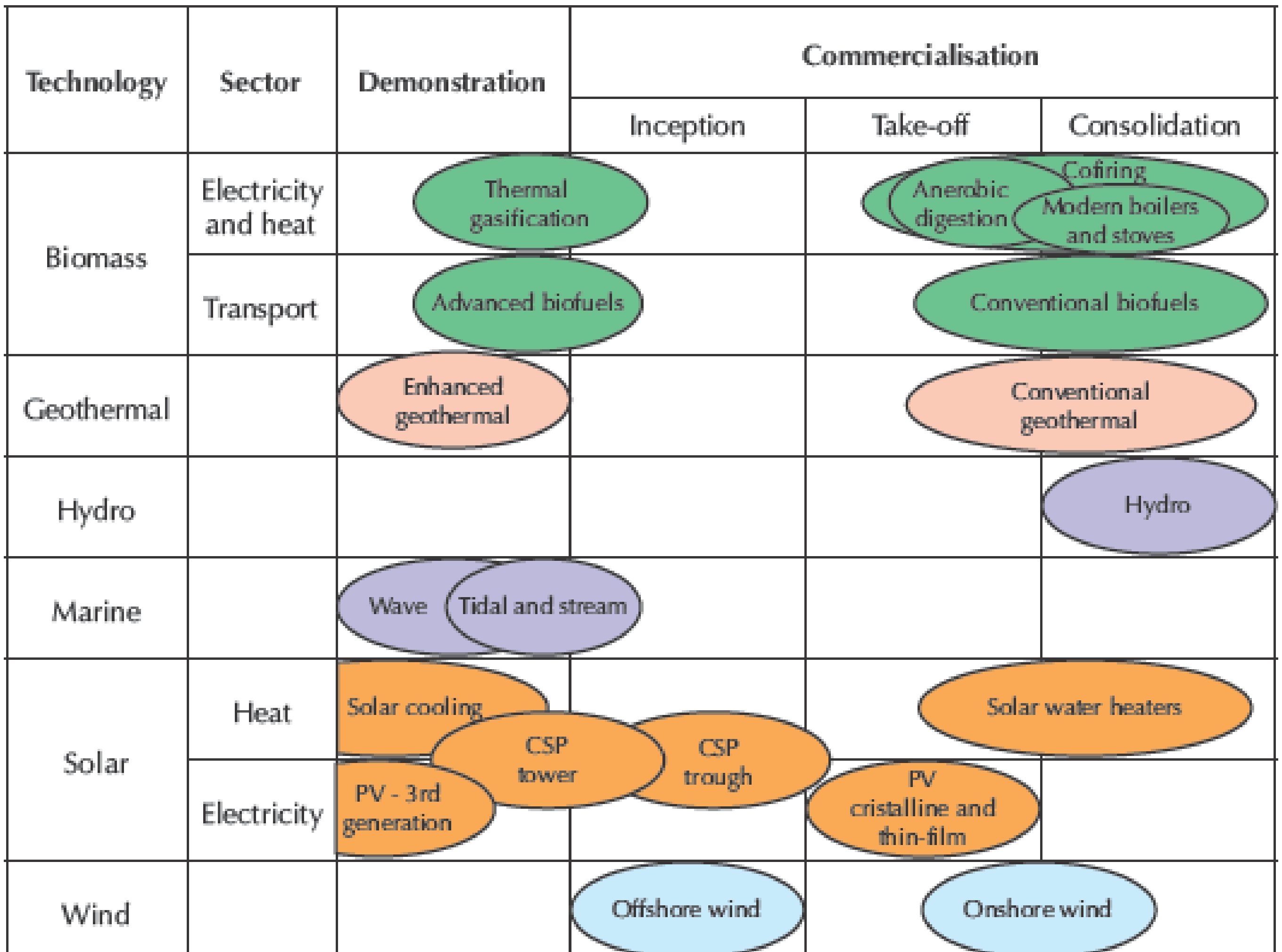


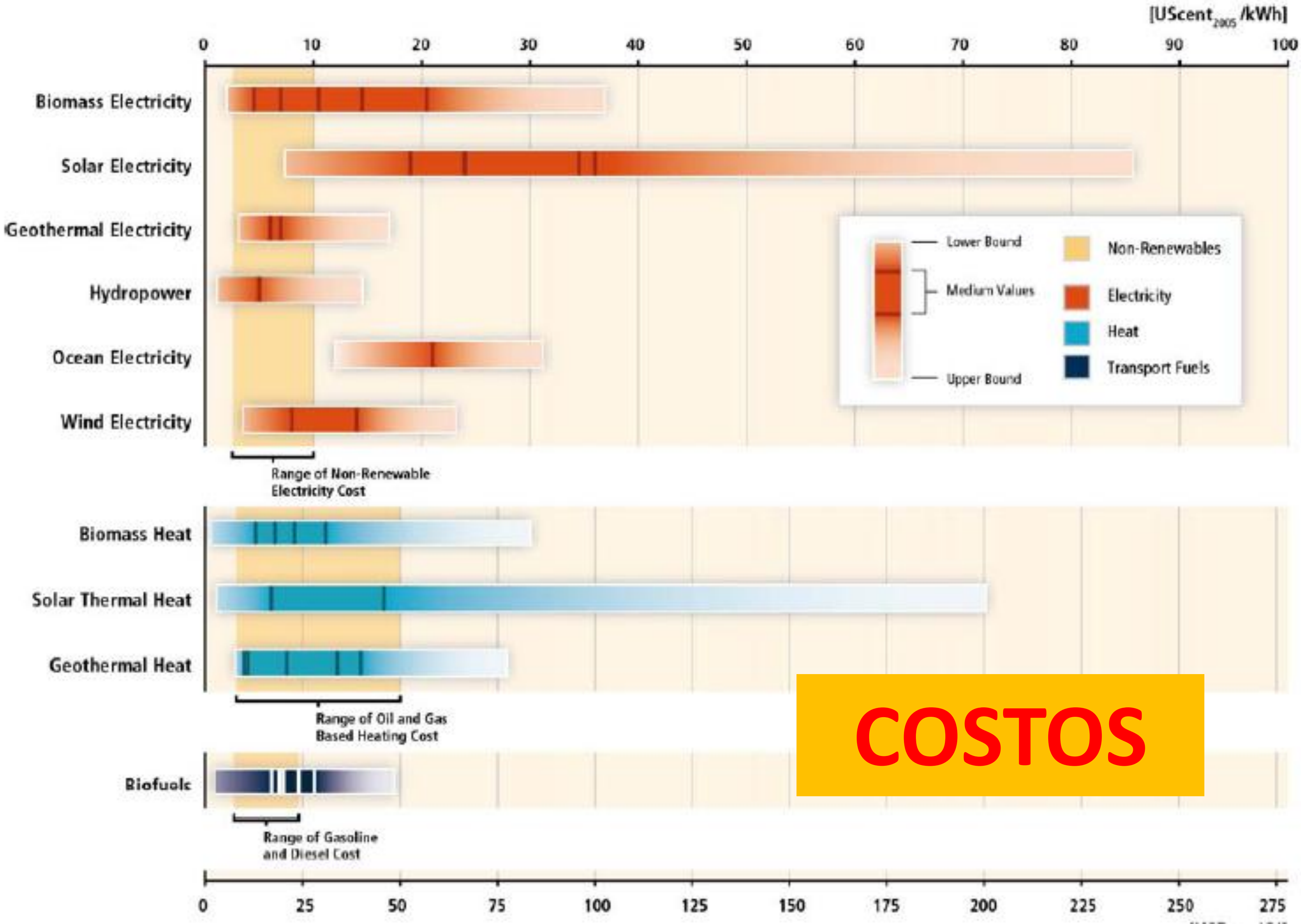
Range of Estimates of Global Technical Potentials

Max (in EJ/yr)	1109	52	331	580	312	500	49837
Min (in EJ/yr)	118	50	7	85	10	50	1575

Figure SPM.4 | Ranges of global technical potentials of renewable energy sources derive from studies presented in Chapters 2 through 7. Biomass and solar are shown as primary energy due to their multiple uses; note that the figure is presented in logarithmic scale due to the wide range of assessed data [Figure 1.17, 1.2.3].

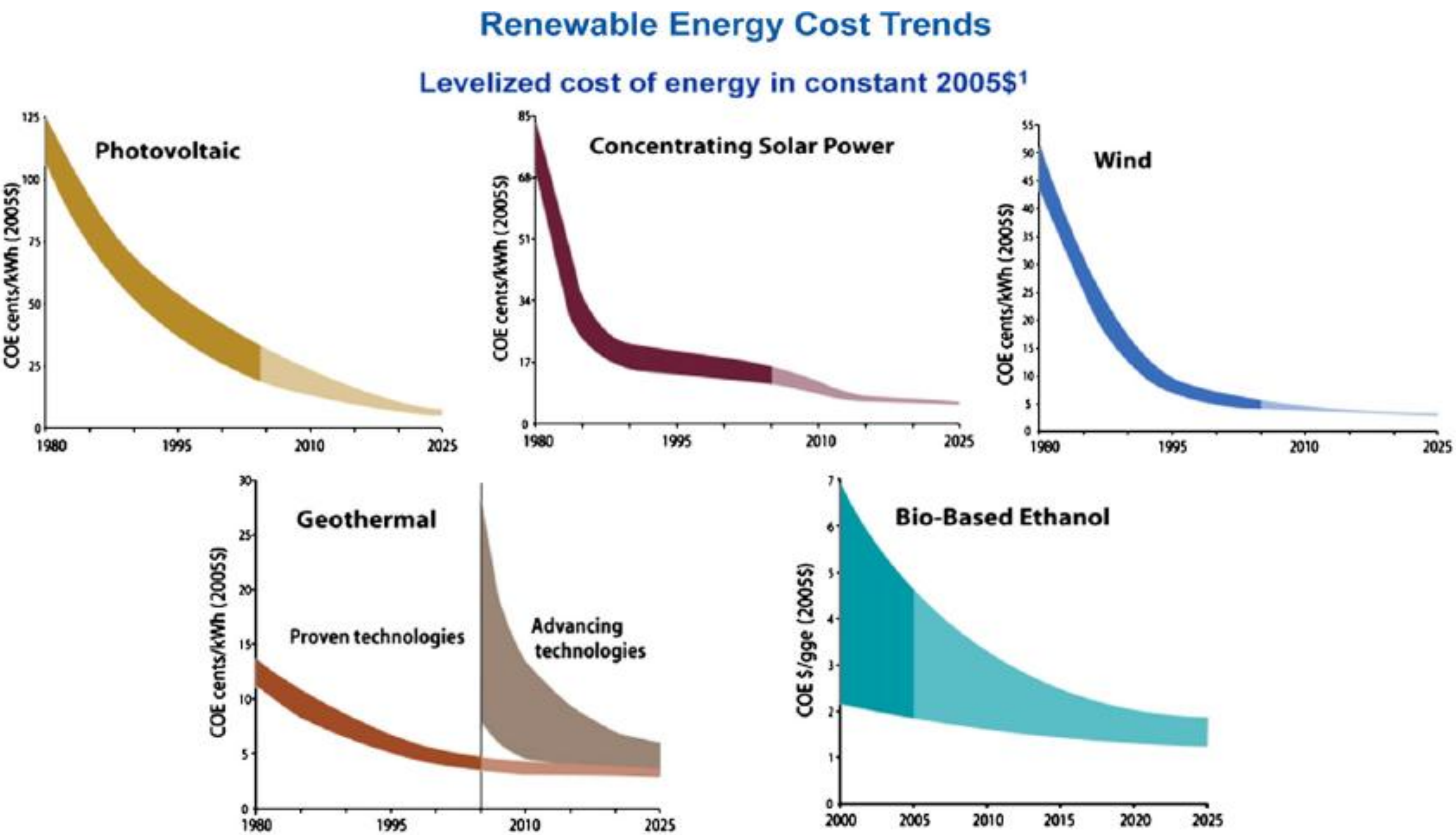
Estado de desarrollo de las diferentes fuentes renovables de energía




[UScent2005/kWh]
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
Biomass Electricity
Solar Electricity
Geothermal Electricity
Hydropower
Ocean Electricity
Wind Electricity
Range of Non-Renewable Electricity Cost
Lower Bound
Medium Values
Upper Bound
Non-Renewables
Electricity
Heat
Transport Fuels
Biomass Heat
Solar Thermal Heat
Geothermal Heat
Range of Oil and Gas Based Heating Cost
Biofuels
Range of Gasoline and Diesel Cost
0
25
50
75
100
125
150
175
200
225
250
275

COSTOS

Curvas de aprendizaje



D.J. Arent et al. / Energy Economics 33 (2011) 584–593

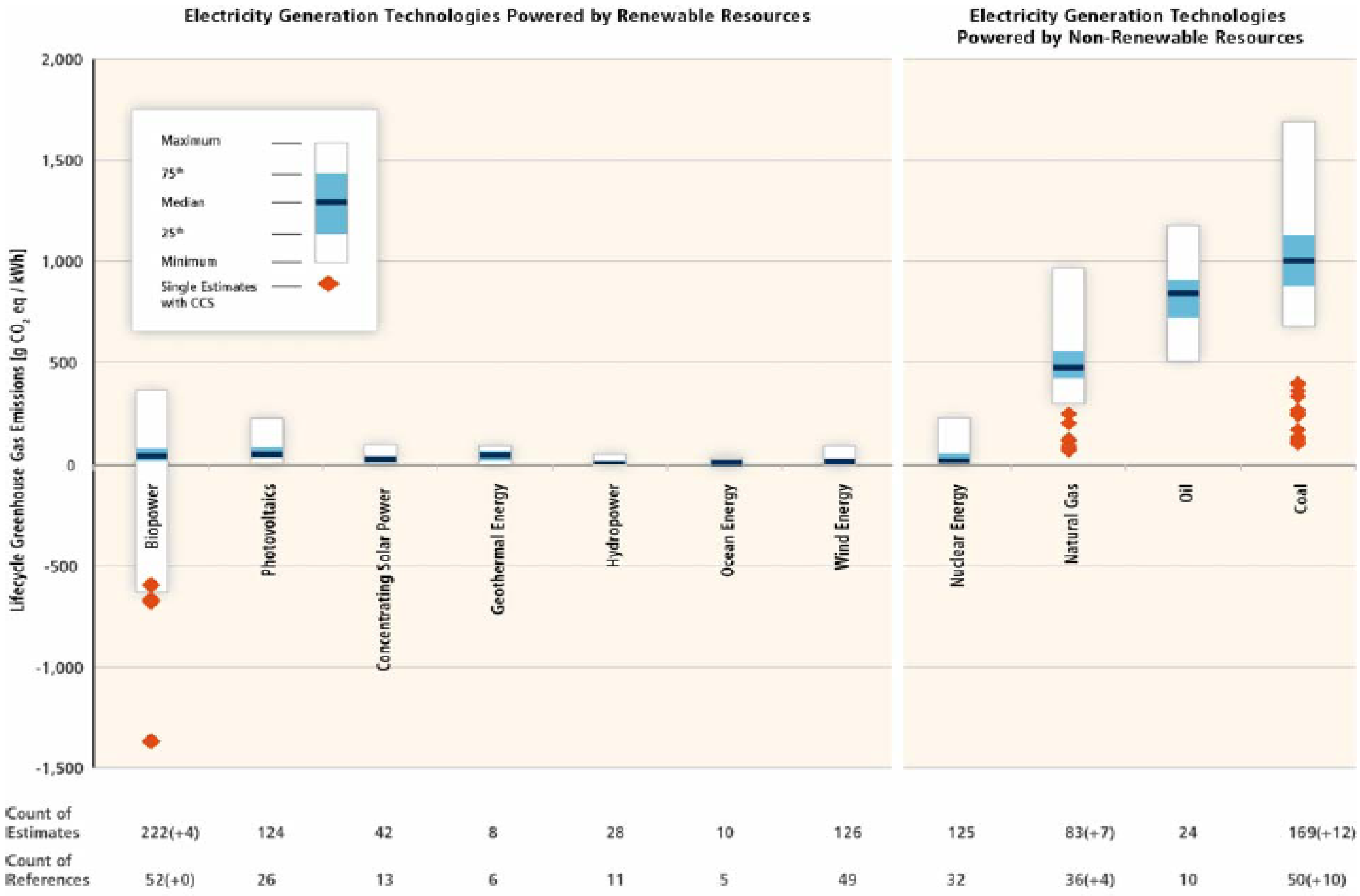


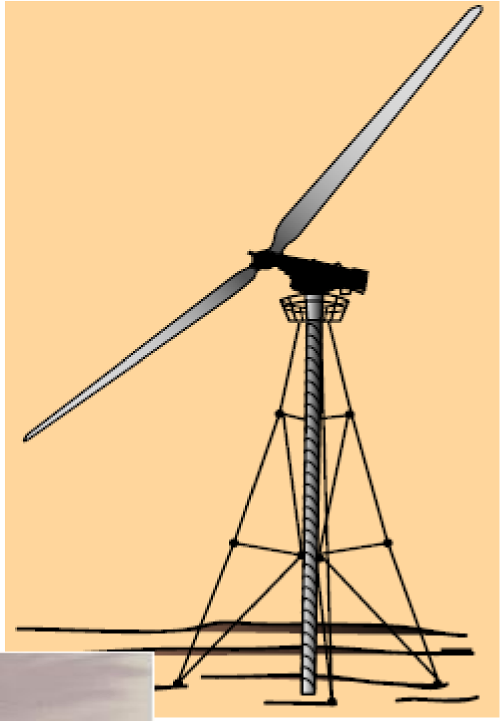
Figure SPM.8. | Estimates of lifecycle GHG emissions (g CO2-eq / kWh) for broad categories of electricity generation technologies, plus some technologies integrated with CCS. Land-use related net changes in carbon stocks (mainly applicable to biopower and hydropower from reservoirs) and land management impacts are excluded; negative estimates[10] for biopower are based on

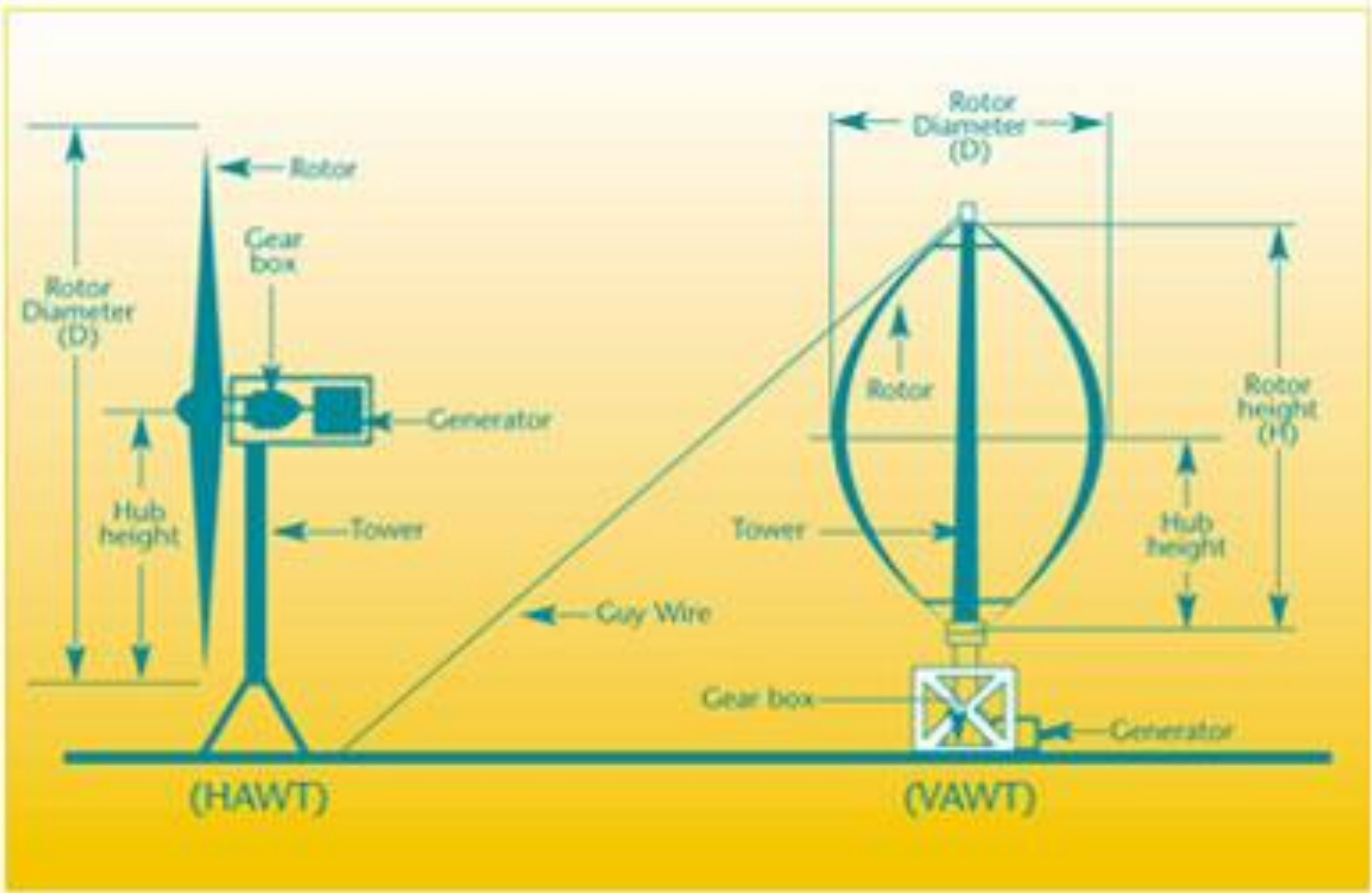
Prof. Dr. Electo Silva Lora

ENERGIA EÓLICA

HISTORICO DA ENERGIA EOLICA

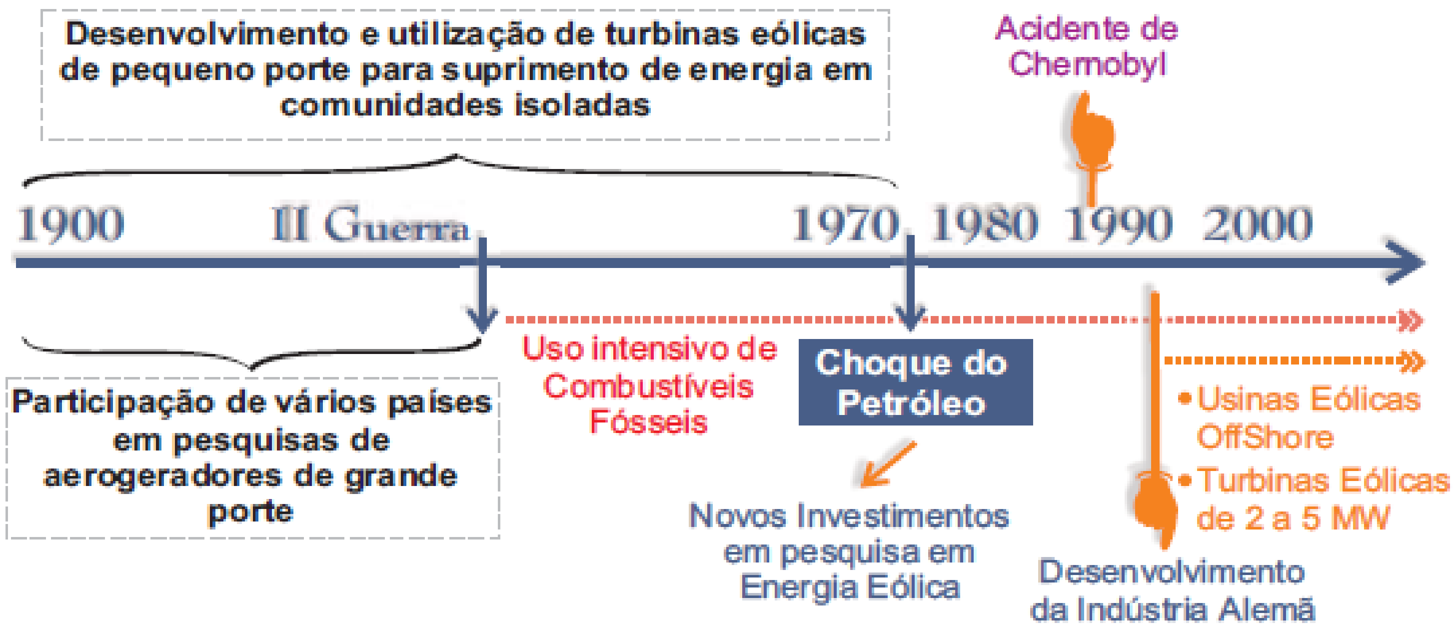
A energia eólica tem sido aproveitada desde a antiguidade para mover os barcos impulsionados por velas ou para fazer funcionar a engrenagem de moinhos, ao mover as suas pás. Nos moinhos de vento a energia eólica era transformada em energia mecânica, utilizada na moagem de grãos ou para bombear água.





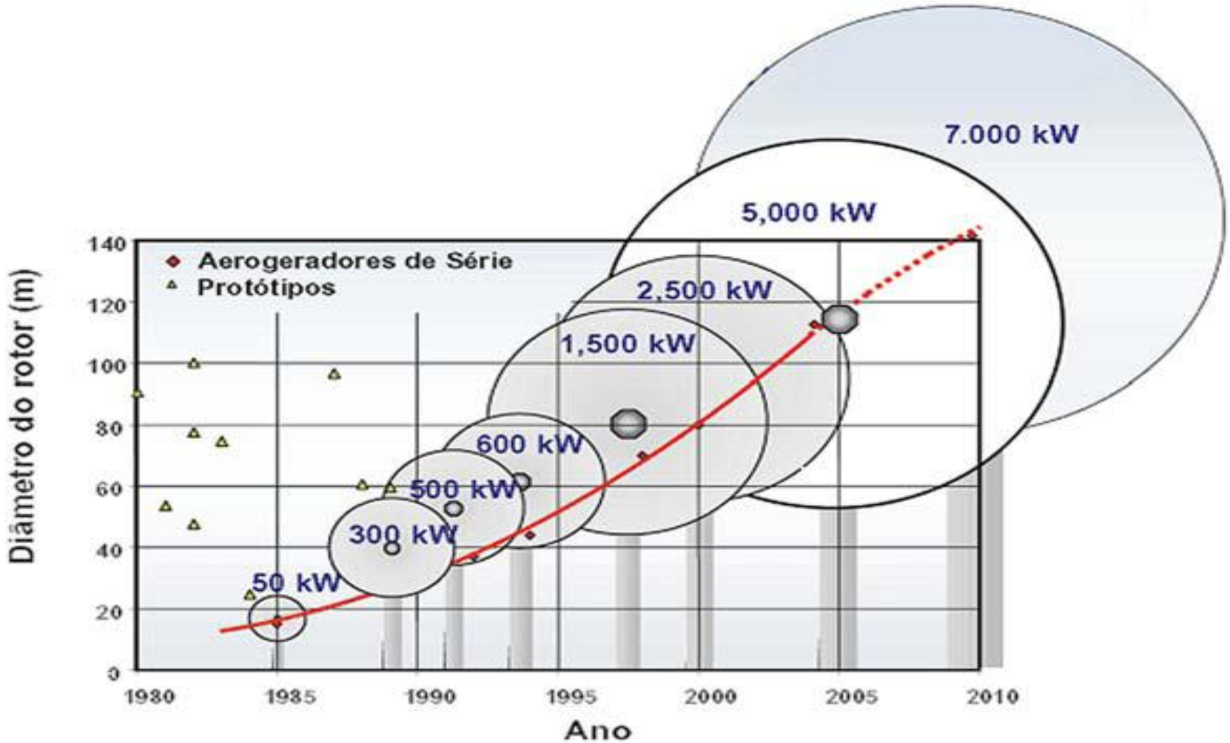
Rotor Diameter (D)
Rotor
Gear box
Generator
Hub height
Tower
Guy Wire
(HAWT)
Rotor Diameter (D)
Rotor
Rotor height (H)
Hub height
Tower
Gear box
Generator
(VAWT)

PRINCIPAIS MARCOS DO DESENVOLVIMENTO DA ENERGIA EÓLICA NO SÉCULO XX



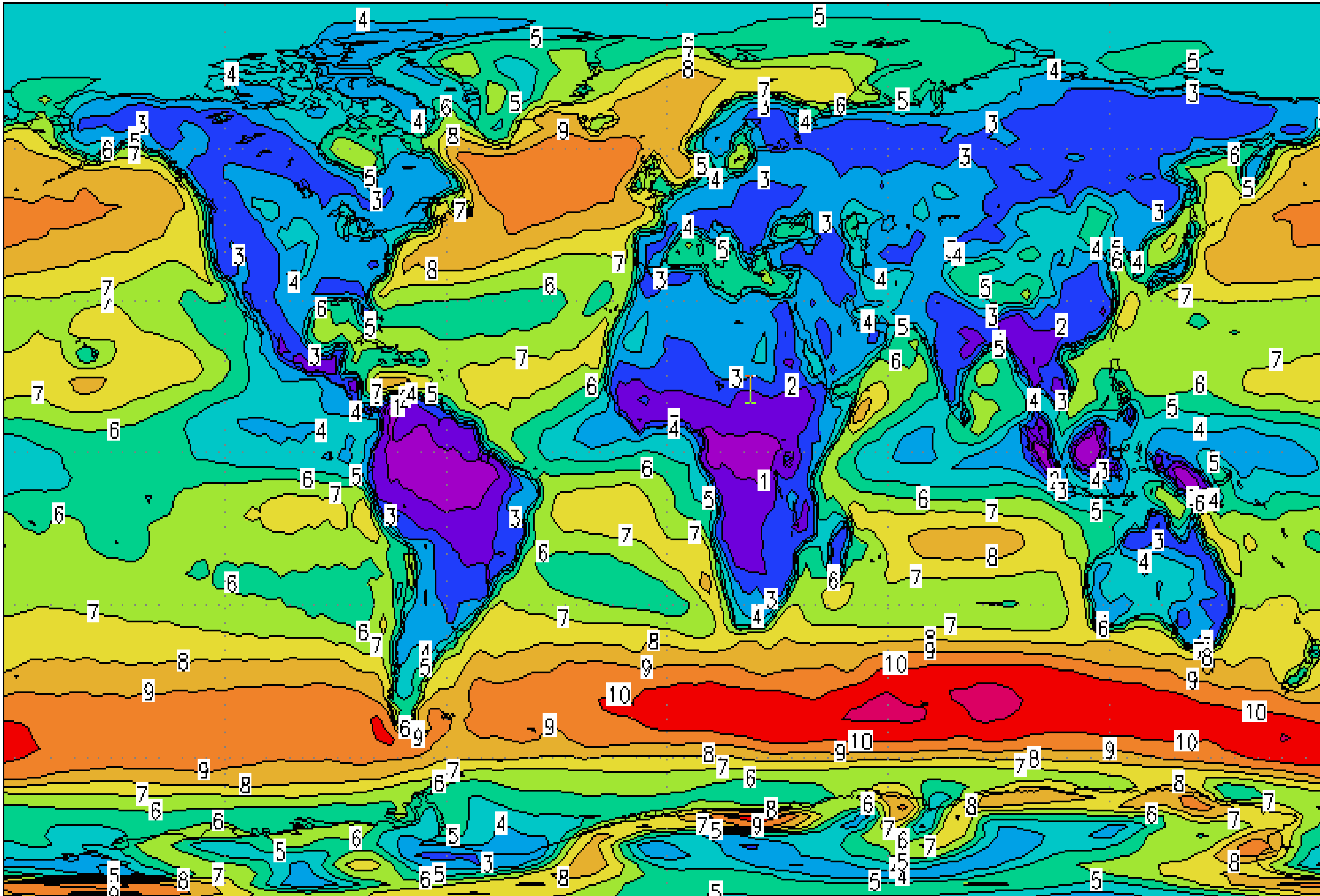
(Fonte: Dutra, 2001)

A EVOLUÇÃO COMERCIAL DE AEROGERADORES DE GRANDE PORTE



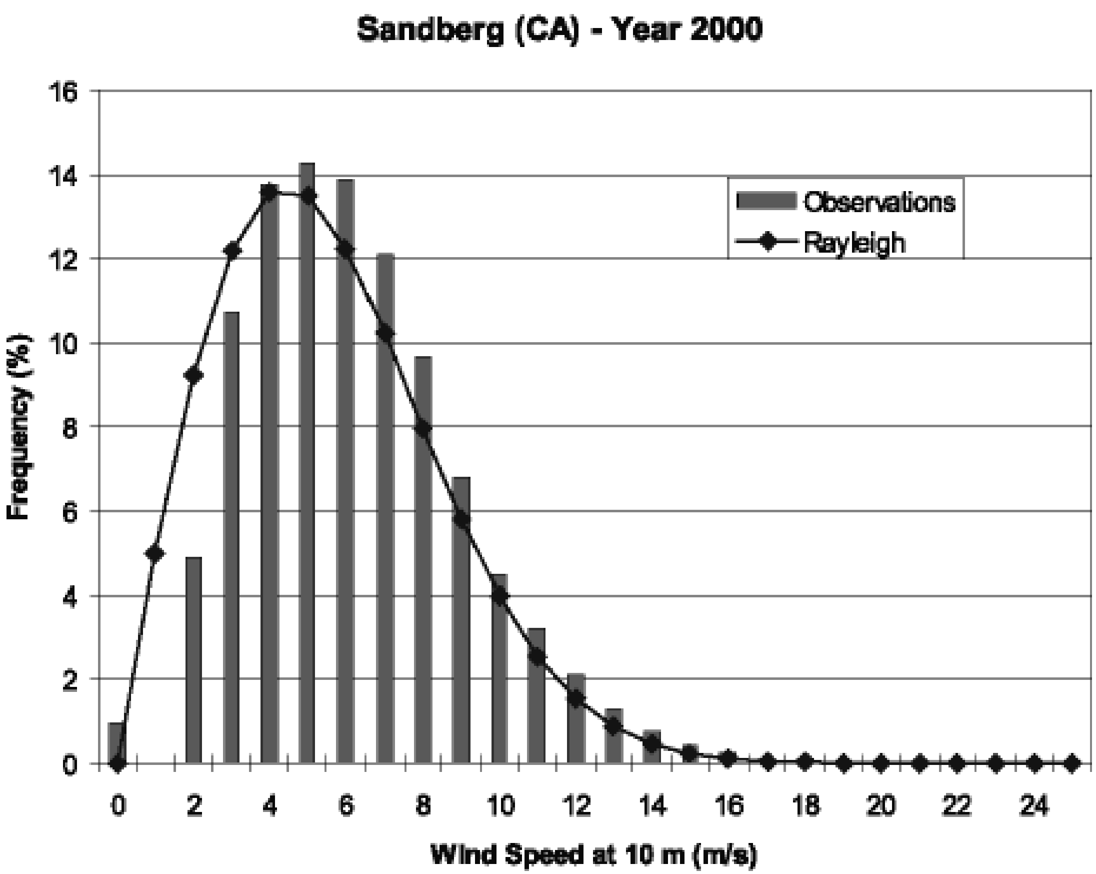
Evolução dos aerogeradores desde 1985 até 2005

(Fonte: DEWI, 2.005)




World Total Installed Capacity (MW)
200.000
180.000
160.000
140.000
120.000
100.000
80.000
60.000
40.000
20.000
0
7.480
9.667
13.700
18.039
24.322
31.181
39.295
47.693
59.024
74.151
93.927
121.188
152.000
190.000
*Prediction
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009*
2010*

Wind Speed Distribution



Rayleigh Distribution

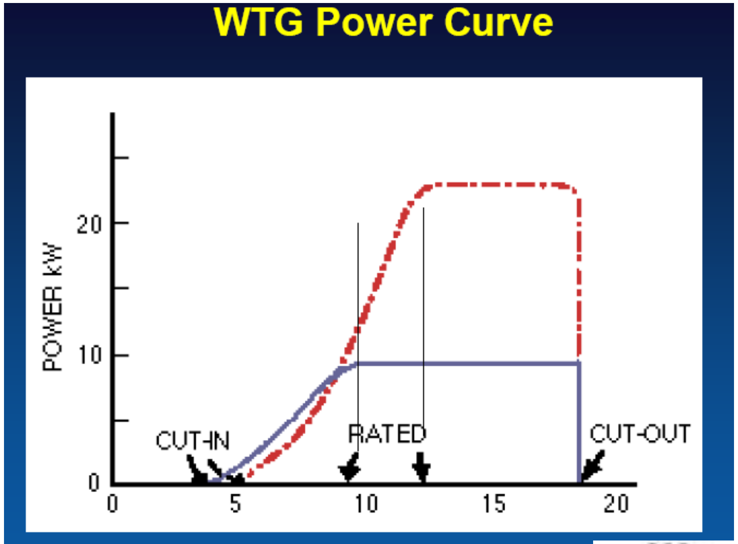
$$f(V) = \frac{2V}{c^2} \exp\left[-\left(\frac{V}{c}\right)^2\right]$$

$$c = \frac{2\bar{V}}{\sqrt{\pi}}$$

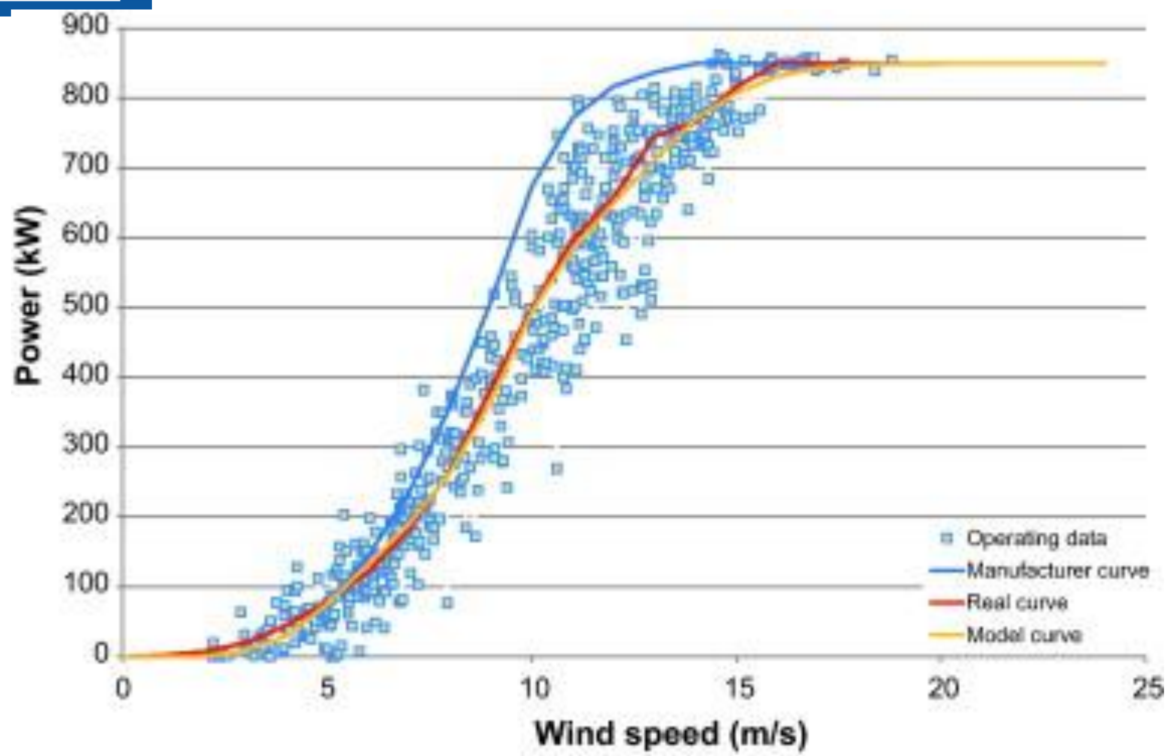
Weibull Distribution

$$f(V) = \frac{k}{c}\left(\frac{V}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{V}{c}\right)^2\right]$$

c is the scale factor and k is the shape parameter and V is the wind speed.

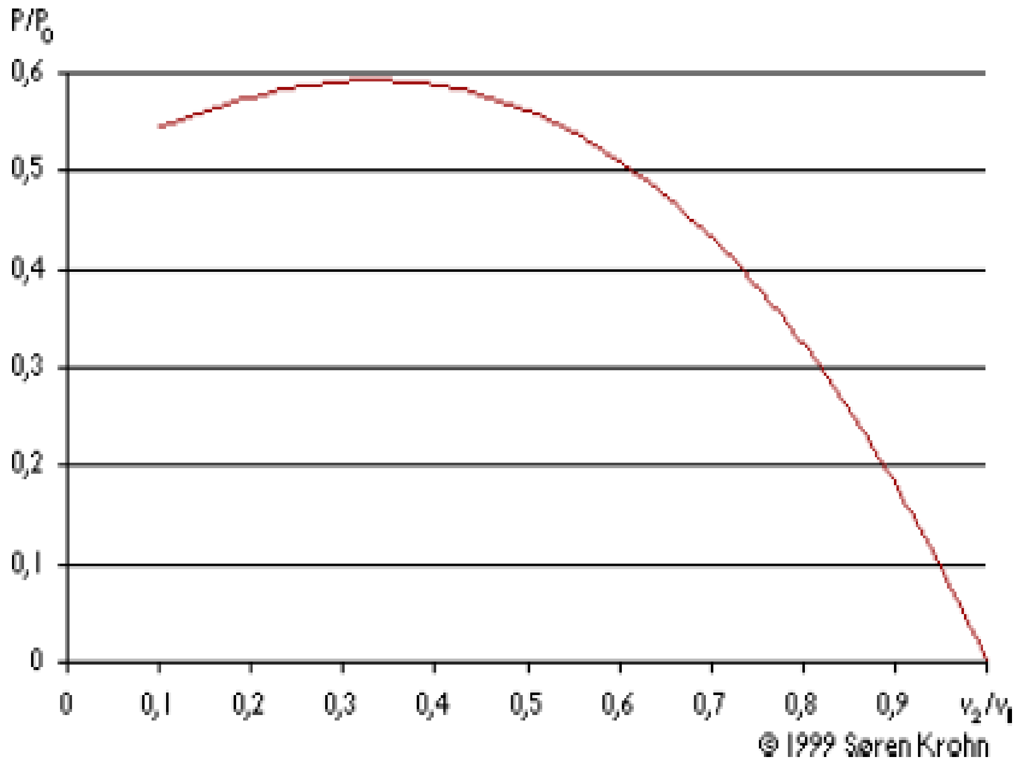


WTG Power Curve
POWER kW
0
10
20
0
5
10
15
20
CUT-IN
RATED
CUT-OUT



Power (kW)
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
5
10
15
20
25
Wind speed (m/s)
Operating data
Manufacturer curve
Real curve
Model curve

Betz's Law



$$P/P_o = \frac{1}{2}(1-\beta^2)(1+\beta)$$

$$\frac{d(P/P_o)}{d\left(V_2/V_1\right)} = \frac{d(P/P_o)}{d\beta} = -\frac{1}{2}(3\beta^2 + 2\beta - 1) = 0$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{P}{P_o}\right)_{max} = \frac{16}{27} = 0.593$$

Betz's Law

- Maximum theoretical efficiency of a rotor is 59.3%.
- Sometimes called 'Betz efficiency'
- How close are modern wind turbine to this Betz limit?
  - Around 80% of the limit, 45-50%

See how cool that is?

Overall Efficiency

Assume that rotor blades has 45% efficiency and gearbox and generator has 2/3 efficiency

Average power in the wind (W/m²) → Power extracted from the wind (W/m²), depending turbine blade (rotor) efficiency → Electrical power output (W/m²), depending on the gearbox and generator efficiency

$$P_w = \frac{1}{2}\rho A v^3$$

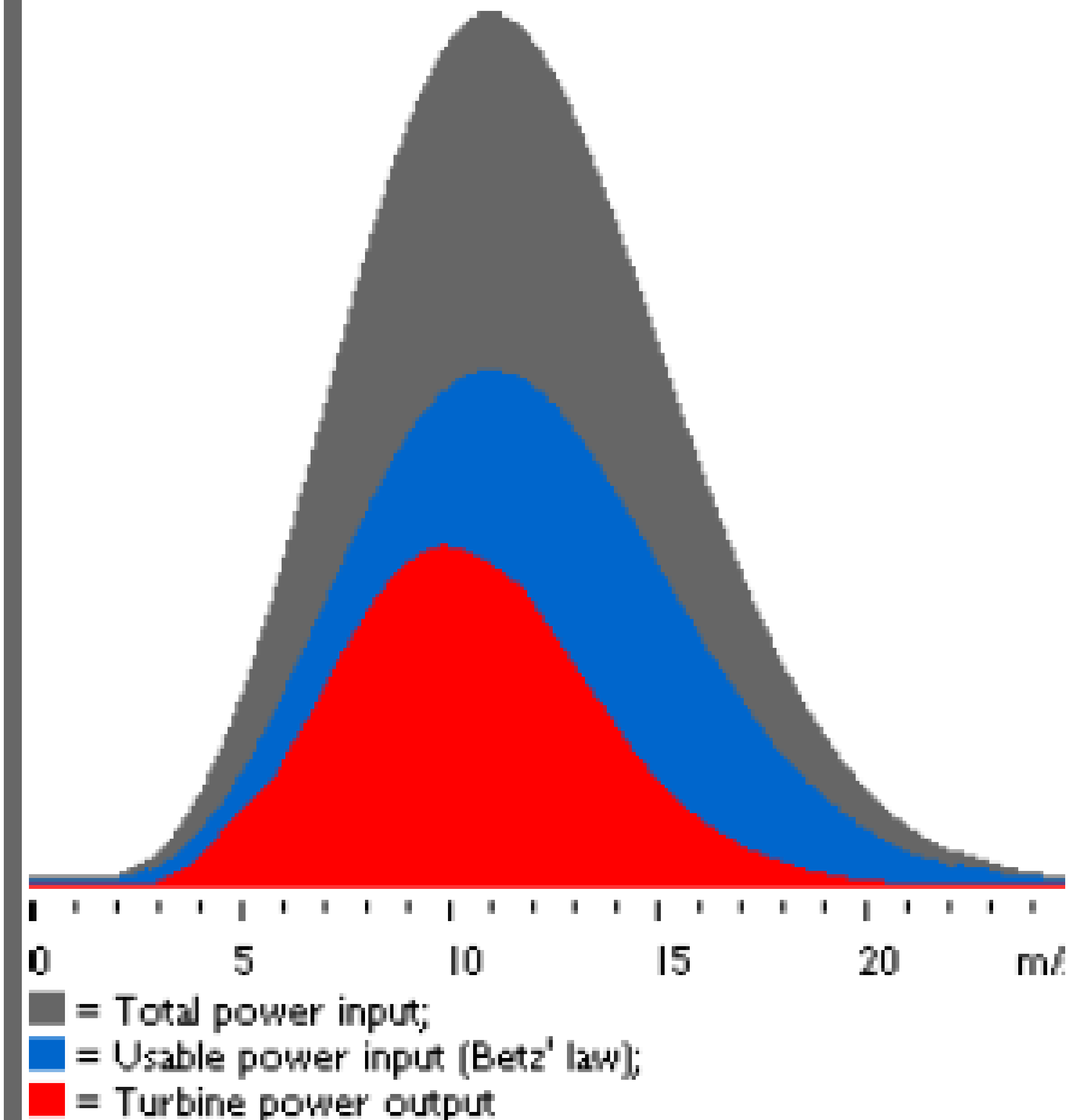
100%

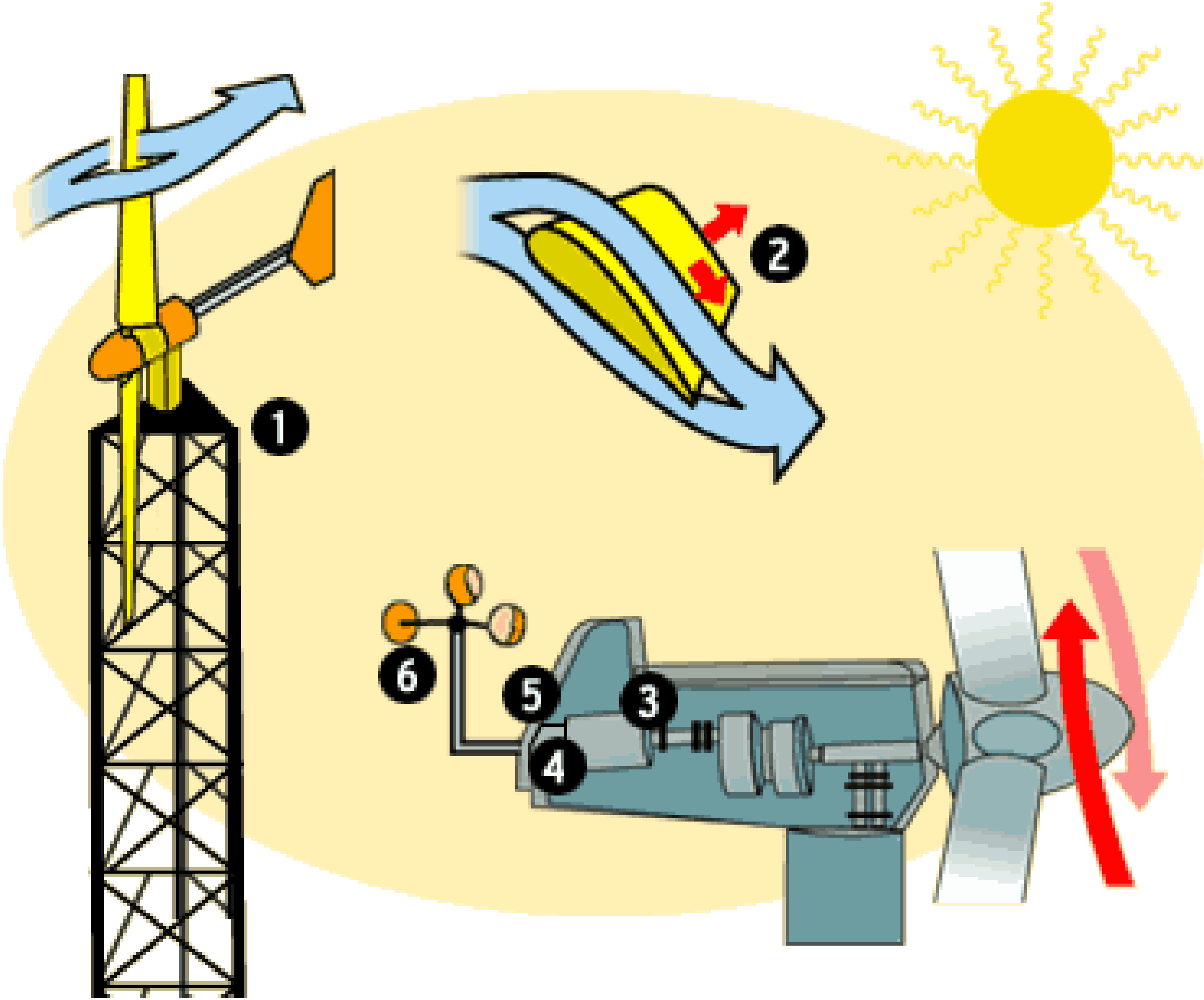
$$P_b = \frac{1}{2}\rho A v^3 \cdot C_p$$

45%

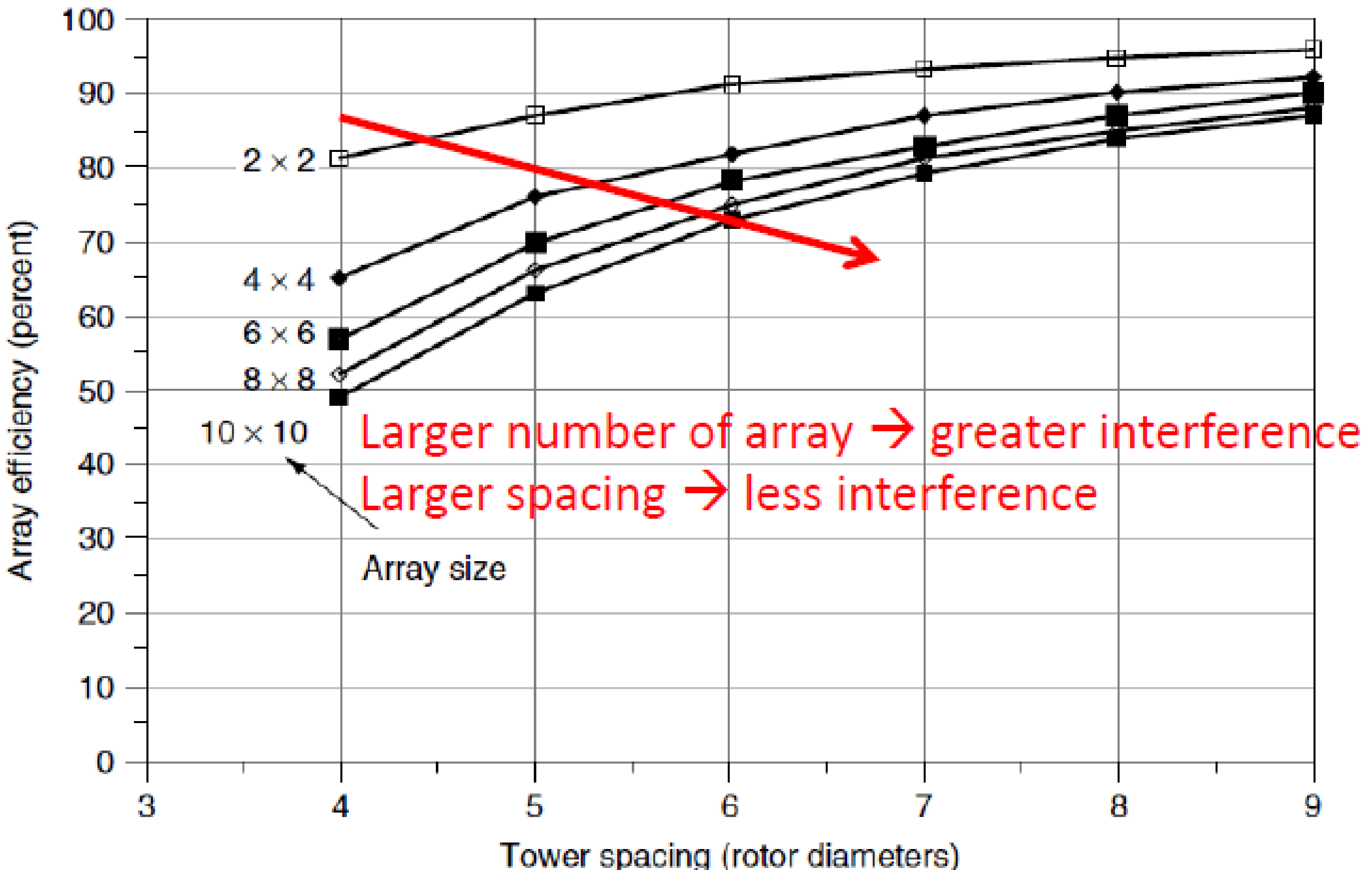
Overall efficiency = 30%!!

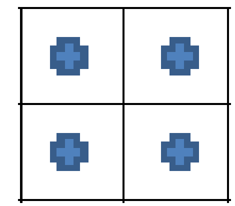
Power Output



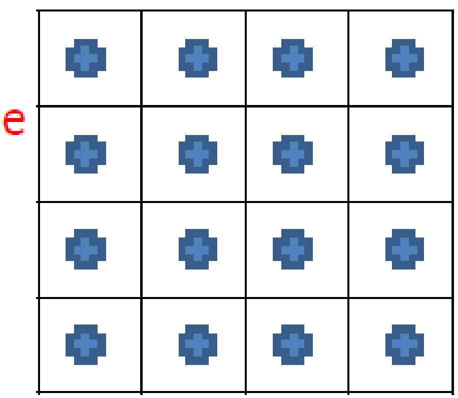

1
2
3
4
5
6

Tower Spacing Study





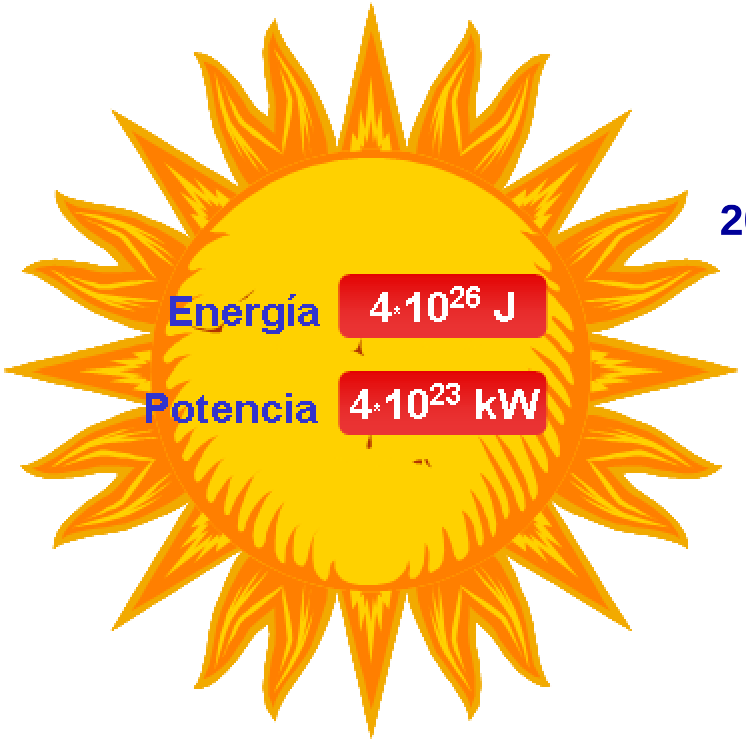
2 x 2 square array



4 x 4 square array

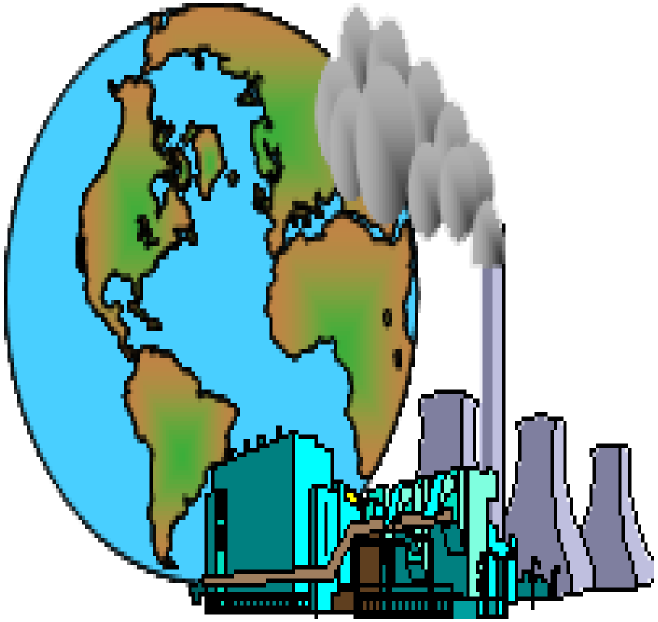
$$\text{Array efficiency} = \frac{\text{Predicted output}}{\text{Output with no interference}}$$

Energia solar



200 bilhões de vezes

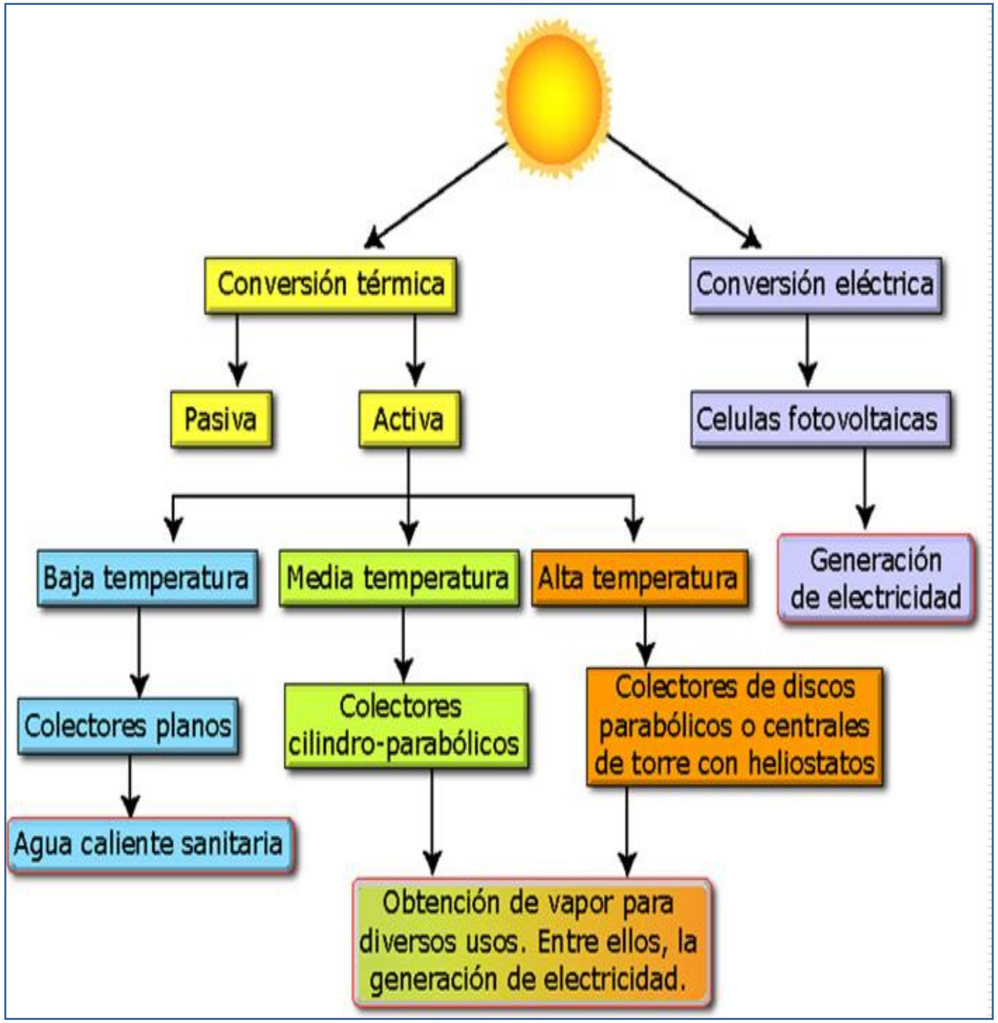
>

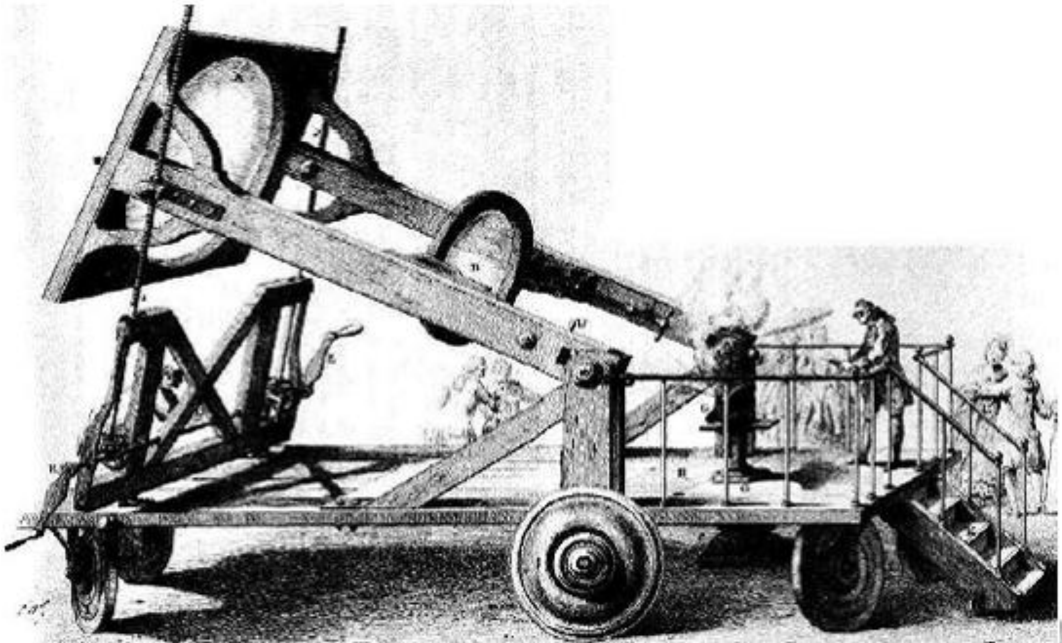


A energia da irradiação solar absorvida pela terra em um ano, equivale a 15 vezes a energia armazenada em todas as reservas de combustíveis fósseis no mundo.

Aplicações solares e tipos de conversão

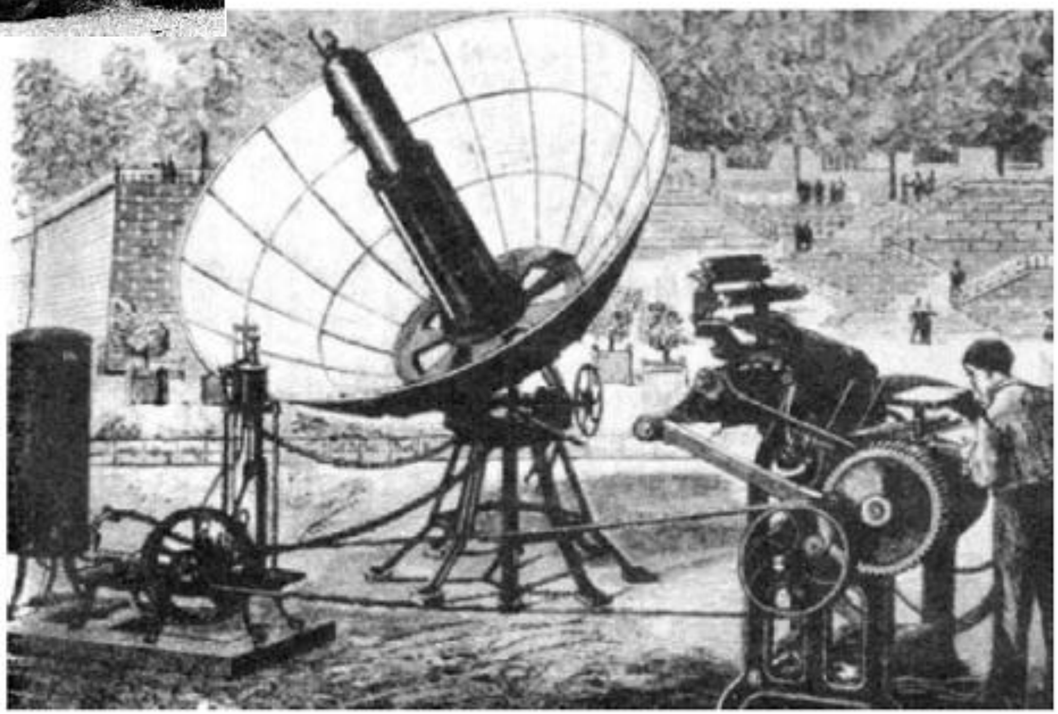
- Secagem de grãos
- Refrigeração
- Bioenergia
- Aquecimento de fluidos
- Geração de energia
- ACS



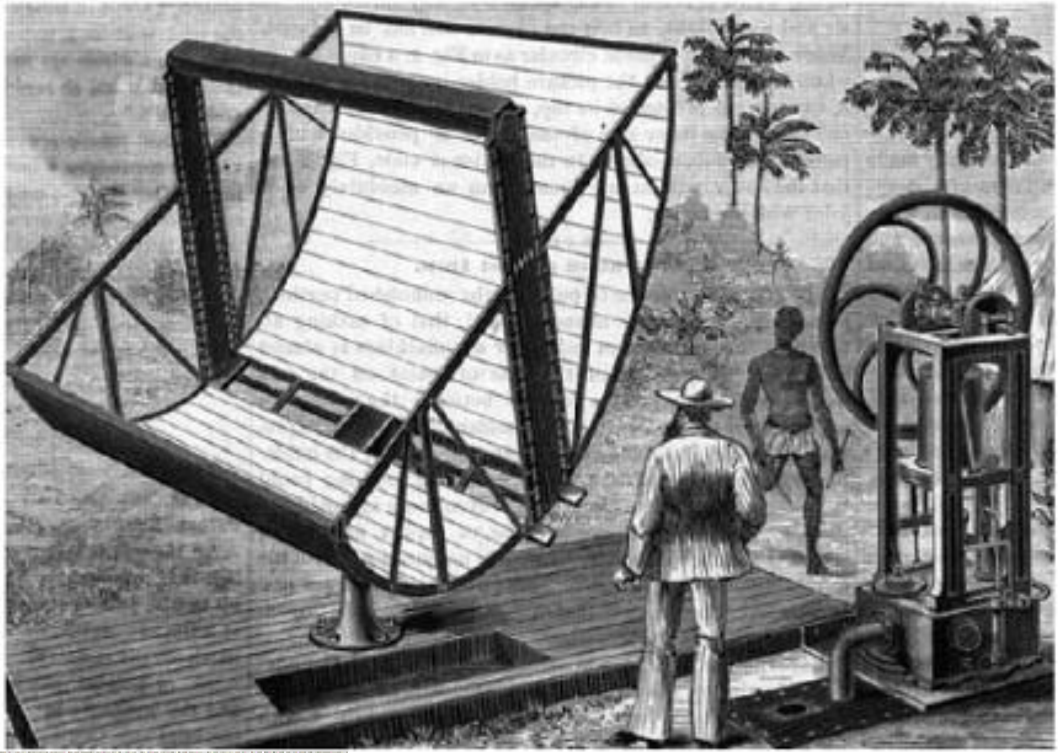


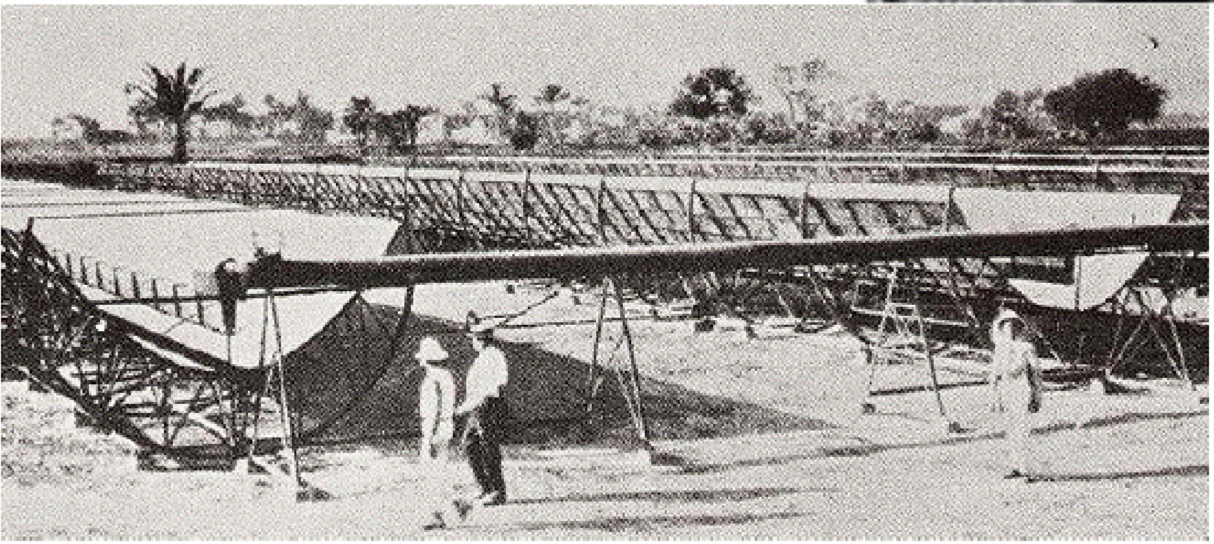
Uma das primeiras aplicações em larga escala foi a fornalha solar desenvolvida por Lavoisier em 1774. Esta fornalha possuía uma lente de 1,32 m e outra secundária de 0,2 m e foi capaz de atingir temperaturas de 1.750°C

As primeiras máquinas a vapor movidas à energia solar teriam sido construídas por Augusto Mouchot de 1864 a 1878 na Europa e norte da África. uma impressora movida à energia solar feita em 1882 e imprimia 500 cópias por hora, mas foi considerada pelo governo francês cara demais para ser fabricada em larga escala



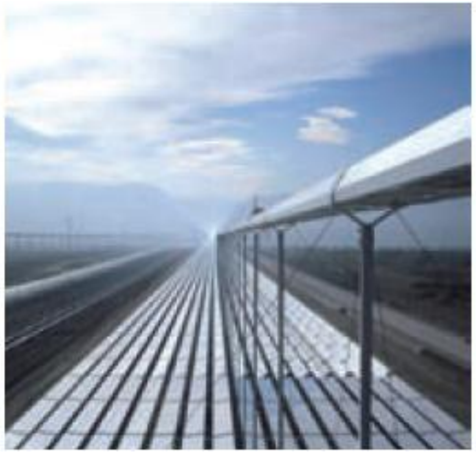
Em 1912, Frank Shuman e Charles Vernon Boys construíram uma planta de bombeamento de água próximo ao Rio Nilo, no Egito (na época a maior do mundo), o campo solar da planta ocupava cerca de 1.200 m², era composta por cilindros parabólicos de 62 m de comprimento e 4,5 m de largura, a água era aquecida até virar vapor diretamente nos receptores e operava uma bomba com vazão máxima de 22,7 m³ de água por minuto.



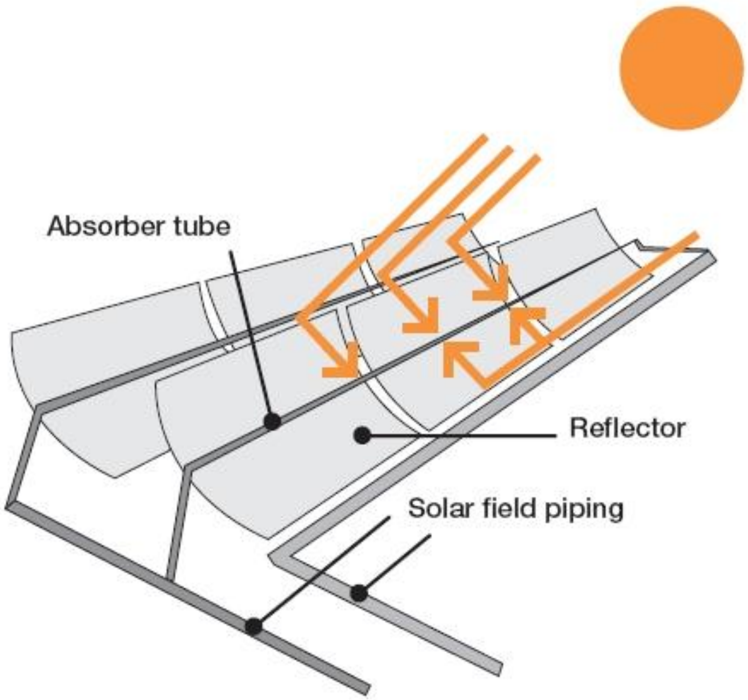


Capitão John Ericsson, construiu o primeiro motor a vapor movido diretamente à energia solar. O Capitão construiu ao todo oito sistemas de aquecimento direto de água ou ar como fluidos de trabalho em cilindros-parabólicos

Movimento	Tipo de Coletor	Tipo de Absorvedor	Razão de Concentração*	Faixa indicativa de temperatura (ºC)
Estacionário	Coletor de Placa Plana	Plano	1	30–80
	Coletor de Tubo de Vácuo	Plano	1	50–200
	Coletor Parabólico Composto	Tubular	1–5	60–240
Rastreamento em 1 eixo	Refletor Linear de Fresnel	Tubular	10–40	60–250
	Coletor de Calha Parabólico	Tubular	15–45	60–300
	Coletor de Calha Cilíndrica	Tubular	10–50	60–300
Rastreamento em dois eixos	Refletor de Prato Parabólico	Pontual	100–1000	100–500
	Coletor de Campo Helióstato	Pontual	100–1500	150–2000

5.2.1 - Solar Térmico- Heliotérmicas
Cilindro Parabólico



Concepção básica da tecnologia de cilindros parabólicos

Nevada Solar One, 64 MW (construção).

Solar Electric Generation Station – SEGS
354 MW (9 unidades), Deserto de Mojave, USA
0,65 km²/100MW, 2300 a 2900 kWh/m².ano

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

TIPOLOGIAS DOS SISTEMAS DISH/STIRLING

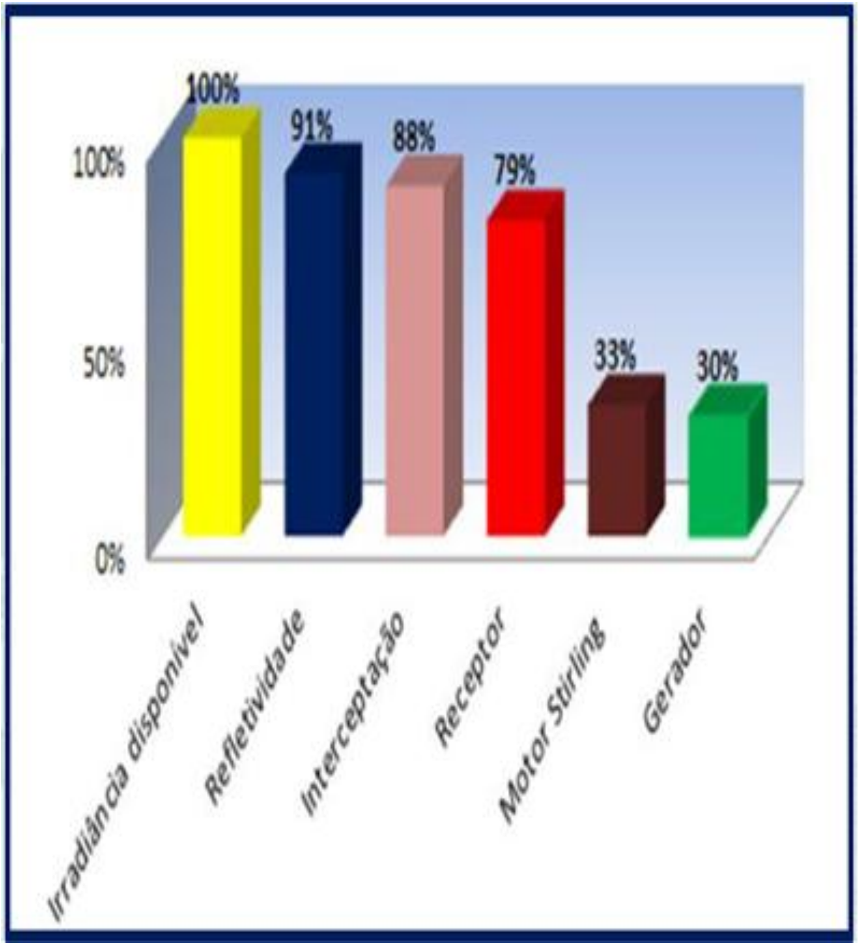
Advanco Vanguard 25 kWe

CPG 25kWe

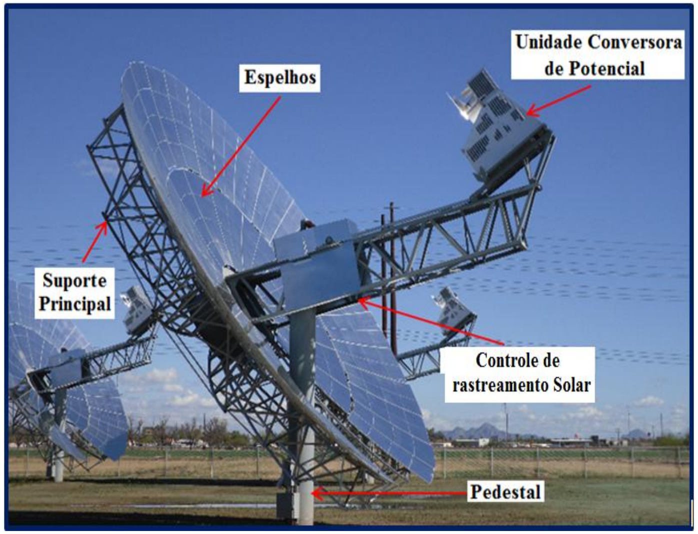
SAIC 22kWe

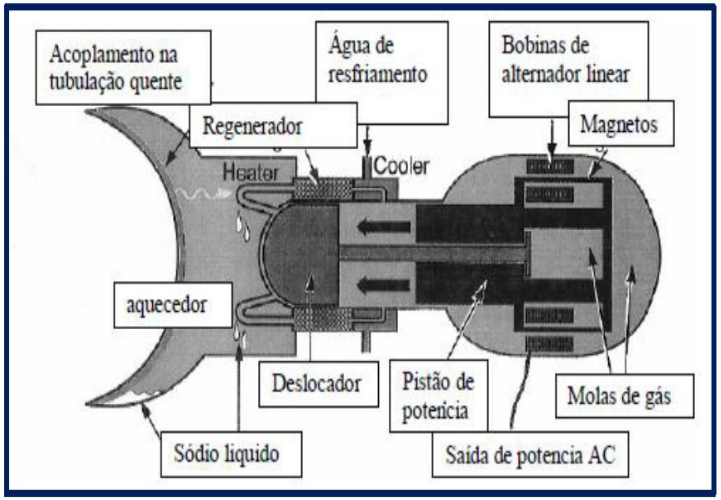
MDAC/SES 25 kWe

Descrição do comportamento do sistema Dish/Stirling



DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DISH/STIRLING



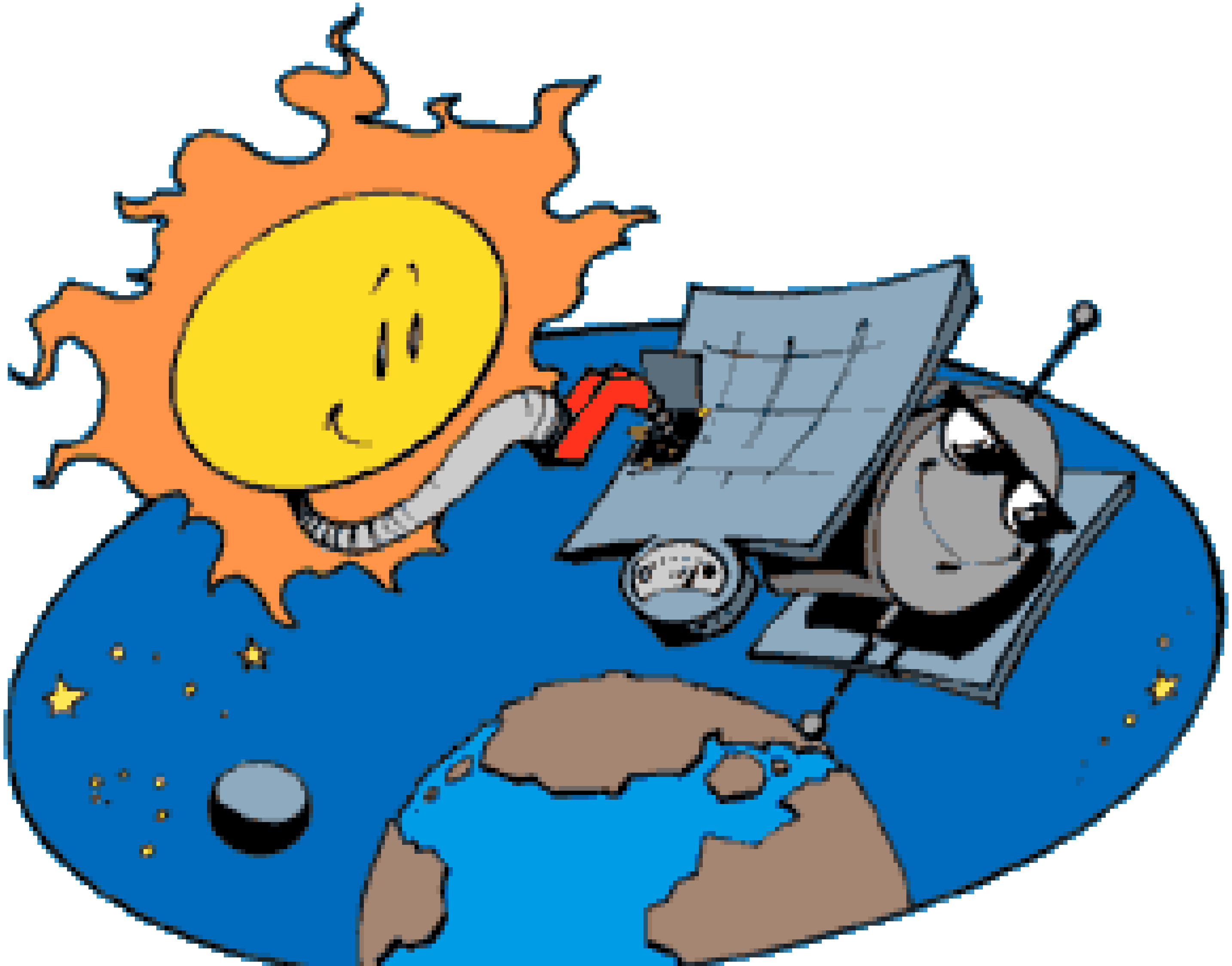


Sistemas Térmicos para a utilização de energia solar

Tabela 2.3 Comparação de tecnologias solares térmicas (Kaltschmitt et al., 2007)

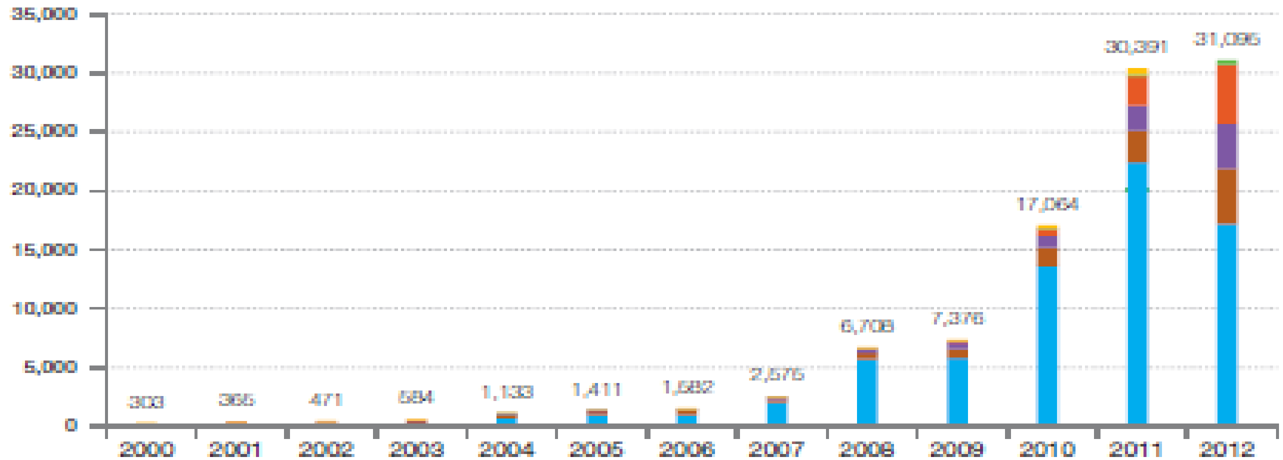
	Receptor central	Prato parabólico	Cilindro parabólico
Aplicação	Centrais ligadas à rede "Geração Centralizada".	Aplicações autônomas ou pequenos sistemas de geração distribuída.	Centrais ligadas à rede "Geração Centralizada".
Situação	Experiência operacional dos primeiros protótipos.	Experiência operacional dos primeiros protótipos.	Comercialmente disponível-mais de 10.000 milhões de kWh de experiência operacional. Os custos de investimento e de operação comercialmente comprovada.
Vantagens	Alta eficiência e fator de alta capacidade. Operação híbrida possível	Alta eficiência de conversão. Operação híbrida possível	Operação híbrida possível
Desvantagens	Alto investimento	Altos custos de investimento	O uso de óleos como meios de transferência de calor, restringe as temperaturas de operação (400 °C) Grandes áreas de instalação e da água
Potência	10-200MW	5- 25 kW	30-320 MW
Temperatura de operação	565-1000 °C	750-900 °C	390 °C
Eficiência máxima	23%	29-31%	20%
Risco tecnológico	Médio	Alto	Baixo
Armazenamento	Armazenamento em altas temperaturas	Baterias	Baixo

SOLAR FOTOVOLTAICA



Energia Fotovoltaica Instalada

Evolução da instalação global anual 2000-2012 (MW)

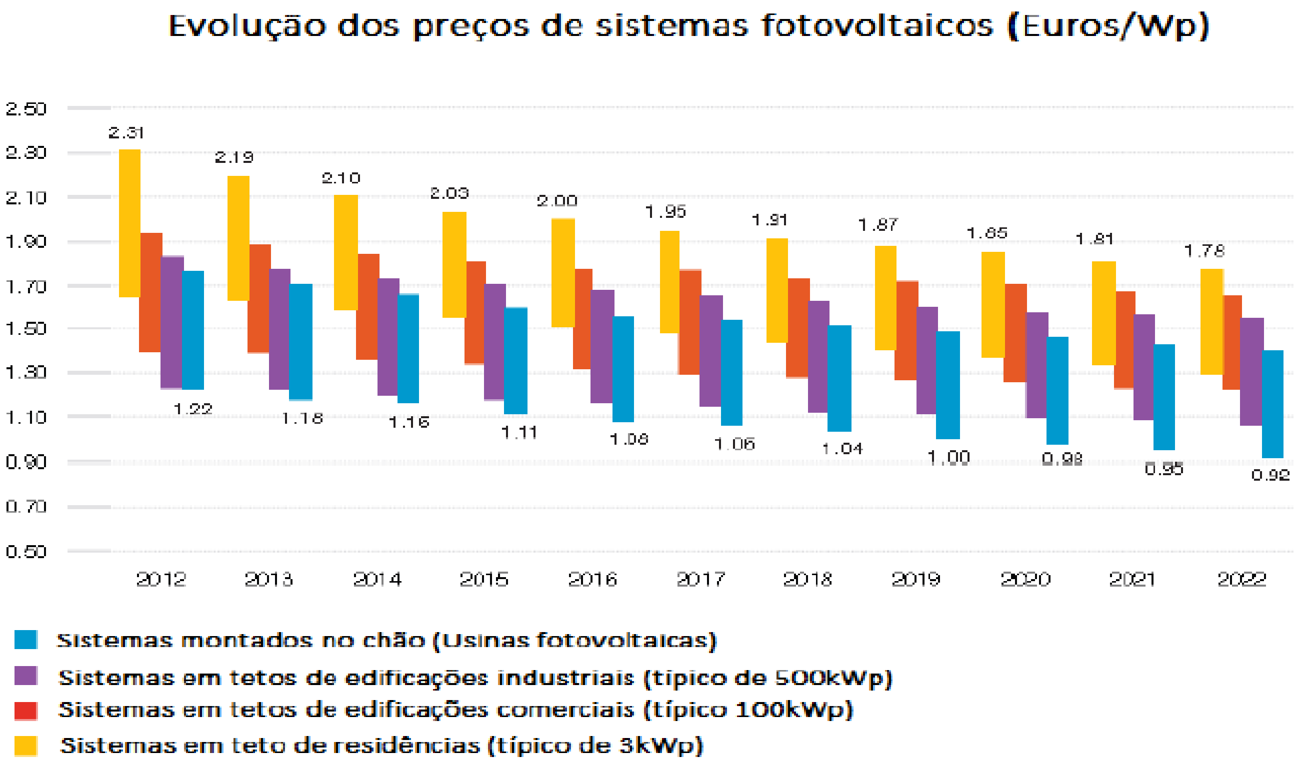


	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ROW	88	56	80	77	29	10	105	42	76	80	284	508	-*
MEA	n/a	n/a	n/a	n/a	1	n/a	n/a	1	1	22	46	121	410
China	19	5	19	10	10	8	10	20	40	160	500	2,500	5,000
Americas	24	32	47	66	104	106	150	213	346	543	1,029	2,179	3,758
APAC	117	140	191	230	282	303	324	271	535	742	1,583	2,672	4,769
Europe	56	133	135	202	707	984	992	2,028	5,710	5,830	13,622	22,411	17,159
Total	**303**	**365**	**471**	**584**	**1,133**	**1,411**	**1,582**	**2,575**	**6,708**	**7,376**	**17,064**	**30,391**	**31,095**

* From 2012 onwards, these figures are directly integrated into those of the relevant regions.

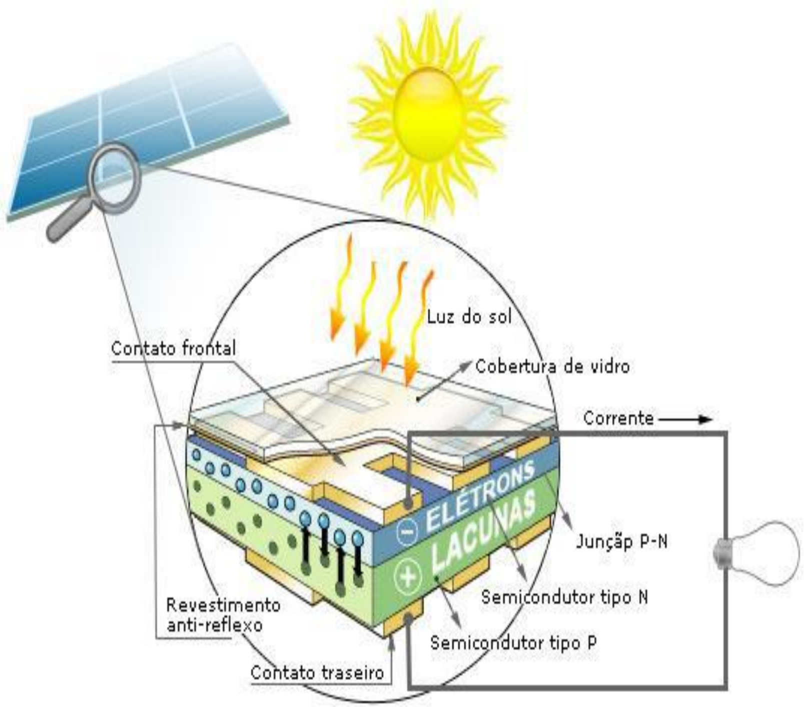
Fonte: EPIA, 2013

Mercado de Sistemas Fotovoltaicos



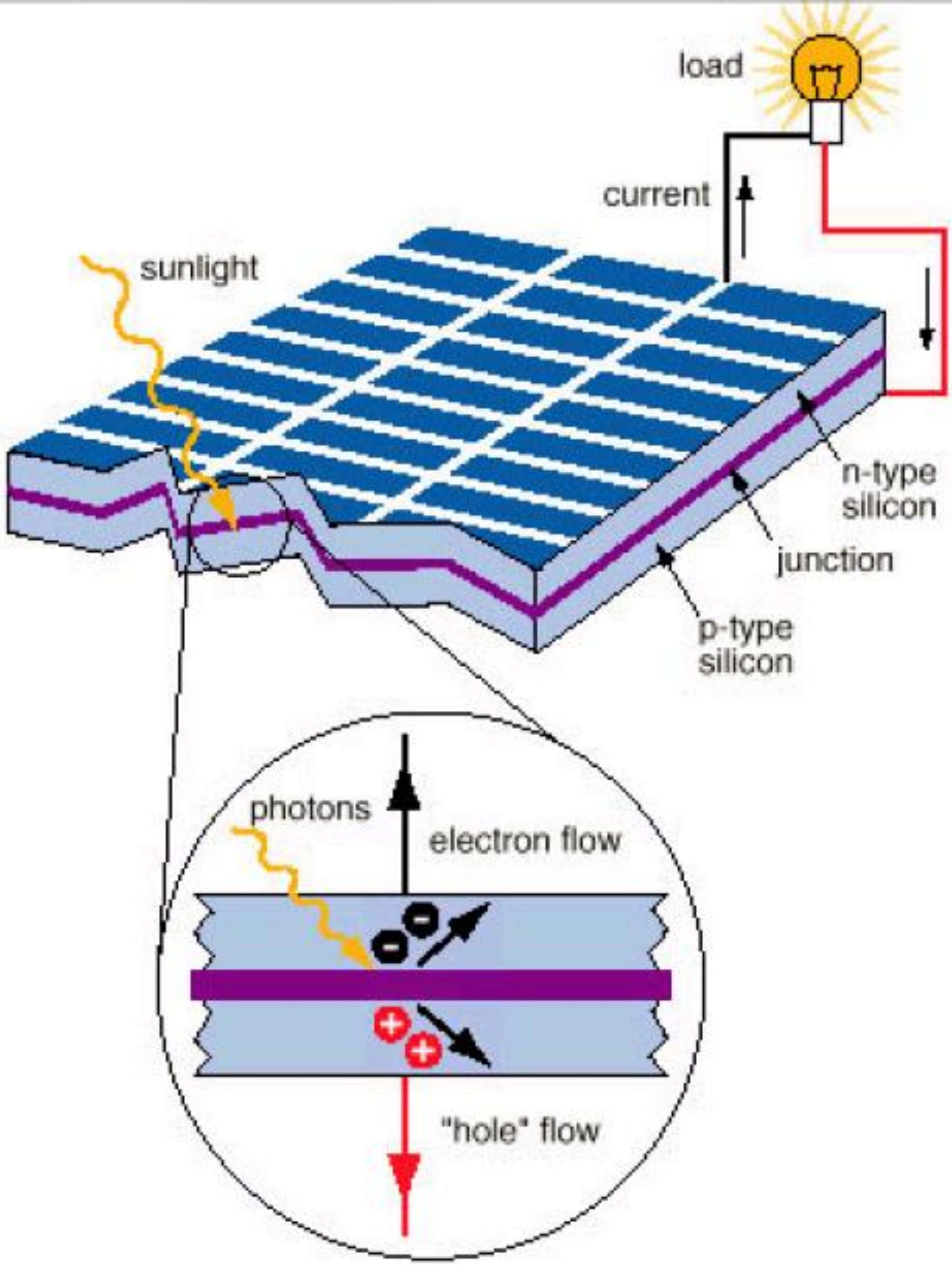
fonte: EPIA 2012

CÉLULA FOTOVOLTAICA



As células fotovoltaicas convertem radiação solar diretamente em energia elétrica CC.

O princípio de funcionamento da célula fotovoltaica que é baseado no fenômeno denominado efeito fotovoltaico


load
current
sunlight
n-type
silicon
junction
p-type
silicon
photons
electron flow
"hole" flow

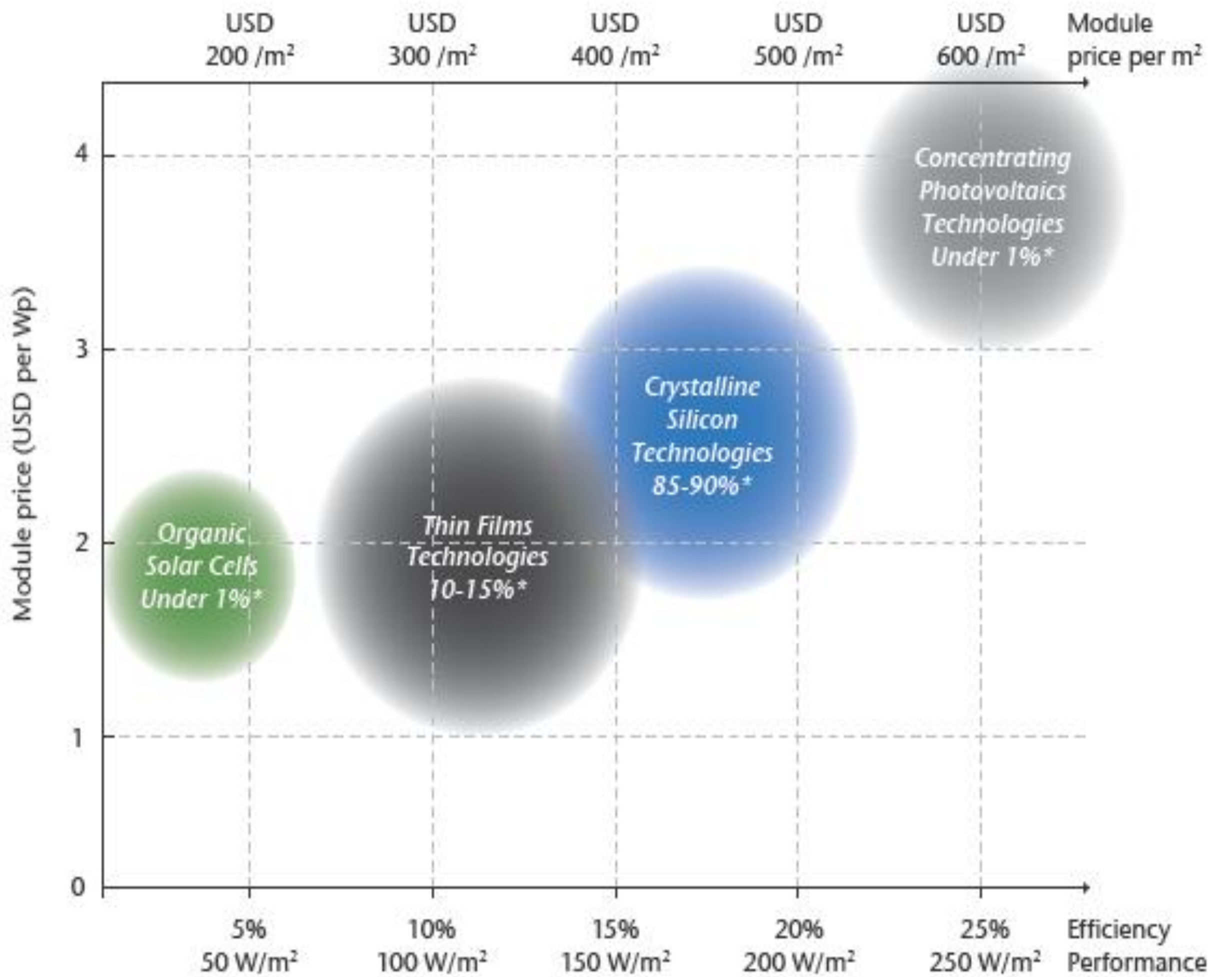
TIPOS DE CÉLULAS

❖ Primeira geração:
Células de Silicio cristalino(c-Si) representam 85-90% do mercado global hoje e são divididos em : i) monocristalino (sc-Si) e ii) multi-cristalino ou poli-cristalino (mc-Si).

❖ Segunda geração:
Filmes finos constituem atualmente cerca de 10% a 15% dos módulos solares existentes. Eles são dividios em: i) Silício amorfo (a-Si); ii) Telureto de Cádmio (CdTe); e iii) Copper-Indium-Diselenide (CIS) e Copper-Indium-Gallium-Diselenide (CIGS).

❖ Terceira geração:
Essas células podem ser fabricadas com materiais orgânicos (ex. óleo de buriti, polímeros, corantes fotosensíveis); com nanopartículas de TiO2 (dióxido de titânio) ou ZnO2 (dióxido de zinco) com e sem nanotubos de carbono; com nanotubos de carbono decorados com CdS (sulfeto de cádmio).

Figure 1: Current performance and price of different PV module technologies*



* percentage share of 2008 market

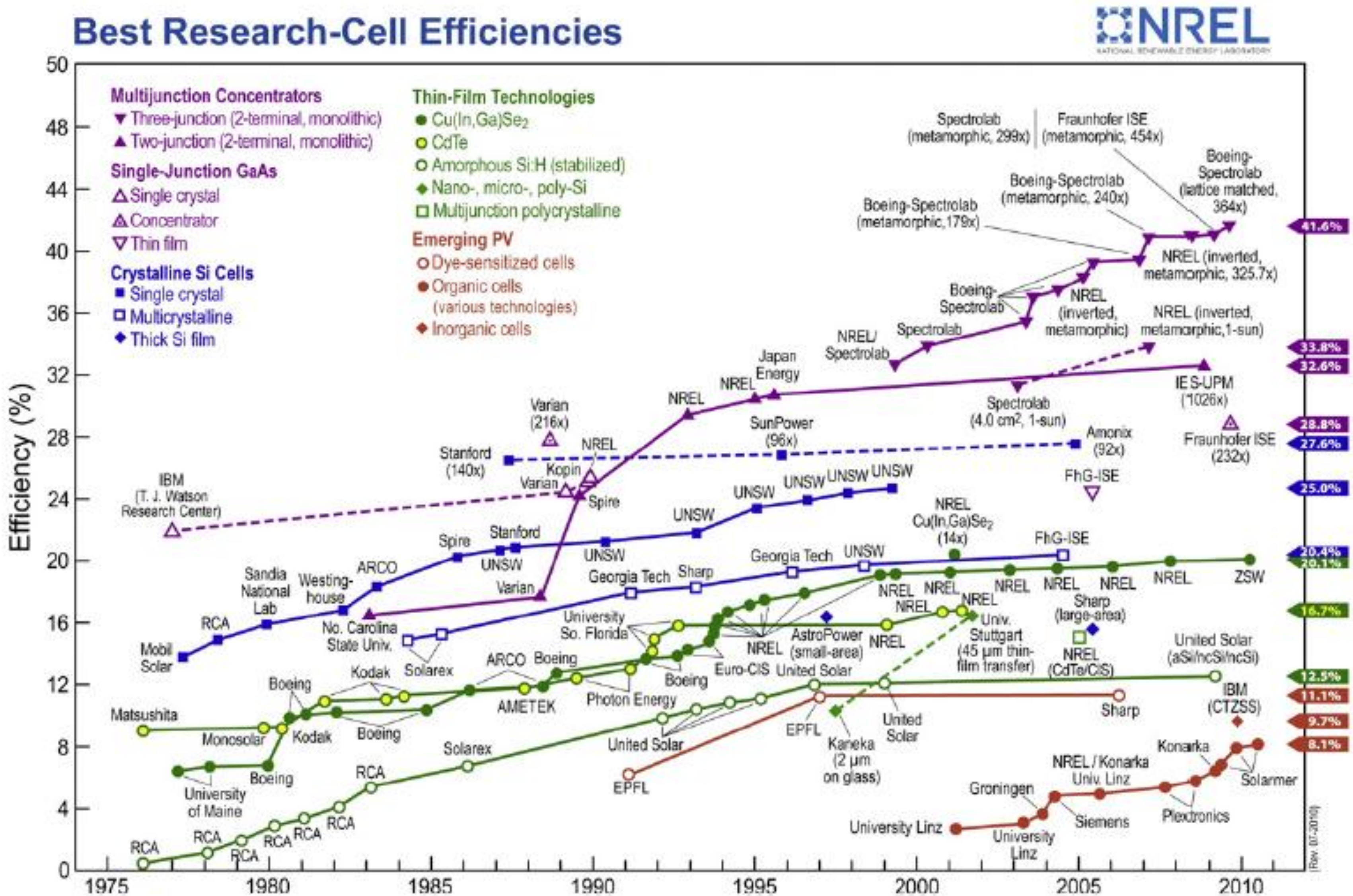


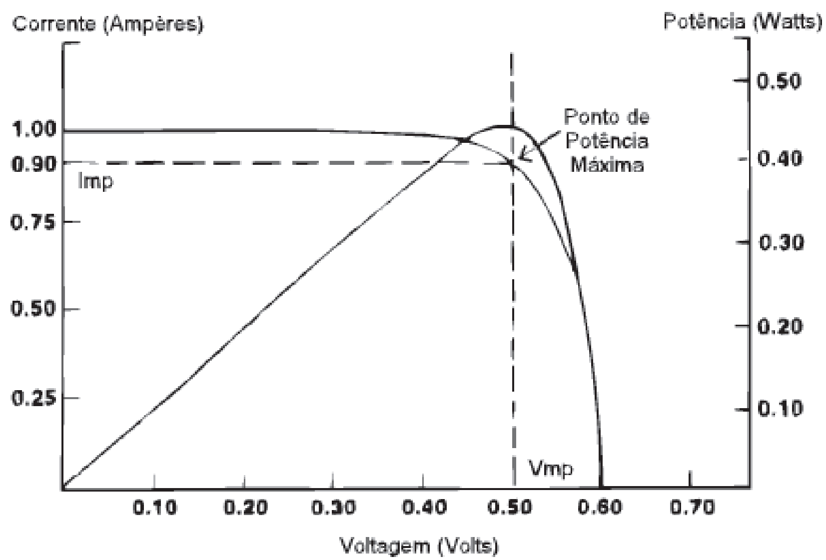
Fig. 6. PV cell efficiency. Source: Kurtz (2009).

Módulo Solar –Rendimentos e Áreas

Área necessária para os diferentes tipos de células

Material das células	Rendimento do módulo	Área necessária para 1 kW$_p$
Monocristalino	11-16%	7-9 m2 
Policristalino (EFG)	10-14%	8-9 m2 
Policristalino	8-10%	9-11 m2 
Película fina: Cobre (CIS)	6-8%	11-13m2 
Película fina: SI amorfo	4-7%	16-20 m2 

Curva Característica I-V



Parâmetros de potência máxima.
(Fonte: “Photovoltaic System Design - Course Manual”)

Voltagem (Volts)

Curva típica de potência versus tensão para a célula de silício monocristalino.
(Fonte: “Photovoltaic System Design - Course Manual”)

Curva característica IxV típica de uma célula de silício monocristalino, normalizada pela corrente de curto-circuito.
(Fonte: “Photovoltaic System Design - Course Manual”)




Centrales de generacion fotovoltaica

Usinas Fotovoltaicos no Mundo

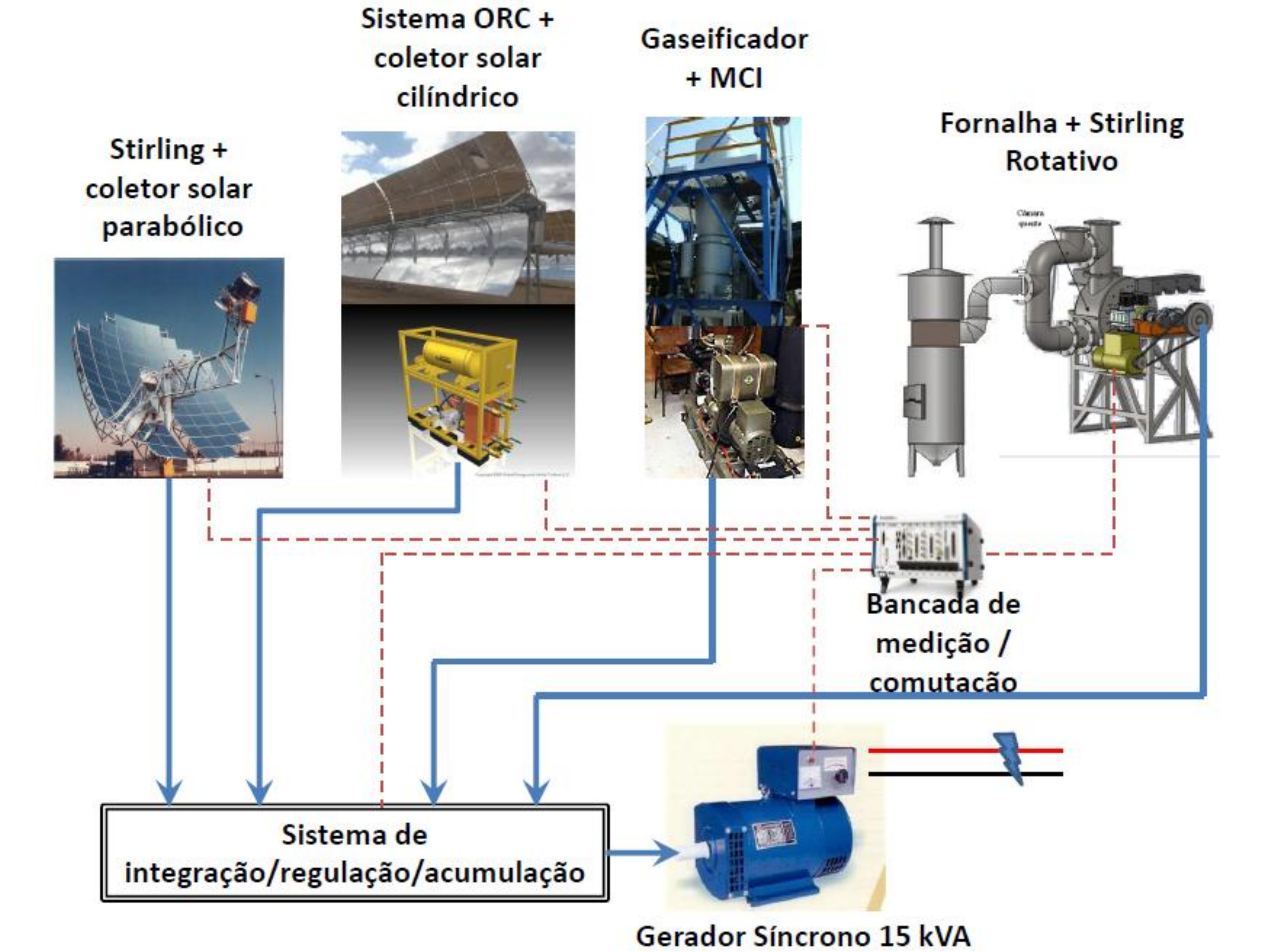
	Country	Name	Capacity (MW)	Owner	Module type	Grid connection
1.		Perovo	**100**	Activ Solar	c-Si	2011
2.		Sarnia	**92***	Enbridge	CdTe	2010
3.		Montalto di Castro	**84**	Sunpower	c-Si	2011
4.		Finsterwalde I, II & III	**83**	Q-Cells	c-Si	2010
5.		Ohotnikovo	**80**	Activ Solar	c-Si	2011
6.		Senftenberg II&III	**78**	Juwi Solar	c-Si	2011
7.		Lieberose	**71**	Juwi Solar	CdTe	2009-11
8.		Rovigo	**70**	First Reserve	c-Si	2010
9.		Olmedilla de Alarcón	**60**	Nobesol Levante	c-Si	2008
10.		Boulder City (Copper Mountain)	**55***	Sempra Generation	CdTe	2010

QUAL É A NOSA CONTRIBUIÇÃO DESDE O NEST ?

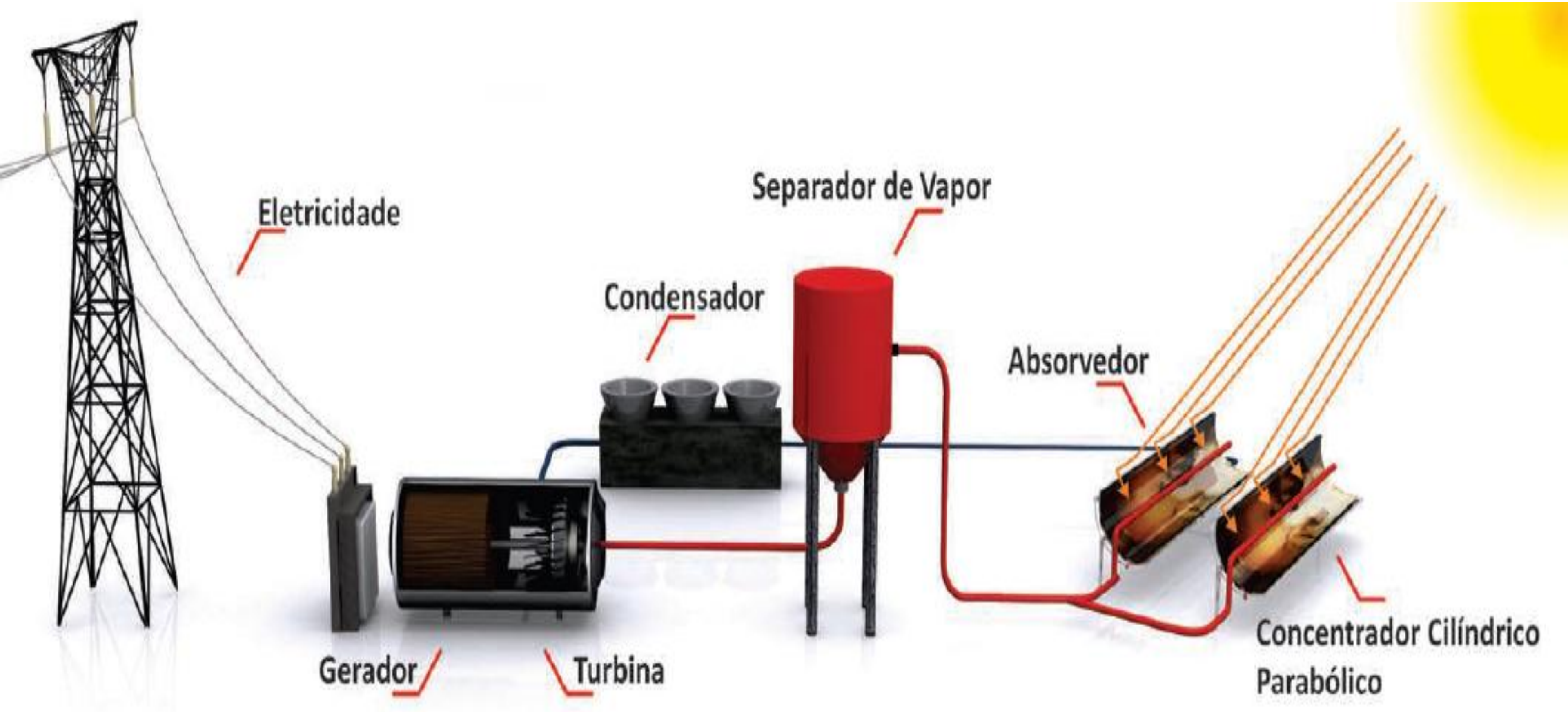
ENERGIA SOLAR TERMICA:

ORC

Solar dish Sistemas híbridos

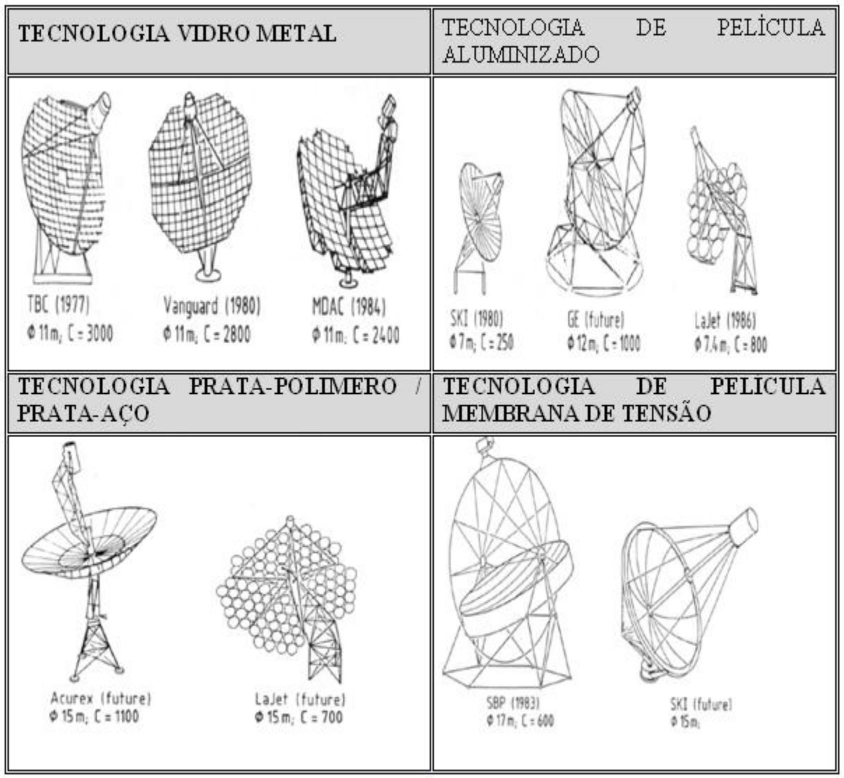


Sistema ORC +
coletor solar
cilíndrico
Gaseificador
+ MCI
Stirling +
coletor solar
parabólico
Fornalha + Stirling
Rotativo
Bancada de
medição /
comutação
Sistema de
integração/regulação/acumulação
Gerador Síncrono 15 kVA


Separador de Vapor
Eletricidade
Condensador
Absorvedor
Gerador
Turbina
Concentrador Cilíndrico
Parabólico

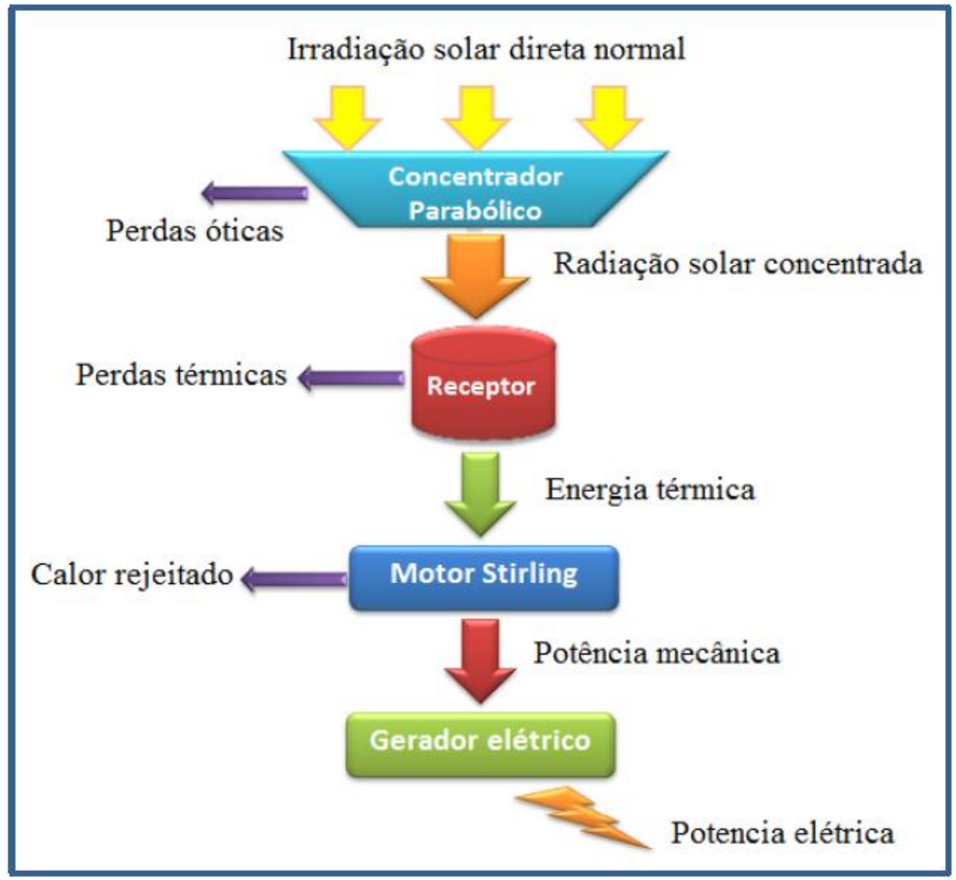
Dish Stirling

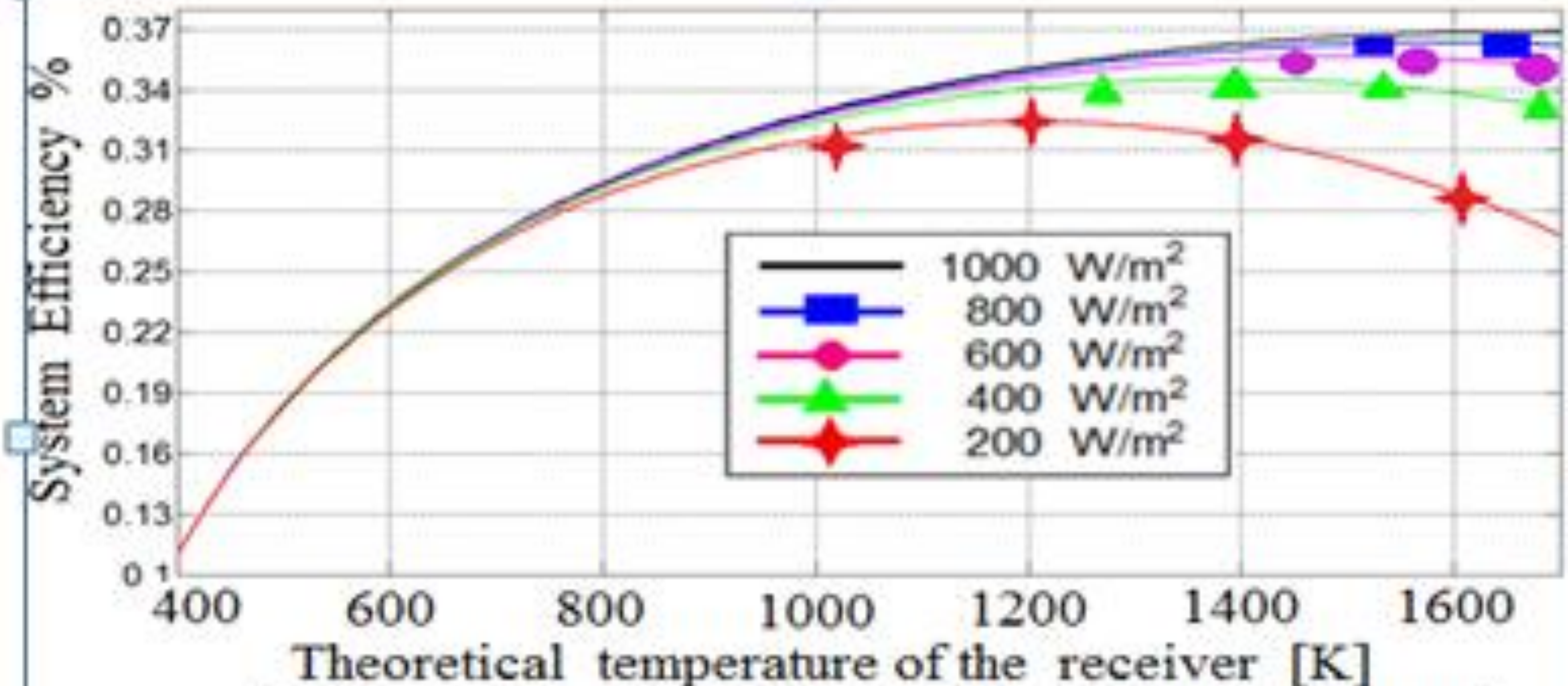
Tecnologias dos sistemas Prato/*Stirling*



Elementos do Sistema solar *Dish/Stirling*

Modelo do Sistema Dish Stirling





Ib	200	400	600	800	1000
T_{max}	1190	1403	1498	1604	1692
η_{max}	0,30	0,32	0,34	0,36	0,37

Fig. 13: Total system efficiency

Solar radiation characteristics at Itajubá, W/m2

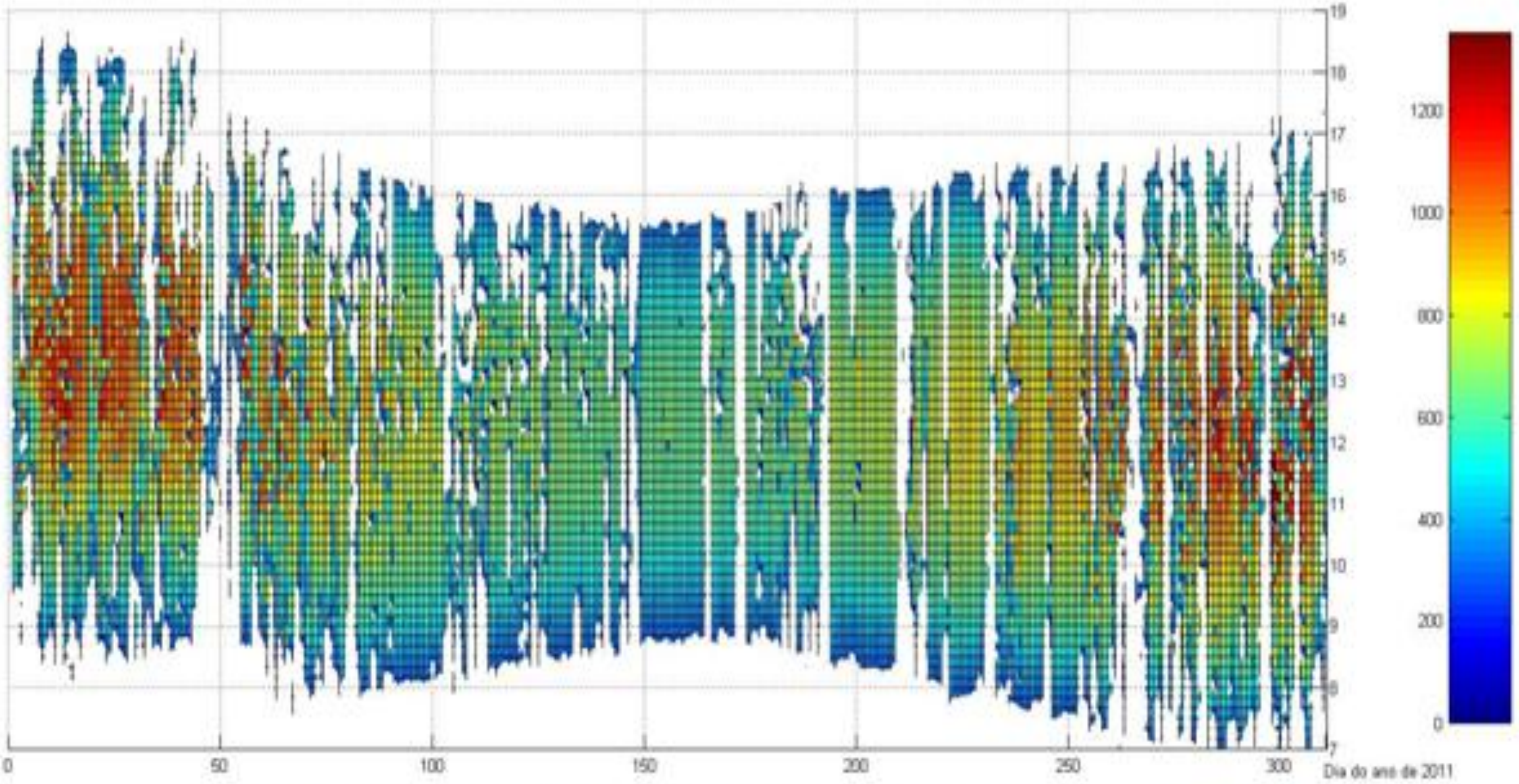
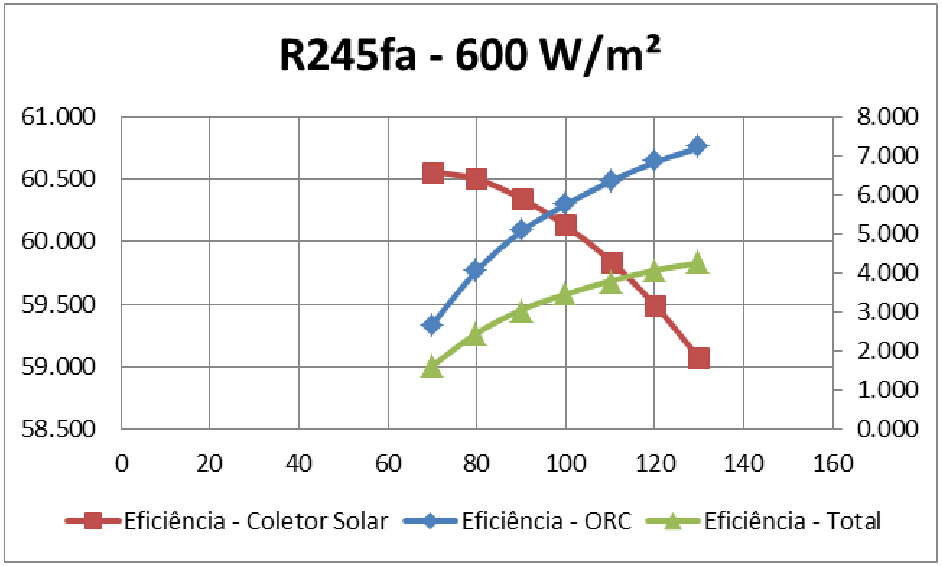
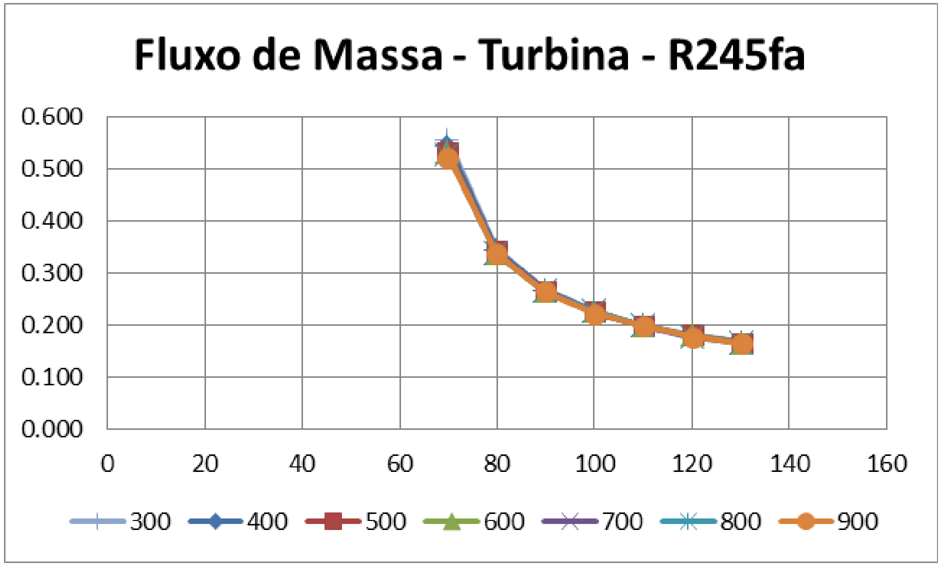
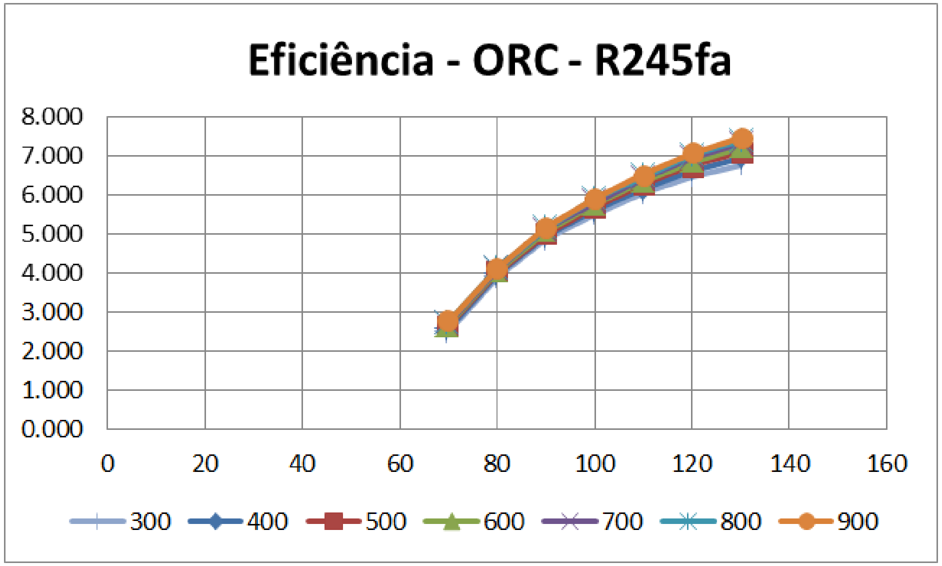


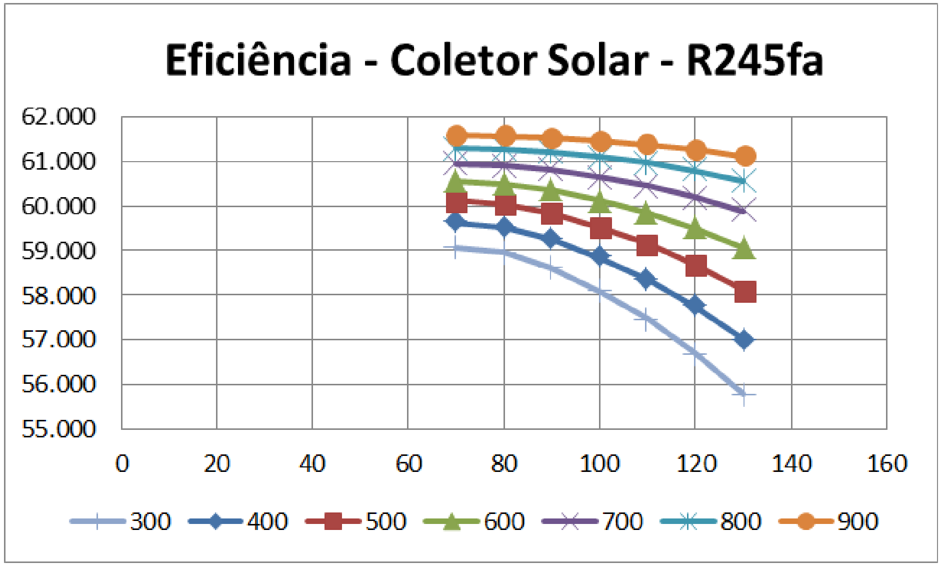
Figura 6. Radiação Solar Direta Anual em Itajubá, para o ano de 2011.

Resultados da Modelagem

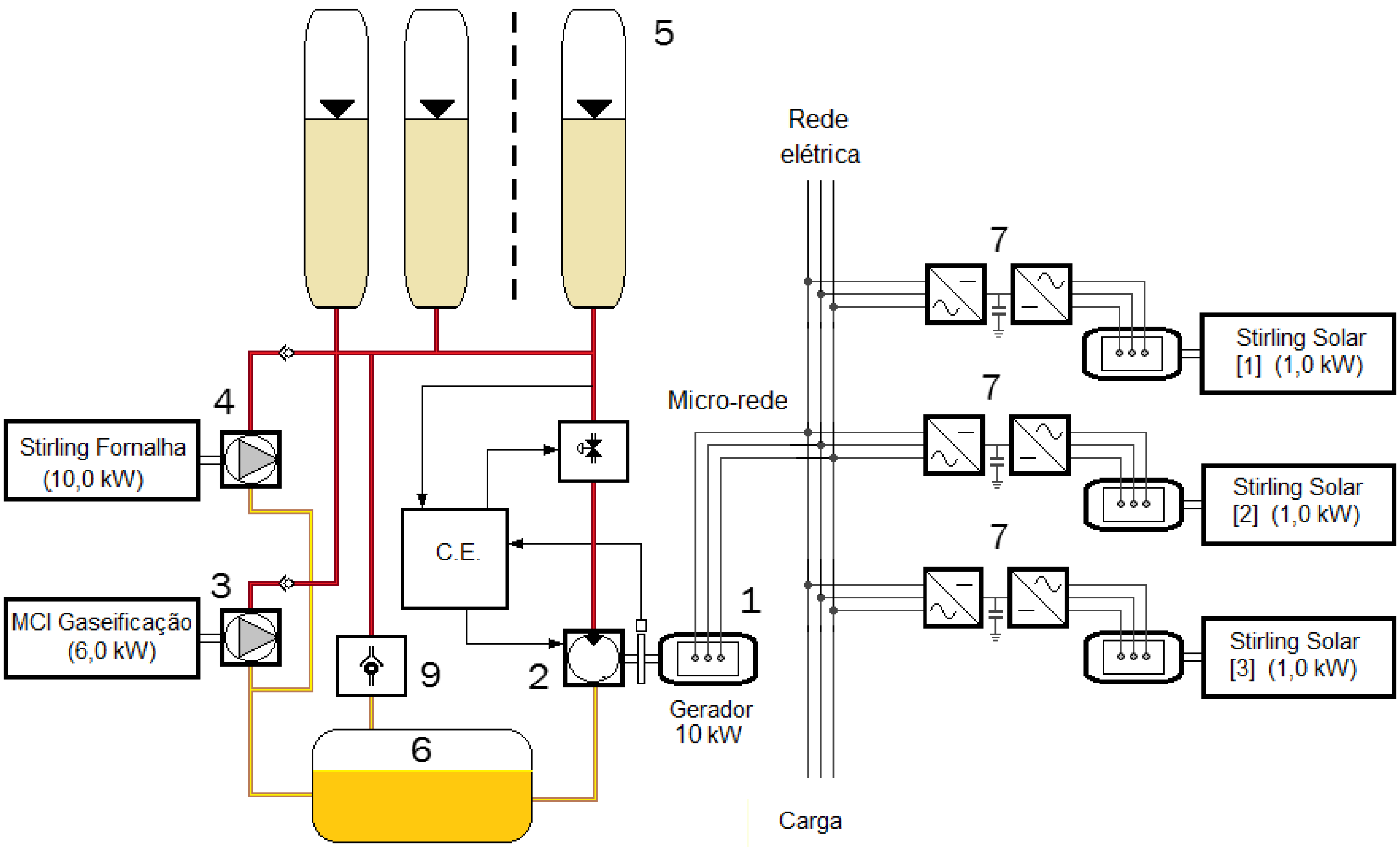




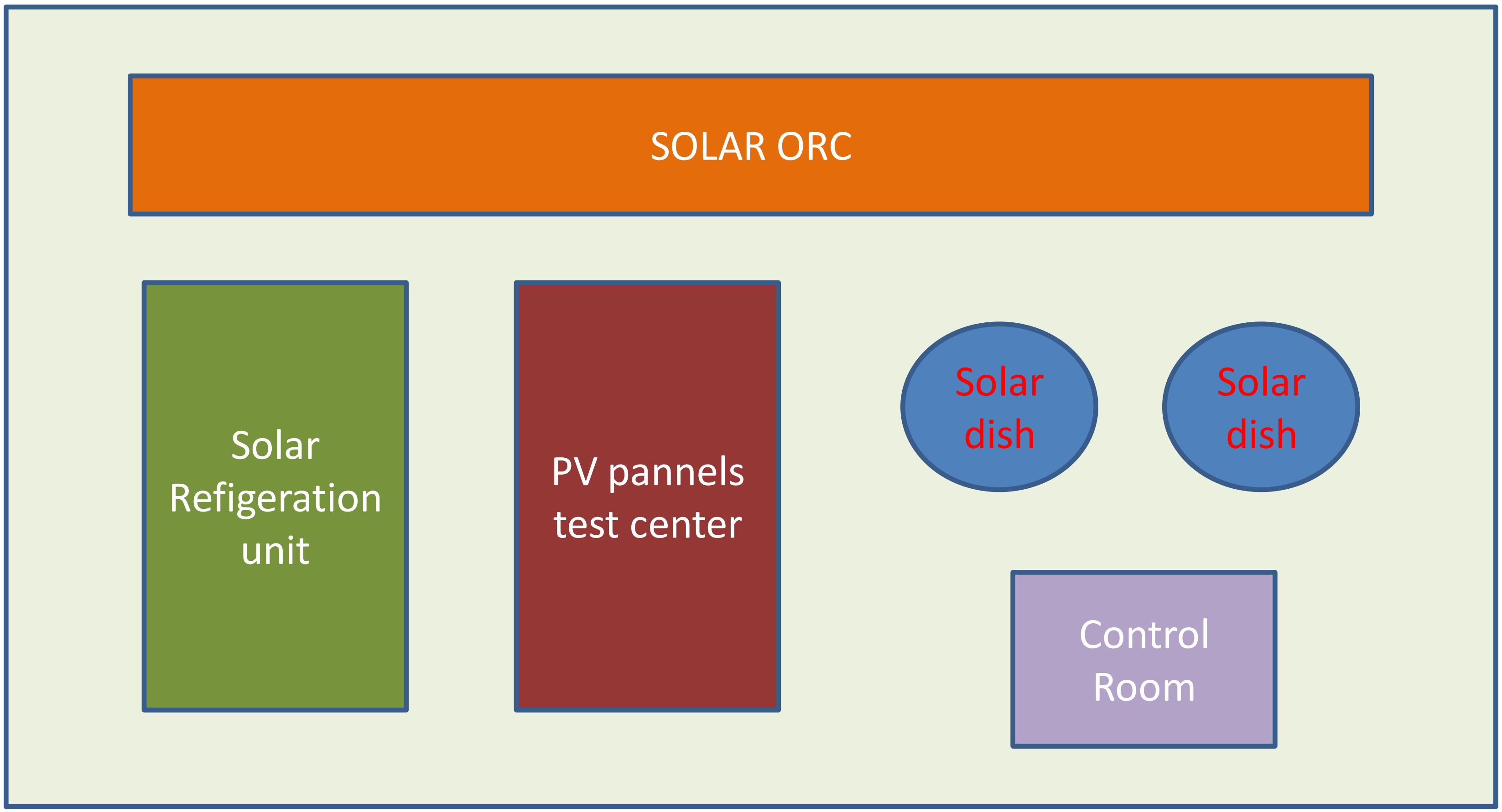




Acoplamento do sistema de integração hidráulico com equipamentos com saída de potência elétrica (Variante 4)



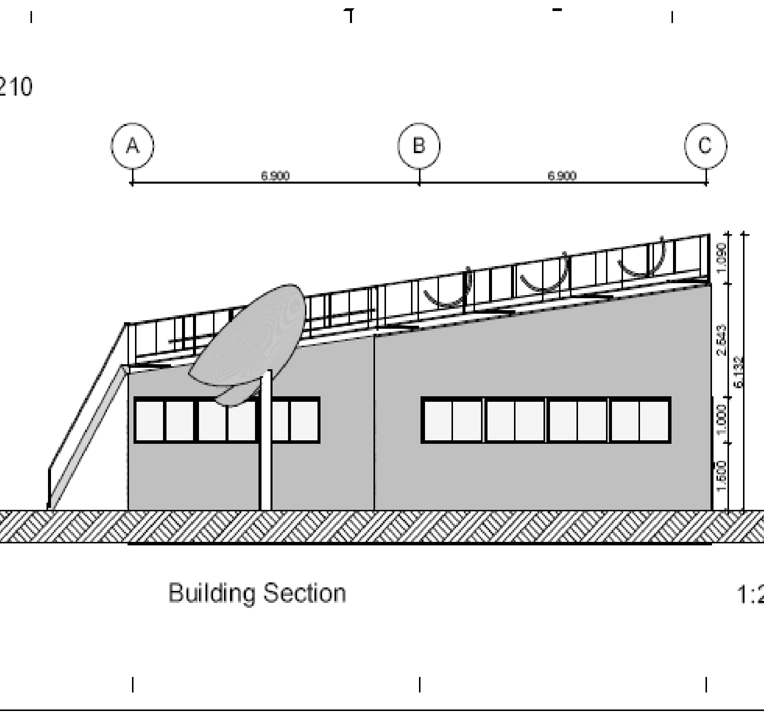
Solar Thermal and Photovoltaic Laboratory – 500 m^2



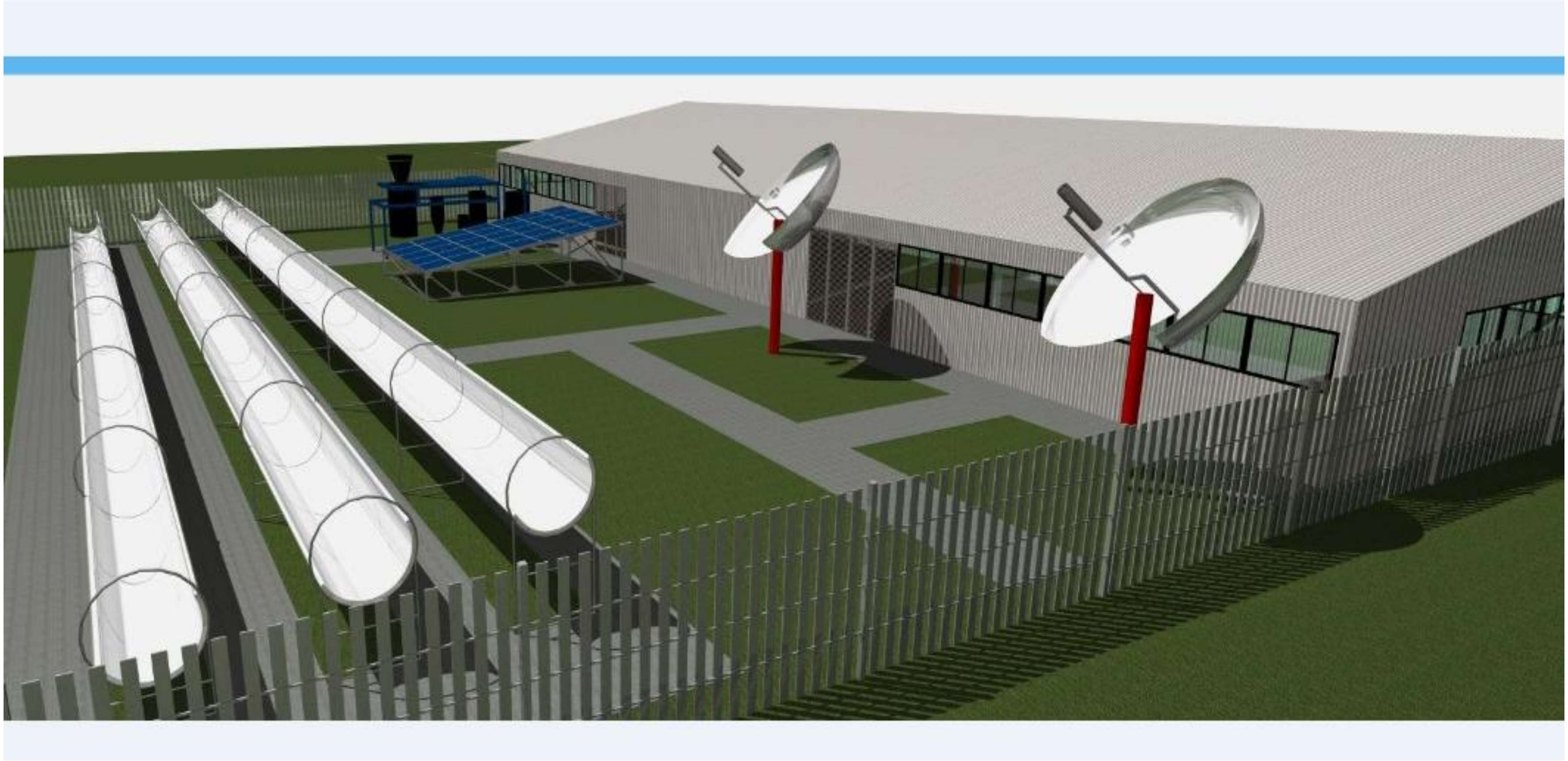

local
local

VARIANTES CONSIDERADAS

entos no telhado)



VARIANTES CONSIDERADAS (Equipamentos no nivel do solo)



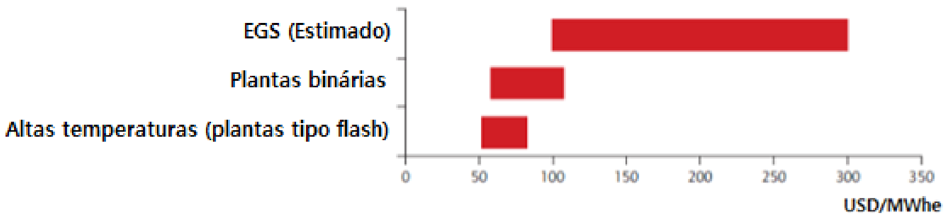
ENERGIA GEOTÉRMICA:

Modelagem e avaliação termodinâmica de sistemas HDR com ciclos ORC e Kalina

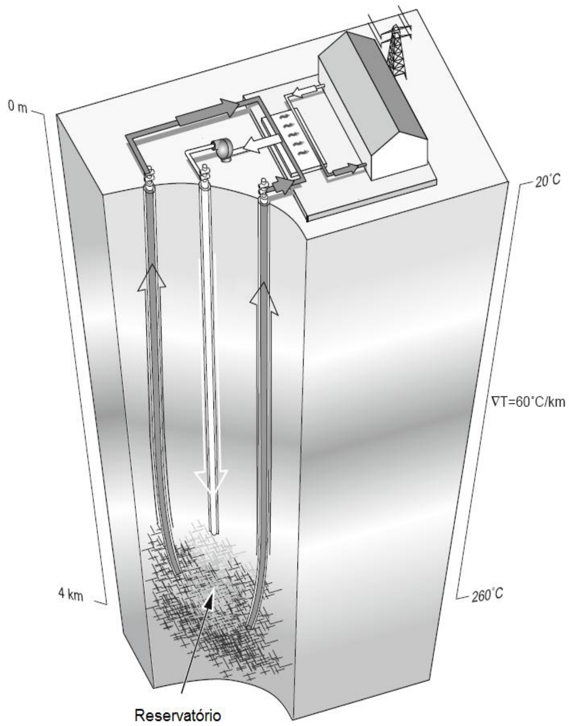
EGS

• Em 2011, 20 projetos EGS estavam em desenvolvimento ou em discussão em vários países da União Europeia, (IEA, 2011).

• O maior projeto EGS no mundo, uma planta de demonstração de 25 MWe, está sob desenvolvimento na Bacia Cooper na Austrália.



Custos de produção de eletricidade a partir de fontes geotérmicas, (IEA, 2011)

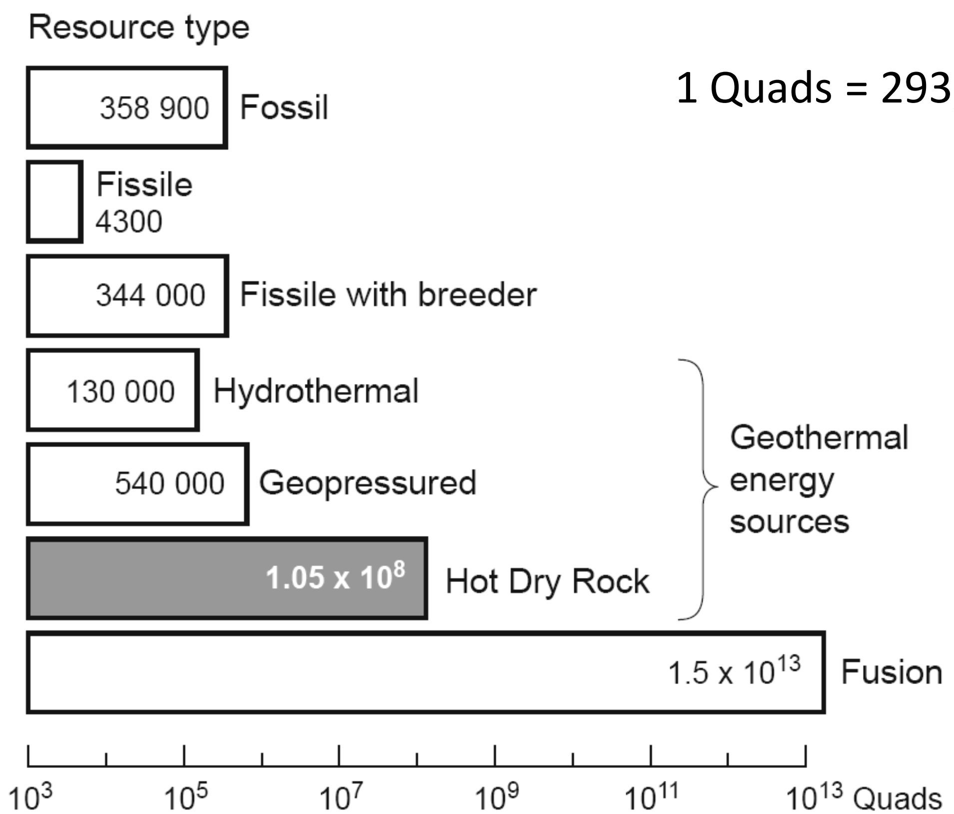


Esquema de um EGS, (Brown, et al., 2012)

Reservatórios de vapor de água e de água quente é apenas uma pequena parte do recurso geotérmico.

Disponibilidade do recurso

1 Quads = 293,083,000,000 kWh



Estimativa do potencial mundial de diferentes recursos energéticos (Brown et al., 2012).

A produção global de energia primária em 2004 foi de 446 quad

A Quad is a unit of energy equal to 10 15 BTU, or 1.06 * 10 18 Joule in SI units.

EGS

Atualmente existem no mundo apenas poucas plantas geotérmicas do tipo HDR:

-Planta piloto em Soultz na França, (3.8 MW, 5000m).

-Planta comercial em Landau, Alemanha, (2.9MW, 3000m).

-Planta comercial em Ishem, Alemanha,
(~ 4MW, 3500m).

-Planta comercial em Interhaching, Alemanha,
(~ 3MW, 3300m)

Fotografia da central geotérmica HDR em Soultz (Genter, 2012).

ARTIGO APPLIED THERMAL ENGINEERING 2013

Applied Thermal Engineering 52 (2013) 109–119

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Applied Thermal Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/apthermeng

Exergetic and economic comparison of ORC and Kalina cycle for low temperature enhanced geothermal system in Brazil

Carlos Eymel Campos Rodríguez [a,*], José Carlos Escobar Palacio [a], Osvaldo J. Venturini [a], Electo E. Silva Lora [a], Vladimir Melián Cobas [a], Daniel Marques dos Santos [b], Fábio R. Lofrano Dotto [c], Vernei Gialluca [d]

[a] Federal University of Itajuba (UNIFEI), Mechanical Engineering Institute – IEM, Excellence Group in Thermal Power and Distributed Generation (NEST), Minas Gerais, Brazil
[b] AES Tietê, Bauru, São Paulo, Brazil
[c] FAROL Pesquisa, Desenvolvimento e Consultoria, Brazil
[d] Gênera Serviços e Comércio LTDA, Brazil

HIGHLIGHTS

- The aim of this paper is to compare both cycles (ORC and Kalina).
- Kalina cycle offer 18% more net power than ORC and require 37% less mass flow rate.
- It was obtained 17.8% lower levelized electricity costs for Kalina cycle over the ORC.

ARTICLE INFO

Article history:
Received 1 August 2012
Accepted 7 November 2012
Available online 24 November 2012

Keywords:
Thermodynamic analysis
Kalina cycle
Organic Rankine cycle
Enhanced geothermal system
Working fluids
Ammonia–water mixture
Exergy
Levelized electricity cost

ABSTRACT

This paper deals with the thermodynamic analysis, of both the first and second law of thermodynamic of two different technologies, (ORC and Kalina cycle) for power production through an enhanced geothermal system (EGS). In order to find a better performance of both thermal cycles it were evaluated 15 different working fluids for ORC and three different composition of the ammonia–water mixture for the Kalina cycle. In this work, the Aspen-HYSYS software was used to simulate both thermal cycles and to calculate the thermodynamic properties based on Peng–Robinson Stryjek–Vera (PRSV) Equation of State (EoS). At the end the two cycles was compared using an economic analysis with the fluid that offers the best performance for each thermal cycle which are R-290 for ORC and for Kalina cycle a composition of the mixture of 84% of ammonia mass fraction and 16% of water mass fraction. For this conditions the Kalina cycle produce 18% more net power than the ORC. A levelized electricity costs of 0.22 €/kW h was reached for ORC and 0.18 €/kW h for Kalina cycle. Finally a sensitivity analysis of the EGS LCOE was carried out for a few economic parameters to determinate how is the variation of LCOE for a % change from the base case.

1. Introduction

World energy demand is expected to continue to increase in a foreseen future. In order to minimize the negative impact on environment caused by utilization of fossil energy resources, more efficient energy conversion processes and the use of "clean energy" are necessary. The electrical power demand is also expected to increase. The fact that most of our energy supply comes from carbon-based sources, increase the concentration of carbon dioxide and other greenhouse gases in the atmosphere. In addition, the emissions of methane, nitrous oxide, and other halocarbons increase too.

Geothermal energy is based on the heat from the Earth. It's clean and sustainable. Resources of geothermal energy range from the shallow ground to hot water and hot rock found a few miles beneath the Earth's surface, and down even deeper to the extremely high temperatures of molten rock called magma. The Earth's geothermal resources are theoretically more than enough to supply humanity's energy needs [1,2].

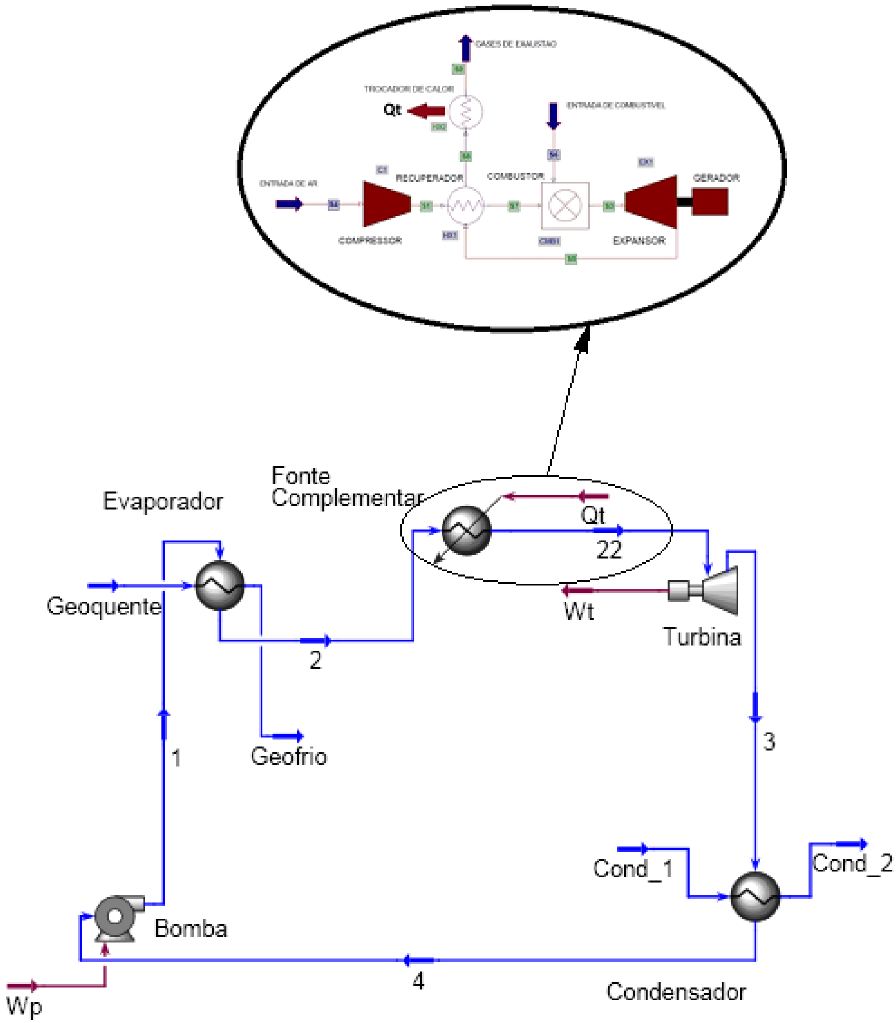
The Brazilian energetic matrix is based mainly in renewable sources (about 80% hydro and 6% biomass and wind). The application of the geothermal heat in Brazil is limited to it direct use only. The various applications of direct use are: 0.9 MWt and

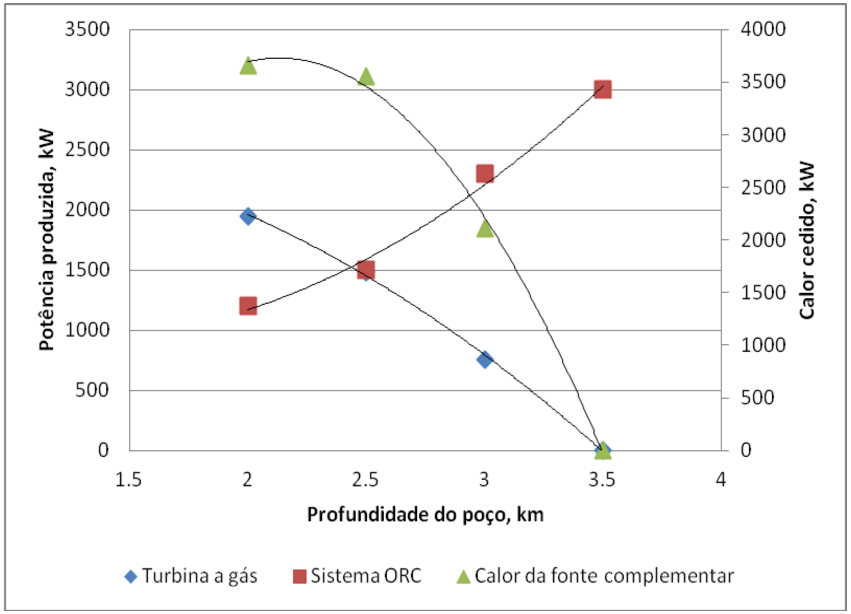
* Corresponding author.
E-mail addresses: eymelcampos@hotmail.com (C.E. Campos Rodríguez), danielmarques.Santos@aes.com (D. Marques dos Santos), fabio@farolconsultoria.com.br (F.R. Lofrano Dotto), vernei@generatech.com.br (V. Gialluca).

1359-4311/$ – see front matter © 2012 Elsevier Ltd. All rights reserved.
http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2012.11.012

Rodríguez, C. E. C., Palacios, J. C. E., Sotomonte, C. A. R., Venturini, O. J. ; Lora, E. E. S., Cobas, V. M., Santos, D. M., Dotto, F. R. L., Gialluca, V. Exergetic and economic comparison of ORC and Kalina cycle for low temperature enhanced geothermal system in Brazil. Applied Thermal Engineering, v. 52, p. 109-119, 2013.

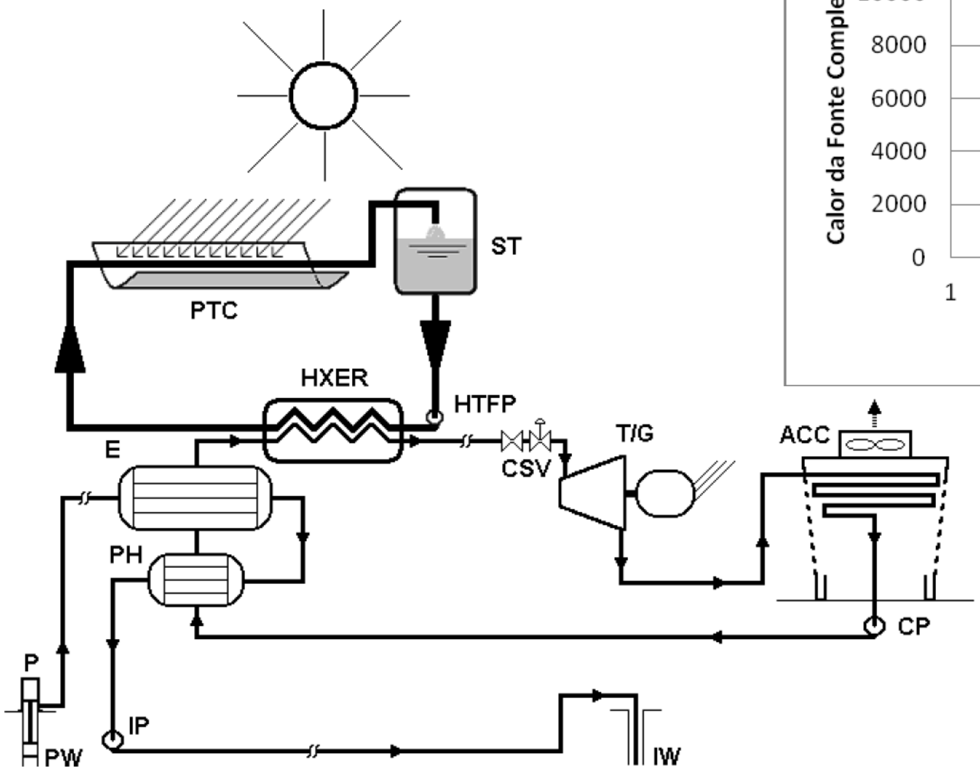
Configuração 1 (Sistema híbrido gás natural / Energia Geotérmica)

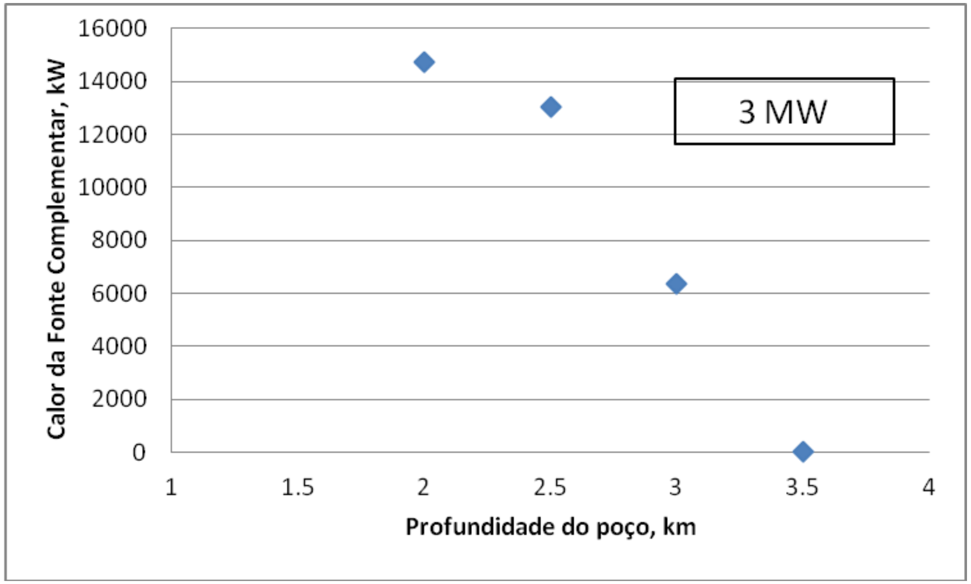




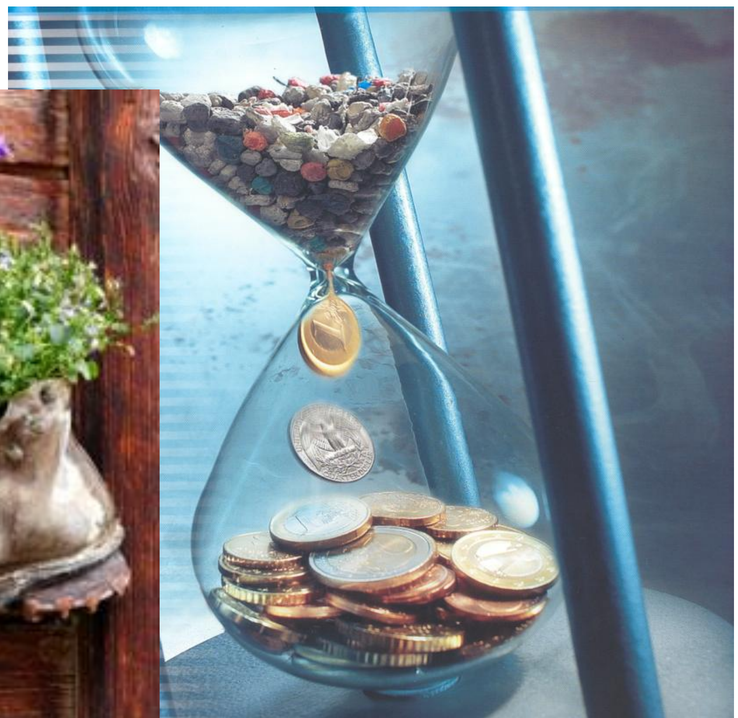
Gradientes de temperatura no Ceará e Rio Grande do Norte e na Bacia de Taubaté (45 ºC/km). Foram simulados quatro cenários aumentando a profundidade do poço de 2 km até 3.5 km, a vazão de água injetada no poço é de 80 kg/s e o fluido de trabalho utilizado no ORC é o isobutano.

Configuração 2 (Sistema híbrido solar / Energia geotérmica)



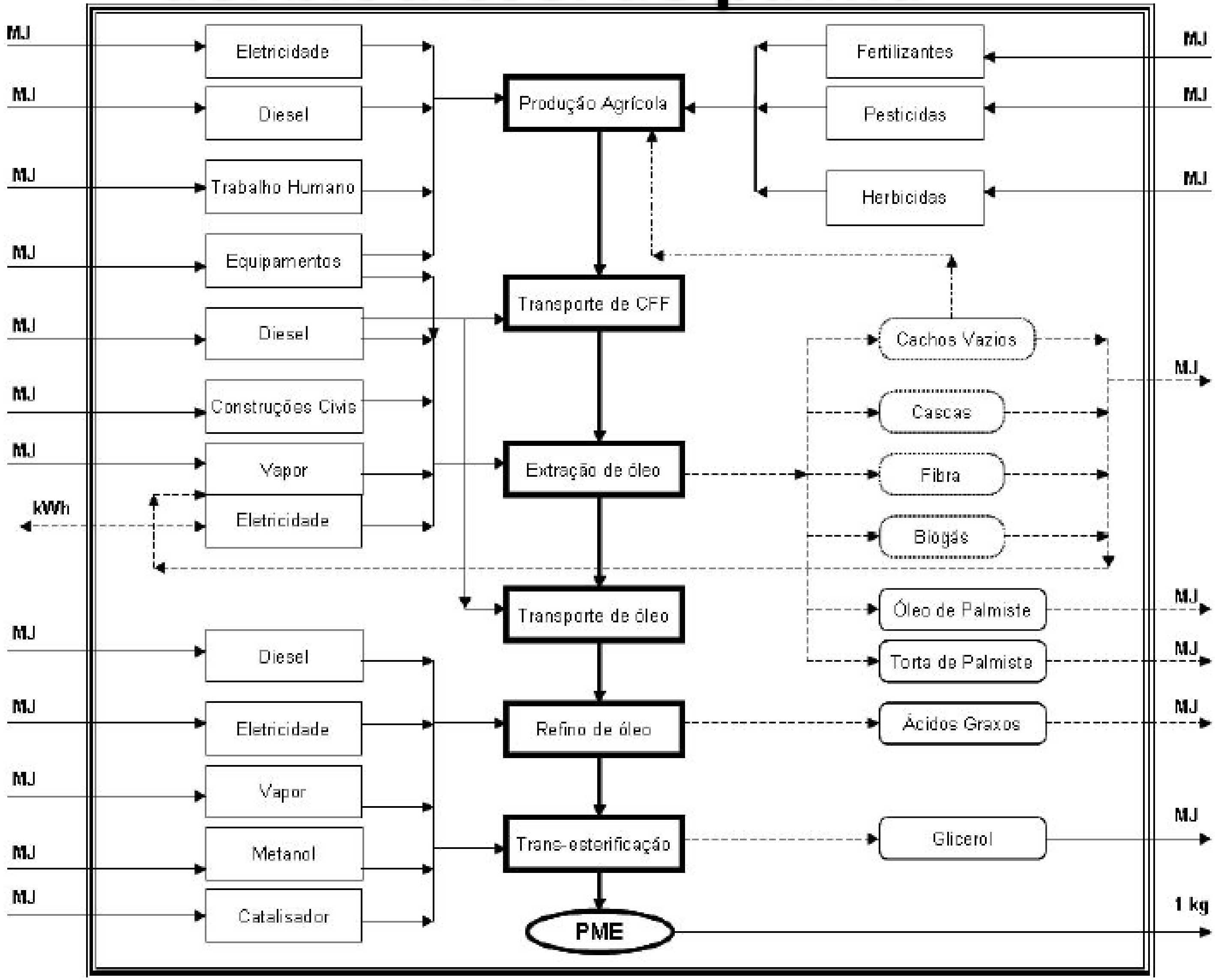


ACV DE BIOCOMBUSTÍVEIS E RESÍDUOS

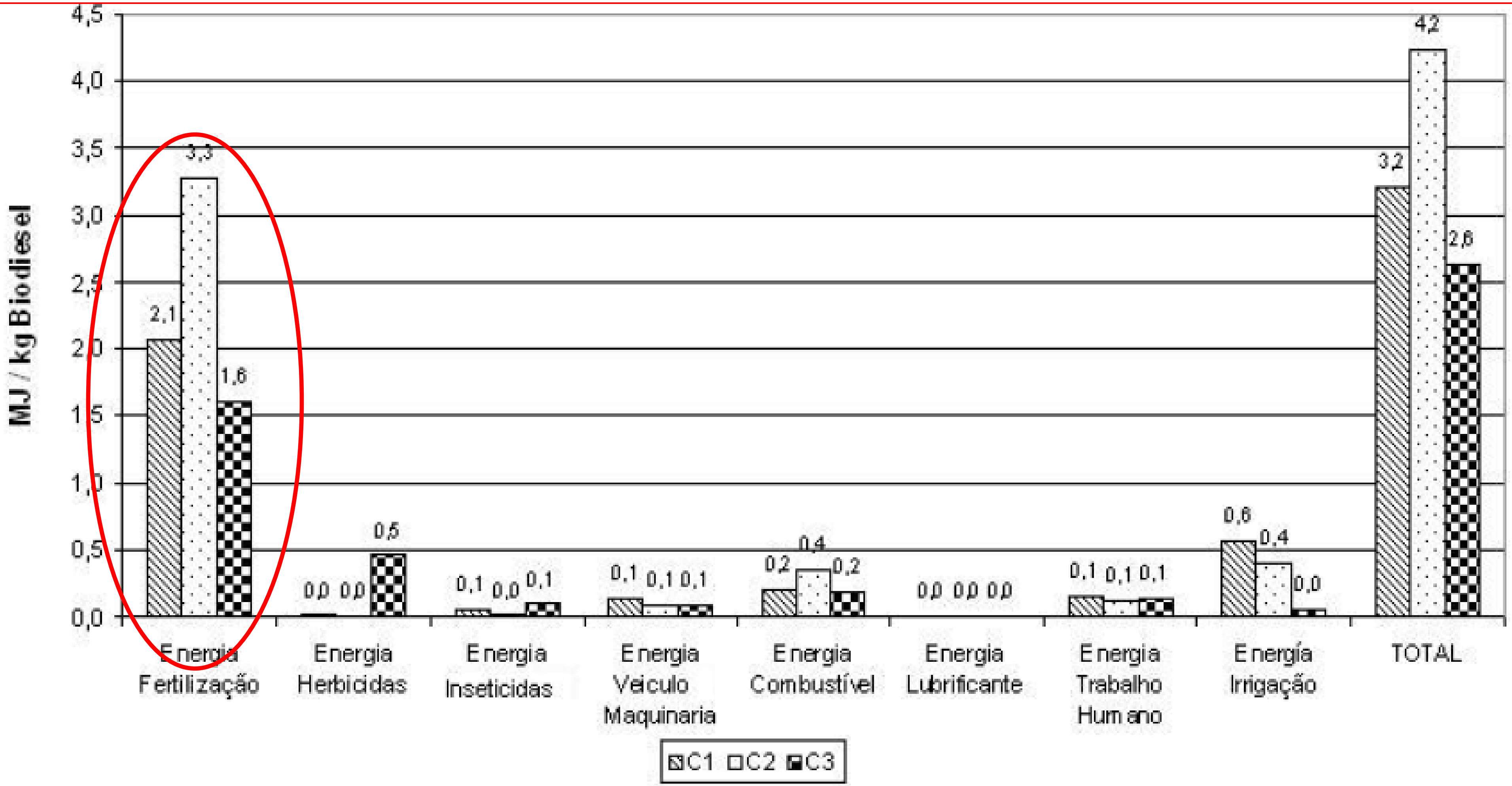


ETAPA AGRÍCOLA

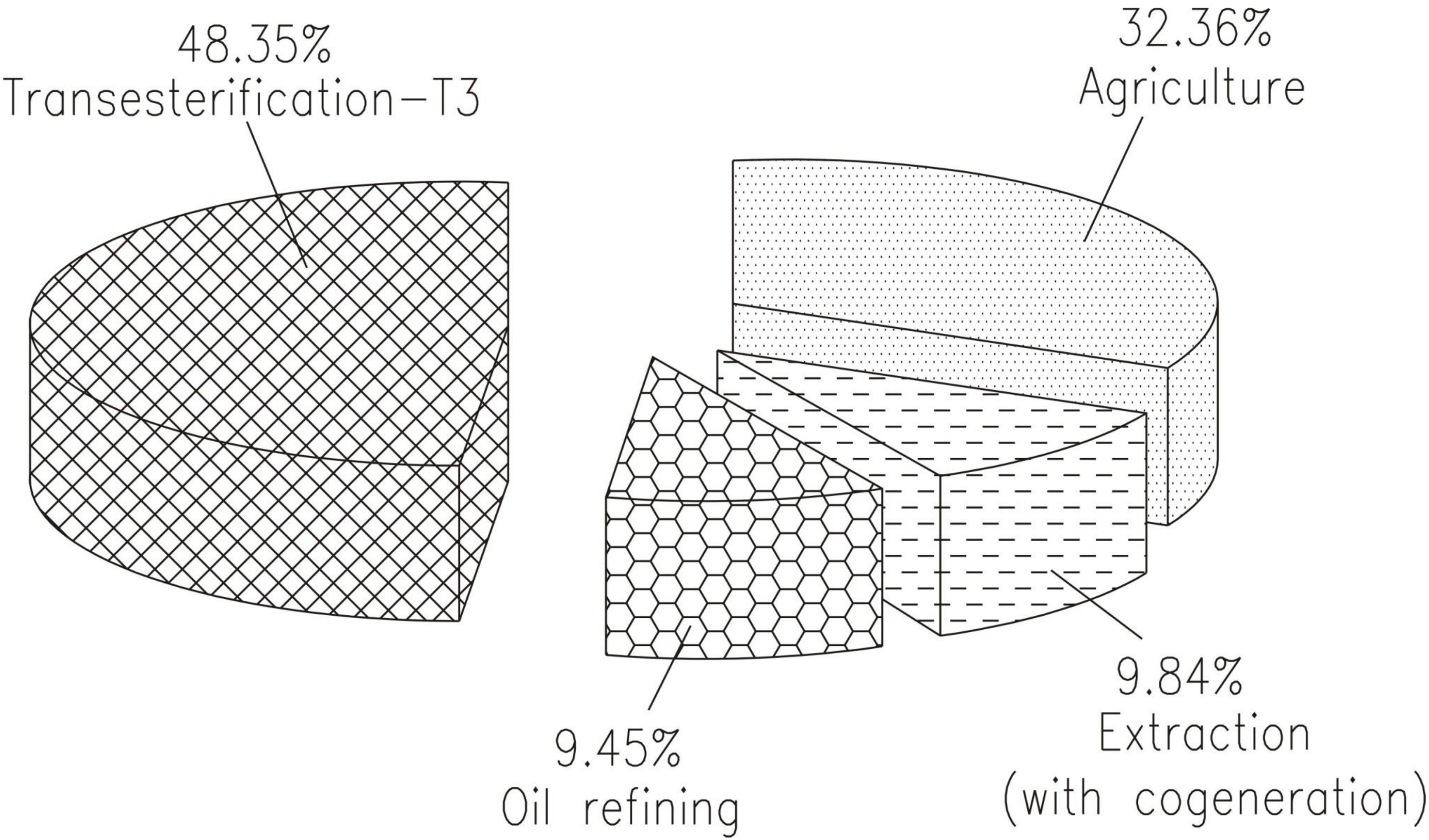
Esquema del inventario de ciclo de vida del biodiesel de palma



INPUTS DE ENERGIA NA ETAPA AGRÍCOLA



PARTICIPATION OF LC STAGES IN TOTAL ENERGY CONSUMPTION



RELAÇÃO OUTPUT/INPUT (renovavel/fossil)

INPUT, [MJ / kg Biodiesel]	C1	C2	C3
Agricola	3,2069	4,2376	2,6326
Extração – incluindo cogeração (biomassa)	1,0629	1,2721	0,7279
Refinação do óleo	0,9804	0,9804	0,9804
Transesterificação –T1, *Borken et. al. (2006)*	5,7608	5,7608	5,7608
Transesterificação – T2, Ácidos graxos.	20,5472	20,5472	20,5472
Transesterificação – T3, *Lurgi (2007)*	5,0194	5,0194	5,0194
Total Input, usando T1	11,0110	12,2509	10,1017
Total Input, usando T2	25,7974	27,0373	24,8881
Total Input, usando T3	10,2696	11,5095	9,3603
Total Input, com aporte de Cachos vazios e usando T3	9,9621	11,2020	9,0528
OUTPUT, [MJ / kg Biodiesel]	**C1**	**C2**	**C3**
Fibra, (10% excedente)	0,8572	0,7246	0,6656
Cascas, (29% excedente)	2,7913	2,6483	1,8517
Biogás	0,0552	0,0552	0,0552
Torta Palmiste	2,5406	2,3863	2,4658
Óleo de palmiste	6,0063	5,6416	5,8296
Glicerina	2,0938	2,0938	2,0938
Ácidos graxos	1,2766	1,2766	1,2766
Biodiesel	39,60	39,60	39,60
Total Output	**55,2210**	**54,4264**	**53,8383**
O / I (Sem aporte dos Cachos vazios), usando T3	**5,3771**	**4,7288**	**5,7518**
O / I (Com aporte dos Cachos vazios), usando T3	**5,5431**	**4,8586**	**5,9471**

Renewable Energy 34 (2009) 2905–2913

Contents lists available at ScienceDirect

Renewable Energy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/renene

Technical note

The energy balance in the Palm Oil-Derived Methyl Ester (PME) life cycle for the cases in Brazil and Colombia

Edgar Eduardo Yáñez Angarita[a,*], Electo Eduardo Silva Lora[b], Rosélis Ester da Costa[b], Ednildo Andrade Torres[c]

[a] Oil Palm Research Center – CENIPALMA Cll 20A # 43 A 50, Piso 4. Bogotá D.C., Colombia
[b] Federal University of Itajubá/Excellence Group in Thermal and Distributed Generation NEST (IEM/UNIFEI), Brazil
[c] Bahia Federal University – UFBA, Brazil

Comparação da relação Output/Input para o Biodiesel obtido por diferentes oleaginosas

Biodiesel	Output/Input	Referências
RME (Europa)	1,7	*ITC, (2000)*
Soja (EUA)	3,2 – 3,4	*Sheehan, (1998)*
Girassol e RME (Europa)	2,4 – 5,2	*Janulis, (2003)*
Mamona (Brasil)	2 – 2,9	*Neto, et. al.(2004)*
Biodiesel de óleo de Palma	4,86 – 5,95	*Este estudo*

MUCHAS GRACIAS

electo@unifei.edu.br