

Energia no Brasil: Atualidade e Perspectivas

Júlio César Passos

Departamento de Engenharia Mecânica

julio.passos@ufsc.br

www.lepten.ufsc.br

Uberlândia, 11 de agosto 2014.

Três invenções importantes: para a História da Energia

1769 - primeira patente da máquina a vapor, de autoria de James Watt.

1866 - o primeiro dínamo elétrico, inventado por Werner von Siemens.

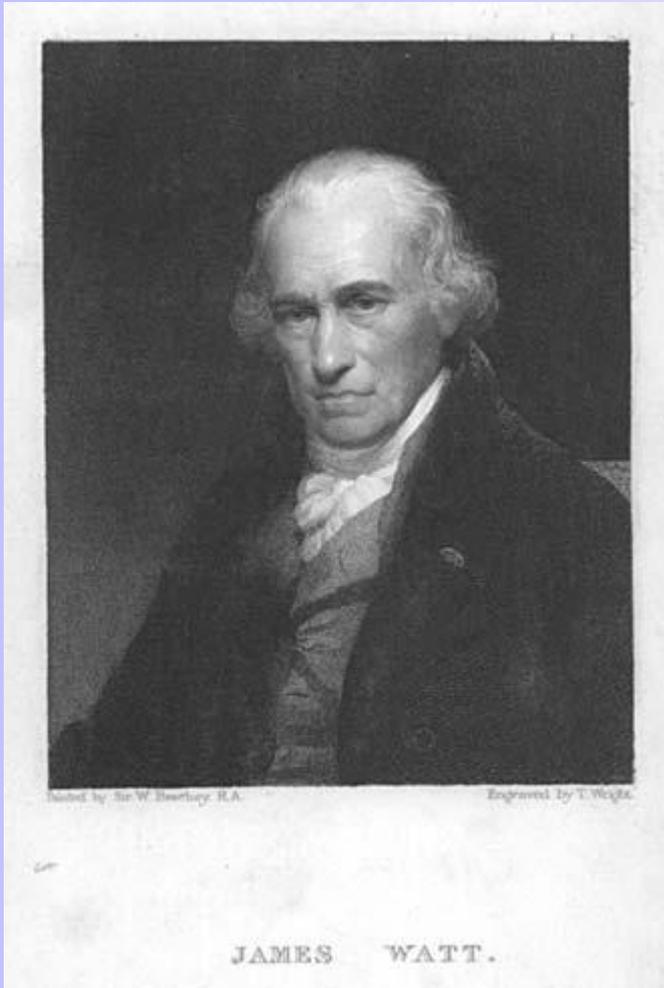
1879 - lâmpada a filamento incandescente, inventada por Thomas Edison.

A CONQUISTA DA ENERGIA (1)

Revolução industrial

JAMES WATT

(1736-1819)



1757 (aos 21 anos): contratado pela Univ. de Glasgow como *“Fabricante Oficial de Instrumentos Matemáticos”*. *Repara uma máquina a vapor de Newcomen.*

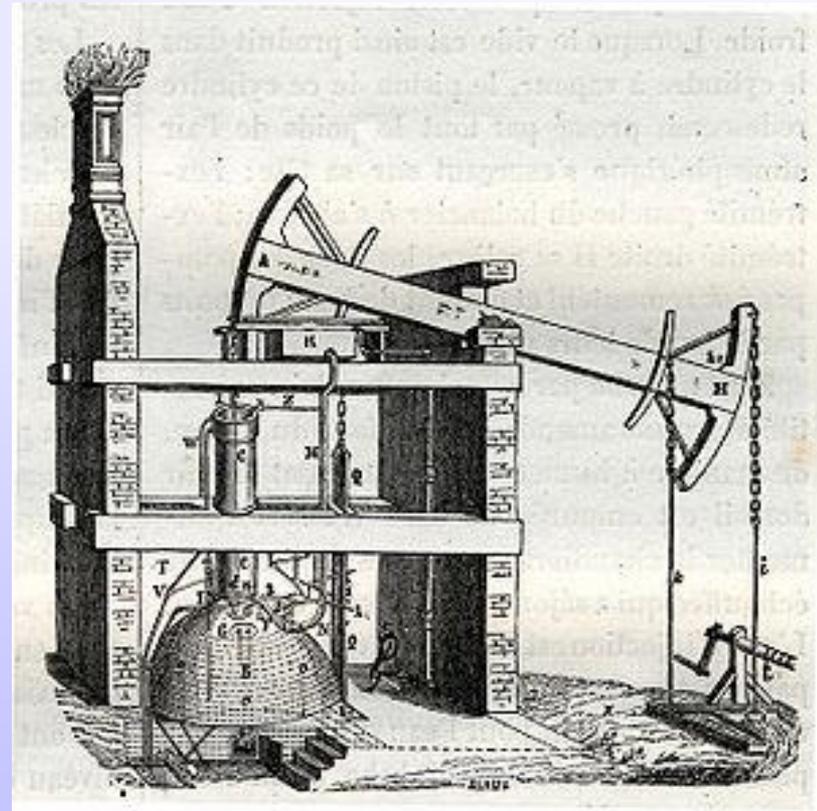
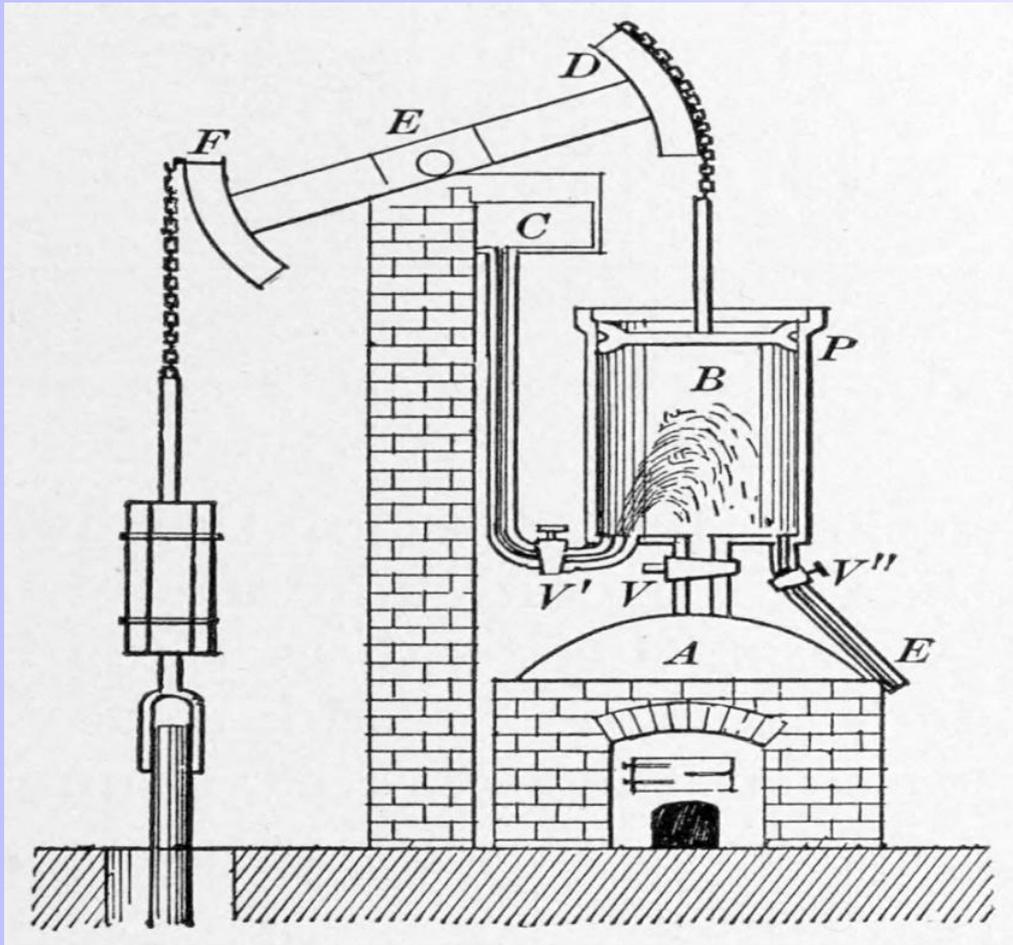
1769- requerimento da primeira patente para a máquina a vapor

O inventor “da nova máquina” (1777, *mais veloz, mais barata, mais possante e que consumia menos combustível*).

Fonte: Anna Sproule, *Os grandes cientistas*, Ed. Globo, 1993.



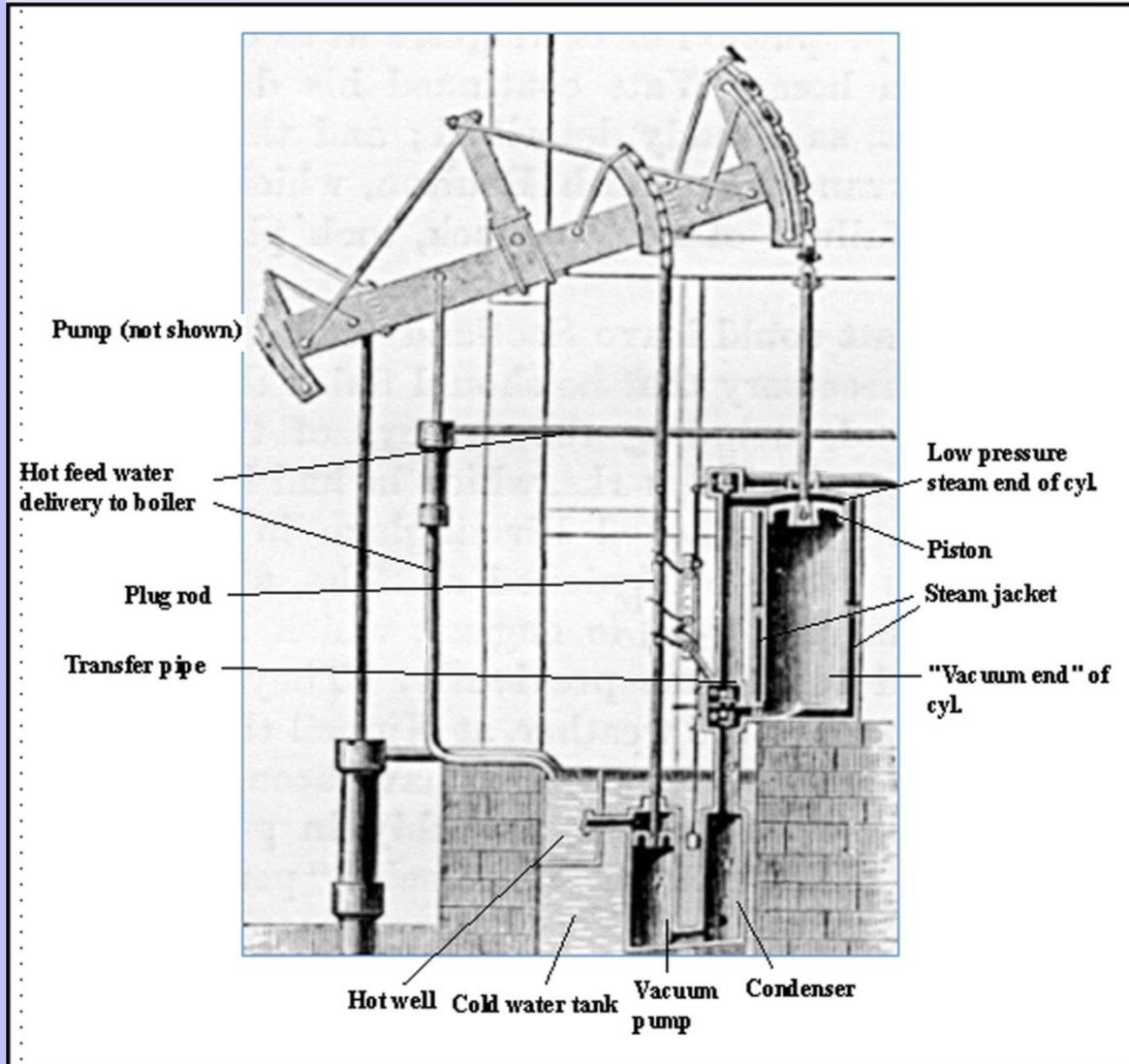
Evolução da máquina a vapor (máquina de "fogo" - fire engine) de Thomas Newcomen (1663-1729)



1705 ou 1706– patente da máquina de Thomas Newcomen



Máquina a vapor de James Watt (1736-1819)



Principal inovação em relação à de Newcomen:
Condensador separado do cilindro de vapor.

1774 - Watt associa-se a Mattheu Boulton (muda-se para Birmingham)

1800 – expira a patente da máquina a vapor de James Watt e termina a sociedade Boulton & Watt

1769– primeira patente da máquina a vapor de James Watt



A CONQUISTA DA ENERGIA (2)

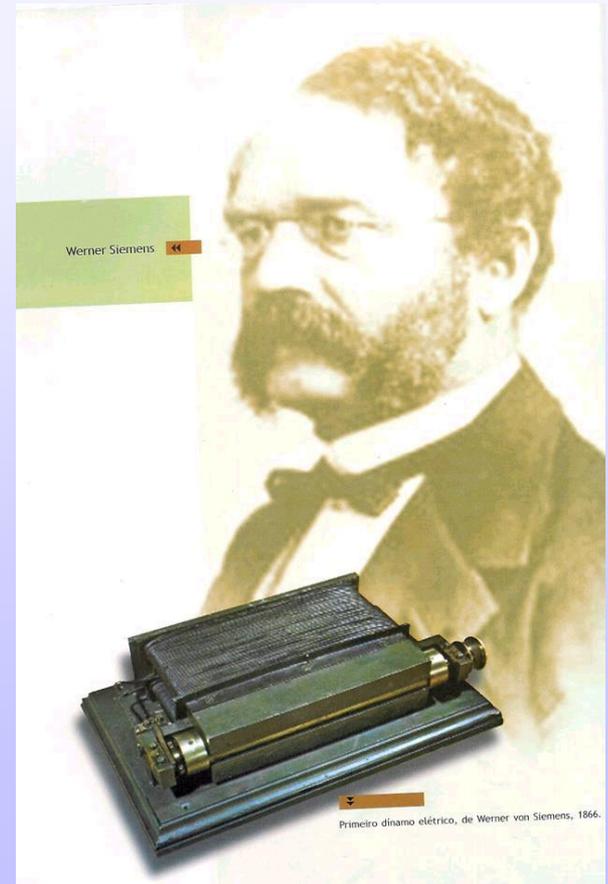
Invenção do motor elétrico

WERNER VON SIEMENS (1816-1892)

*1866 - O primeiro
dínamo elétrico*

*gerador de corrente
contínua auto-
induzida*

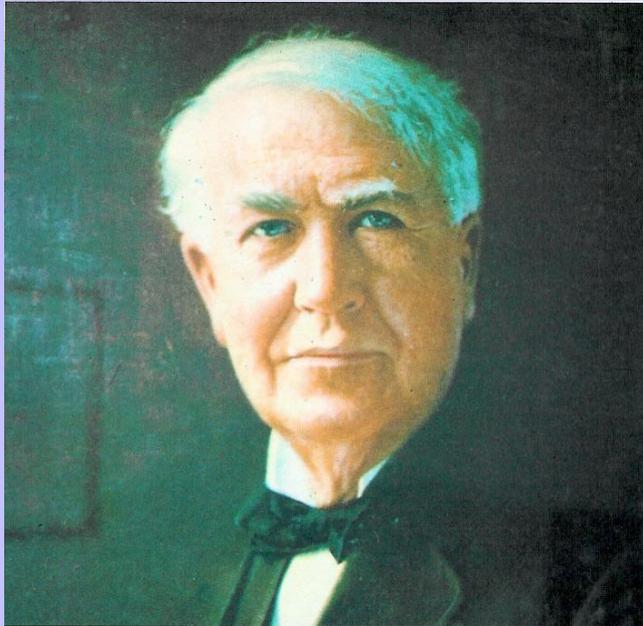
Dinamo com
armadura-T.
Primeiro dinamo de
Siemens com
aplicação prática.
Com uma rotação de
1000 rpm, fornecia 8 A
em 20 V.



Fonte: "O motor elétrico", Editora UNERJ, 2004.



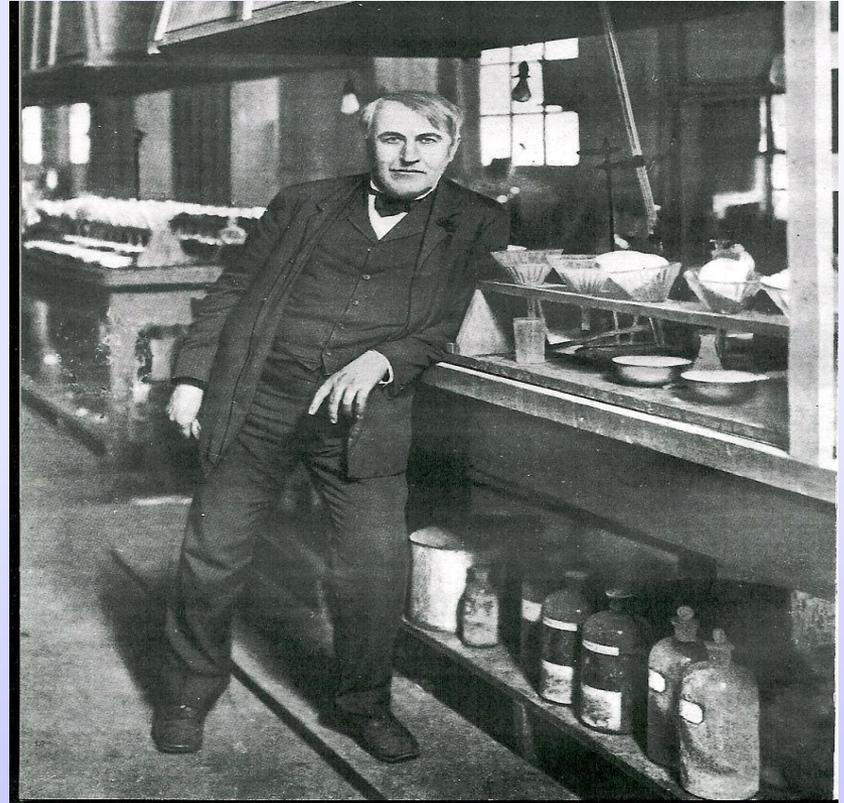
A CONQUISTA DA ENERGIA (3)



THOMAS EDISON

(1847-1931)

Luz e energia ligam-se ao desenvolvimento humano.



Thomas Edison em seu laboratório
Fonte: Anna Sproule, Ed. Globo

1879- invenção da lâmpada com filamento incandescente.

(Portaria 1.007 do MME prevê a retirada de lâmpadas incandescentes do mercado nacional até 2017).



Sumário

- Retrospectiva e cenários sobre a demanda de energia no mundo
- Balanço energético do Brasil
- Energia solar
- Biomassa
- Hidroelectricidade
- Energia eólica
- Considerações finais
- Eficiência energética



1

RETROSPECTIVA et CENÁRIOS sobre a DEMANDA de ENERGIA Mundial



AIE - Crescimento da demanda de energia mundial (Mtep)

* Crescimento médio anual em um cenário “*Business as usual*” (=“*como está hoje*”)

	1980	2004	2010	2015	2030	2004 -2030* Média annual
Carvão	1785	2773	3354	3666	4441	1,8%
Petróleo	3107	3940	4366	4750	5575	1,3%
Gás	1237	2302	2686	3017	3869	2,0%
Nuclear	186	714	775	810	861	0,7%
Hidro	148	242	280	317	408	2,0%
Biomassa e lixo	765	1176	1283	1375	1645	1,3%
Outras renováveis	33	57	99	136	296	6,6%
Total	7261	11204	12842	14071	17095	1,6%

Fonte: AIE, World Energy Outlook, 2006
: Pierre Papon, 2007, L'Énergie à l'heure des choix, Ed., Belin, Paris, p. 25.



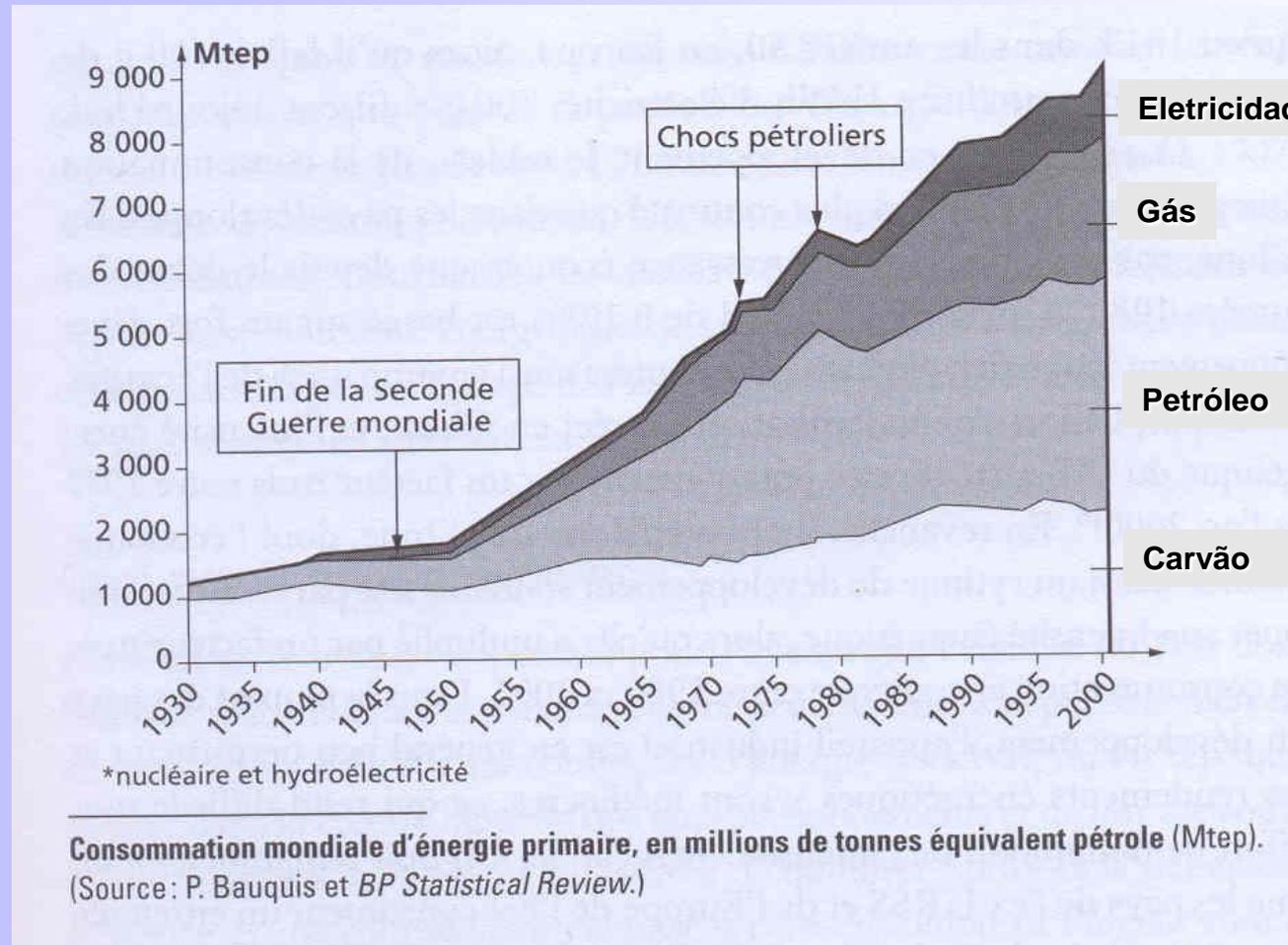
Consumo mundial de energia primária

Eletricidade: 16,6%, en 2004; 9.3%, en 1973 da energia final

em 2000
(=10 Gtep).

=10x

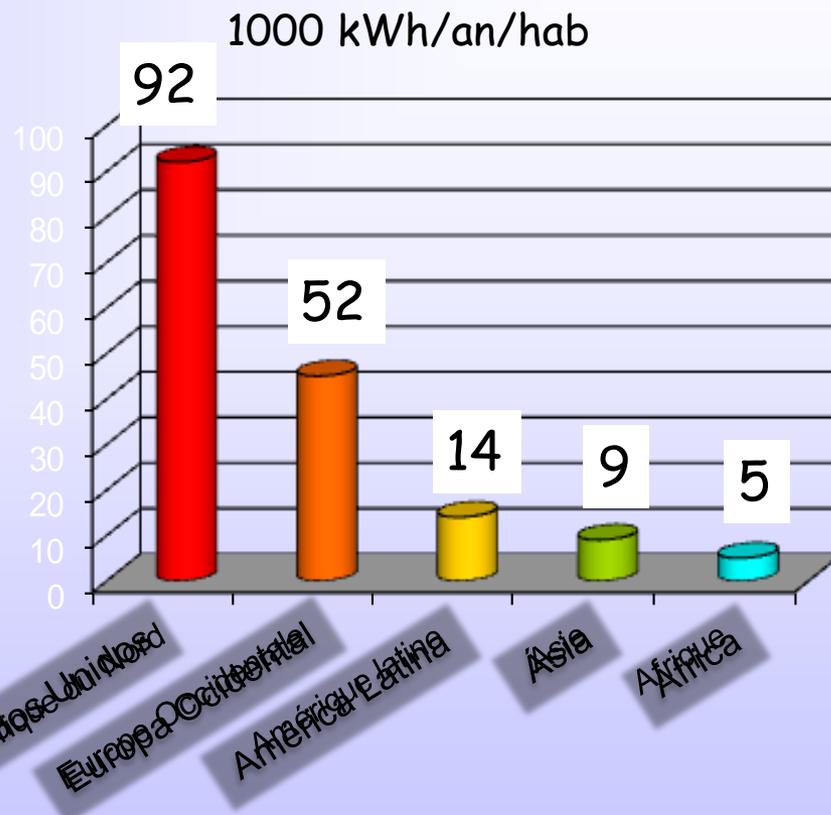
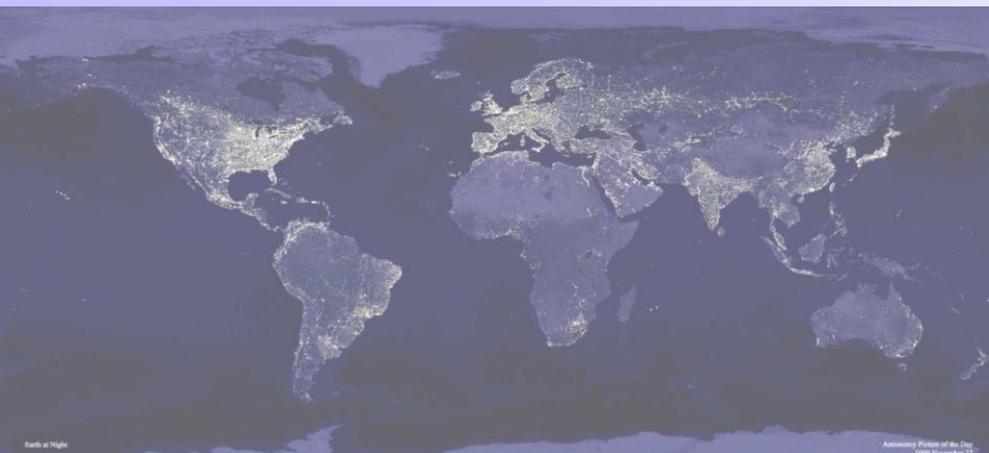
o de 1900.



in: Pierre Papon, 2007, L'Énergie à l'heure des choix, Ed., Belin, Paris, p. 11 et 19



Consumo per capita de energia primária mundial



Brasil (2012):
1,46 tep/ano/hab

1 tep=11,7 MWh

em tep/an/hab.: EUA: 7,9; Europa: 4,5;
América Latina : 1,2; Ásia: 0,8; África: 0,43

Haverá, ainda, um longo futuro para os combustíveis fósseis?

- Gás de xisto (extração de energia de rochas, de fontes « não convencionais» de gás natural), nos EUA;
- Novos produtores de hidrocarbonetos

Brasil: petróleo do pré-sal

Canadá, Venezuela: novas jazidas de petróleo pesado;

Produção de petróleo em 17 países da África.

Países com jazidas tecnicamente exploráveis de gás de xisto (África do Sul, Líbia, Argélia).

- “Globalização” de empresas de petróleo chinesas

Estaríamos diante de uma nova ordem energética mundial?

Esta nova ordem poderá mudar a hegemonia energética do Próximo Oriente?!



Alguns cenários para a demanda de energia primária mundial (Gtep)

Em 2000, a demanda de energia era de 10Gtep

	2030	2050	2060
Agência Internacional de Energia (AIE)	17	22-16	
União Europeia	16,6	22	
Conselho Mundial de Energia (WEC)		25-14	
Nouvelles Options Énergétiques (NOÉ, CNRS)			11,5
Grupo de experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat (GIEC)		34,1-19,3	
P. Bauquis		18	

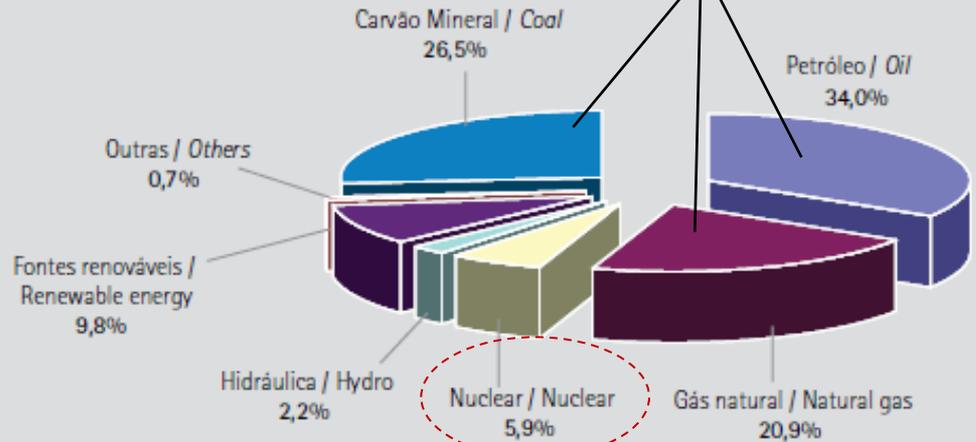
in: Pierre Papon, 2007, *L'Énergie à l'heure des choix*, Ed., Belin, Paris. , p. 30



O mundo continua dependente dos combustíveis fósseis.

2007
Total: 12.029 10⁶ tep (toe)

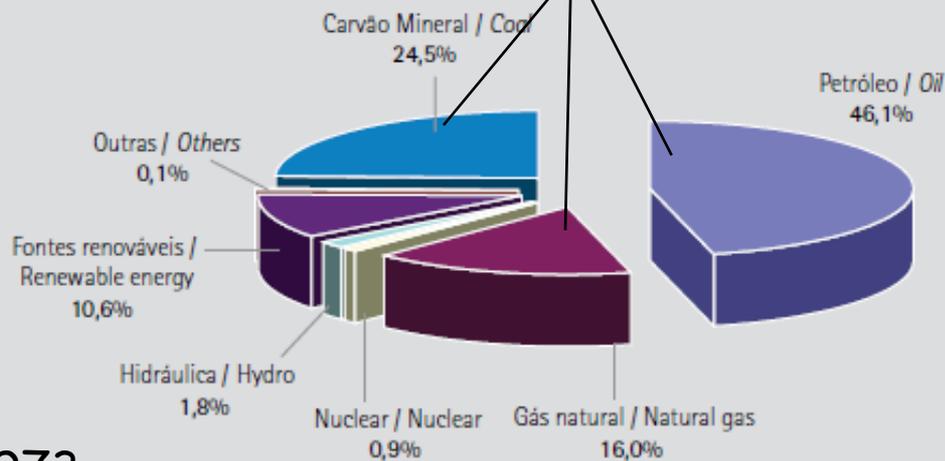
2007



in: BEN 2010, EPE

1973
Total: 6.115 10⁶ tep (toe)

86,6%



1973

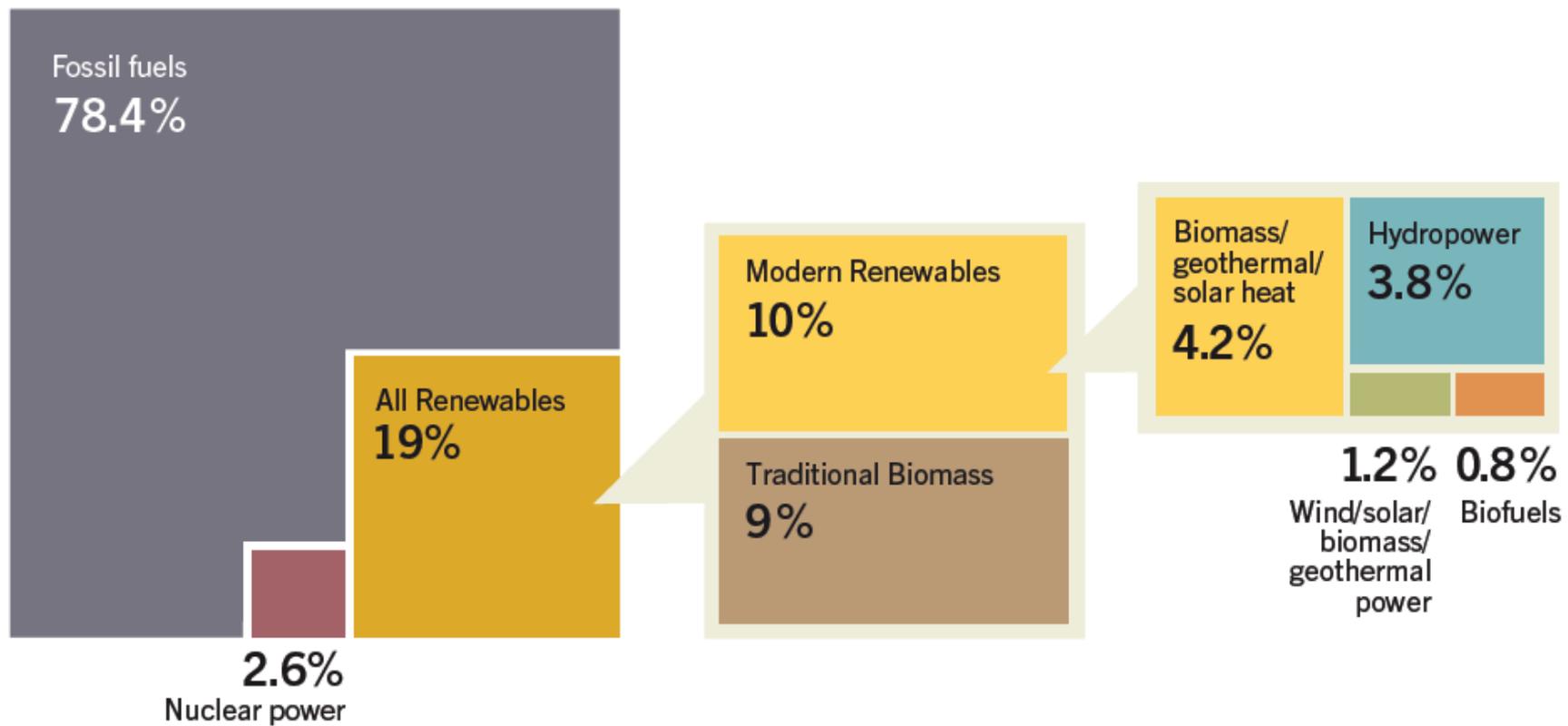
in: BEN 2010, EPE

A estrutura mundial de energia tornou-se **menos dependente** dos combustíveis fósseis graças à energia nuclear.



Participação mundial das energias renováveis no consumo final de energia (2012)

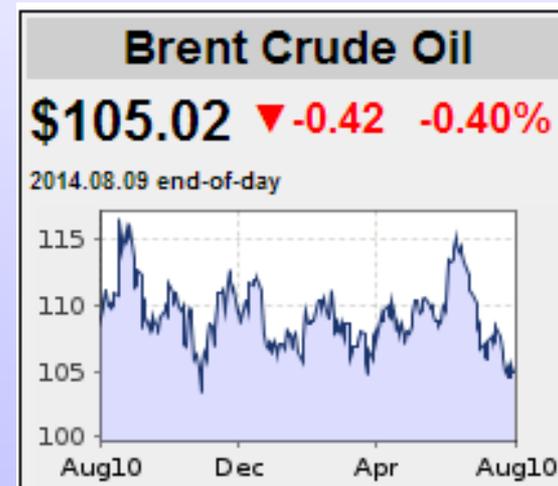
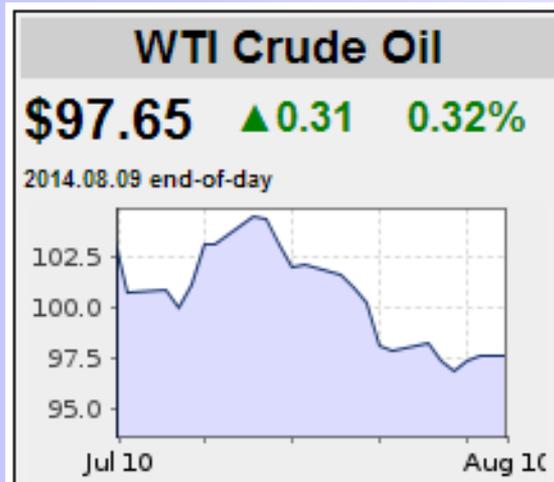
Figure 1. Estimated Renewable Energy Share of Global Final Energy Consumption, 2012



Source:
See Endnote 4
for this section.

O preço do barril de petróleo

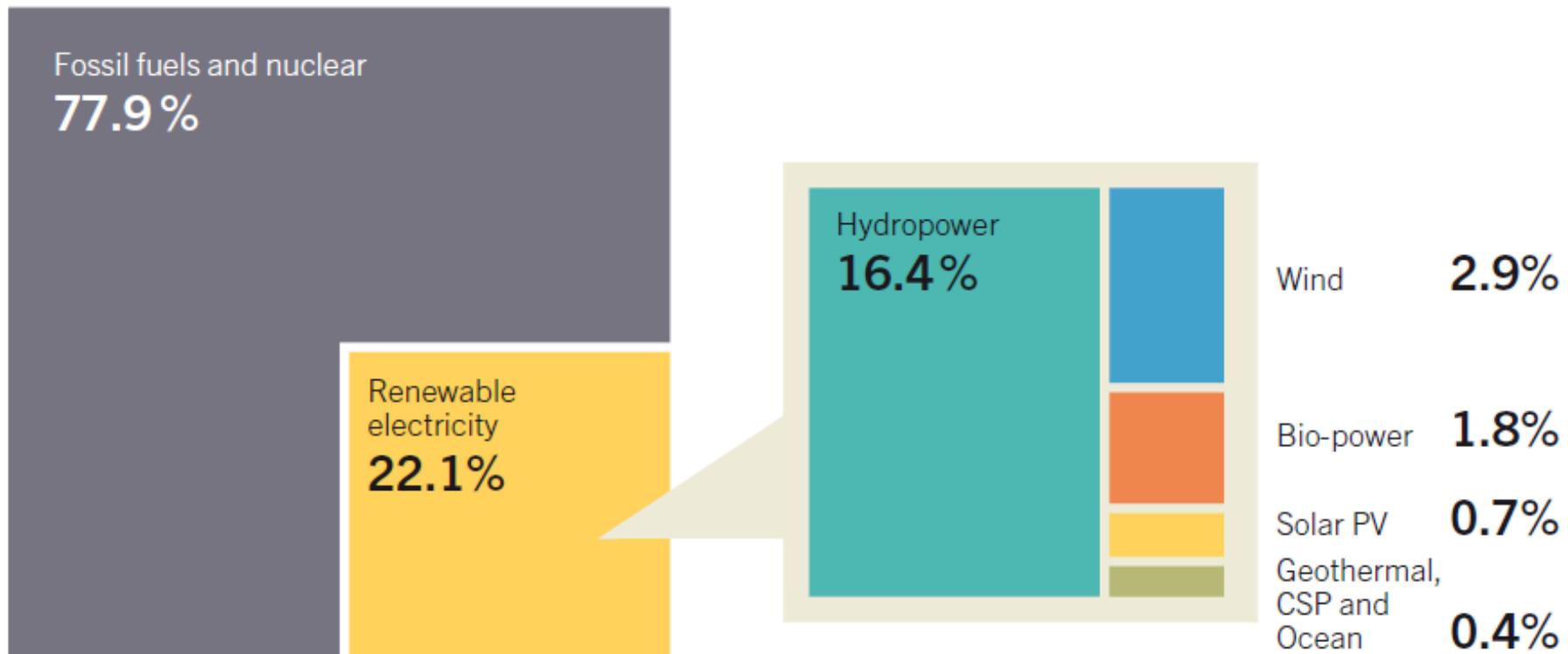
Tipo de óleo	27/03/2014	09/08/2014
WTI	US\$ 100,26	US\$ 97,65
BRENT	US\$ 107,03	US\$ 105,02



*WTI: negociado na bolsa de New York, petróleo do Golfo do México;
BRENT: mistura de óleos, negociado na Bolsa de Londres.*



Parcela da geração de eletricidade mundial por meio de energias renováveis (final de 2013)



Based on renewable generating capacity in operation end-2013. Data do not add up due to rounding.

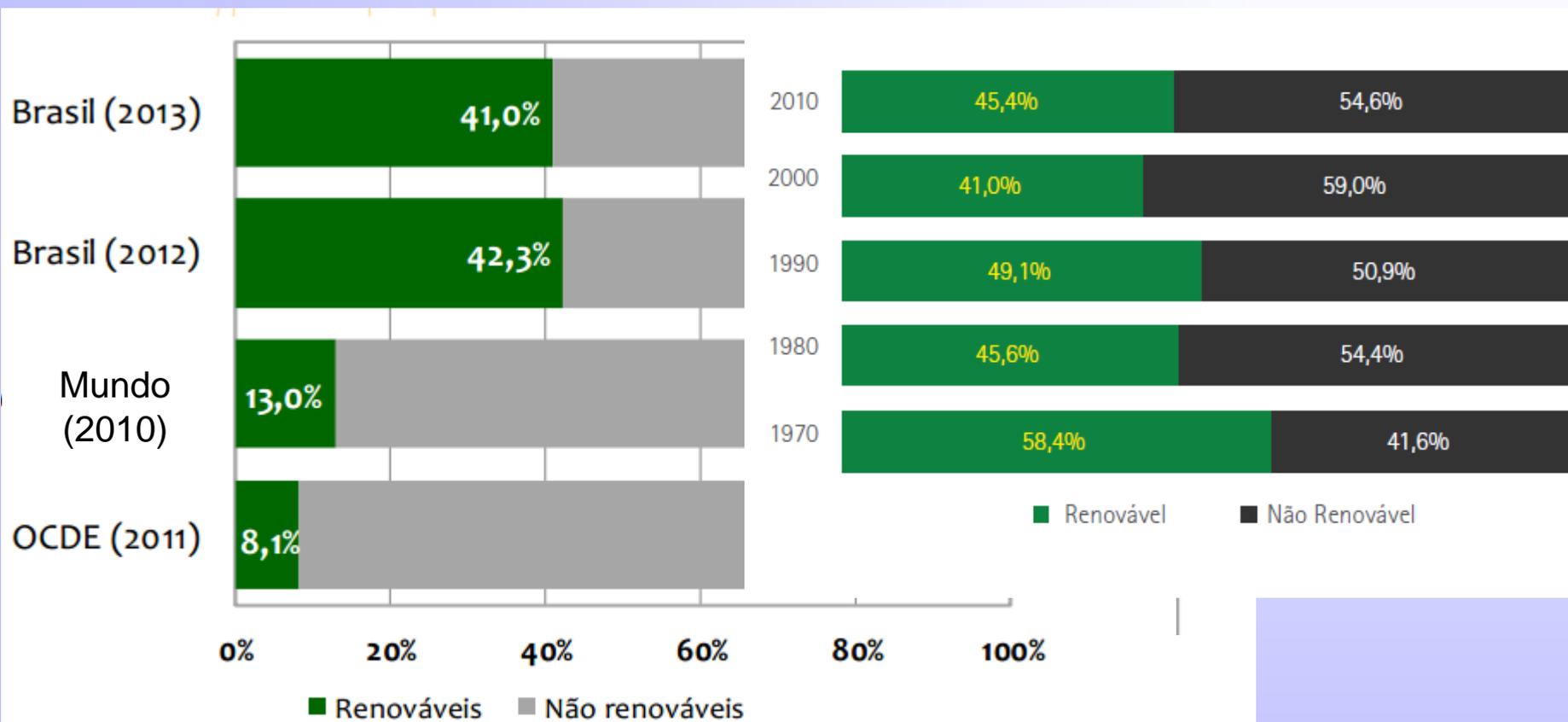


2

DADOS SOBRE O BALANÇO DE ENERGIA DO BRASIL



Participação das energias renováveis na matriz energética brasileira



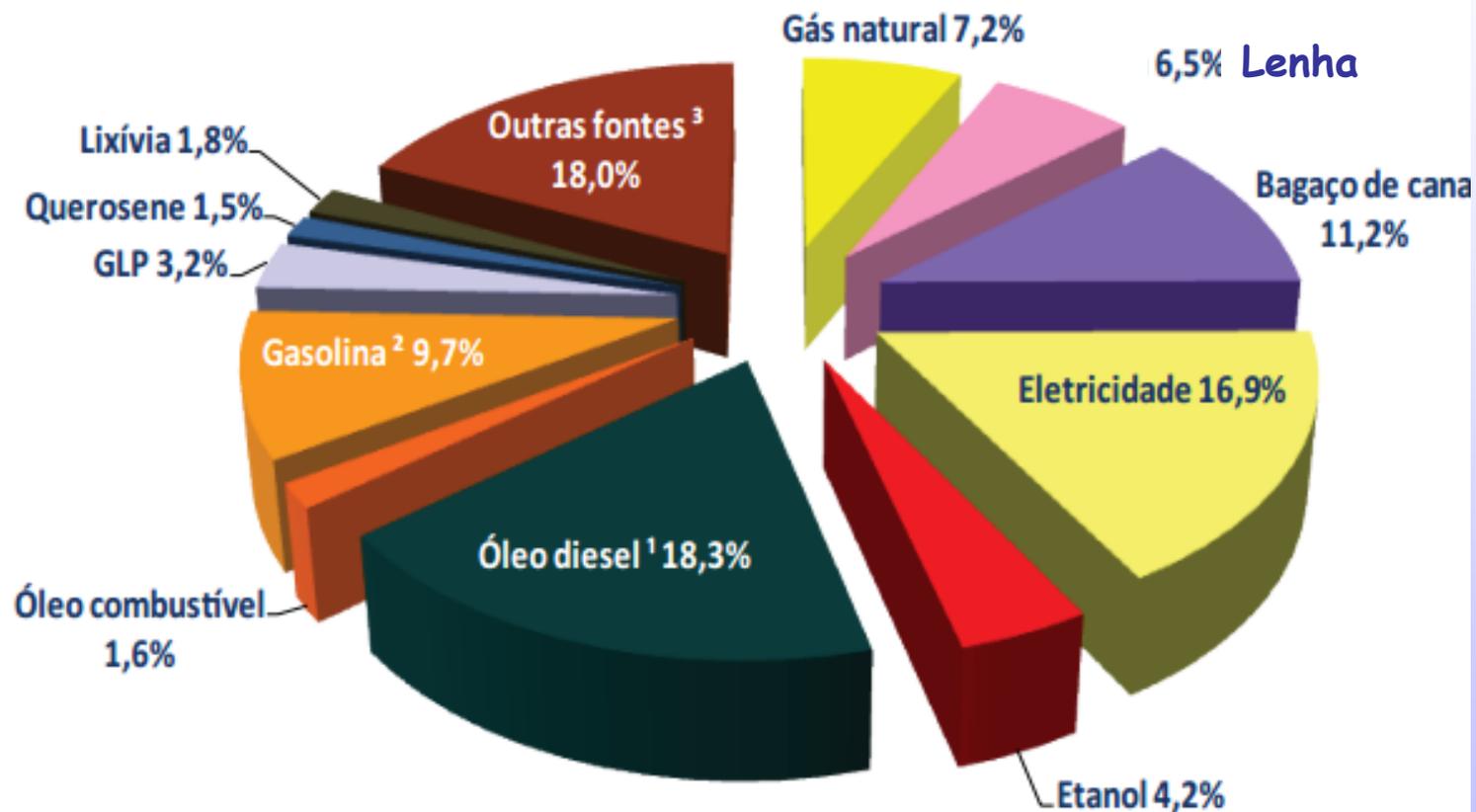
Fonte: EPE; Agência Internacional de Energia.

BEN 2014 | Relatório Síntese | ano base 2013

BEN 2011 et 2014, EPE, MME du Brésil



Consumo final de energia por fonte em 2012, no Brasil



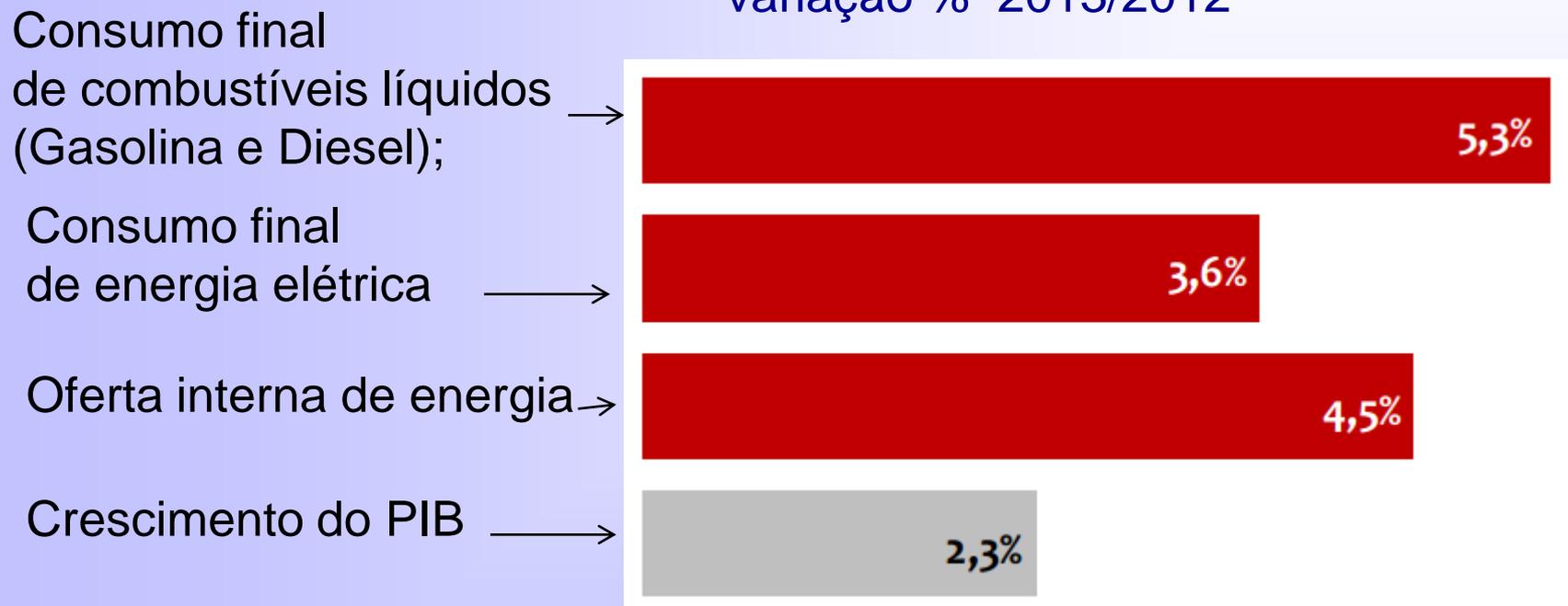
1 Inclui biodiesel

2 Inclui apenas gasolina A (automotiva)

3 Inclui gás de refinaria, coque de carvão mineral e carvão vegetal, dentre outros

Crescimento do consumo final de energia, oferta de energia e PIB do Brasil

variação % 2013/2012



Combustíveis líquidos e eletricidade correspondem a cerca de 56% do consumo final de energia.

99,5% dos domicílios tem acesso à energia elétrica.
Programa Governamental "Luz para todos" tem por objetivo atingir 100% dos domicílios (?).

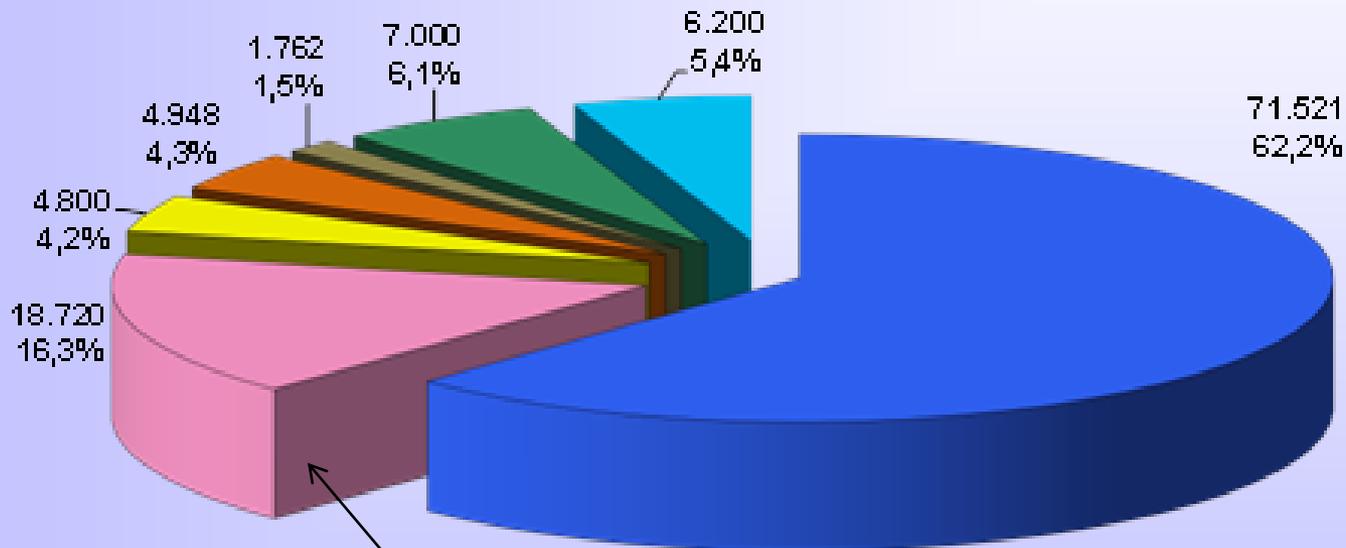
(EPE-MME, BEN 2014, ano 2013)

A matriz elétrica do Brasil

(fonte: SIN-Sistema Interligado Nacional - Eletrobrás)

Fonte: ONS
31/12/2012

Total da capacidade hidrelétrica
Instalada no Brasil = **89,5 GW (77,8%)**



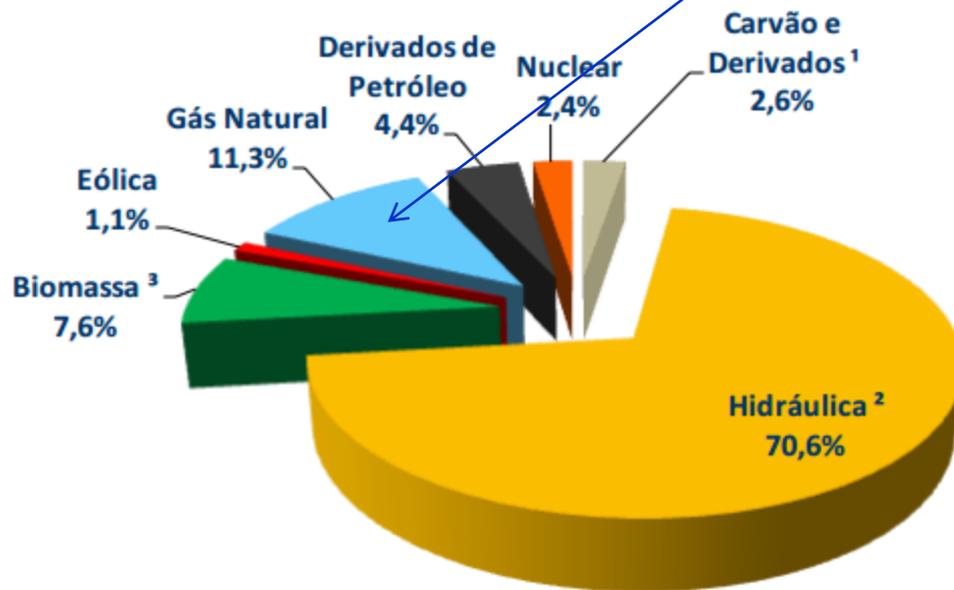
Total Disponível: 114.951 MW = 115 GW

- Hidráulica
- Térmica
- FCHs
- Biomassa
- Eólicas
- Itaipu 60 Hz (Brasil)
- Compras Itaipu

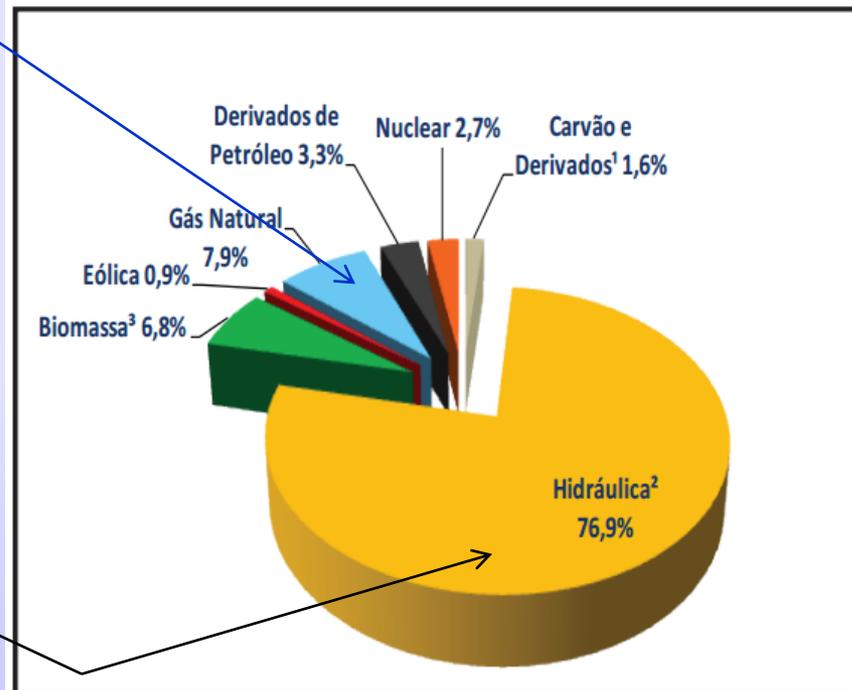
A matriz elétrica brasileira

(fonte: SIN-Sistema Interligado Nacional - Eletrobrás)

BRASIL (2013)



geração hidráulica² em **2013: 430,9 TWh**



geração hidráulica² em 2012: 455,6 TWh
geração total² em 2012: 592,8 TWh

¹ Inclui gás de coqueria

² Inclui importação

³ Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações.

(EPE-MME, BEN 2013, l'année 2012)

Balanço de energia elétrica, em 29/07/2014, no Brasil

(fonte: SIN-Sistema Interligado Nacional - Eletrobrás)
IPDO - Informativo Preliminar Diário da Operação (29/07/2014)

1 - Balanço de Energia

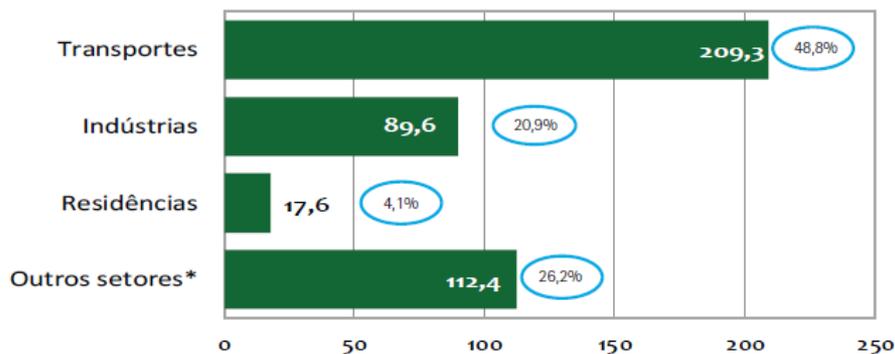
LEGENDA:  Verificado
 Programado

SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL - SIN - MWmed			
Produção			
Hidro Nacional	35.512	34.463	56,76 %
Itaipu Binacional	9.565	9.532	15,70 %
Termo Nuclear	640	648	1,07 %
Termo Convencional	15.032	14.595	24,04 %
Eólica	977	1.484	2,44 %
Total SIN	61.726	60.722	100,00 %
Intercâmbio Internacional	0	0	
Carga (*)	61.726	60.722	

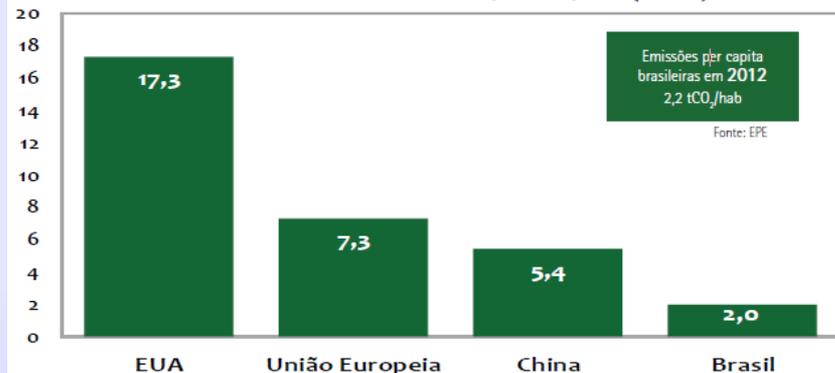
Produção e Carga por Submercados e Intercâmbios Verificados - MWmed.

Emissões de CO₂ na produção e utilização de energia no Brasil

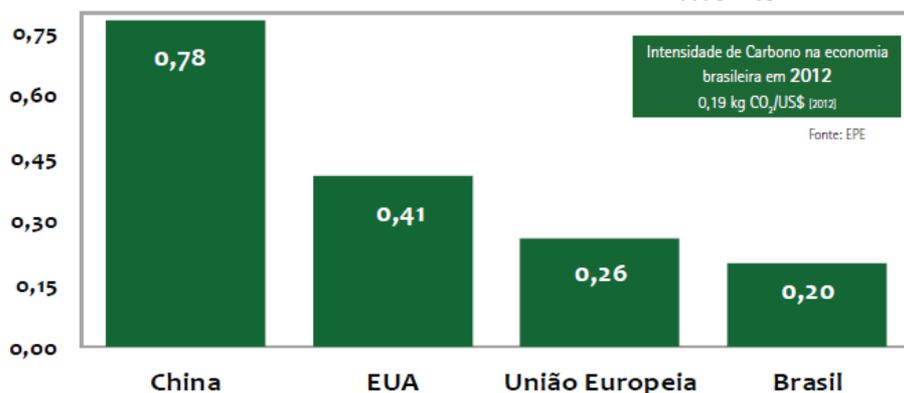
Emissões totais, em MtCO₂



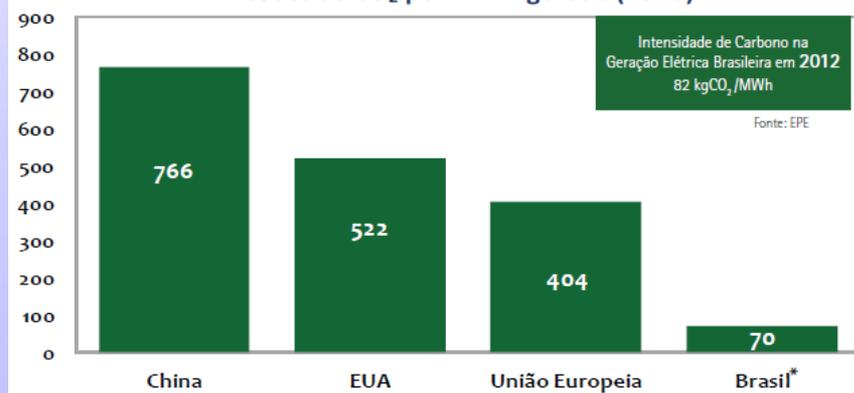
Emissões de CO₂ per capita (2010)



Emissões relativas (2010), em kgCO₂/US\$_{ppp[2005]}



Emissões de CO₂ por MWh gerado (2010)



Evolução da matriz energética brasileira

- 1970

Petróleo + Lenha = 78% do consumo de energia

- 2000

**Petróleo + Lenha + Hidráulica = 74%
do consumo de energia**

- 2030 *

**Petróleo+Hidráulica+Cana de açúcar+Gás natural =
77% do consumo de energia**

* *Previsão da Empresa de Pesquisa Energética - EPE*



Alguns dados sobre a energia nuclear no Brasil

- **1975**

Acordo nuclear Brasil-Alemanha, com a SIEMENS/KWU, previa a construção de 8 centrais.

- **1985**

Início da operação comercial da central ANGRA I
Potência: 640 MW, Westinghouse.

- **2000**

Início da operação comercial da central ANGRA II
Potência: 1350 MW, SIEMENS/KWU (AREVA).

- **2010**

Retomada da construção da central ANGRA III, 24 anos após ter começado.

Potência: 1405 MW, SIEMENS/KWU (AREVA).

Previsão de conclusão: maio 2018.



3

ENERGIA SOLAR

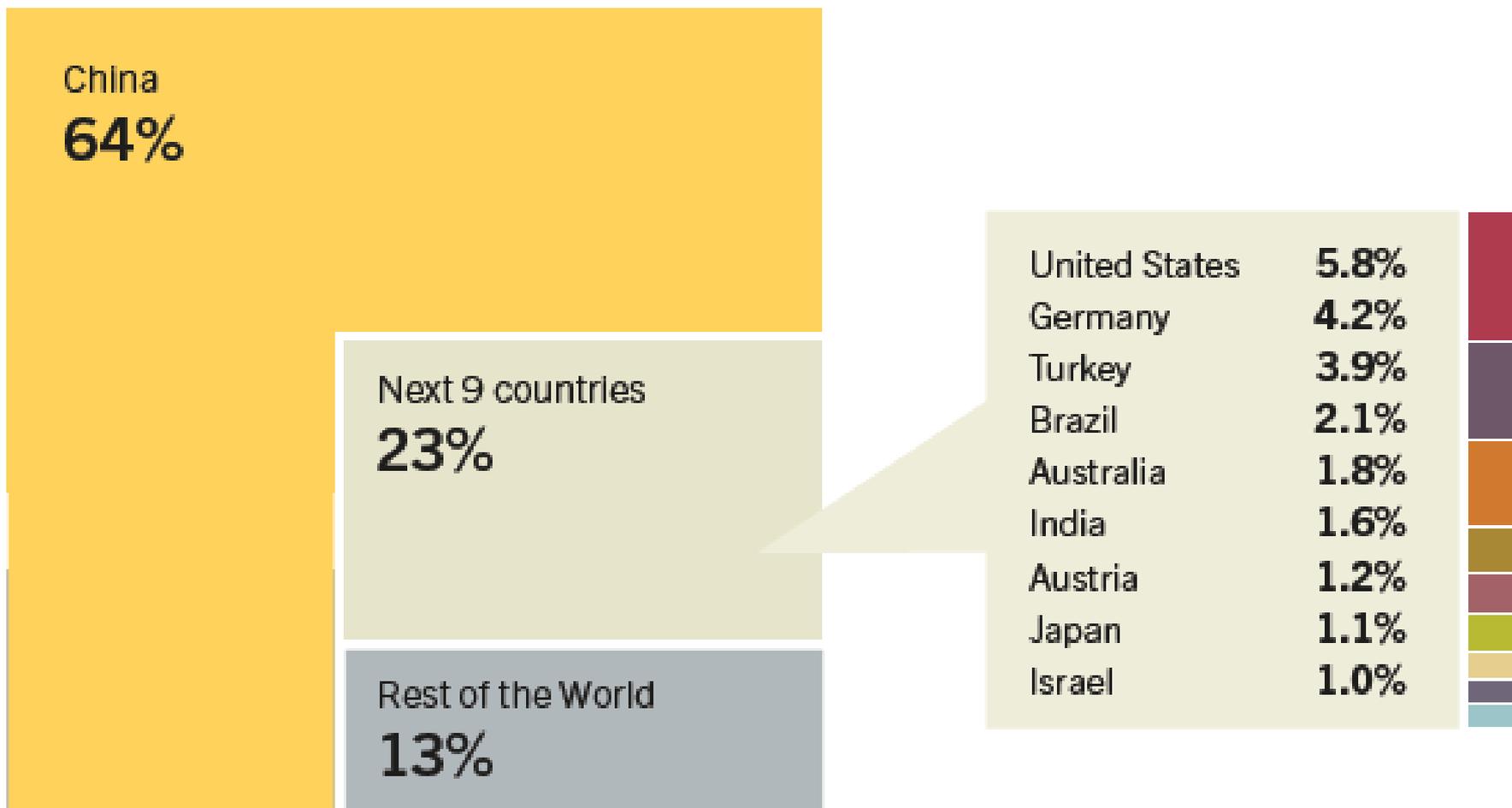


3.1

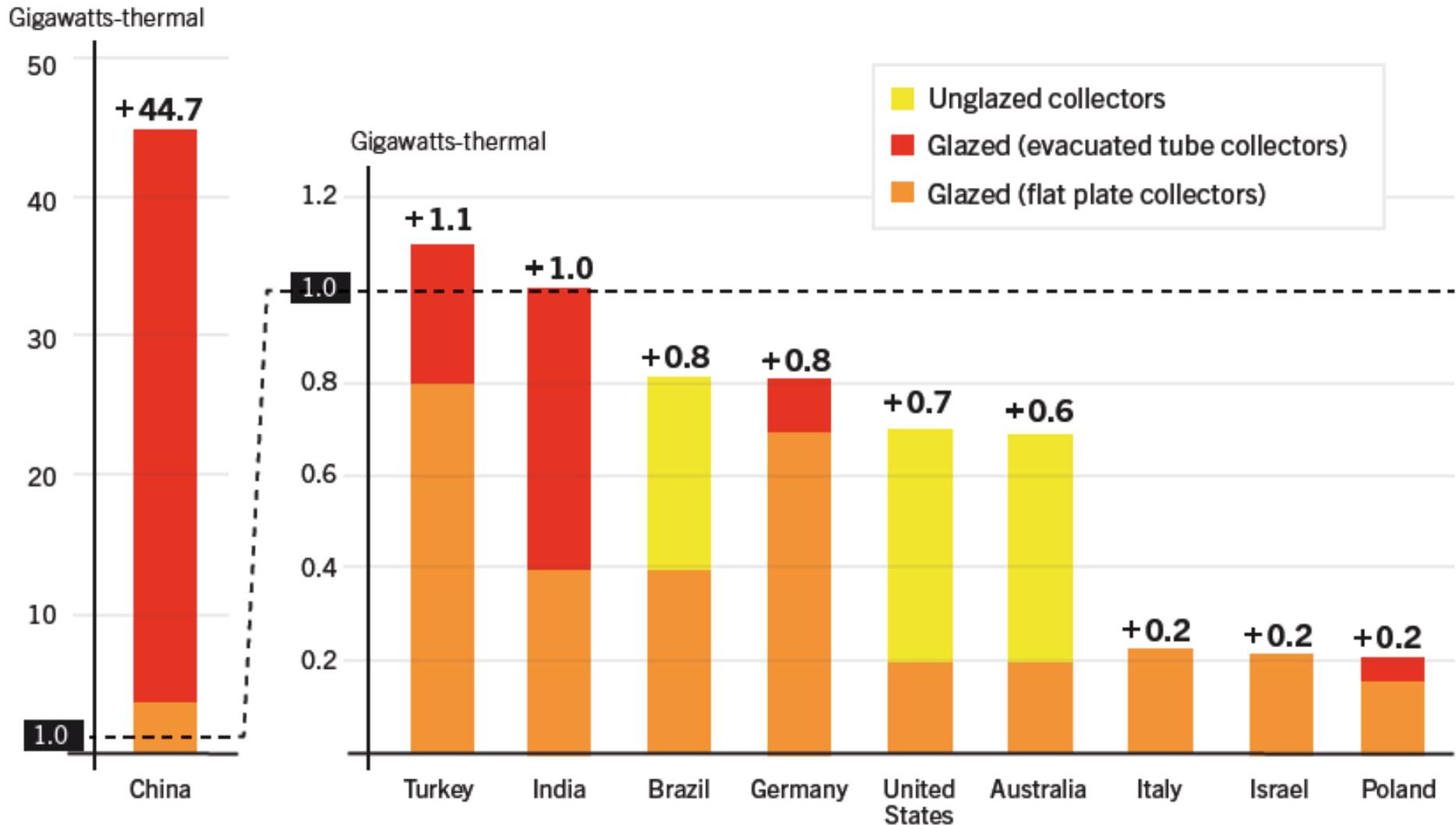
Sistema de **Aquecimento Solar** de Água (SASA)

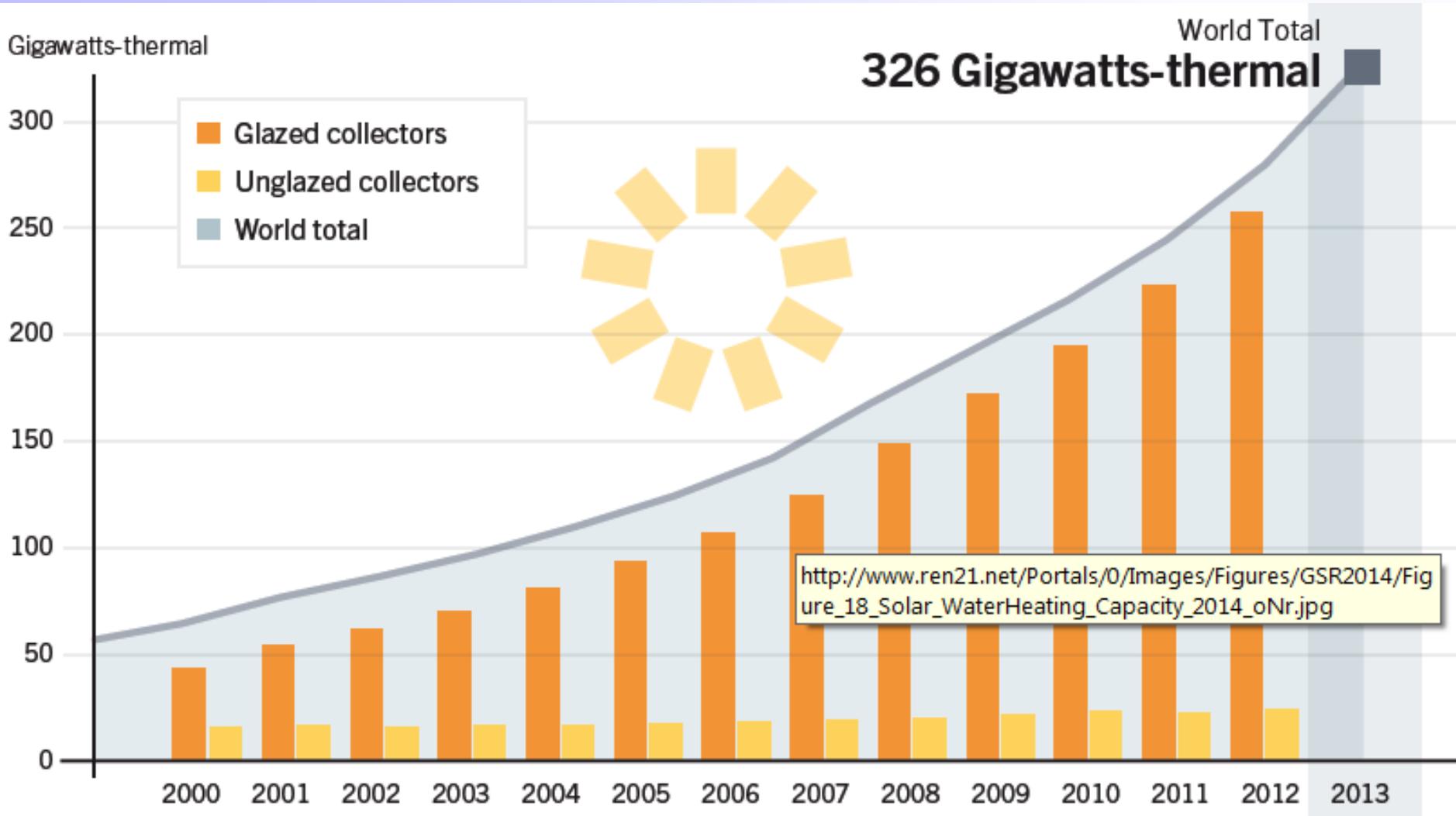


SASA: os 10 países com maior capacidade mundial de aquecedores solares, em 2012



SASA: aumento de coletores solares nos 10 primeiros países, em 2012







**Importante aporte
energético
renovável**

**capaz de reduzir o
consumo de
energia elétrica nos
horários de pico,
podendo adiar ou
evitar investimentos
no sistema elétrico.**

**Expectativa da ABRAVA:
instalar, até 2015, 15 milhões de m² de aquecedores solares de água.**

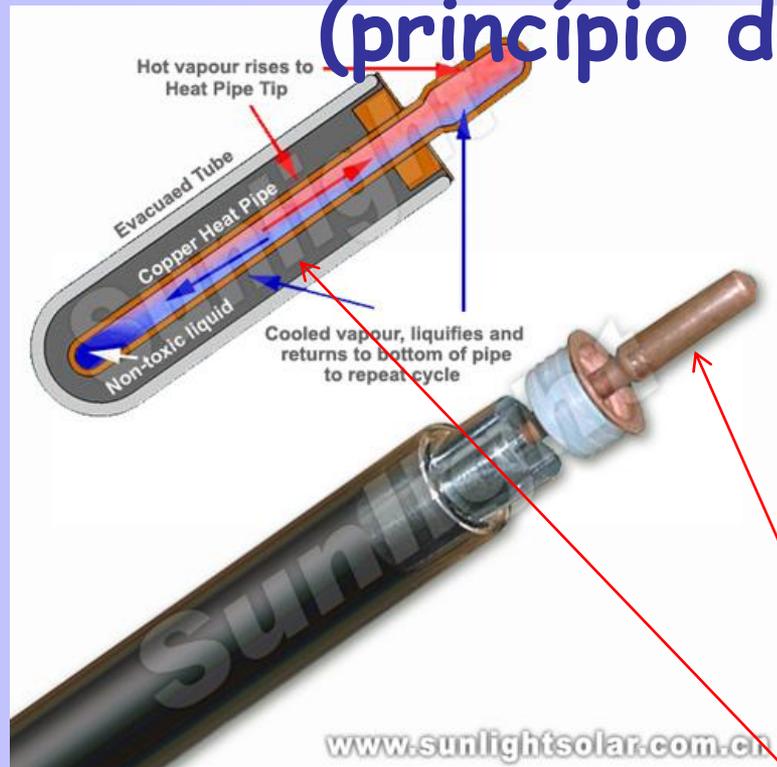
Em 2012, a superfície total de aquecedores solares de água, no Brasil, atingiu 8,42 milhões de m²



fonte: Revista Abrava, Ed. 318, agosto 2013, pp. 18-19.



Os coletores solares em tubo de vidro evacuado (princípio do termossifão)



Bulbo condensador (no interior)

Os tubos de cobre, na área de **absorção de radiação solar**, recebem tratamento seletivo, permitindo sistemas mais eficientes e compactos.

Na China, mais de 80% dos sistemas instalados são com a tecnologia tubo de vidro evacuado.

3.2

Sistema Solar Fotovoltaico de Geração de Eletricidade

(CONVERSÃO FOTOVOLTAICA= Conversão da energia da luz dos fótons em energia elétrica (CC), por meio de semicondutores)

O efeito Fotovoltaico foi descoberto, em 1839, pelo francês Edmund Becquerel.

Somente em 1941, foi fabricada a primeira célula fotovoltaica de Selênio, com eficiência de 1%.



Fotovoltaica: os dez países com maior capacidade mundial e potência instalada, em 2013

TABLE R7. SOLAR PV GLOBAL CAPACITY AND ADDITIONS, TOP 10 COUNTRIES, 2013

COUNTRY	TOTAL END-2012	ADDED 2013	TOTAL END-2013
		GW	
Germany	32.6	3.3	35.9
China	7.0	12.9	19.9
Italy	16.4	1.5	17.6
Japan	6.6	6.9	13.6
United States	7.2	4.8	12.1
Spain	5.4	0.2	5.6
France	4.0	0.6	4.6
United Kingdom	1.8	1.5	3.3
Australia	2.4	0.8	3.3
Belgium	2.7	0.2	3.0
Rest of World	13.8	6.5	20.2
World Total	100	39	139



Exemplos de instalações de sistemas fotovoltaicos de Si



Usina comercial nos EUA



Fachada de edifício na Espanha

Grandes expectativas de expansão do mercado

- **Conexão à rede, em maio de 2011, da primeira Usina FOTOVOLTAICA comercial do país, de 1MW, em Tauá-CE, da empresa MPX.**
- **Instalação, em Campinas-SP, da empresa TECNOMETAL, com capacidade anual para produzir 25MW (100 mil painéis de 230W). Hoje, fabrica 1000 painéis por mês.**
- **Mas o Brasil não domina a cadeia produtiva de painéis Fotovoltaicos.**
- **Exportamos silício bruto para a Ásia e o importamos purificado. Para justificar os investimentos seria necessário uma demanda anual mínima de 200MW.**
 - ver entrevista de Sergio Esteves, in Brasil Energia, N. 373, Dez, 2011. p. 86-87.



Pontos positivos e negativos

- Tecnologia dominada e testada
- Permite a geração distribuída.
- Os preços diminuem
 - Em 2013, As maiores empresas de PV chinesas ofereciam a US\$ 0,50/W (p-Si)
- **Rendimento, entre 8 e 12%.**

O rendimento diminui com o aumento da temperatura das células

Para cada aumento de temperatura de 10°C há 1% de perda de rendimento.



3.2.2

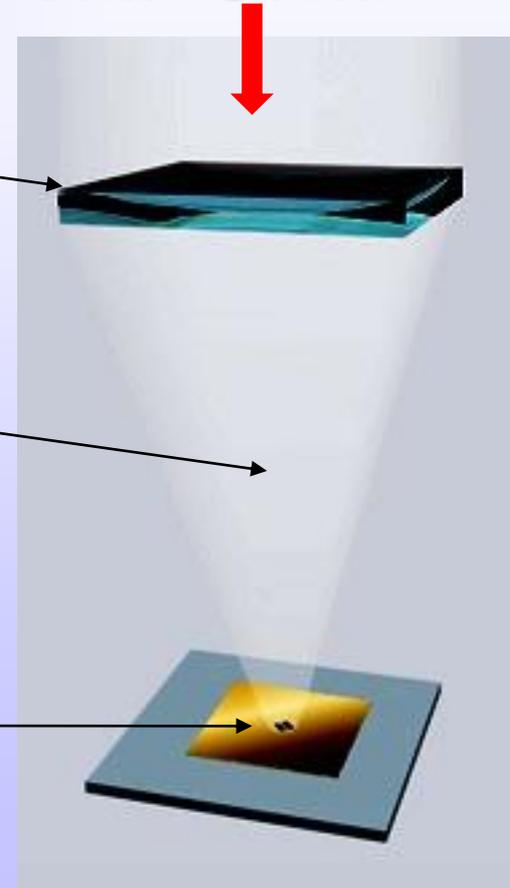
Sistemas Fotovoltaicos de Alta Concentração - HC-PV



HC-PV - Sistema FotoVoltaico de Alta Concentração

- Concentrador Óptico (Lente de Fresnel)
- Concentração da **radiação solar** sobre a superfície da célula (300 a 2000 sóis)
- Célula PV de Tripla união III-V

Fluxo de Radiação Solar Direta



Projeto de P&D, LEPTEN/UFSC/ ANEEL-ABENGOA



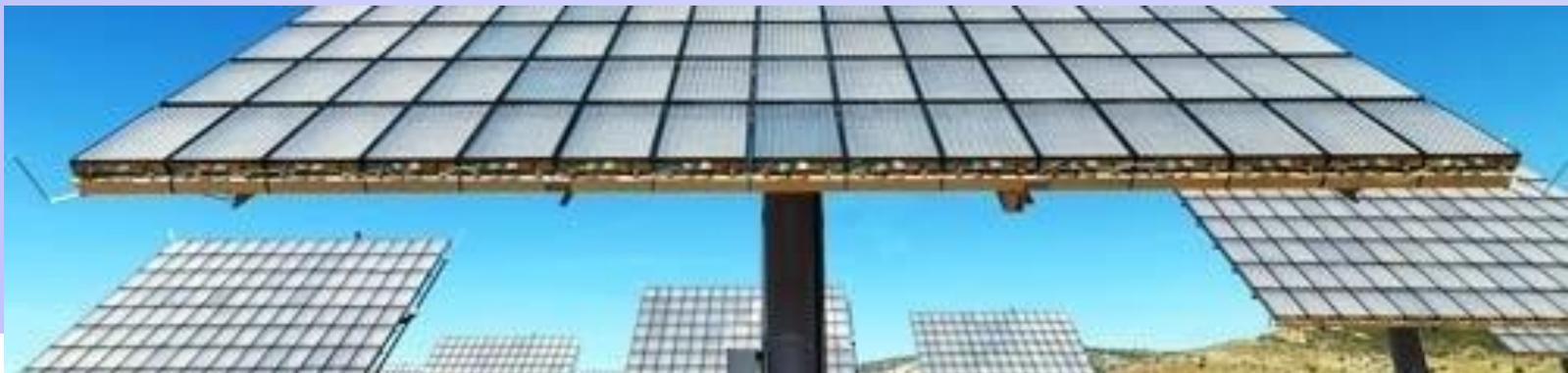
HC-PV - Exemplo de uma instalação

ISFOC Power Plant

Localização: Puertollano (Castilla-La Mancha, Espanha)

Capacidade: 3MW (500kW HC-PV)

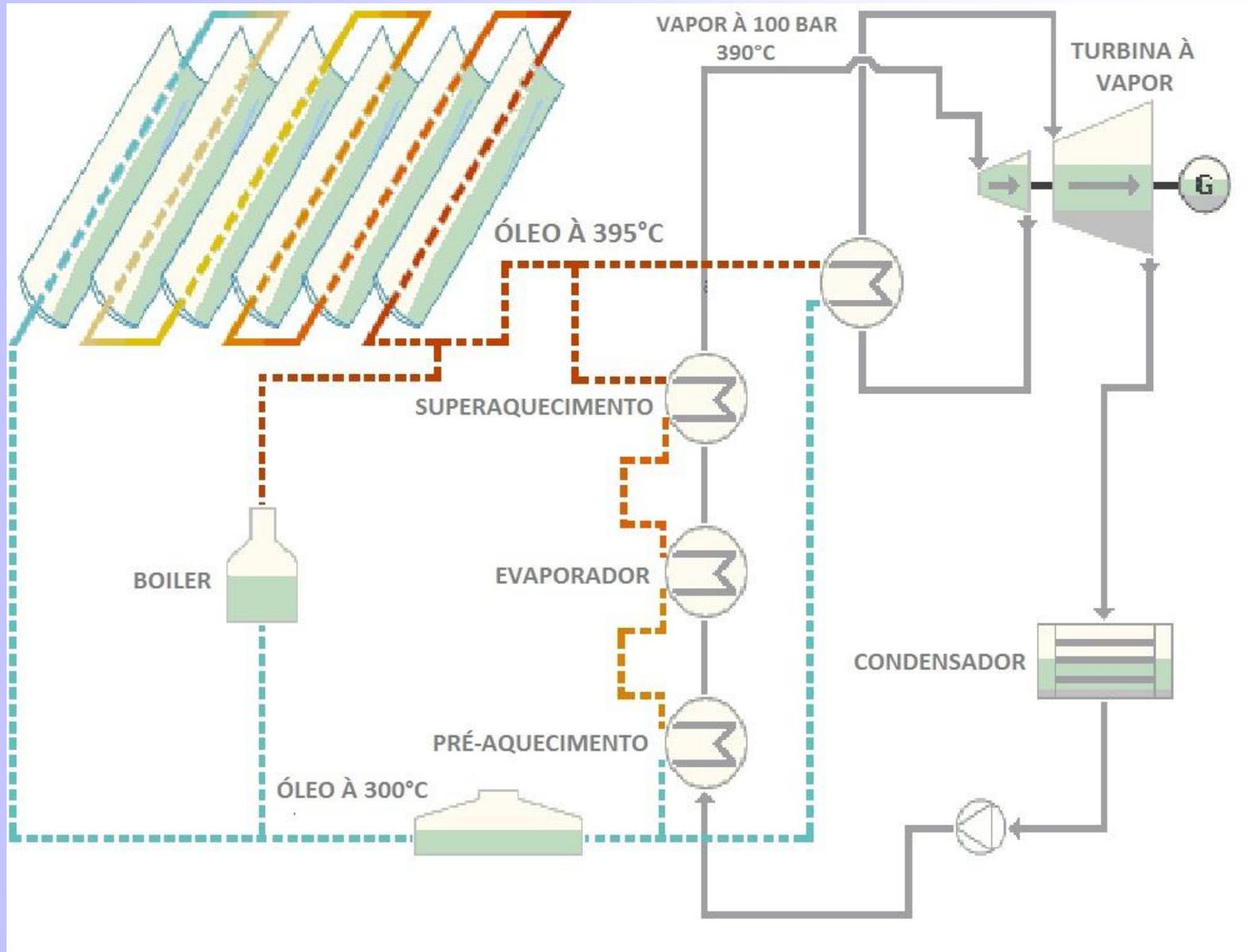
Planejamento e Instalação: Concentrix Solar GmbH



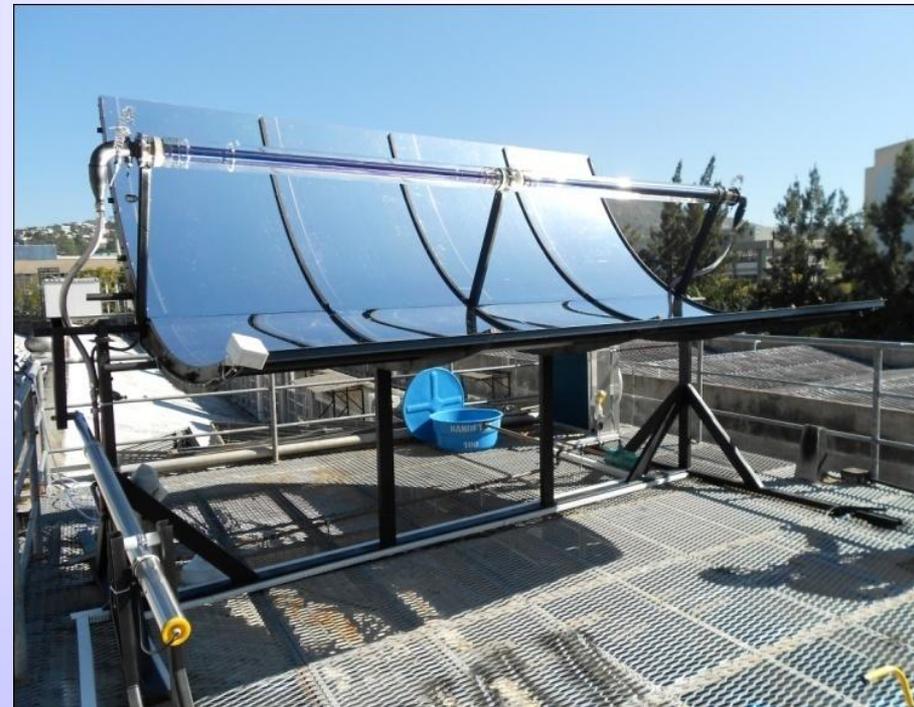
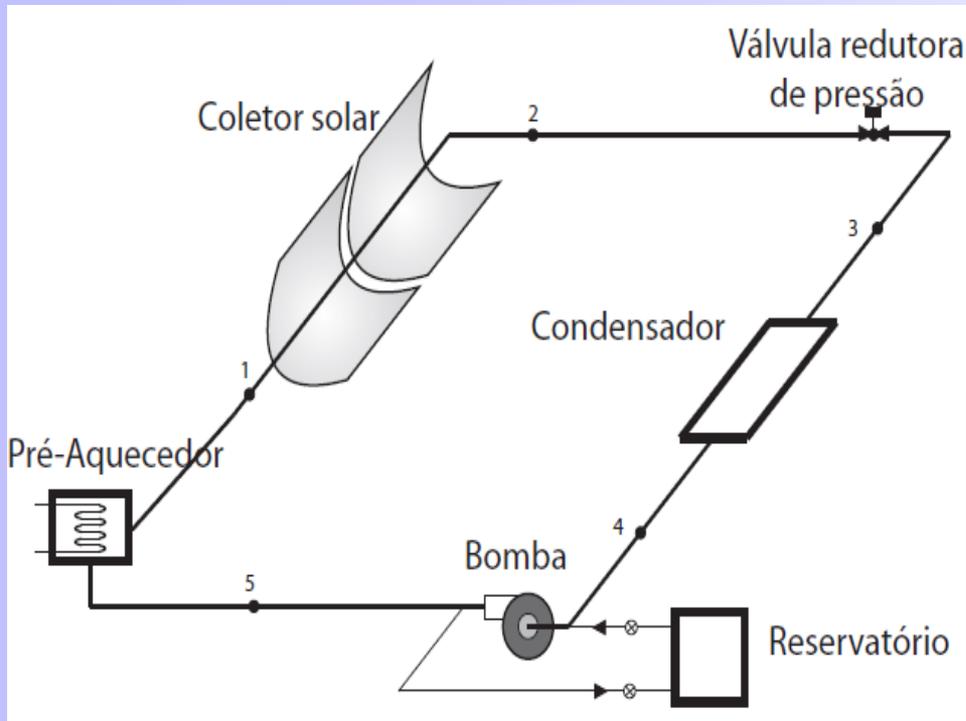
3.3

Sistema **Solar** de Geração Térmica (HELIOTÉRMICA)

Geração termossolar: concentrador do tipo calha parabólica



Coletor Solar Cilindro-Parabólico (UFSC, Florianópolis-SC, Brasil)



Motivação: Direct Steam Generation (DSG)

4

ENERGIA DA BIOMASSA

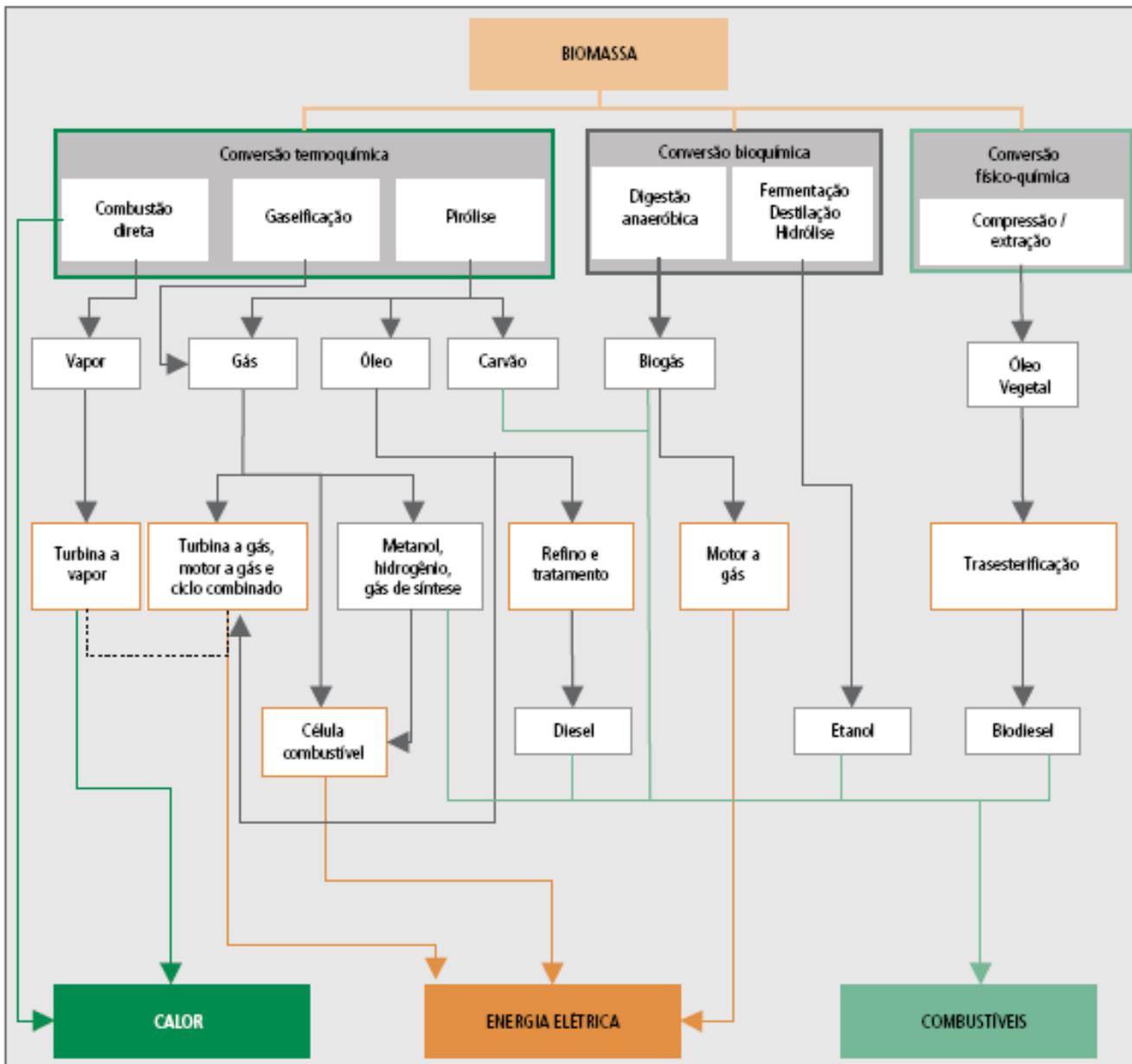


Produção de biocombustíveis: os 16 países e EU-27, em 2013.

COUNTRY	FUEL ETHANOL	BIODIESEL	HVO	TOTAL	COMPARISON WITH TOTAL VOLUMES PRODUCED IN 2012
	billion litres				
United States	50.3	4.8	0.3	55.4	+1.2
Brazil	25.5	2.9		28.4	+4.1
Germany	0.8	3.1		3.9	+0.2
France	1.0	2.0		3.0	+0.1
Argentina	0.5	2.3		2.7	-0.3
The Netherlands	0.3	0.4	1.7	2.5	no change
China	2.0	0.2		2.2	-0.1
Indonesia	0.0	2.0		2.0	+0.2
Thailand	1.0	1.1		2.0	+0.5
Canada	1.8	0.2		2.0	+0.1
Singapore	0	0.93	0.9	1.8	+0.9
Poland	0.2	0.9		1.2	+0.3
Colombia	0.4	0.6		0.9	no change
Belgium	0.4	0.4		0.8	no change
Spain	0.4	0.3		0.7	-0.2
Australia	0.3	0.4		0.6	no change
EU-27	4.5	10.5	1.8	16.8	1.3
World	87.2	26.3	3.0	116.6	7.7



Figura 5 - Rotas tecnológicas de conversão energética da biomassa



Rotas tecnológicas de conversão energética da biomassa

Fonte: Adaptado de LARKIN et al. (2004)



Etanol da cana de açúcar



© Brasil tem capacidade para moer 85 toneladas de cana por hectare, mas no último ano foram colhidas de 70.

Ano	Destaque
1975	Criação do Proálcool-PA
1975-1979	Fase inicial do PA Álcool anidro (22% à Gasolina)
1980-1985	Fase de afirmação do PA Álcool anidro e hidratado
1986-1994	Fase de estagnação (contra-choque do Petróleo) Preço do barril de petróleo caiu de US\$ 30 a 40 para US\$ 12 a 20
1985-2000	Fase de redefinição
2003	Motores FLEX

- **Brasil: pioneiro na produção de etanol combustível.**

- **2º maior produtor mundial= 20 bilhões de litros**

- **1º exportador mundial.**

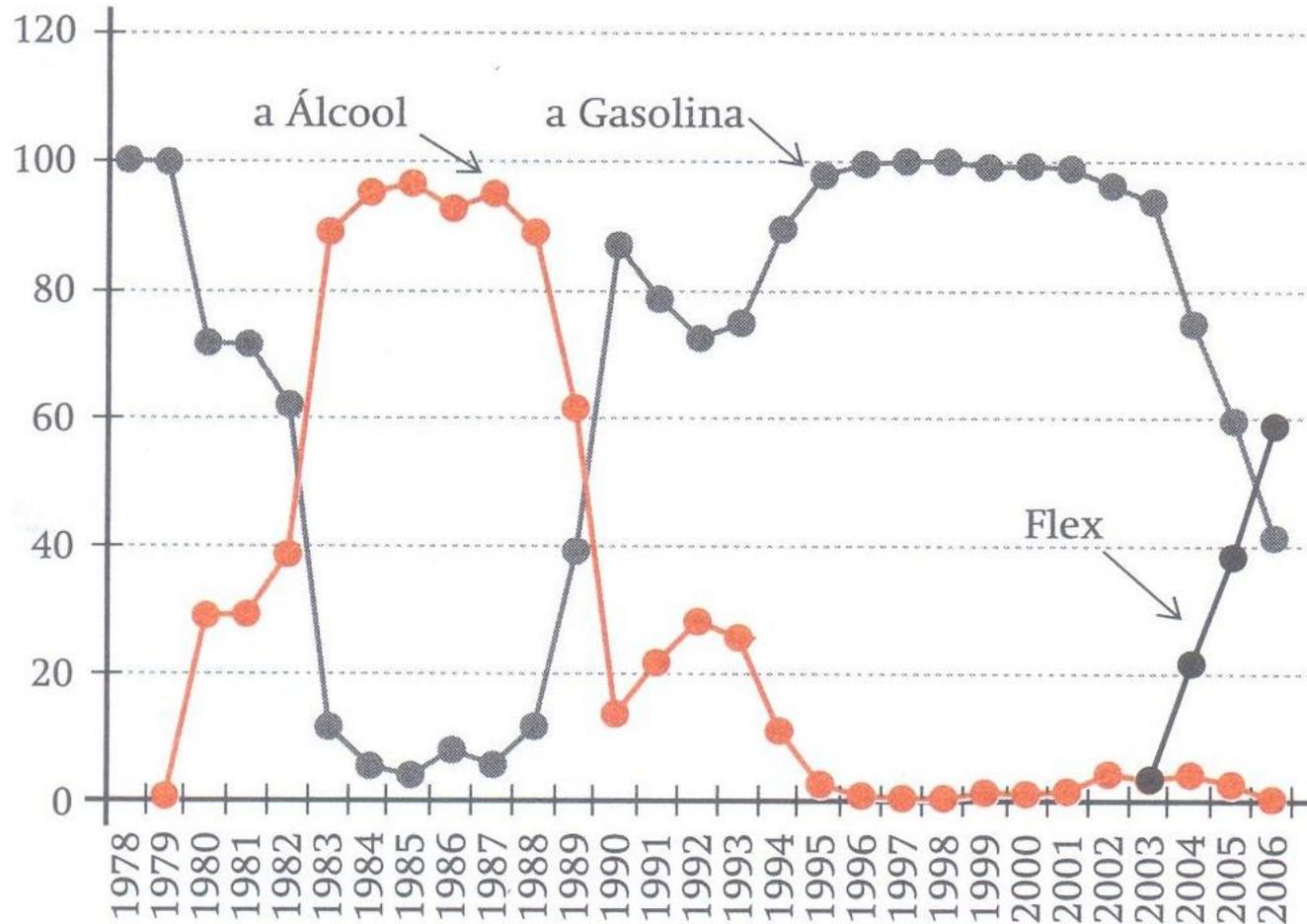
-- **Demanda potencial de 35 bilhões de litros.**

*In, A. Z. Rached, Barreiras à exportação do etanol brasileiro
Dissertação de Mestrado, USP, 2011.*

*in, Miriam Leitão, Dúvidas do Álcool,
O Globo, 21/01/2012.*



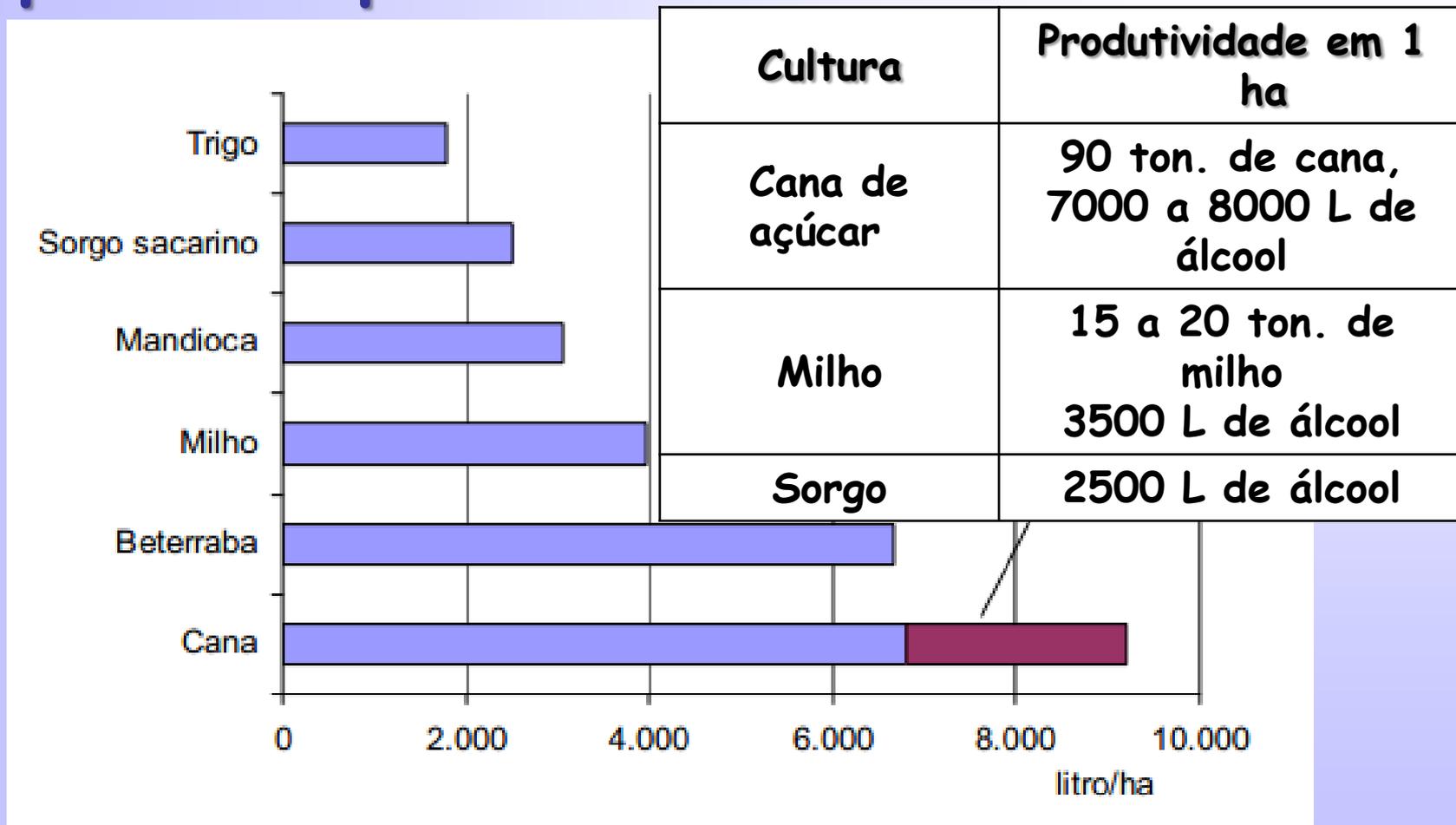
Venda de automóveis no mercado interno, por tipo de combustível



in: Antônio Dias Leite, 2007, *A Energia do Brasil*, p. 359, Ed., Campus, 2ª ed., Rio de Janeiro;



Produtividade média de BIOETANOL por área para diferentes culturas



in: *Bioetanol de cana-de-açúcar: Energia para o desenvolvimento sustentável, Resumo Executivo, BNDS, CGEE, FAO e CEPAL, 2008., p. 6.*



Balanço energético na produção do etanol com diferentes culturas

(unidades de energia produzida por unidade de energia fóssil consumida)

Matéria-prima	Relação de energia	Emissões evitadas
Cana	9,3	89%
Milho	0,6 – 2,0	-30% a 38%
Trigo	0,97 – 1,11	19% a 47%
Beterraba	1,2 – 1,8	35% a 56%
Mandioca	1,6 – 1,7	63%
Resíduos lignocelulósicos*	8,3 – 8,4	66% a 73%

*Estimativa teórica, processo em desenvolvimento.

*in: Biiotanol de cana-de-açúcar: Energia para o desenvolvimento sustentável,
Resumo Executivo, BNDS, CGEE, FAO e CEPAL, 2008., p. 9.*



Obtenção do BIODIESEL por meio de diferentes culturas

ÓLEO (ÉSTER) + ÁLCOOL (ETANOL/METANOL) → DIESEL (ÉSTER) +
GLICEROL

Mamona



Girassol



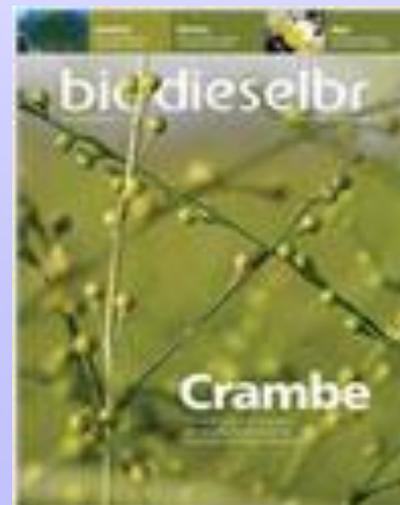
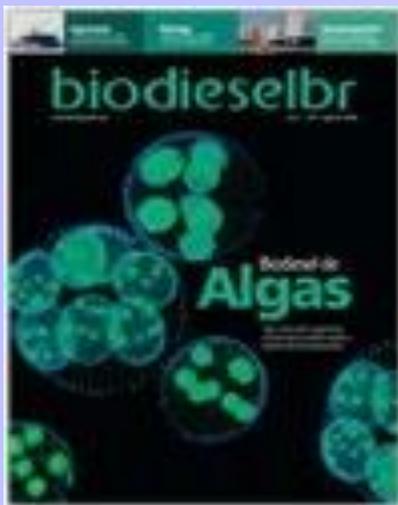
Soja



Palma



Algodão

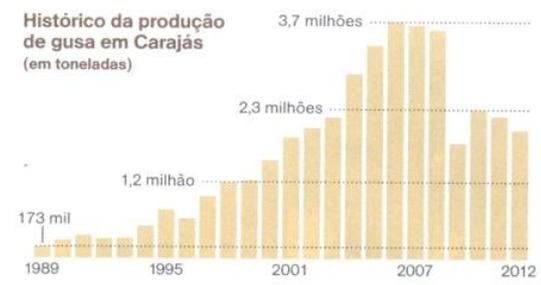




Lenha na siderurgia no Brasil

Exportadores de ferro-gusa

FONTE DE AÇO
O mundo consumiu 9,2 milhões de toneladas de gusa em 2011. Rússia, Brasil e Ucrânia são os grandes exportadores. A produção no polo Carajás, ainda hoje baseada em madeira nativa ilegal, pode comprometer a floresta em caso de nova alta do mercado.



Produção de Ferro gusa

Fonte: National Geographic
Fonte: National Geographic

5

GERAÇÃO DE ELETRICIDADE POR MEIO DE FONTES HÍDRICAS



Hidroeletricidade: os seis países com maior capacidade mundial e potência, em 2013.

	NET ADDED 2013	Total End-2013
	GW	GW
TOP COUNTRIES BY TOTAL CAPACITY		
China	28.7	260
Brazil	1.5	86
United States	0.2	78
Canada	0.5	76
Russia	0.7	47
India	0.8	44
TOP COUNTRIES BY NET ADDITIONS		
China	28.7	260
Turkey	2.9	22
Brazil	1.5	86
Vietnam	1.3	14
India	0.8	44
Russia	0.7	47
World Total	40	1,000



Na mídia Folha SP (04/06/09) - hidreletricidade X meio ambiente

Juiz suspende licenciamento da hidrelétrica de Belo Monte

Procuradoria aponta falta de laudos ambientais sobre o projeto, orçado em R\$ 9,6 bi

Usina no Pará é uma das principais obras do PAC e terá capacidade para produzir o dobro da energia de Jirau e Santo Antônio somadas.

SCARLENE MACHADO

A Justiça Federal no Pará bloqueou o processo de licenciamento da usina hidrelétrica de Belo Monte, uma das principais obras do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) orçado em R\$ 9,6 bilhões, após o Ministério Público de Santo Antônio alegar que o projeto não possui os estudos ambientais necessários para a construção da obra. O juiz federal decidiu, em 4 de junho, suspender o licenciamento da usina de Belo Monte, localizada no rio Xingu, no município de Belo Monte, no Estado do Pará. O processo de licenciamento da obra foi suspenso por falta de laudos ambientais necessários para a construção da obra. O juiz federal decidiu, em 4 de junho, suspender o licenciamento da usina de Belo Monte, localizada no rio Xingu, no município de Belo Monte, no Estado do Pará. O processo de licenciamento da obra foi suspenso por falta de laudos ambientais necessários para a construção da obra.

RAIO-X DAS USINAS

Justiça breca processo de licenciamento de Belo Monte



Usinas	Rio	Potência	Conclusão
Belo Monte	Xingu (PA)	11.181 MW	30/4/2014
Jirau	Madeira (RO)	3.300 MW	31/1/2013
Santo Antônio	Madeira (RO)	3.150 MW	30/4/2012

tal Integrada" e do "Estado de Viabilidade do Empreendimento". Ainda segundo o documento legal, a procuradoria que pede a suspensão do processo de licenciamento alega que o projeto não possui os estudos ambientais necessários para a construção da obra.

O procurador Rodrigo Trindade também criticou em seu despacho a falta de fiscalização indígena que não foi feita em nenhuma das usinas. Ele alega que o projeto não foi classificado pelo órgão ambiental federal.

A procuradoria indígena é considerada uma das principais organizações não governamentais de defesa do meio ambiente no Brasil. Ela atua em defesa dos direitos indígenas e do meio ambiente.

O índice de emissão de Balbina é dez vezes o de

uma termelétrica a carvão. Ela emite 3 toneladas de carbono por MWh; em uma térmica esse índice é de 0,3 tonelada de carbono por MWh", compara

Alexandre Kemenes, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa). Os valores de carbono consideram tanto o dióxido de carbono (CO2) quanto o metano (CH4).

(in Wikipédia)



Usina de Balbina: um desastre ambiental



RAIO-X DAS USINAS

Justiça breca processo de licenciamento de Belo Monte



Usinas	Rio	Potência	Conclusão
Belo Monte	Xingu (PA)	11.181 MW	30/4/2014
Jirau	Madeira (RO)	3.300 MW	31/1/2013
Santo Antônio	Madeira (RO)	3.150 MW	30/4/2012

in Folha de S. Paulo, pág. B4, 4/06/09).



6

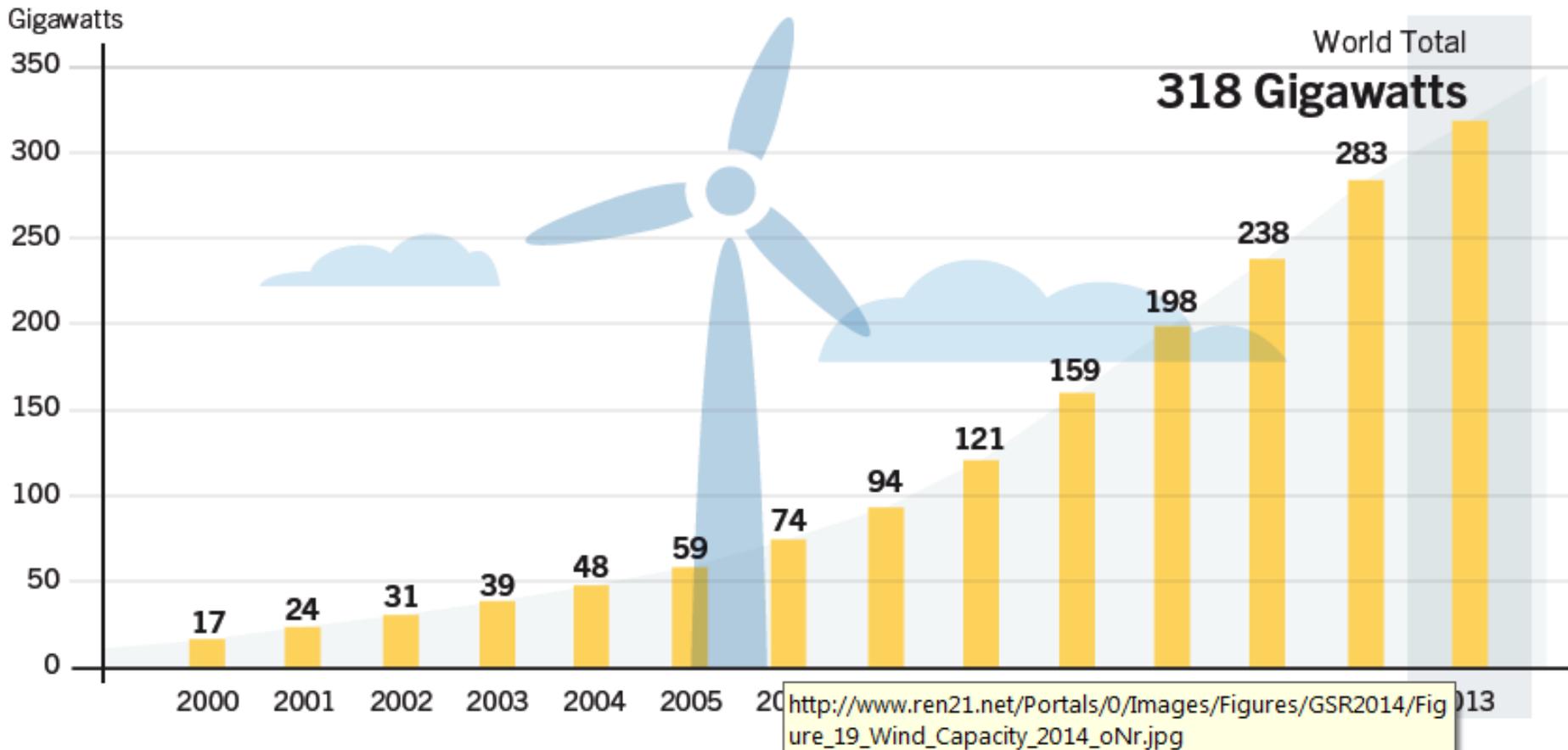
ENERGIA EÓLICA





Usina Eólica do Horizonte – Água Doce – SC, Brasil

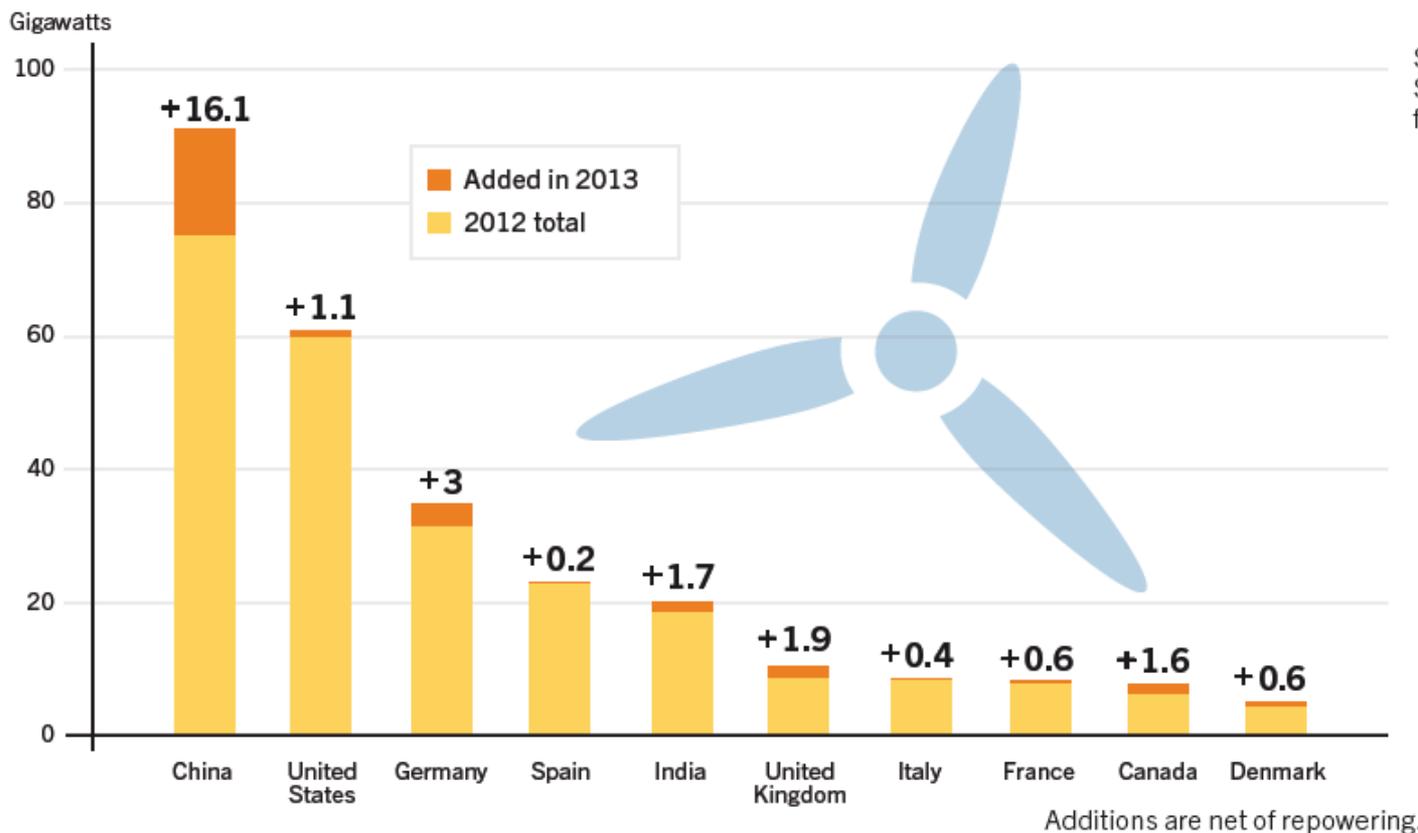
Capacidade de energia eólica instalada no mundo, 2000-2013



Energia eólica: os dez países com maior capacidade instalada, em 2013

71 countries have more than **10 MW**, **24** countries have more than **1GW** INSTALLED

Figure 20. Wind Power Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2013



Atlas do Potential Eólico do Brasil

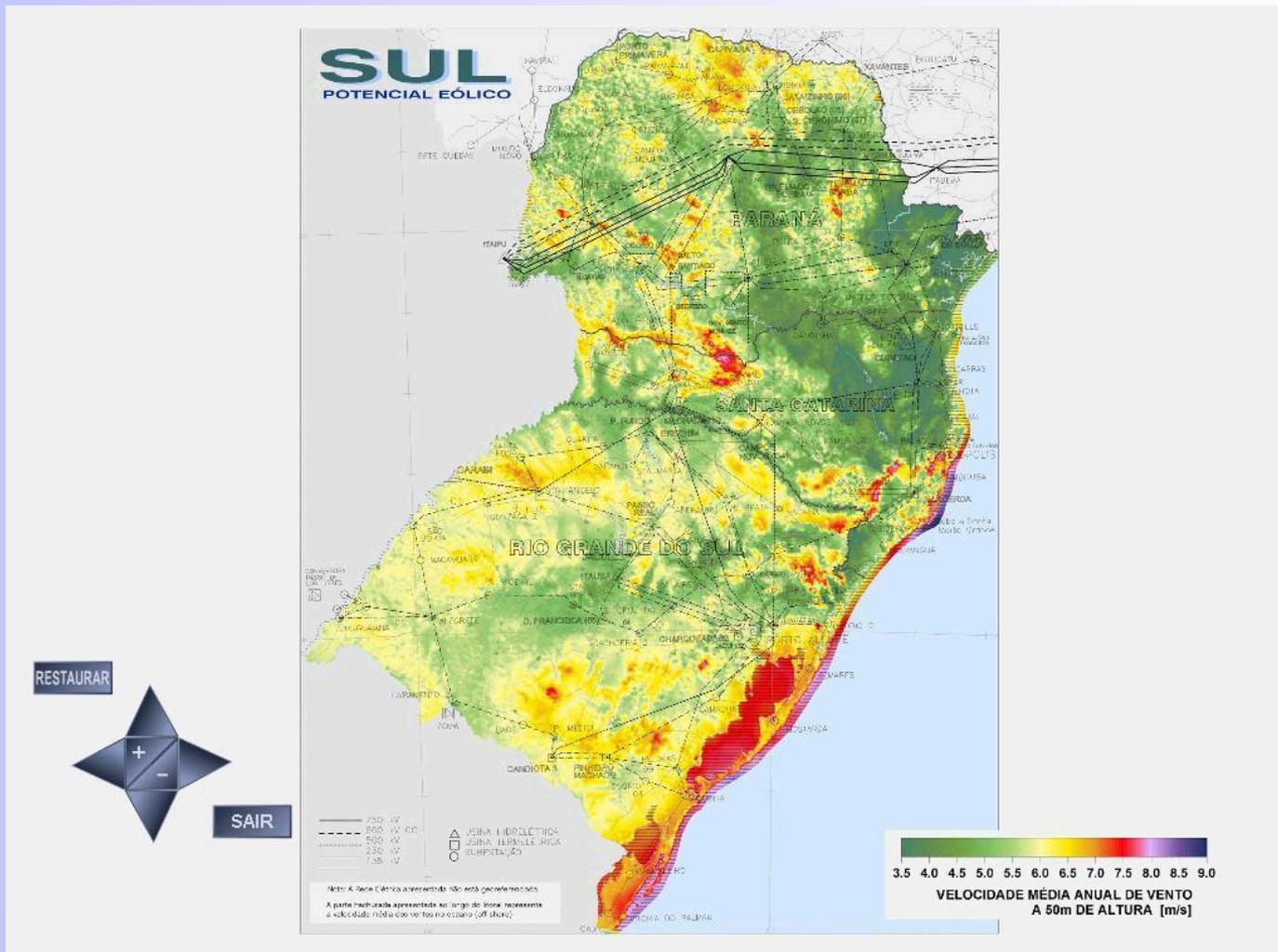


a 50 m de Altura

in Amarante et al. (2001), Eletrobrás



Atlas do Potencial Eólico da Região Sul do Brasil



in: Eletrobrás

O Aerogerador E-112

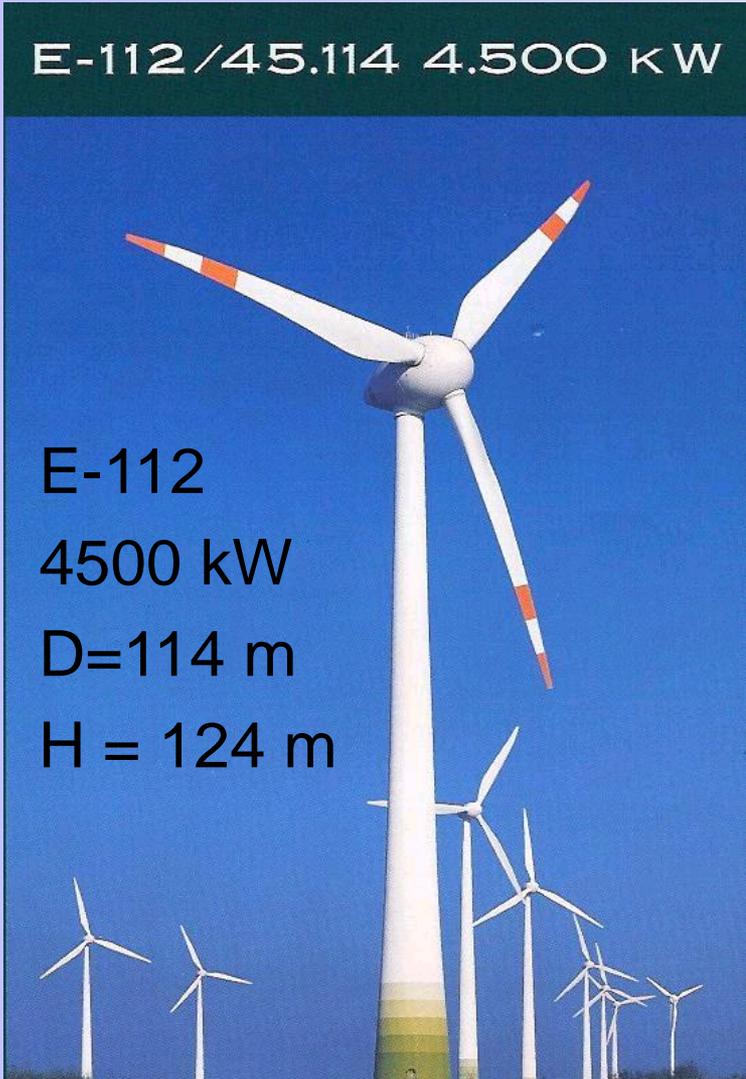
E-112/45.114 4.500 kW

E-112

4500 kW

D=114 m

H = 124 m



in: Enercon (catálogo de fabricante)

Pá do aerogerador de E-112

Comparação com a envergadura do Airbus A340



in: Abeking & Rasmussen (catálogo de fabricante)

Usina eólica de Osório-RS



Potência eólica no RS:
228 MW

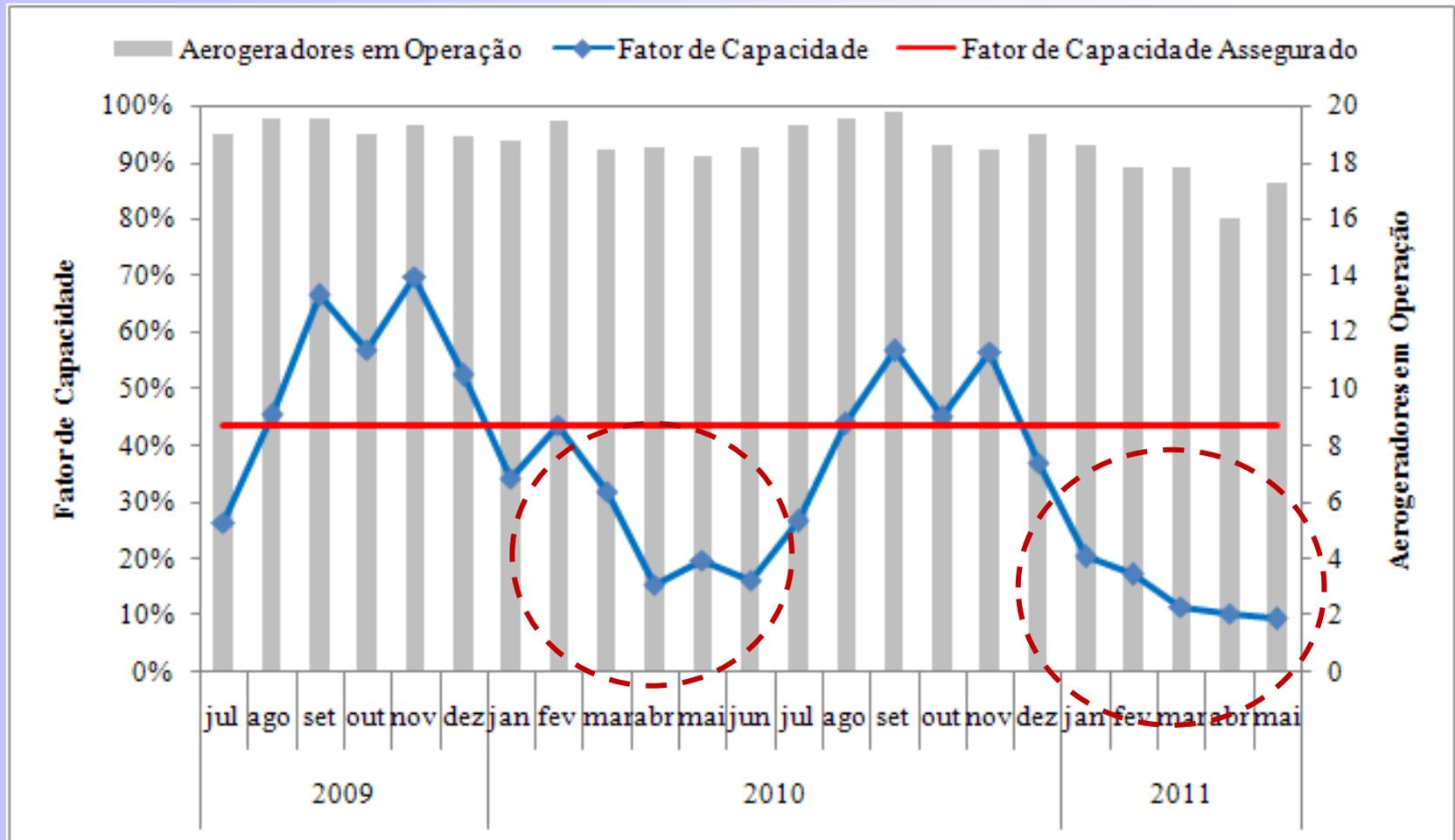
Osório: 75 AGs
de 2 MW

Altura da torre: 98 m
(800 ton., fundação de
30 m de profundidade)

Pás das turbinas: 37 m
Diâmetro: 74 m

Total de parques eólicos no Rio Grande do Sul: 5
Mais cinco parques estão sendo construídos: 112 MW

Fator de Capacidade (Usina Eólica Pedra do Sal)



in Damas, L.B. ; Santos, P.A.A.; Moresco, G.M. ; Passos, J. C. .
 Cenário Nacional e Tendências para Geração Eólica. ABCM Engenharia, ABCM, p. 12 - 20, 16 jul. 2012.

Perspectivas de crescimento da indústria eólica no Brasil

1. Previsão para o ano 2020: **14.000 MW (?)**
2. A energia eólica tornou-se a segunda fonte de energia mais barata, ficando atrás apenas da hidreletricidade.
3. O preço passou de R\$ 300,00/MWh (PROINFA) para cerca de R\$ 100,00/MWh



Os pequenos aerogeradores para as zonas urbanas

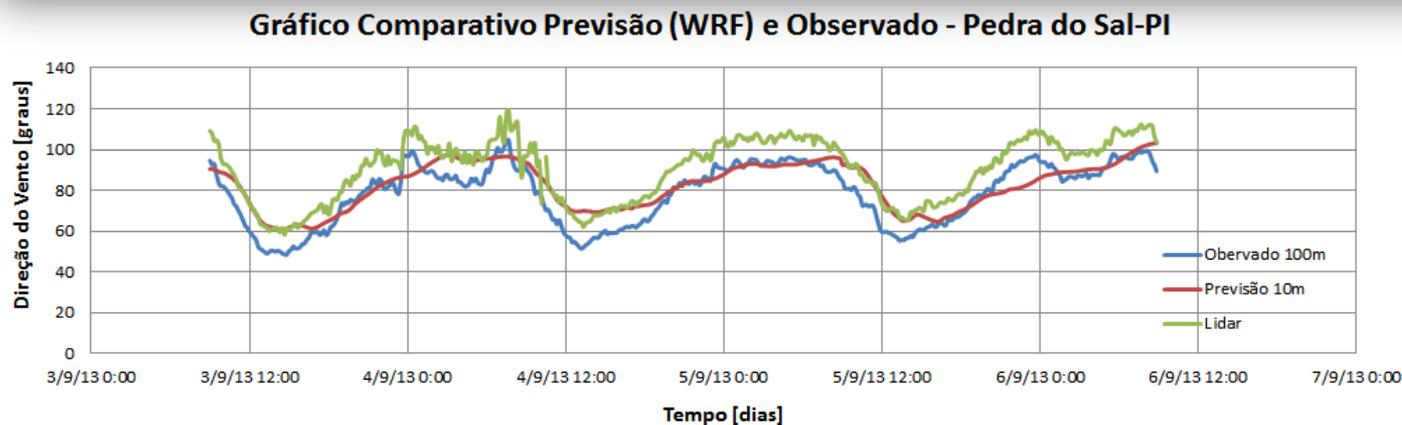
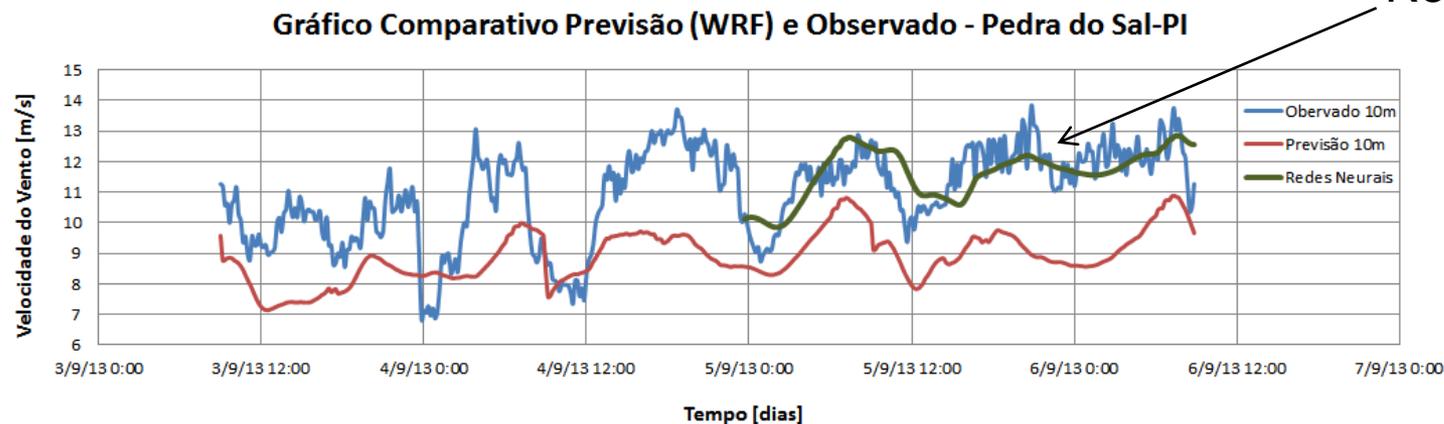
- (projeto de P&D
 - LEPTEN/UFSC e
 - TRACTEBEL ENERGIA
-
- Análise de estabilidade da camada limite,
 - Influência da turbulência
 - Previsão de geração.



Mestrando: Pedro Alvim dos Santos

Estudo de previsão de geração de eletricidade de fonte eólica (projeto de P&D LEPTEN/UFSC e TRACTEBEL ENERGIA)

Redes neurais



Doutorando: Yoshiaki Sakagami

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Eficiência Energética + Energias Renováveis

Fontes de energia

- Carvão
- Petróleo
- Gás Natural
- Energia Nuclear
- Energias Renováveis (ER): Hidroeletricidade, Eólica, Solar, Geotérmica, etc.
- Eficiência energética (EE)

in: Y. A. Çengel , Energy efficiency as an inexhaustible energy resource with perspectives from the U.S. and Turkey, Int. J. of Energy Research, 2011, 35 , pp. 153-161.

- Investir somente nas energias renováveis não é suficiente! É necessário também investir na eficiência energética.
- Substituir as lâmpadas de filamento incandescente por lâmpadas LEDs, por exemplo.
- Combinar as ações em EE + ER



Postos de trabalho diretos e indiretos em energias renováveis, por indústria

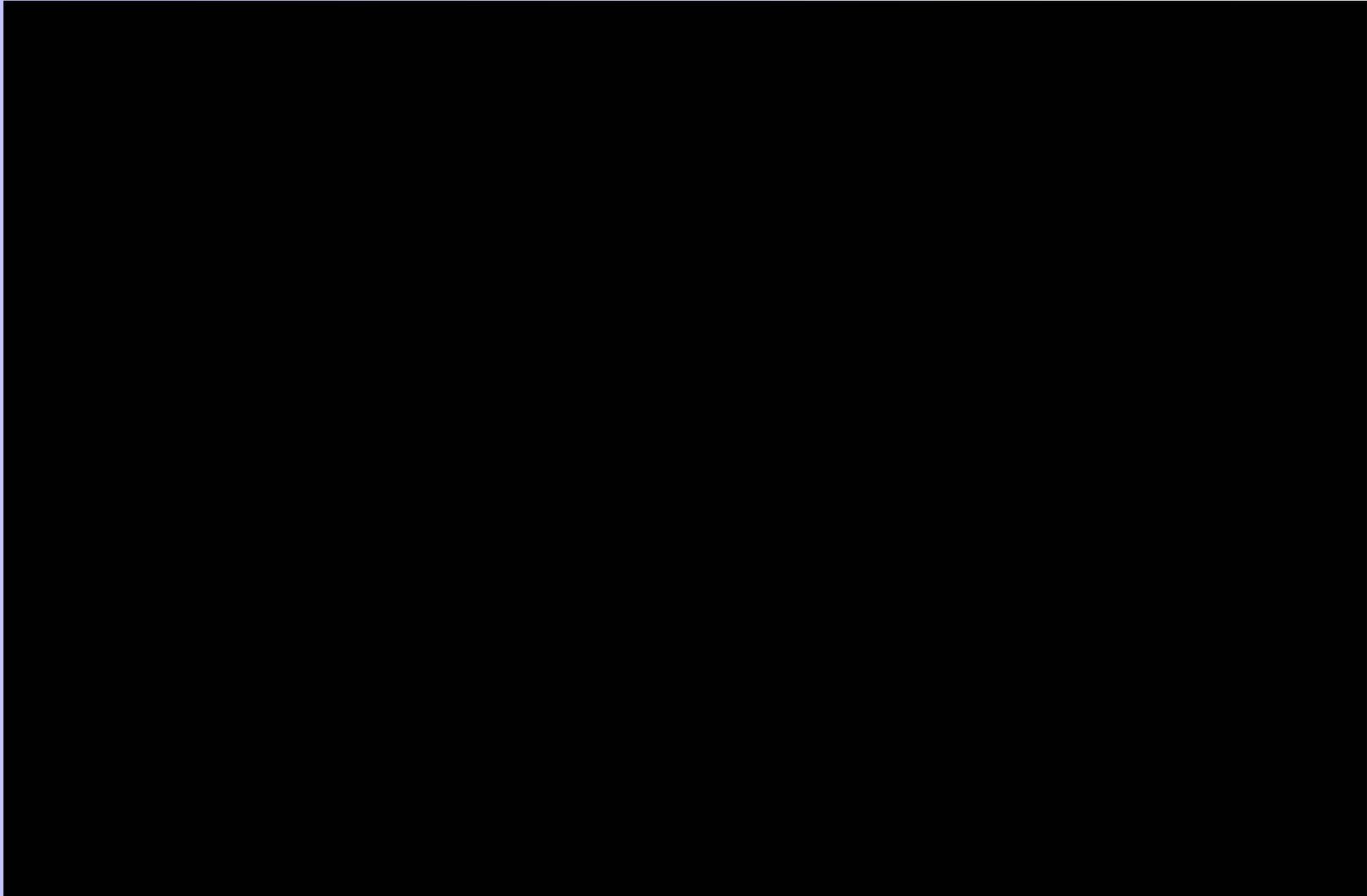
	World	China	Brazil	United States	India	Bangladesh	European Union ^m		
							Germany	Spain	Rest of EU
	Thousand Jobs								
 Biomass ^{a,b}	782	240		152 ^h	58		52	44	210
 Biofuels	1,453	24	820 ^f	236 ⁱ	35		26	3	82
 Biogas	264	90			85	9.2	49	0.5	19
 Geothermal ^a	184			35			17	1.4	82
 Hydropower (Small) ^c	156		12	8	12	4.7	13	1.5	18
 Solar PV	2,273	1,580 ^e			112	100 ^k	56	11	153
 CSP	43			143 ^j			1	28	0
 Solar Heating / Cooling	503	350	30 ^e		41		11	1	31
 Wind Power	834	356	32	51	48	0.1	138	24	166
Total	6,492^d	2,640	894	625	391	114	371^l	114	760



**VIDEOS: Sistema solar heliotérmico
utilizando un
concentrador cilindro-parabólico**

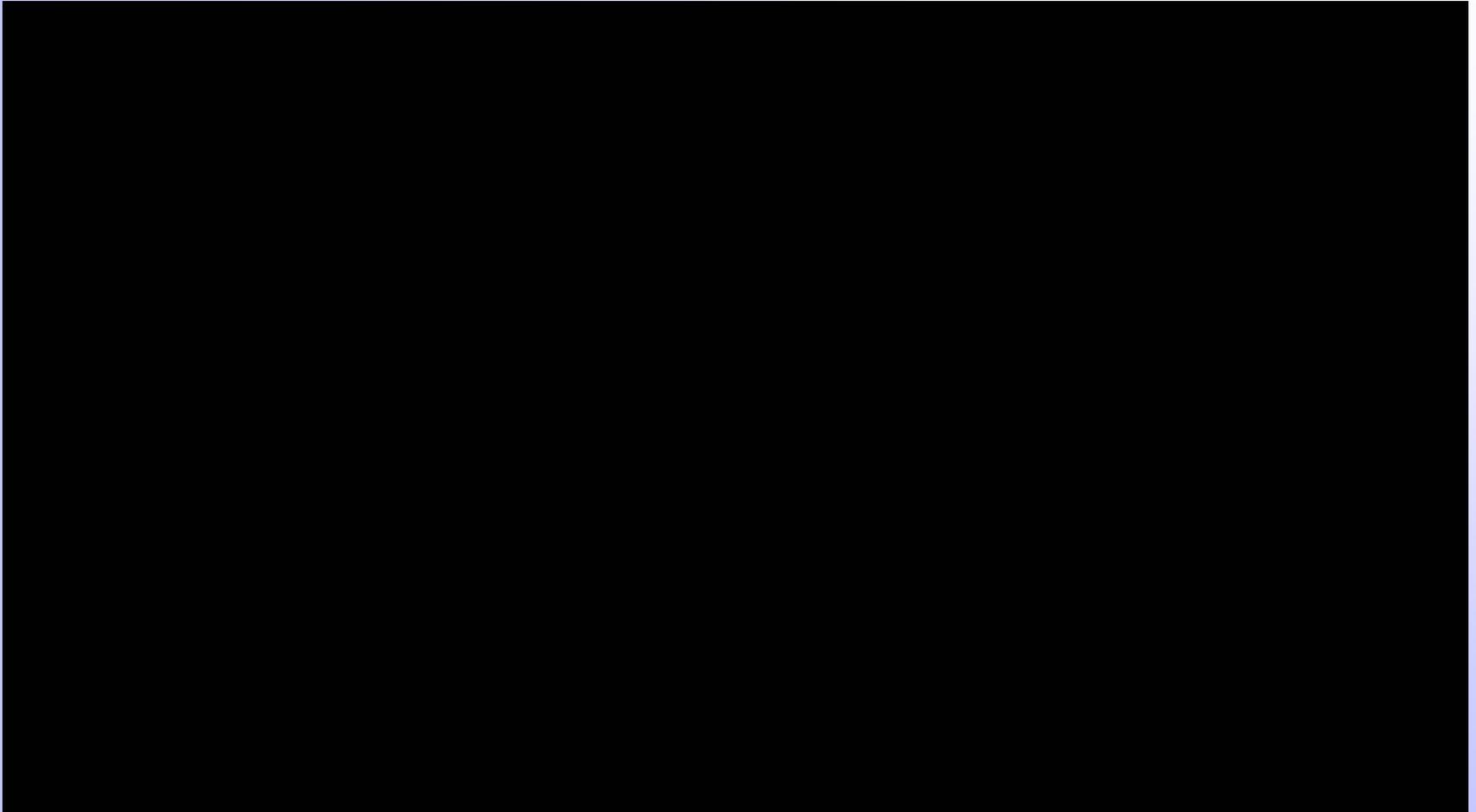
*CSP-DSG: Concentrator Solar Power-
Direct Solar Generation*





Este vídeo mostra as etapas da construção de um concentrador cilindro-parabólico (MSc. de Victor C. Pigozzo Filho).





Este vídeo mostra a perda geométrica de fim de linha.





CONEM2014



VIII CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
UBERLÂNDIA - MG - BRASIL 10 A 15 DE AGOSTO DE 2014

Muito obrigado pela atenção!

