

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.

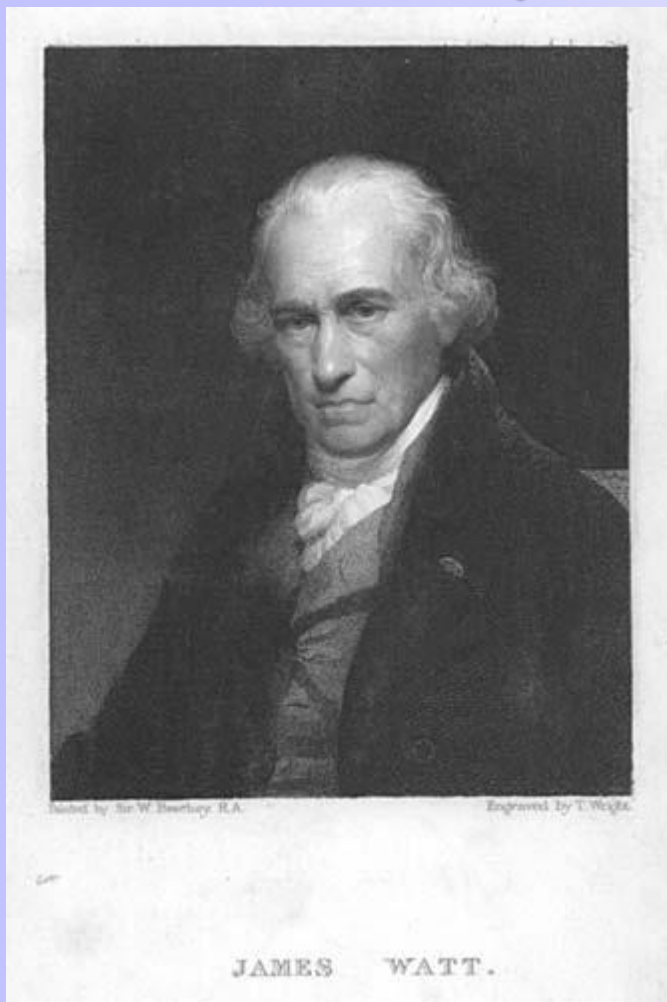
1879 - lâmpada a filamento incandescente, inventada por Thomas Edison.

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.*

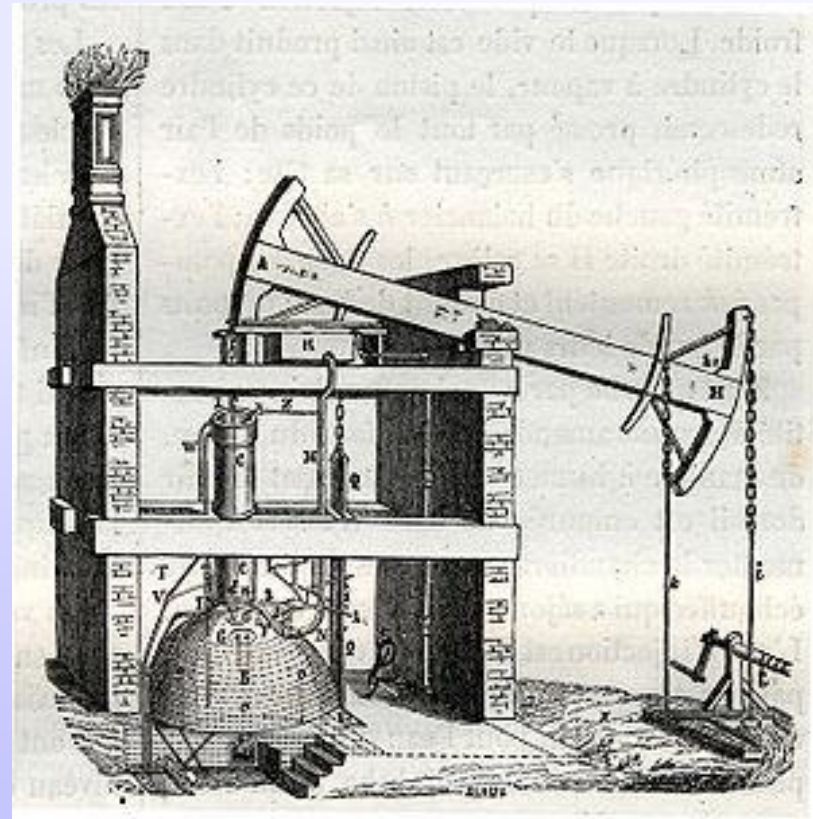
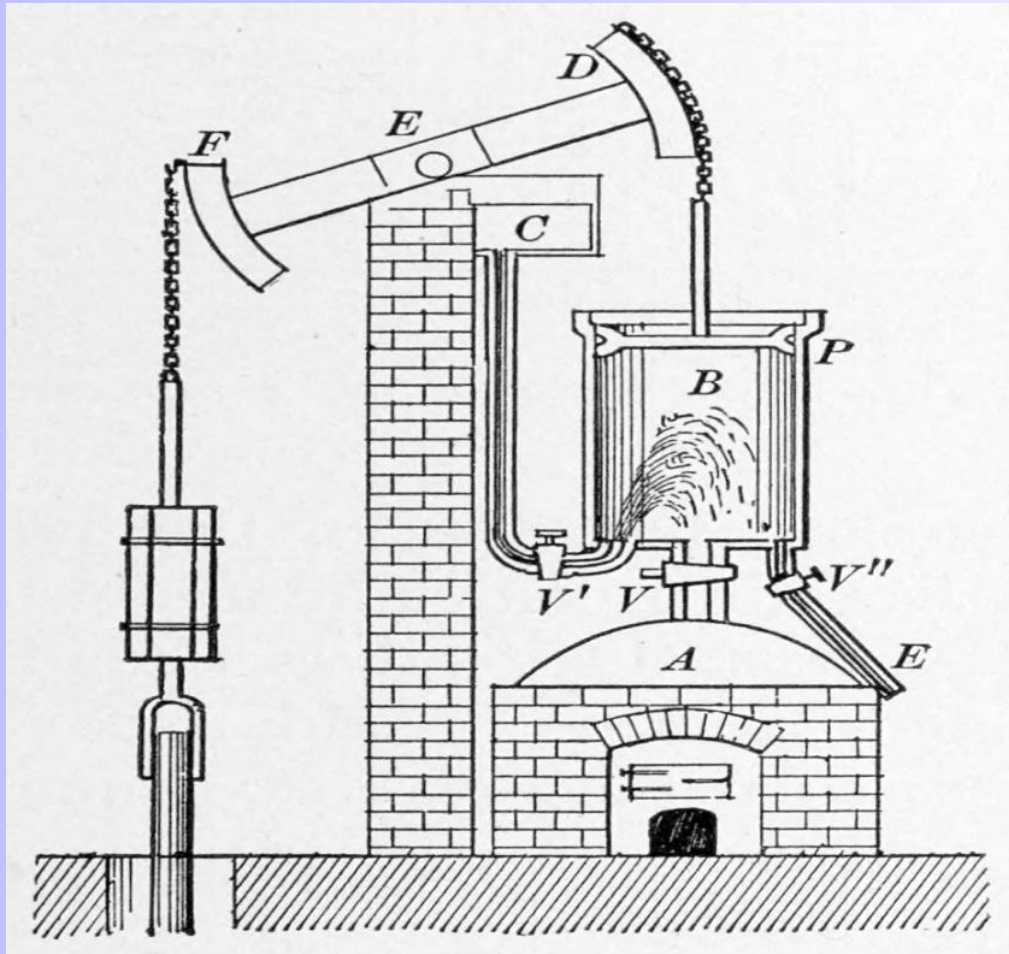
1769- requerimento da primeira patente para a máquina a vapor

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.



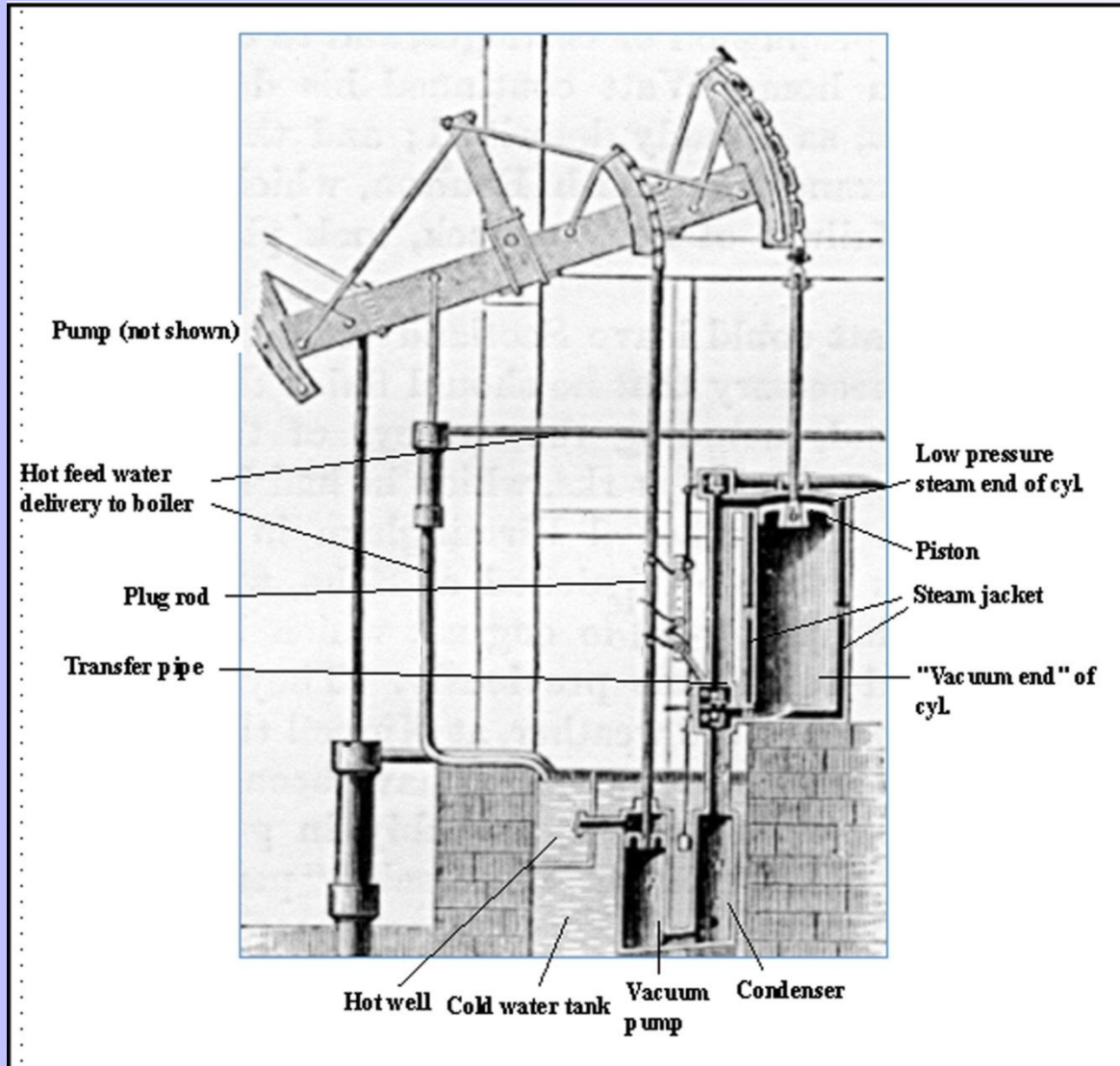
Evolução da máquina a vapor (máquina de "fogo" - fire engine) de Thomas Newcomen (1663-1729)



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)

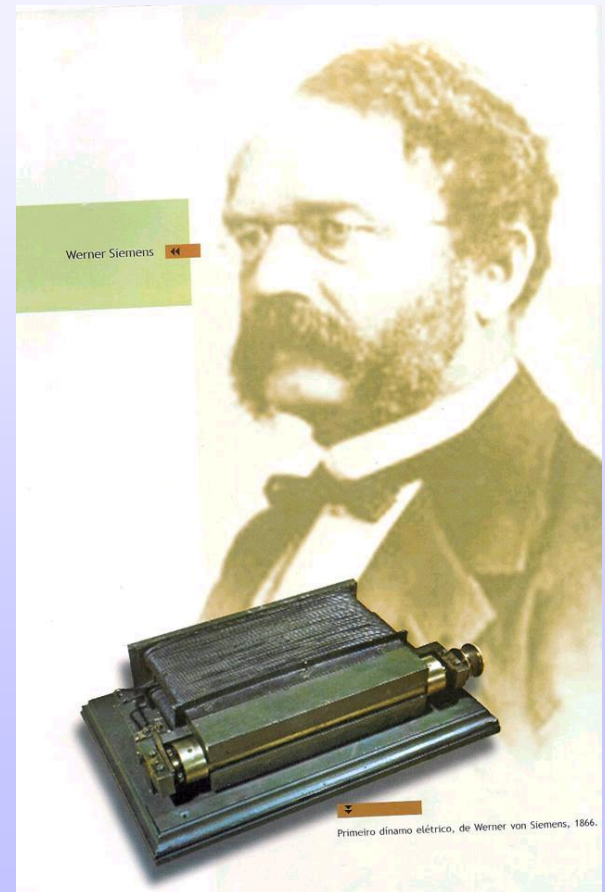
Invenção do motor elétrico

WERNER VON SIEMENS (1816-1892)

*1866 - O primeiro
dínamo elétrico*

*gerador de corrente
contínua auto-
induzida*

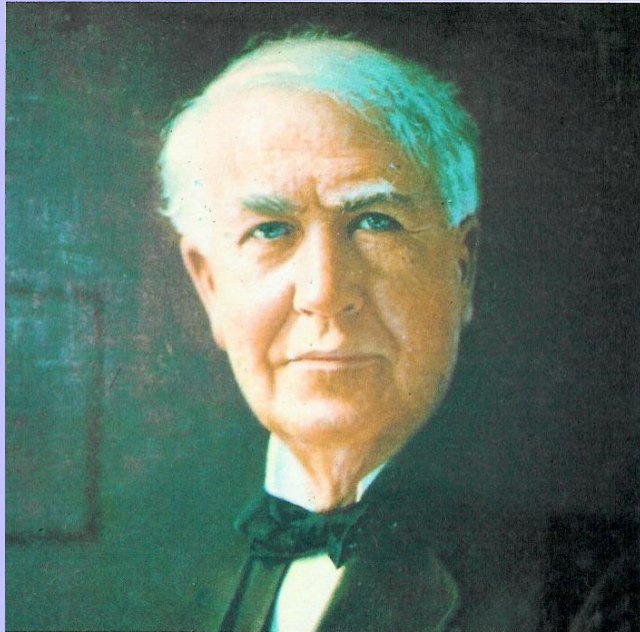
Dinamo com
armadura-T.
Primeiro dinamo de
Siemens com
aplicação prática.
Com uma rotação de
1000 rpm, fornecia 8 A
em 20 V.



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



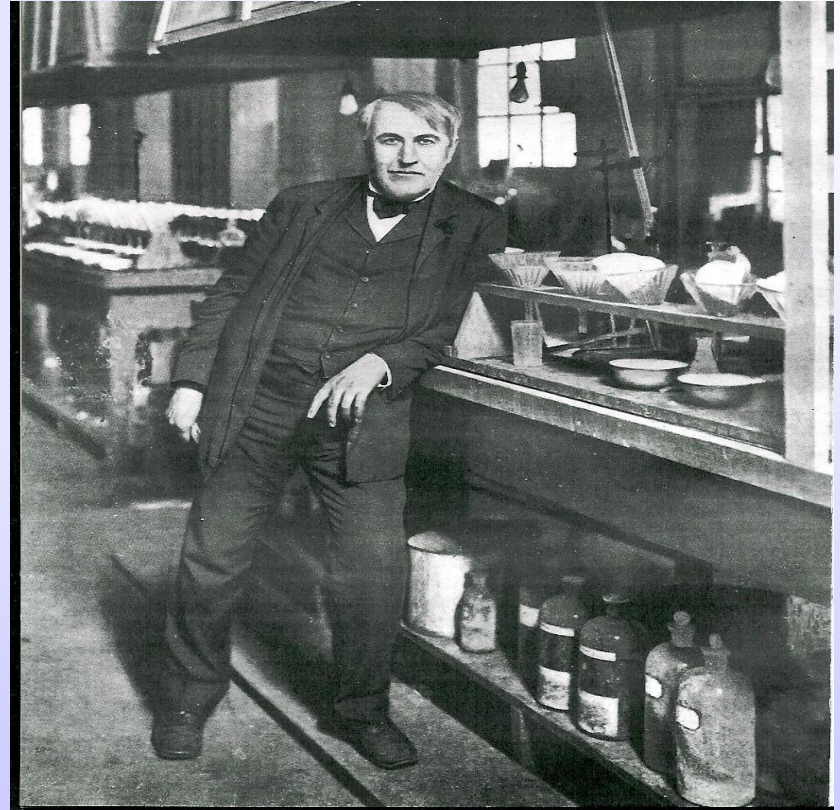
A CONQUISTA DA ENERGIA (3)



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.



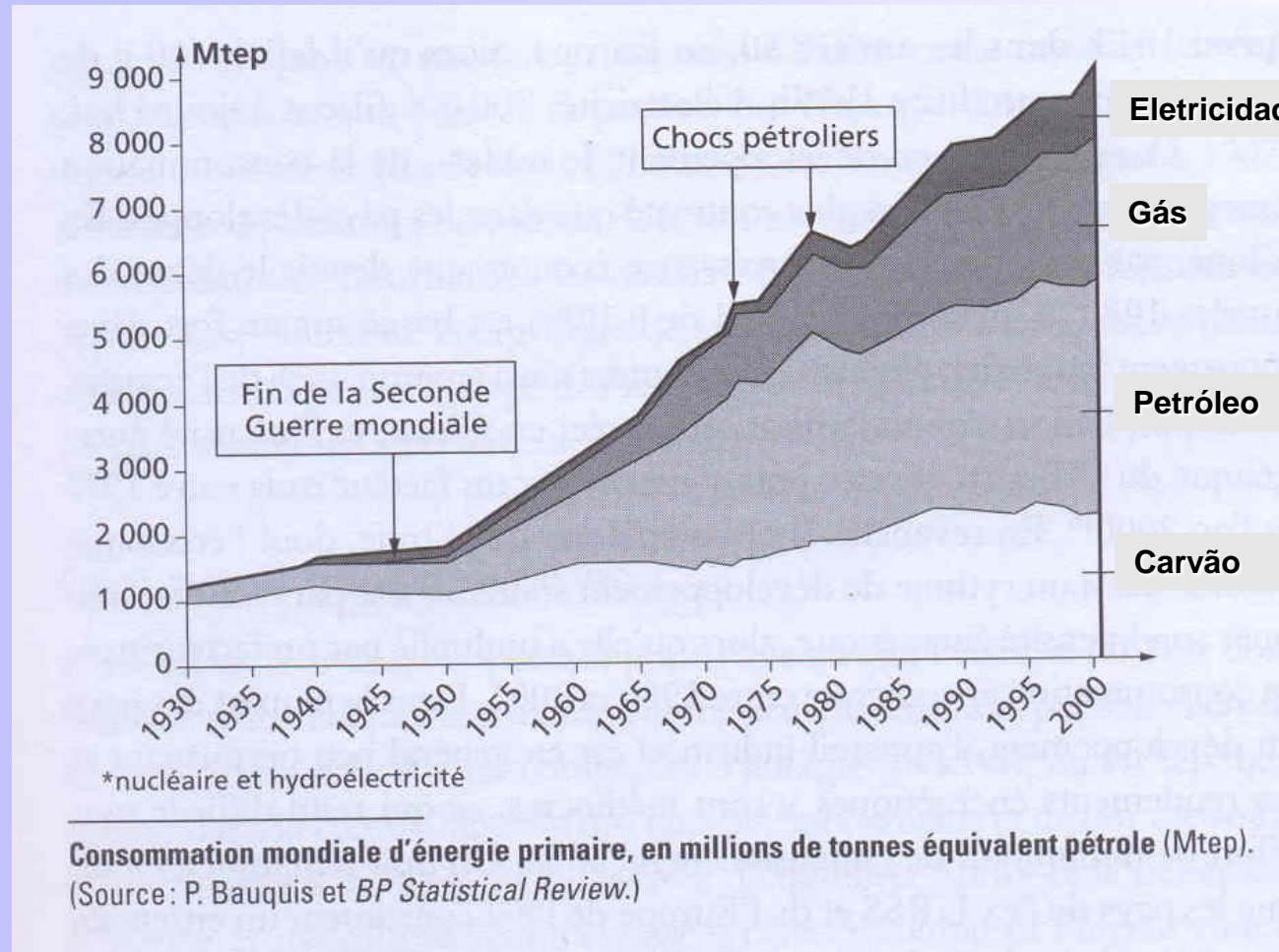
Consumo mundial de energia primária

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

em 2000
(=10 Gtep).

=10x

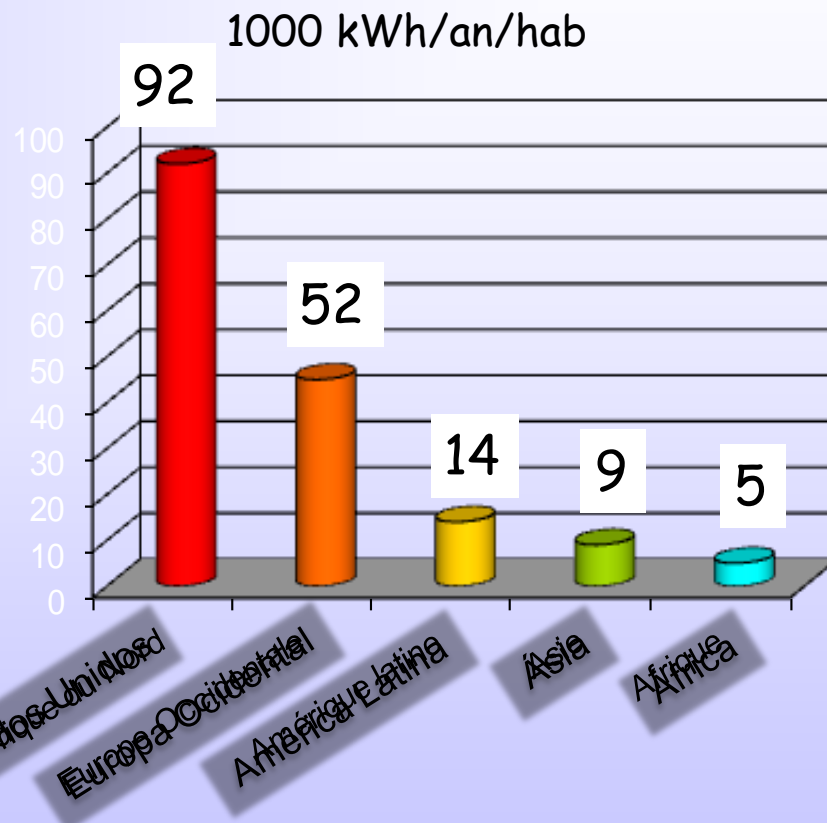
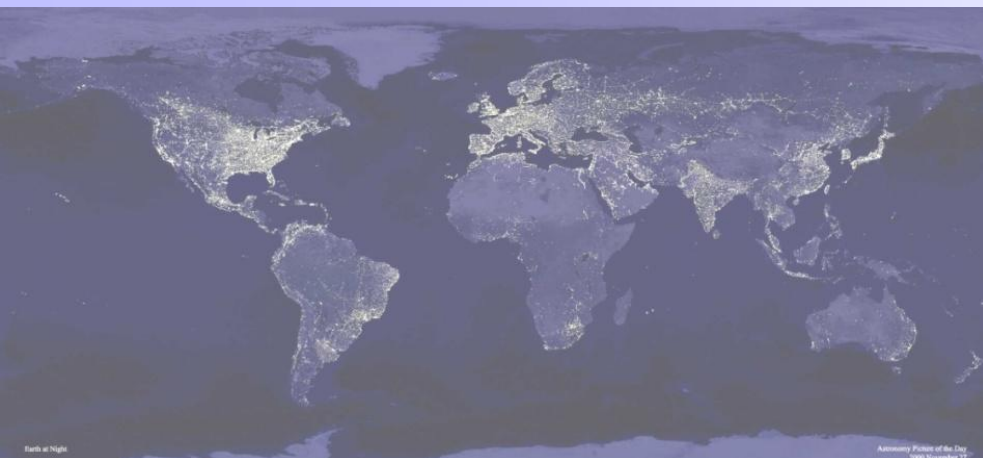
o de 1900.



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 | |

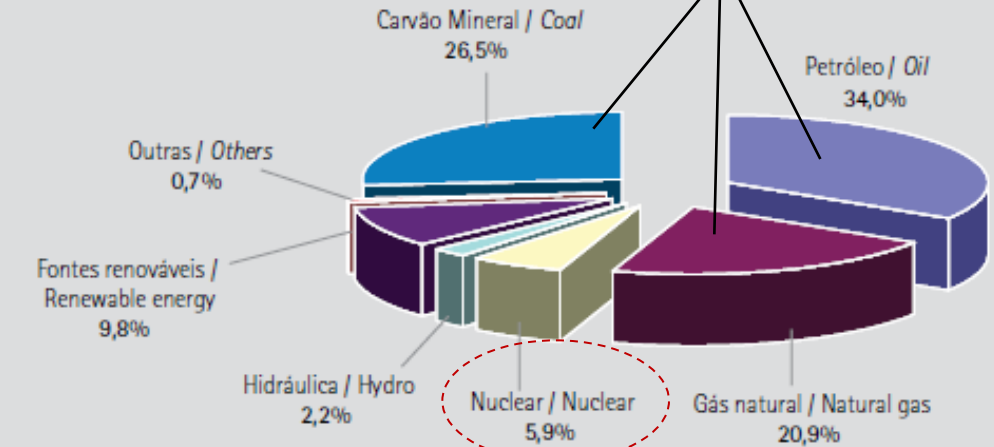
in: Pierre Papon, 2007, *L'Énergie à l'heure des choix*, Ed., Belin, Paris. , p. 30



O mundo continua dependente dos combustíveis fósseis.

2007
Total: 12.029 10⁶ tep (toe)

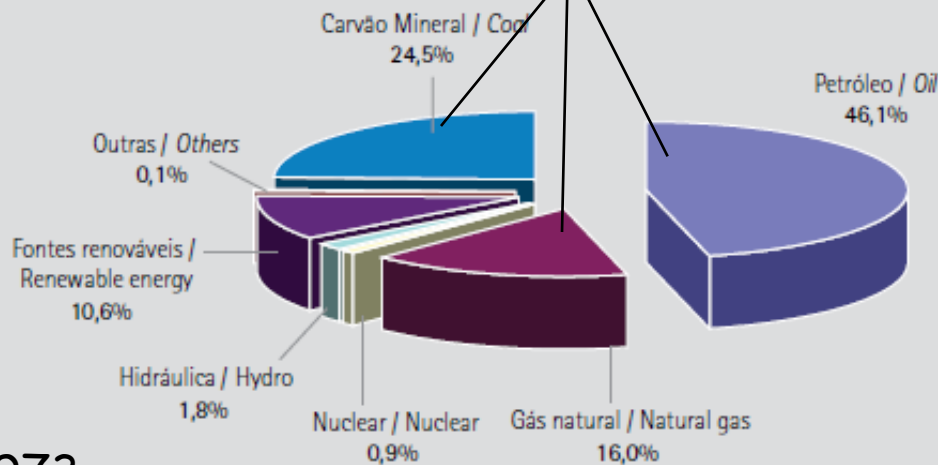
2007



in: BEN 2010, EPE

1973
Total: 6.115 10⁶ tep (toe)

86,6%



1973

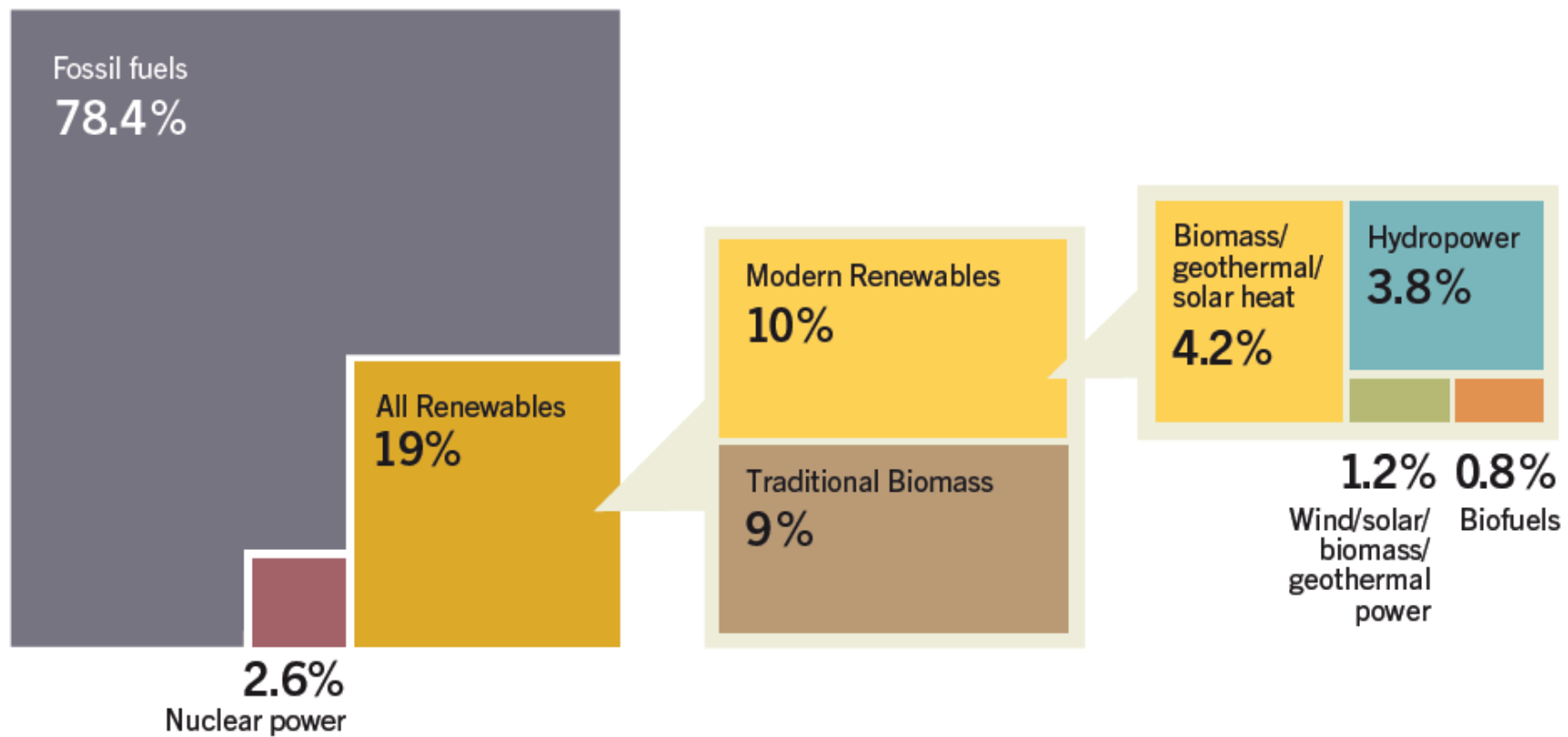
in: BEN 2010, EPE

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)

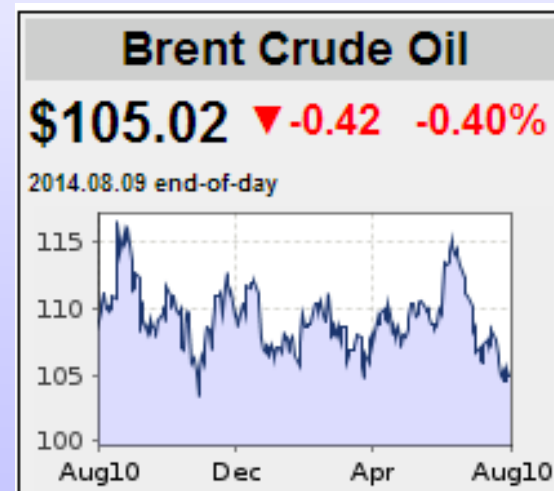
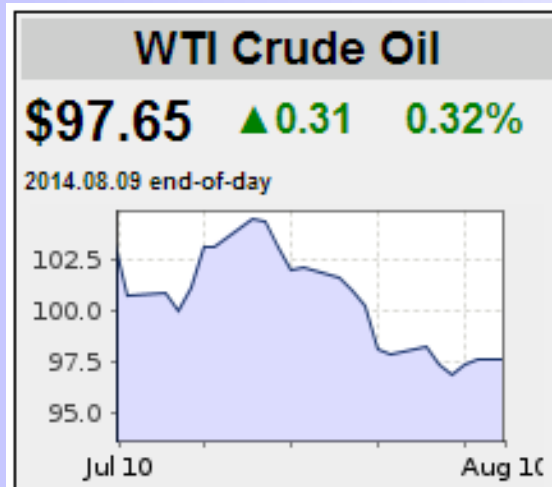
Figure 1. Estimated Renewable Energy Share of Global Final Energy Consumption, 2012



Source:
See Endnote 4
for this section.

O preço do barril de petróleo

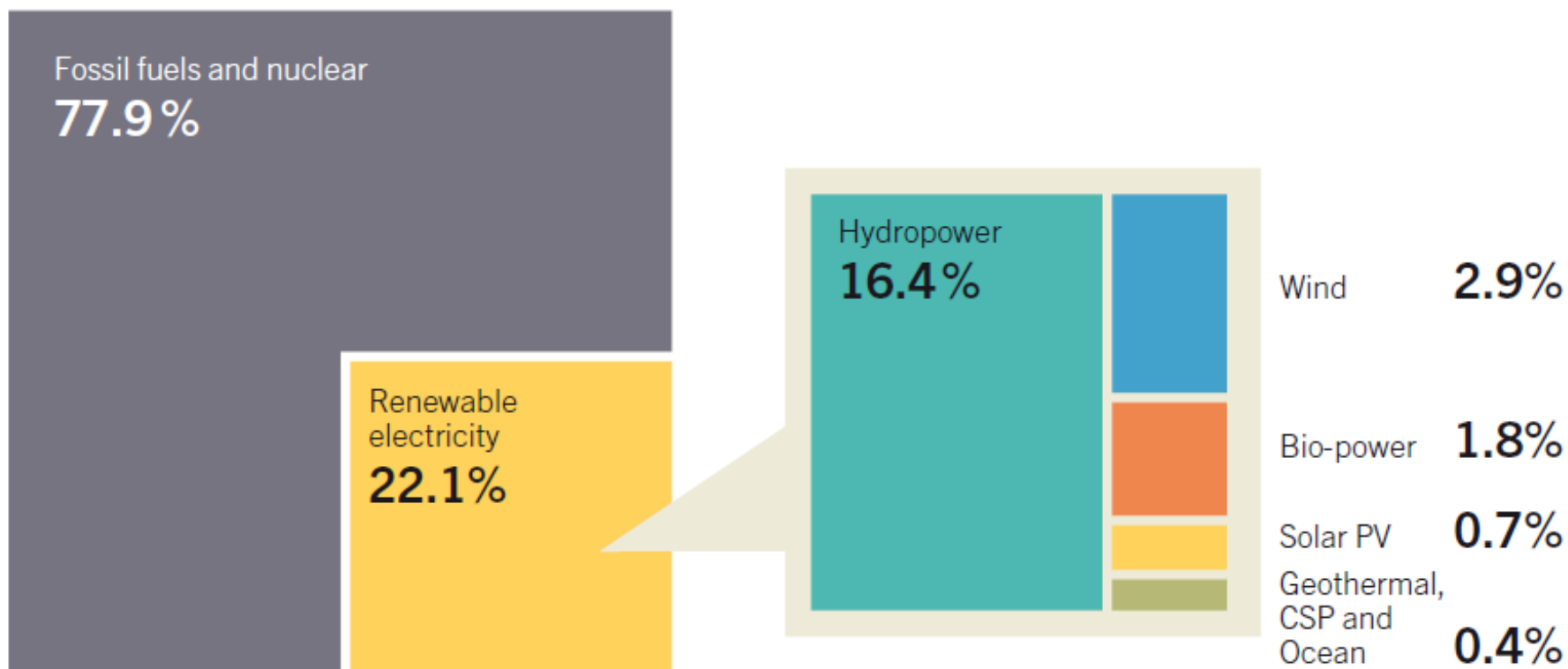
| Tipo de óleo | 27/03/2014 | 09/08/2014 |
|--------------|-------------|-------------|
| WTI | US\$ 100,26 | US\$ 97,65 |
| BRENT | US\$ 107,03 | US\$ 105,02 |



*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.

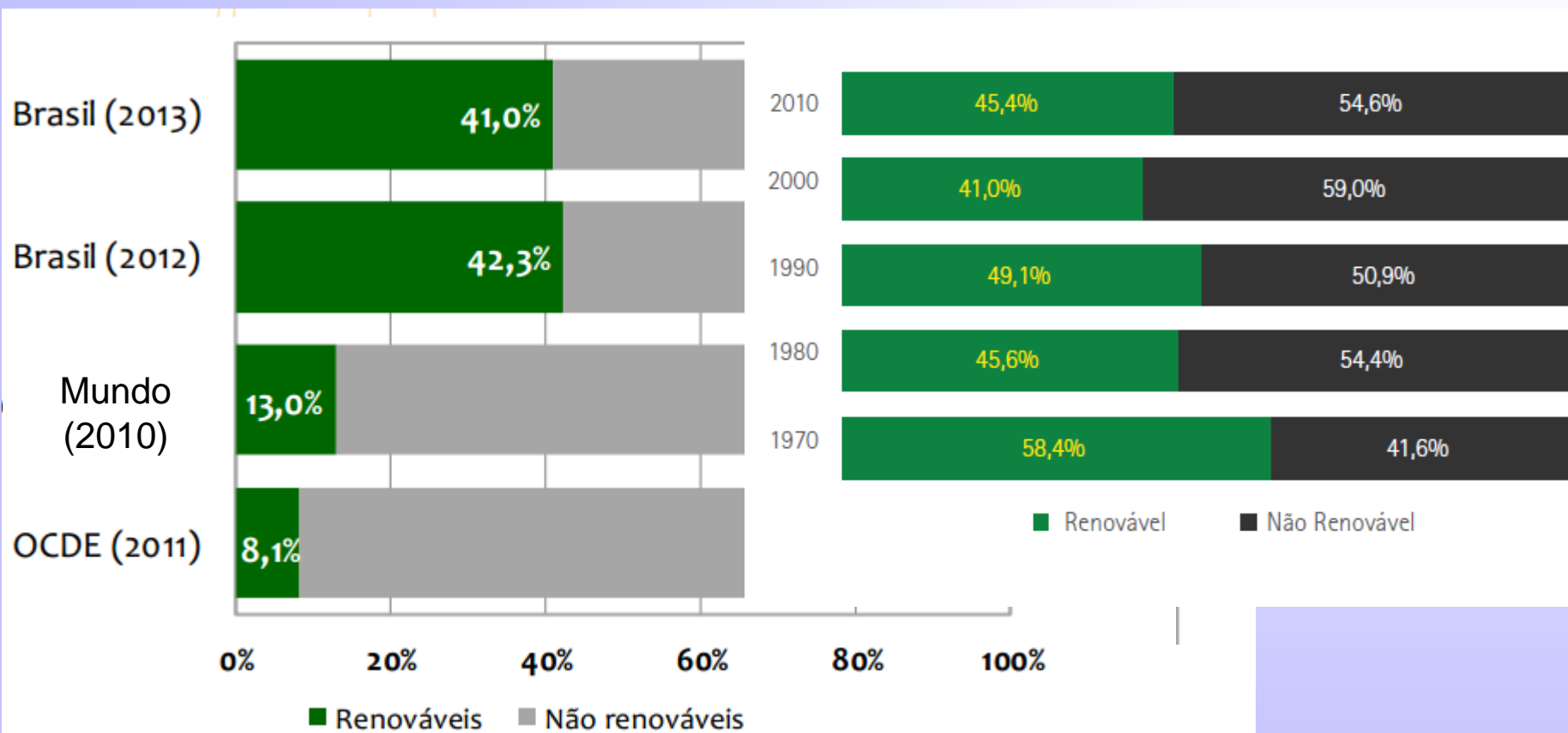


2

DADOS SOBRE O BALANÇO DE ENERGIA DO BRASIL



Participação das energias renováveis na matriz energética brasileira



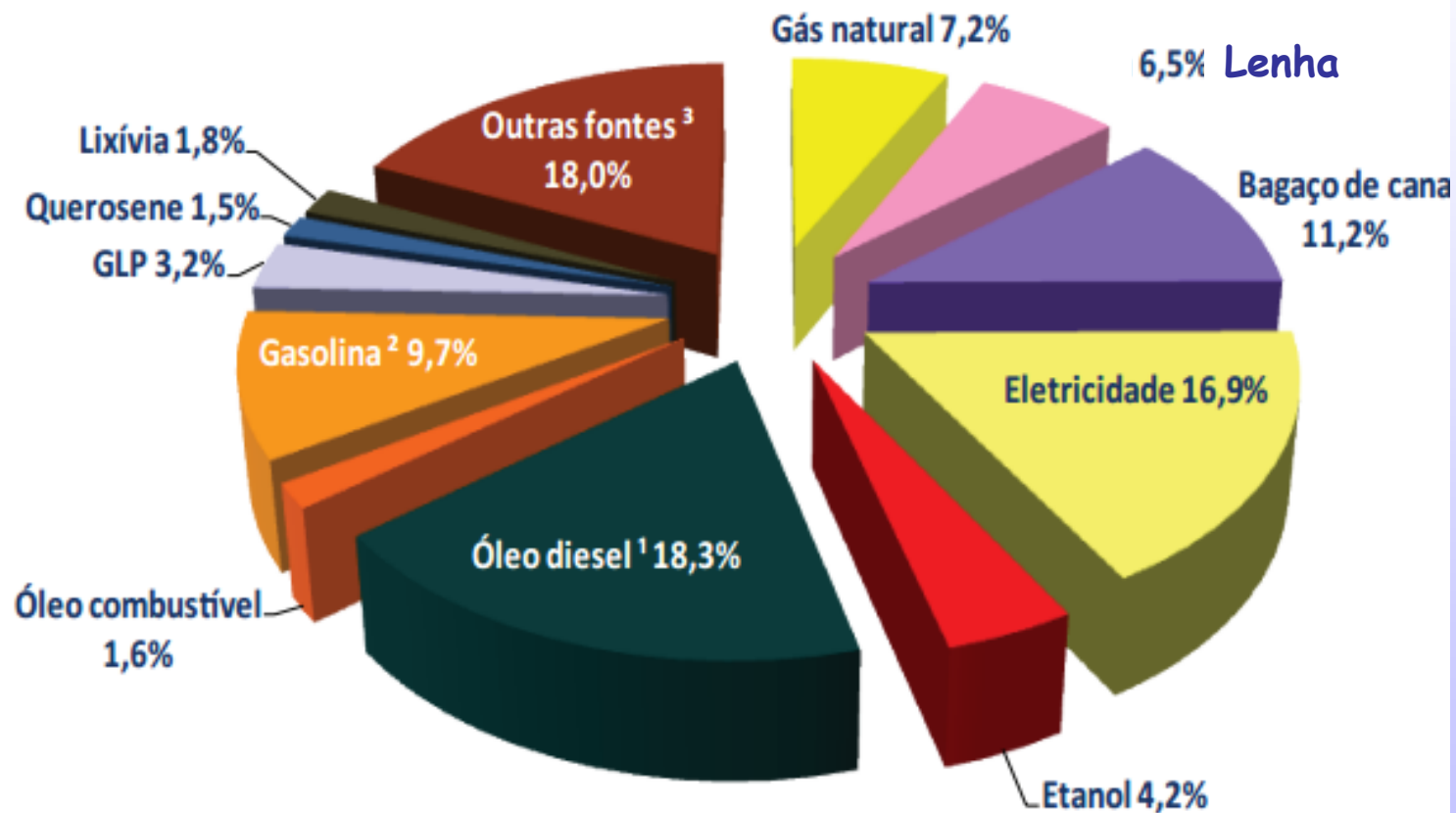
Fonte: EPE; Agência Internacional de Energia.

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



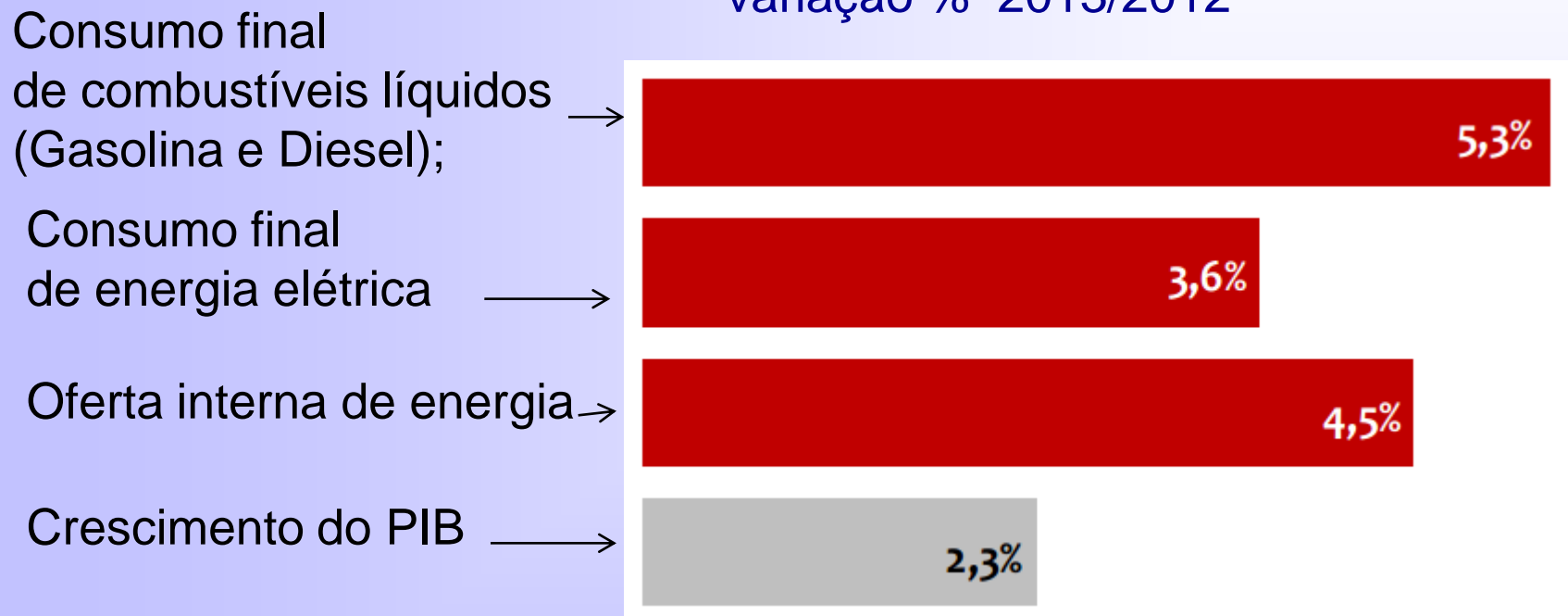
1 Inclui biodiesel

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 (?).

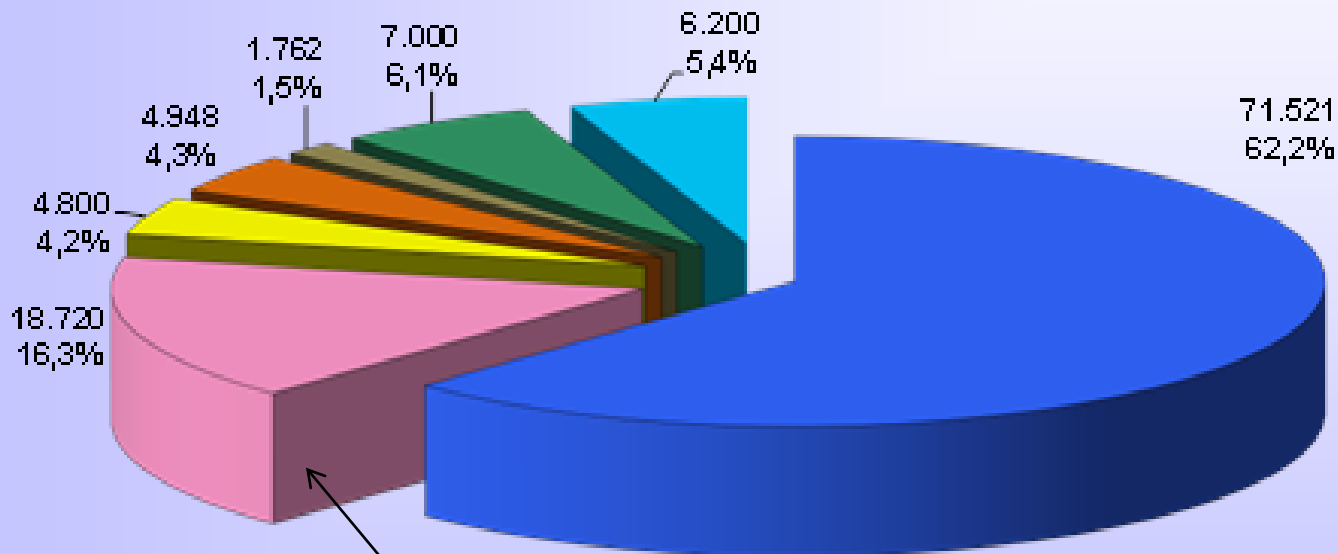
(EPE-MME, BEN 2014, ano 2013)

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%)**



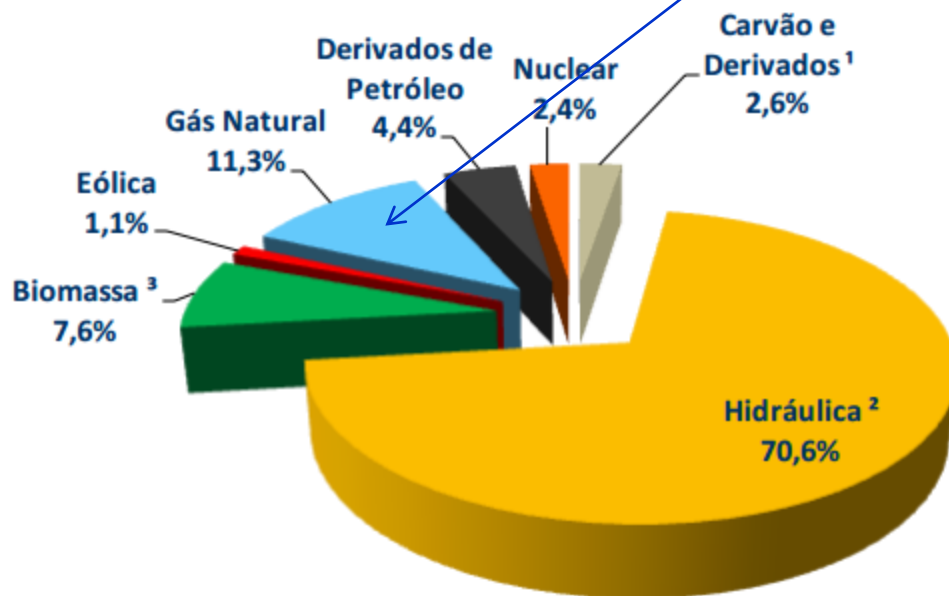
Total Disponível: 114.951 MW = 115 GW

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

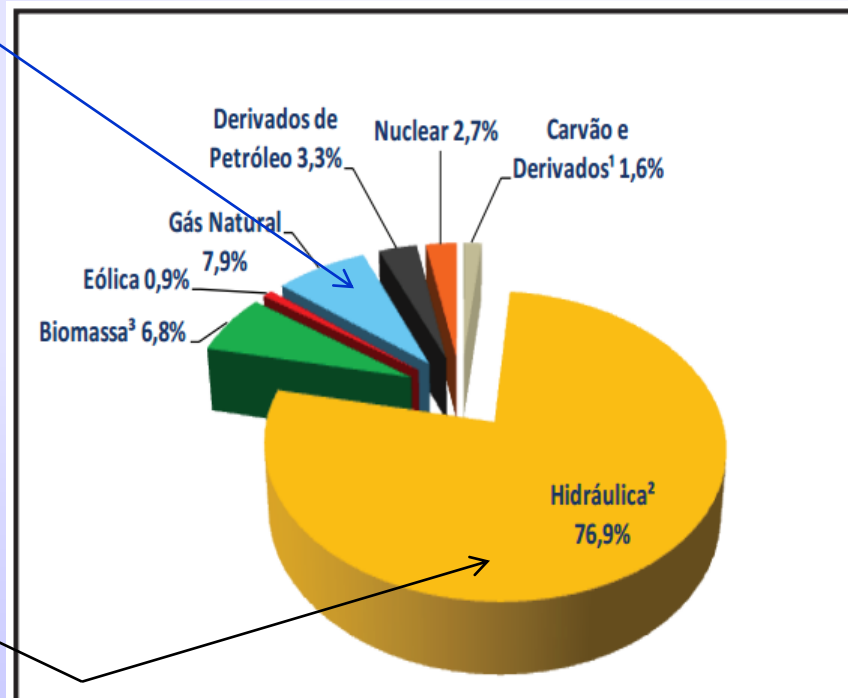
A matriz elétrica brasileira

(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)

Balanco 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 - Balanco de Energia

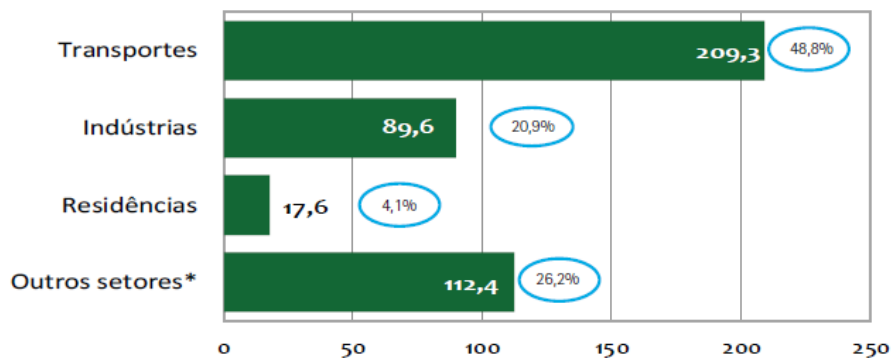
LEGENDA:  Verificado
 Programado

| 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 | |

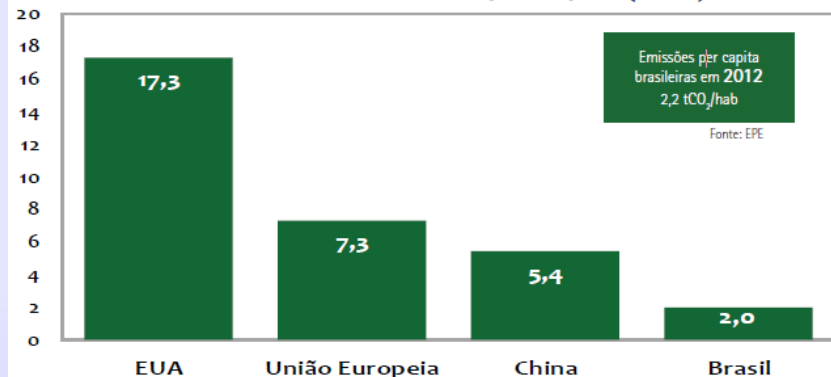
Produção e Carga por Submercados e Intercâmbios Verificados - MWmed.

Emissões de CO₂ na produção e utilização de energia no Brasil

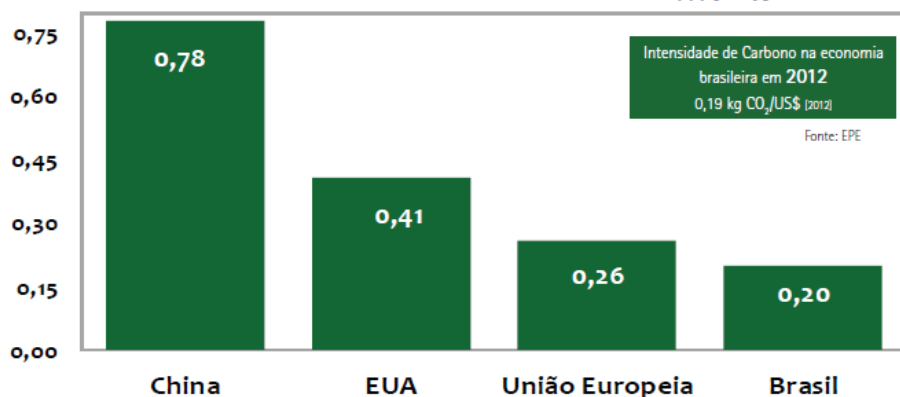
Emissões totais, em MtCO₂



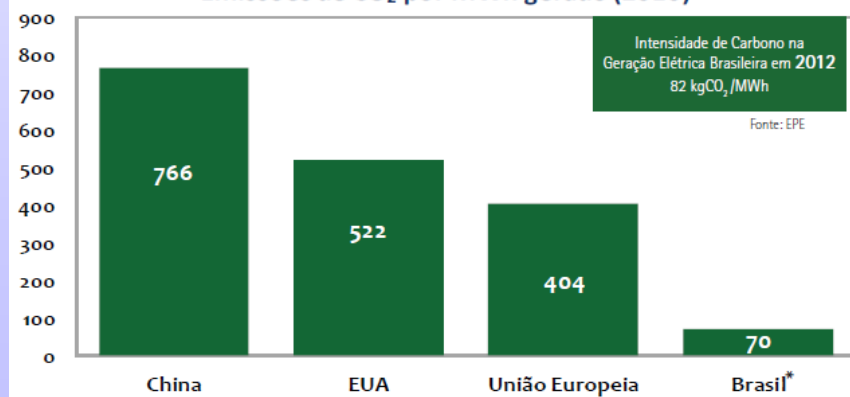
Emissões de CO₂ per capita (2010)



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

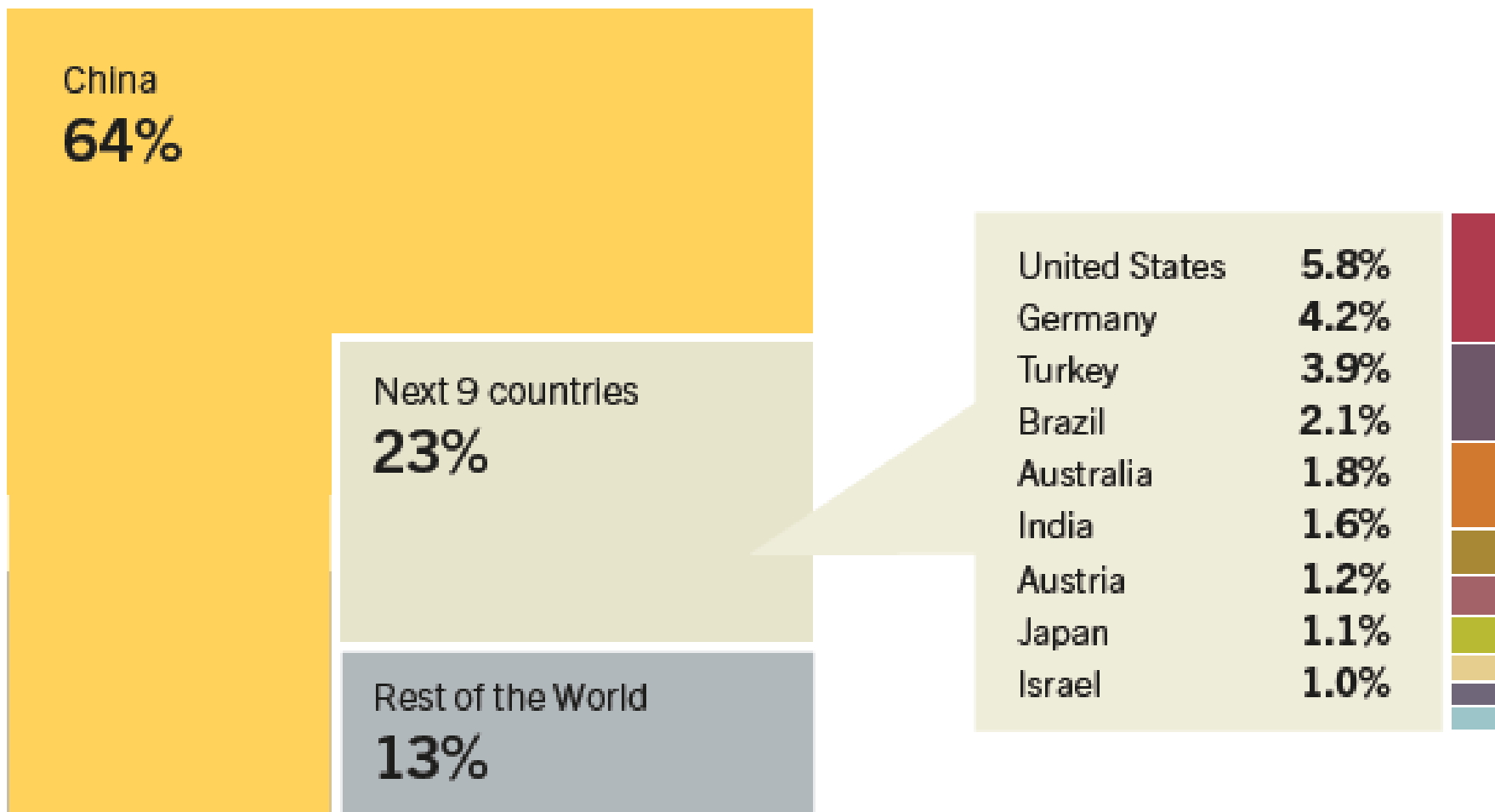


3.1

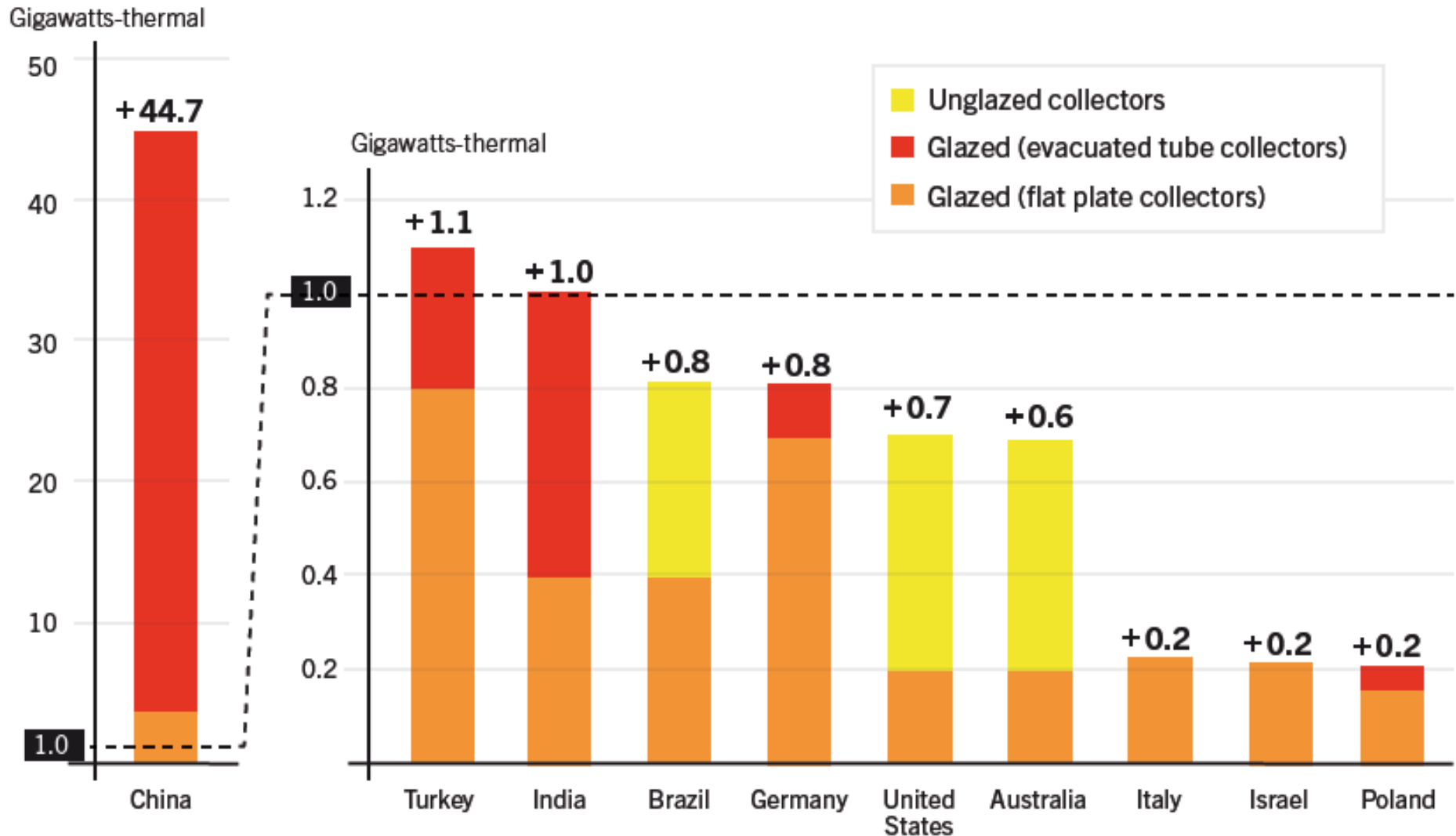
Sistema de **Aquecimento Solar** de Água (SASA)

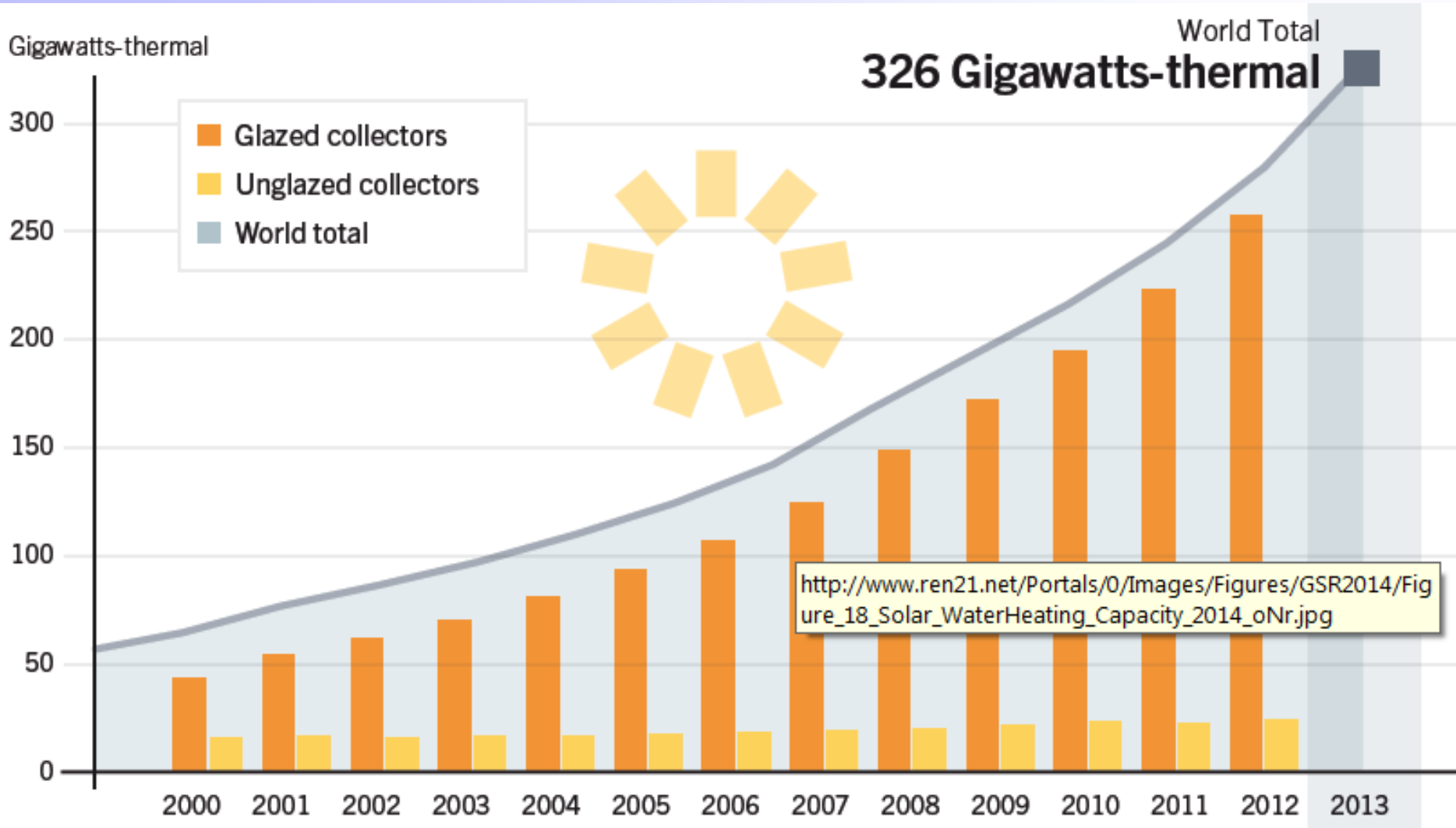


SASA: os 10 países com maior capacidade mundial de aquecedores solares, em 2012



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.**

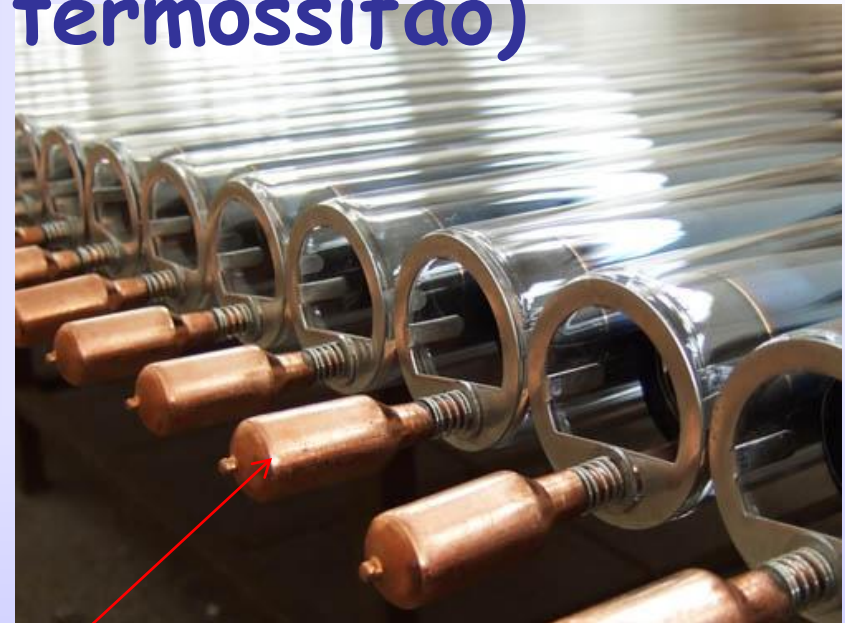
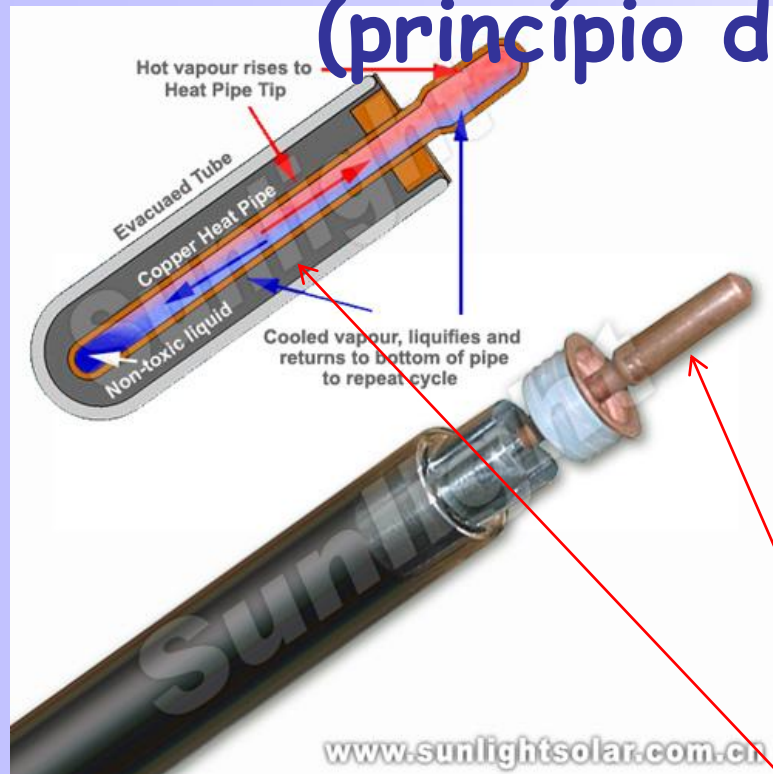
Em 2012, a superfície total de aquecedores solares de água, no Brasil, atingiu 8,42 milhões de m²



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

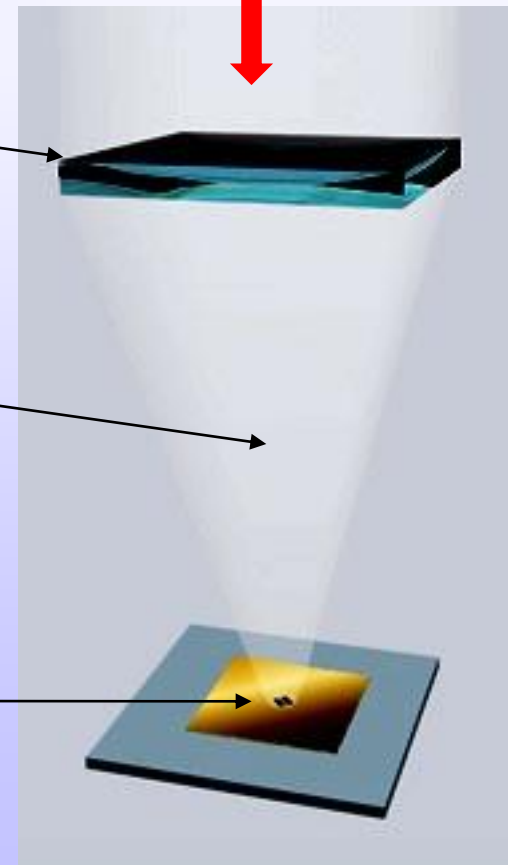
Sistemas Fotovoltaicos de Alta Concentração - HC-PV



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

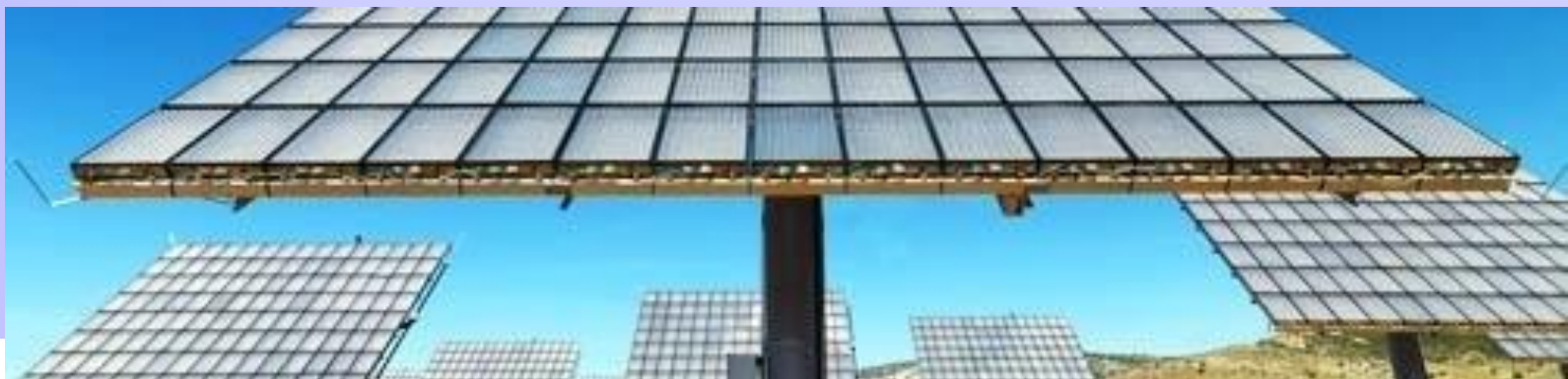
HC-PV - Exemplo de uma instalação

ISFOC Power Plant

Localização: Puertollano (Castilla-La Mancha, Espanha)

Capacidade: 3MW (500kW HC-PV)

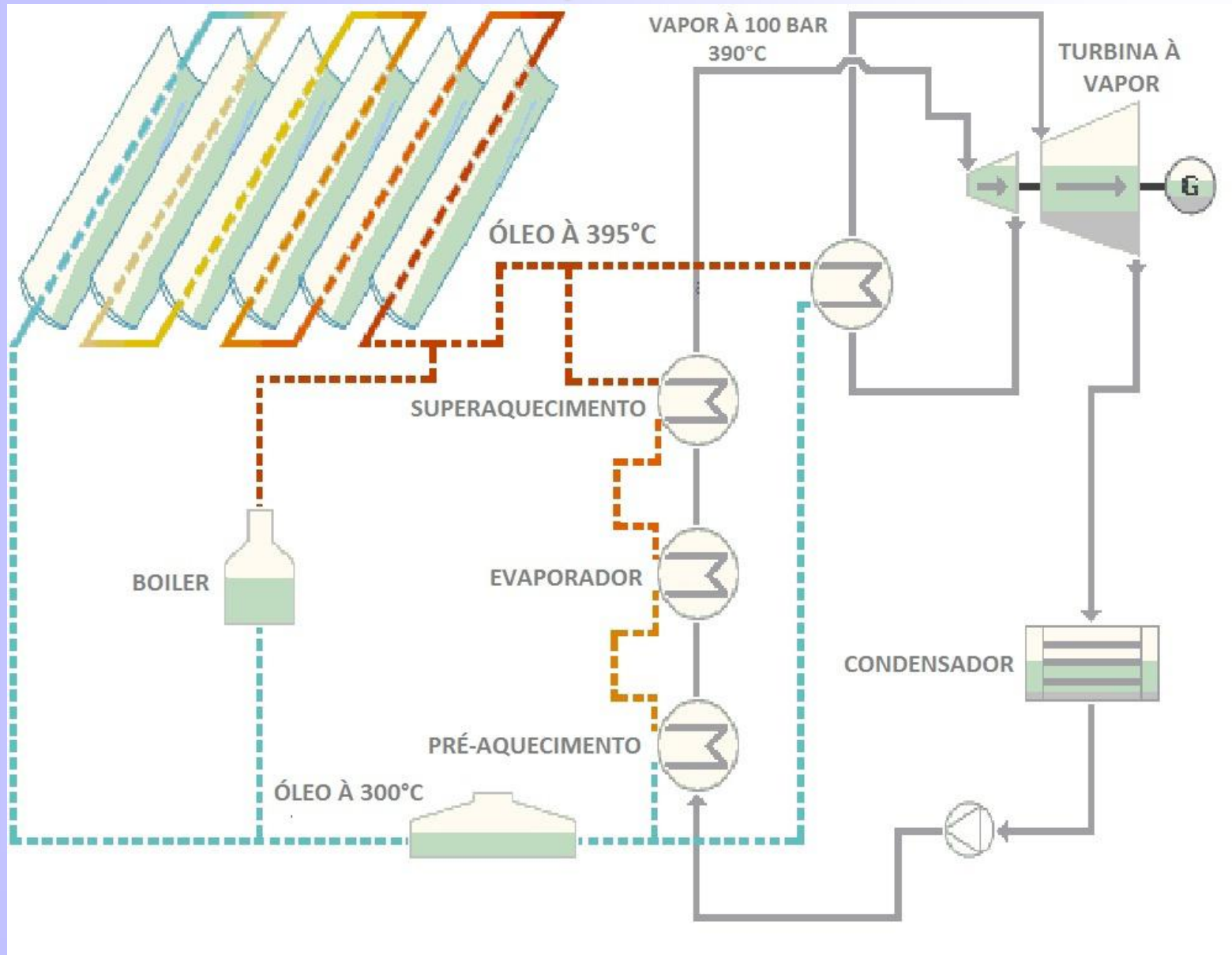
Planejamento e Instalação: Concentrix Solar GmbH



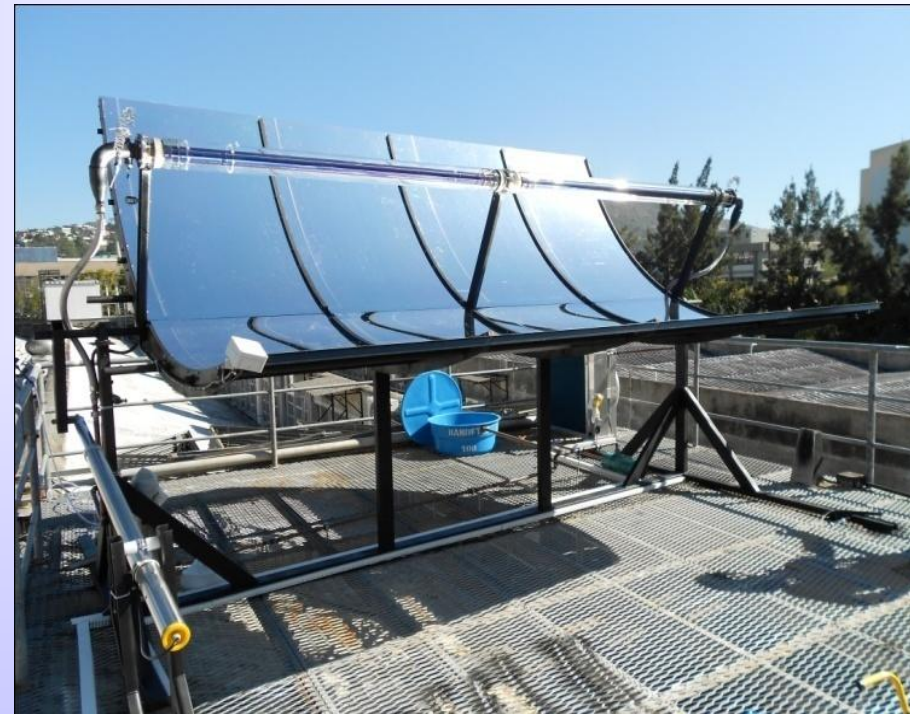
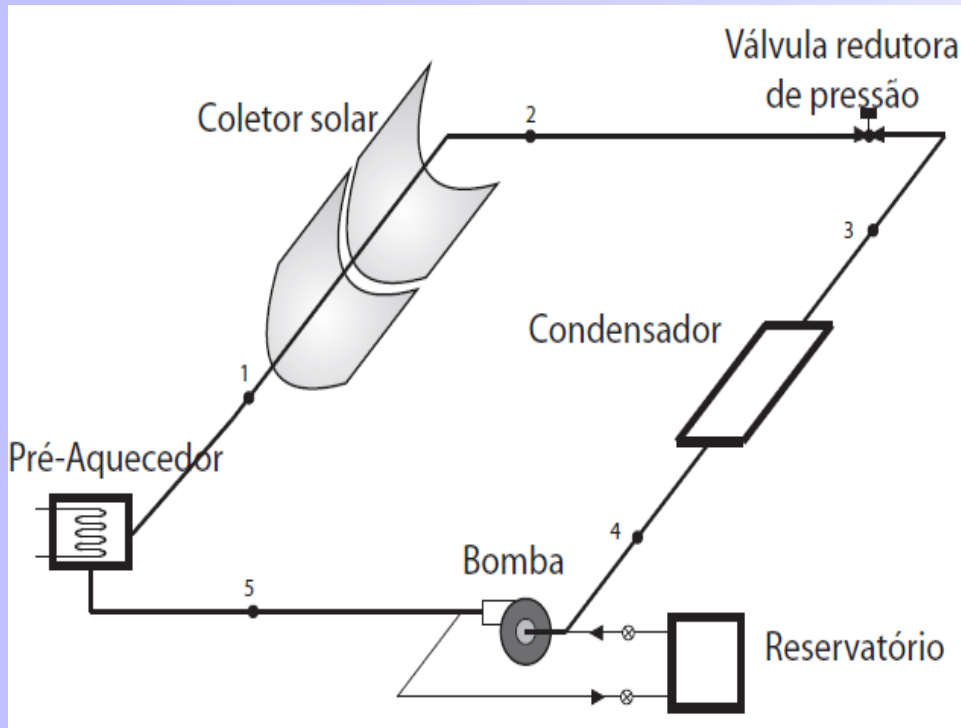
3.3

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

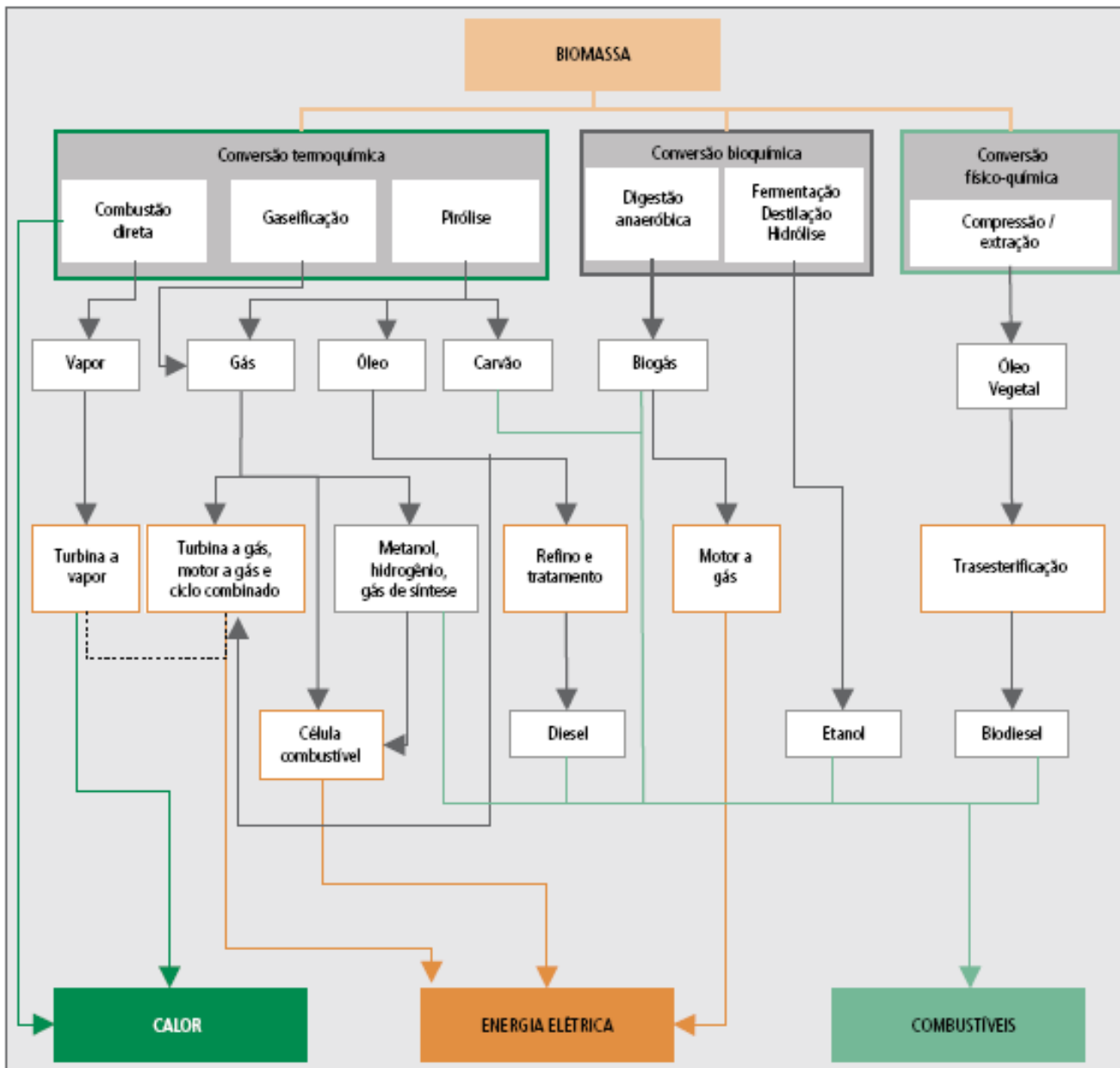


Produção de biocombustíveis: os 16 países e EU-27, em 2013.

| 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.**

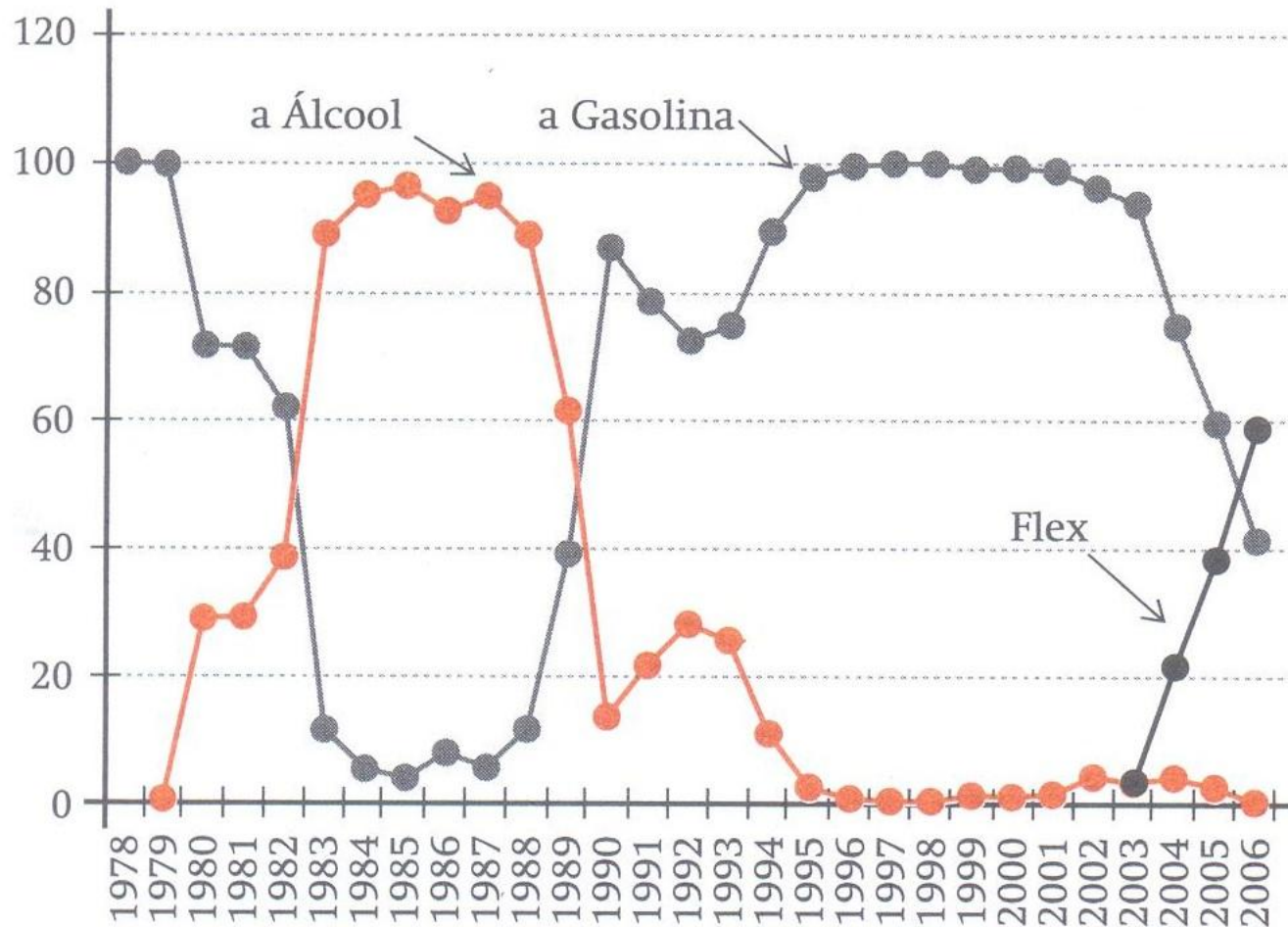
-- **Demanda potencial de 35 bilhões de litros.**

*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.*



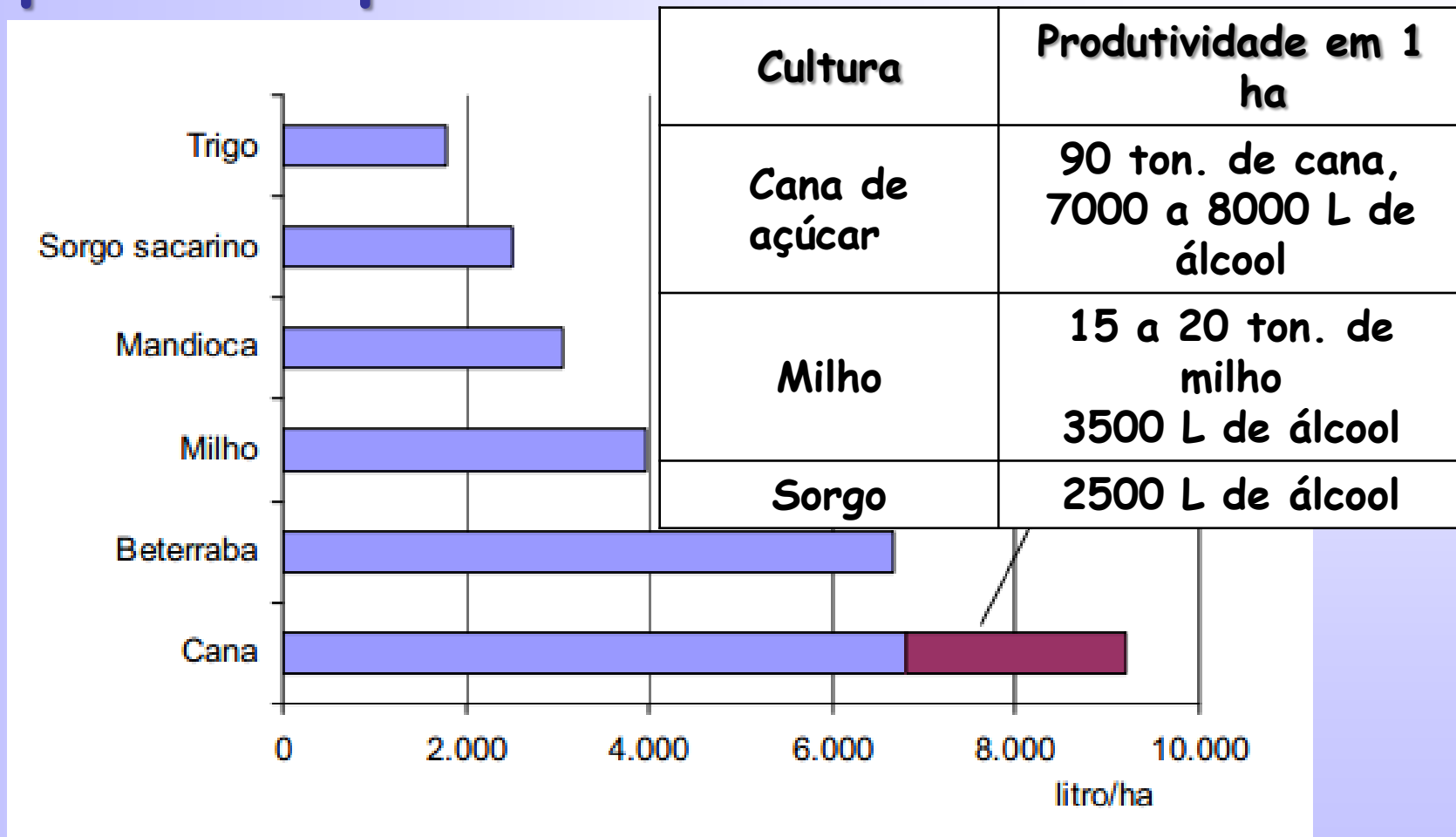
Venda de automóveis no mercado interno, por tipo de combustível



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: Bioetanol 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



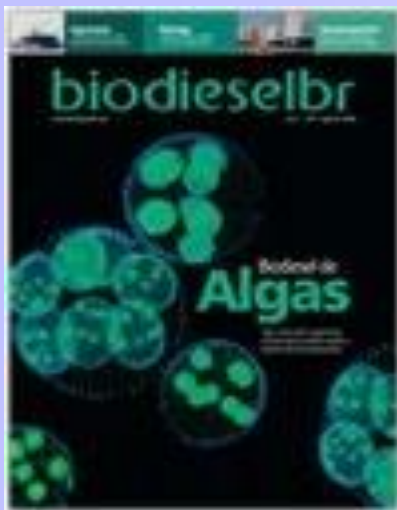
Soja



Palma



Algodão

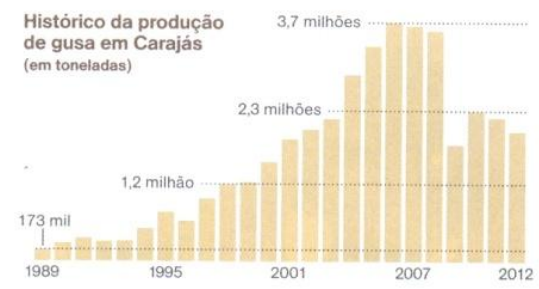




Lenha na siderurgia no Brasil

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 MADALARI

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 e Belém alegar a falta de laudos ambientais necessários para a construção da obra. O juiz federal Carlos Alexandre Gomes de Moraes suspendeu o processo de licenciamento da usina de Belo Monte, localizada no rio Xingu, em uma das principais obras do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) orçado em R\$ 9,6 bilhões. O Ministério Público de Santo Antônio e Belém alega a falta de laudos ambientais necessários para a construção da obra. O juiz federal Carlos Alexandre Gomes de Moraes suspendeu o processo de licenciamento da usina de Belo Monte, localizada no rio Xingu, em uma das principais obras do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) orçado em R\$ 9,6 bilhões.

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 que seja interrompido o processo de licenciamento alega que a obra não tem a licença ambiental necessária para a construção do estado, o que inviabiliza a possibilidade de conclusão pública dos investimentos hidrelétricos.

Faltas
O procurador Rodrigo Trindade Mendes criticou em seu pedido a Justiça a falta de laudos ambientais necessários para a produção indígena caso não se descesse o nível das águas. Ele alega que o projeto não foi classificado pelo órgão ambiental federal.

A procuradoria indígena é considerada uma das principais organizações ambientais do Brasil. Ela atua em defesa do meio ambiente e dos povos indígenas. O projeto de Belo Monte é considerado um dos maiores projetos de infraestrutura do Brasil. O projeto de Belo Monte é considerado um dos maiores projetos de infraestrutura do Brasil.

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



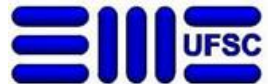
| Usinas | Rio | Potência | Conclusão |
|---------------|--------------|-----------|-----------|
| Belo Monte | Xingu (PA) | 11.181 MW | 30/4/2014 |
| Jirau | Madeira (RO) | 3.300 MW | 31/1/2013 |
| Santo Antônio | Madeira (RO) | 3.150 MW | 30/4/2012 |

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



6

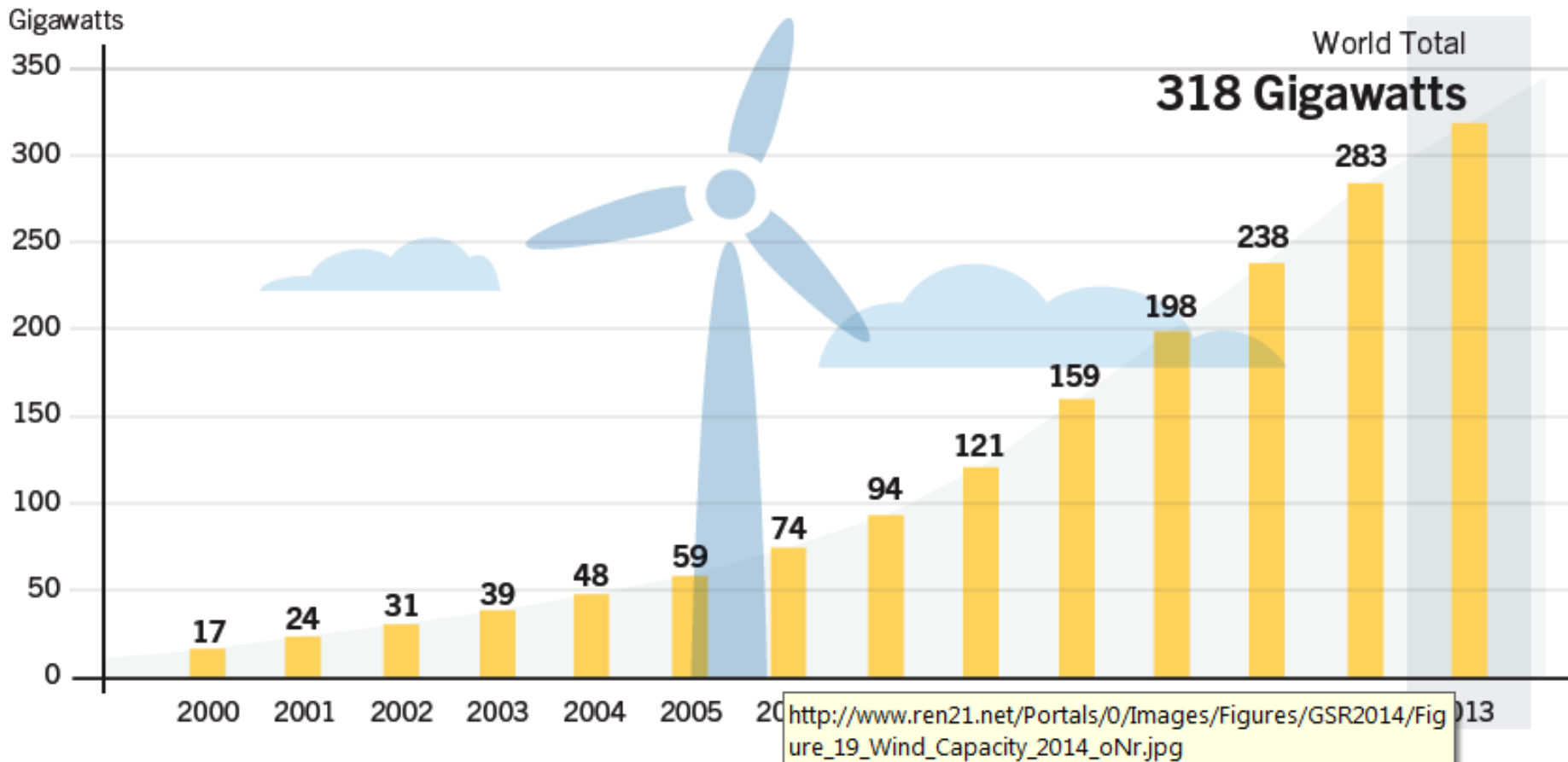
ENERGIA EÓLICA





Usina Eólica do Horizonte – Água Doce – SC, Brasil

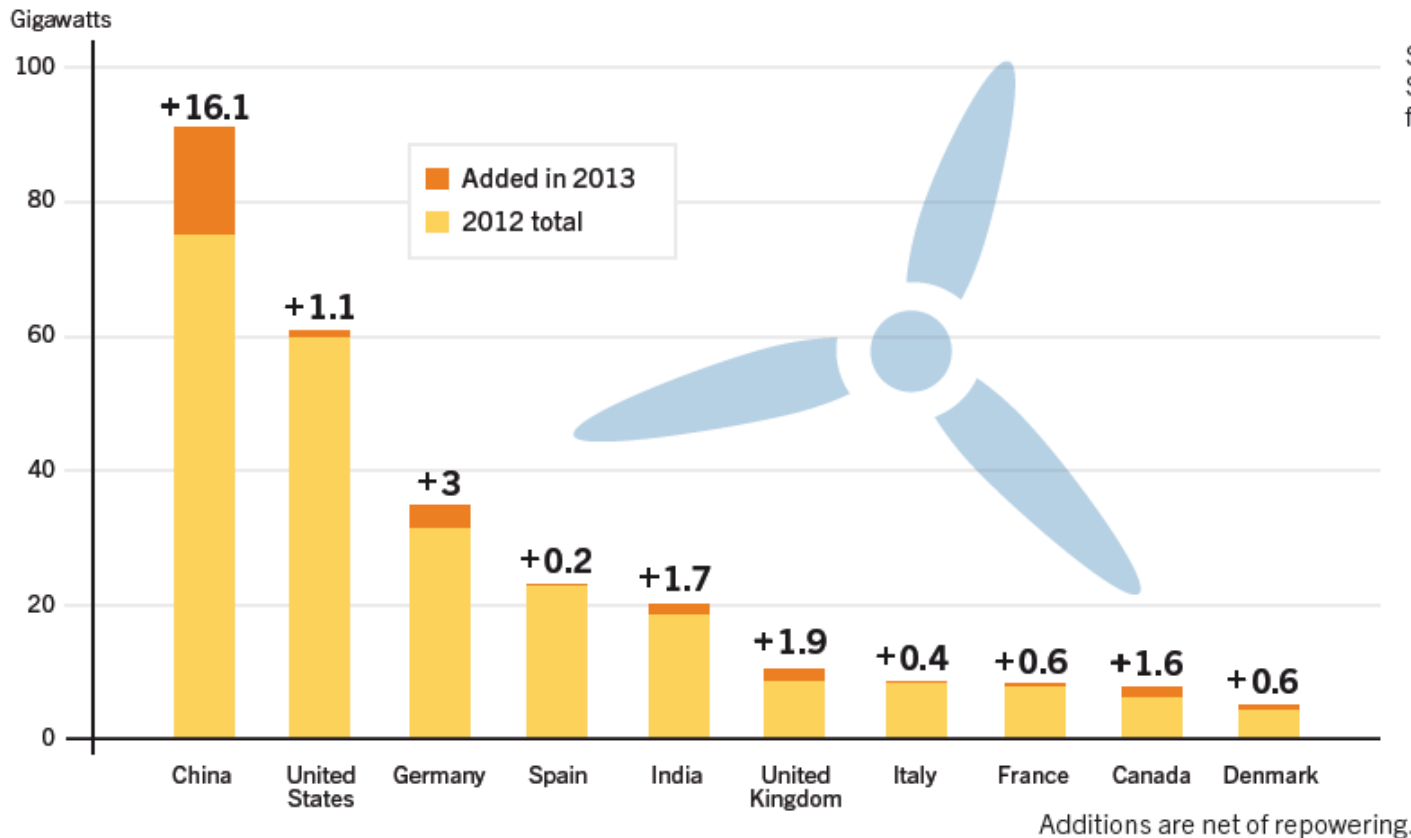
Capacidade de energia eólica instalada no mundo, 2000-2013



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

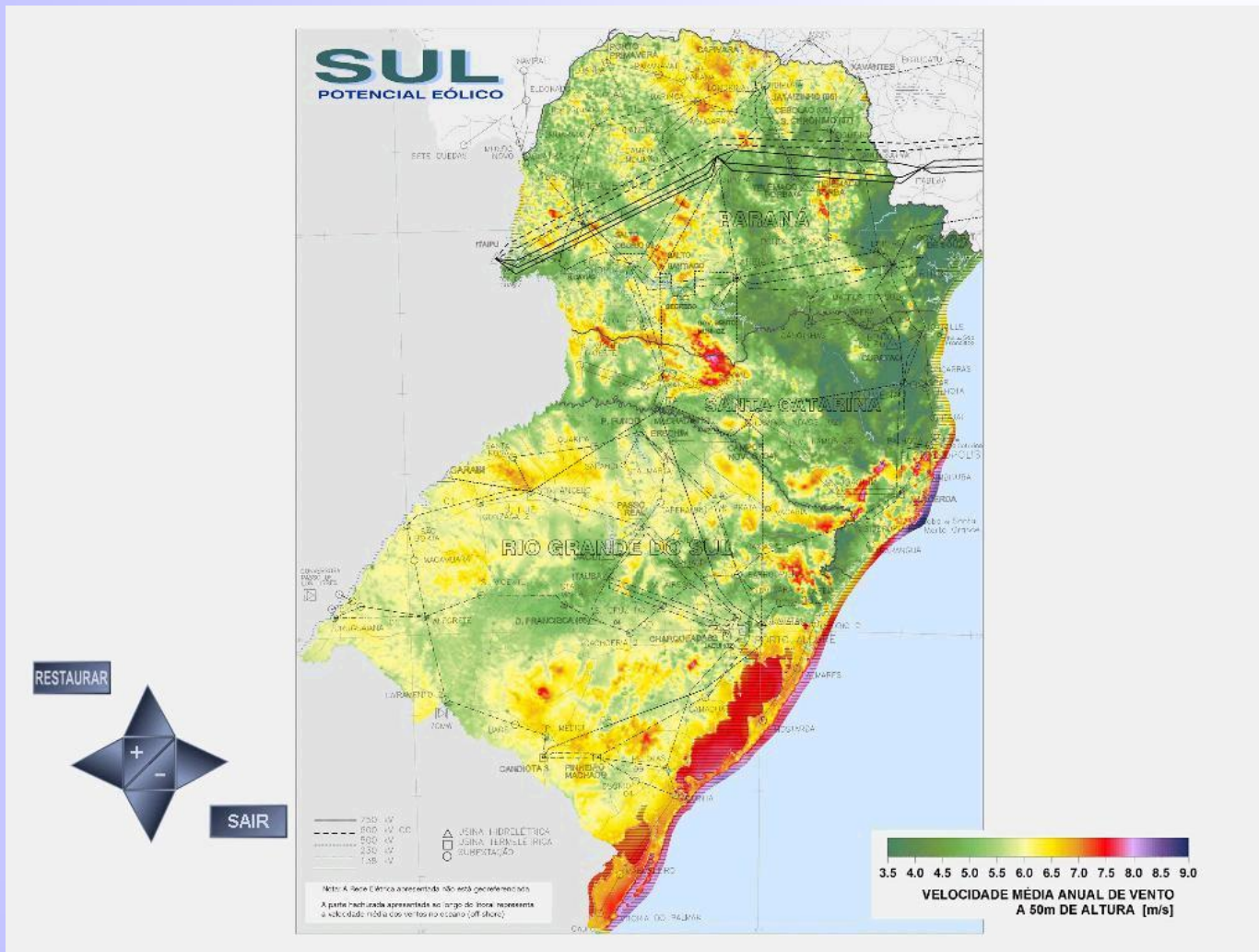


a 50 m de Altura

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

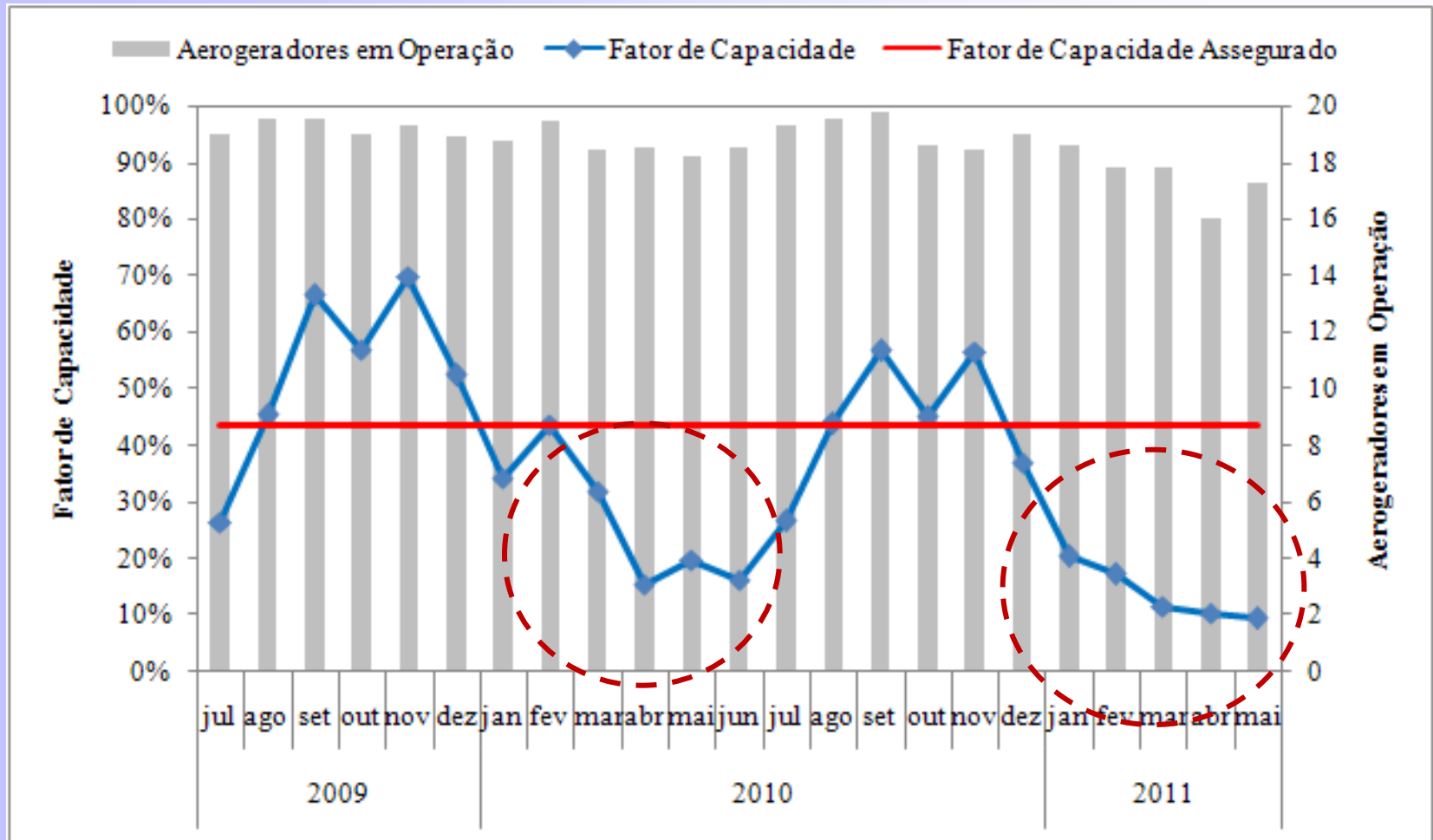
Osório: 75 AGs
de 2 MW

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

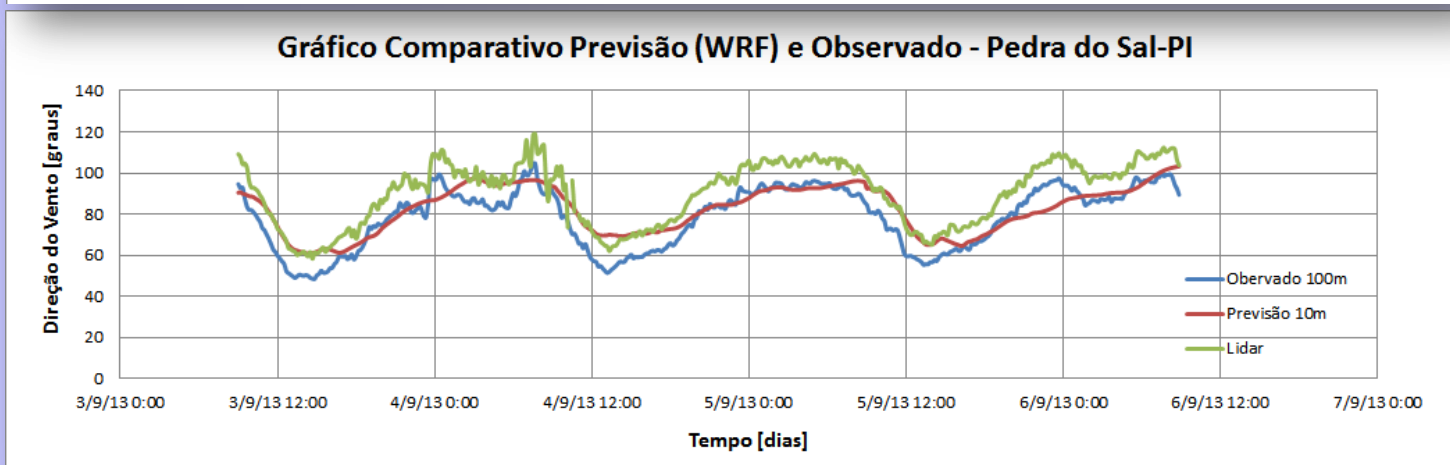
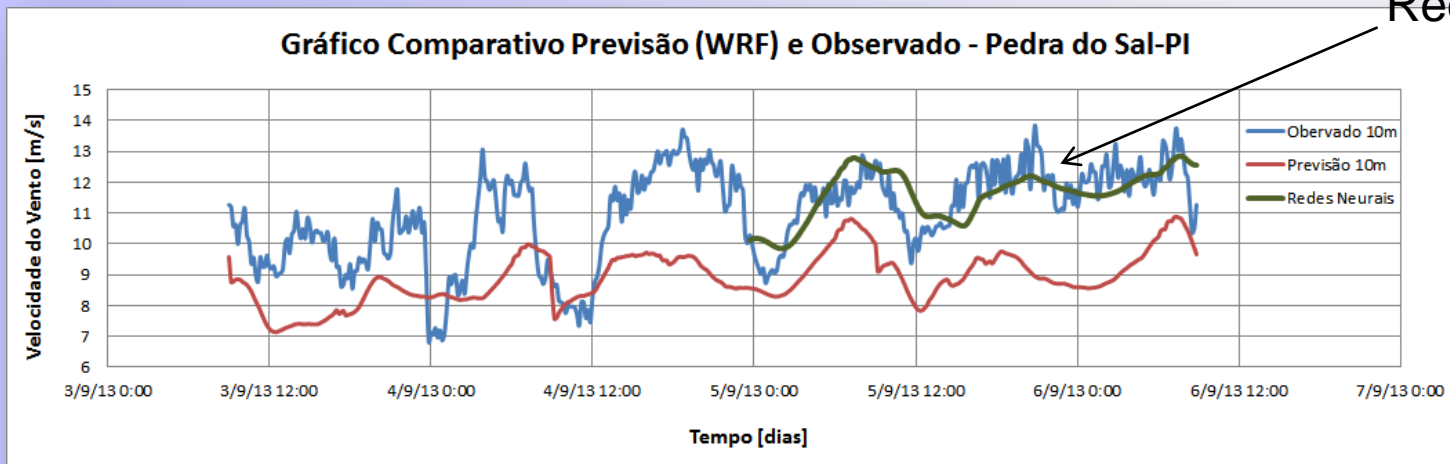
- (projeto de P&D
 - LEPTEN/UFSC e
 - TRACTEBEL ENERGIA
-
- Análise de estabilidade da camada limite,
 - Influência da turbulência
 - Previsão de geração.



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

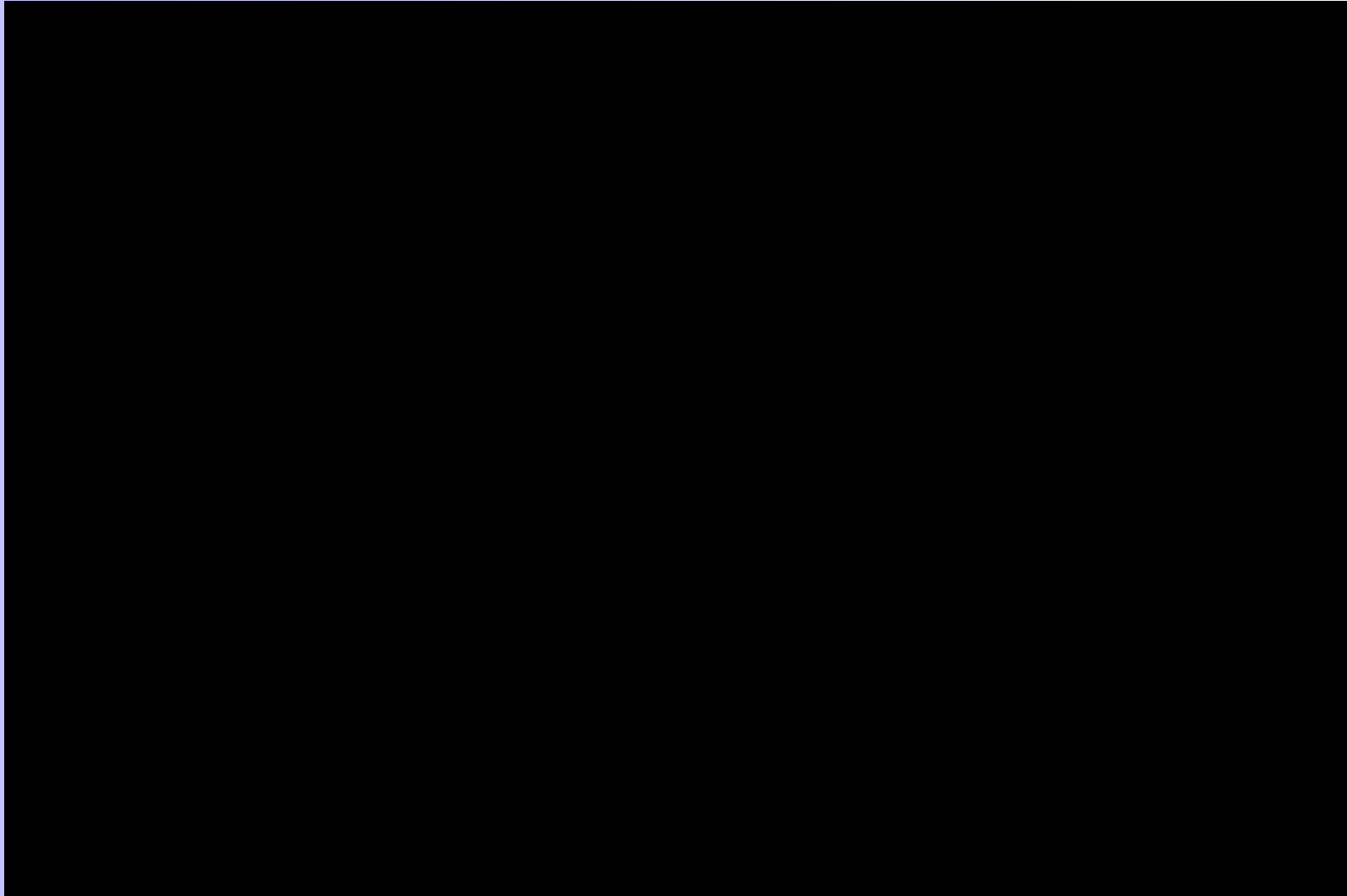
| | World | China | Brazil | United States | India | Bangladesh | European Union ^m | | |
|---|--------------------------|--------------------|------------------|------------------|------------|------------------|-----------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | Germany | Spain | 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**

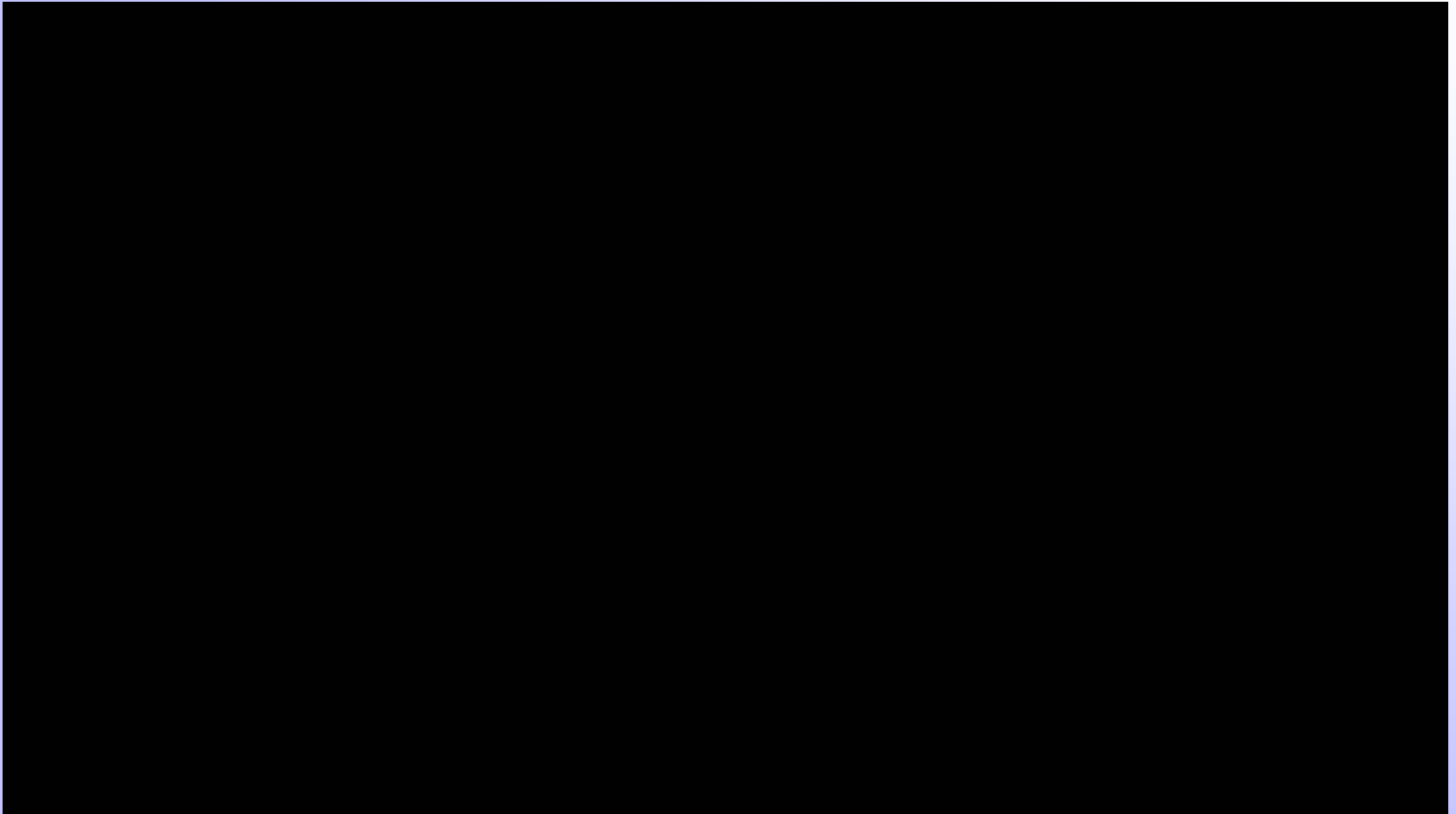
*CSP-DSG: Concentrator Solar Power-
Direct Solar Generation*





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!

