

# SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA

---

## RENOVÁVEIS



Miguel Centeno Brito

# Tópicos

- ❑ Conceito de 'renovável'
- ❑ Tipos de energias renováveis
- ❑ Potencial das energias renováveis
- ❑ Integração de energias renováveis
- ❑ As energias renováveis hoje

# Conceito 'Renovável'

**Como avaliar se um tipo de energia é ou não renovável?**

Comparar a escala de tempo de regeneração do recurso ( $\tau_R$ ) com a escala de tempo da vida humana (esperança média de vida,  $\tau_v$ )

<b>Actividade</b>	$\tau_R/\tau_v$
Regeneração de madeira (NW USA)	1.43
Regeneração de madeira (SW USA)	0.36
Prod. 1ton biomassa de crescimento rápido/acre	0.002
Produção de 1ton de resíduos urbanos/habitante	0.016

O mesmo tipo de energia pode ser mais ou menos renovável

# Conceito 'Renovável'

**Como avaliar se um tipo de energia é ou não renovável?**

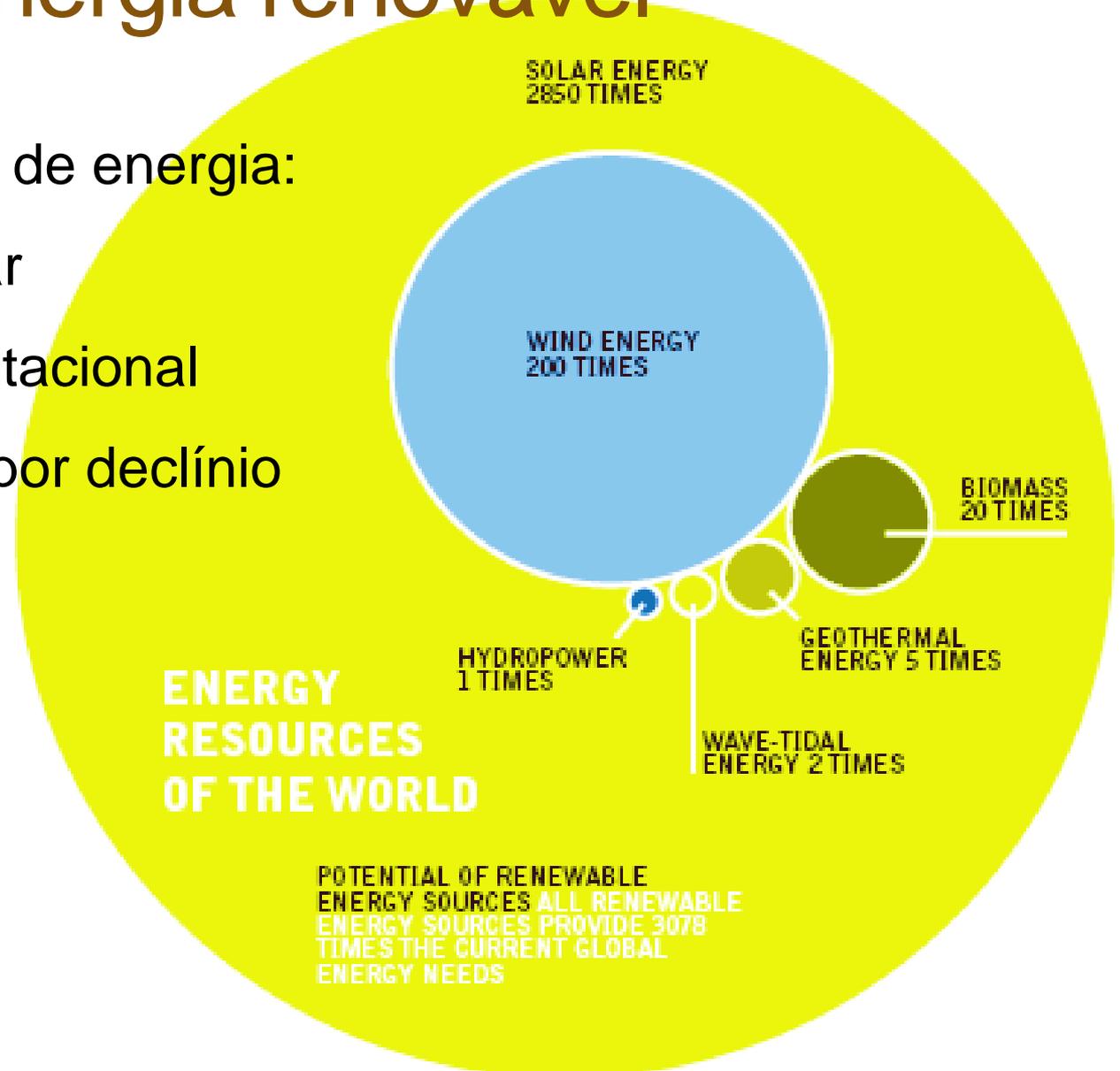
Comparar a escala de tempo de regeneração do recurso ( $\tau_R$ ) com a escala de tempo da vida humana (esperança média de vida,  $\tau_V$ )

Para os combustíveis fósseis:  $\tau_R/\tau_V > 10^5$

# Tipos de energia renovável

Fontes primárias de energia:

- Radiação solar
- Trabalho gravitacional
- Calor gerado por decaimento radioactivo



# Tipos de energia renovável

## Radiação solar

### **Energia solar fotovoltaica**

Absorção da radiação solar num material semicondutor, geração de carga eléctrica, produção de energia eléctrica.

### **Energia solar térmica**

Absorção da radiação solar num material, conversão em energia térmica.

# Tipos de energia renovável

## Radiação solar

### Energia eólica

Absorção diferencial da radiação solar em diferentes zonas do planeta, geração de movimentos atmosféricos associados aos gradientes de pressão, conversão da energia cinética das massas de ar em energia eléctrica.

# Tipos de energia renovável

## Radiação solar

### Energia das ondas

Energia solar de 3ª geração: radiação solar aquece superfície da Terra, cujas diferenças de temperatura causam vento, ventos sobre a superfície dos mares e oceanos causam ondas.

# Tipos de energia renovável

## Radiação solar

### **Energia da biomassa**

Absorção da radiação solar, fotossíntese (conversão de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  em glucose), outras conversões para hidratos de carbono, gorduras e proteínas, conversão em energia térmica (directa ou através da conversão em biocombustíveis).

# Tipos de energia renovável

## Radiação solar

### **Energia hídrica**

Absorção de radiação solar, evaporação de água, transporte atmosférico, chuva em locais mais elevados, armazenamento em altitude, conversão em energia cinética, conversão em energia eléctrica.

# Tipos de energia renovável

## Radiação solar

### **Energia geotérmica de baixa entalpia**

Armazenamento de energia solar no solo, utilizado como fonte quente no inverno ou fonte fria no verão, para climatização de espaços interiores.

# Tipos de energia renovável

## Declínio radioactivo

### **Energia geotérmica de alta entalpia**

Decaimento radioactivo de isótopos naturais no interior da Terra (K, U, Th), libertação de energia térmica, conversão em energia eléctrica ou utilização da própria energia térmica.

# Tipos de energia renovável

## Trabalho gravítico

### Energia das marés

Deformação da superfície do mar por efeito da atracção gravítica, elevação de massas de água, conversão em energia cinética, conversão em energia eléctrica.

# Energia solar



*“Adoração de Aten”, painel de baixo relevo em calcário encontrado em escavações do túmulo do faraó Akhenaton, em 1891, hoje exposto no Museu de Arqueologia do Cairo.*

No painel, o faraó Akhenaton, da XVIII dinastia (1370 AC), e a sua rainha Nefertiti adoram o deus Aten, representado por um disco luminoso cujos raios solares iluminam as mãos do faraó.



*Templo dedicado a Quetzalcoatl, em Chichén Itzá, cidade Maia na Península de Yucatan, dos finais do século X.*

Nos equinócios, ao pôr-do-sol, o sol ilumina a pirâmide de forma gradual, criando a imagem de uma serpente que desce a escadaria principal até ao chão.

# Energia solar



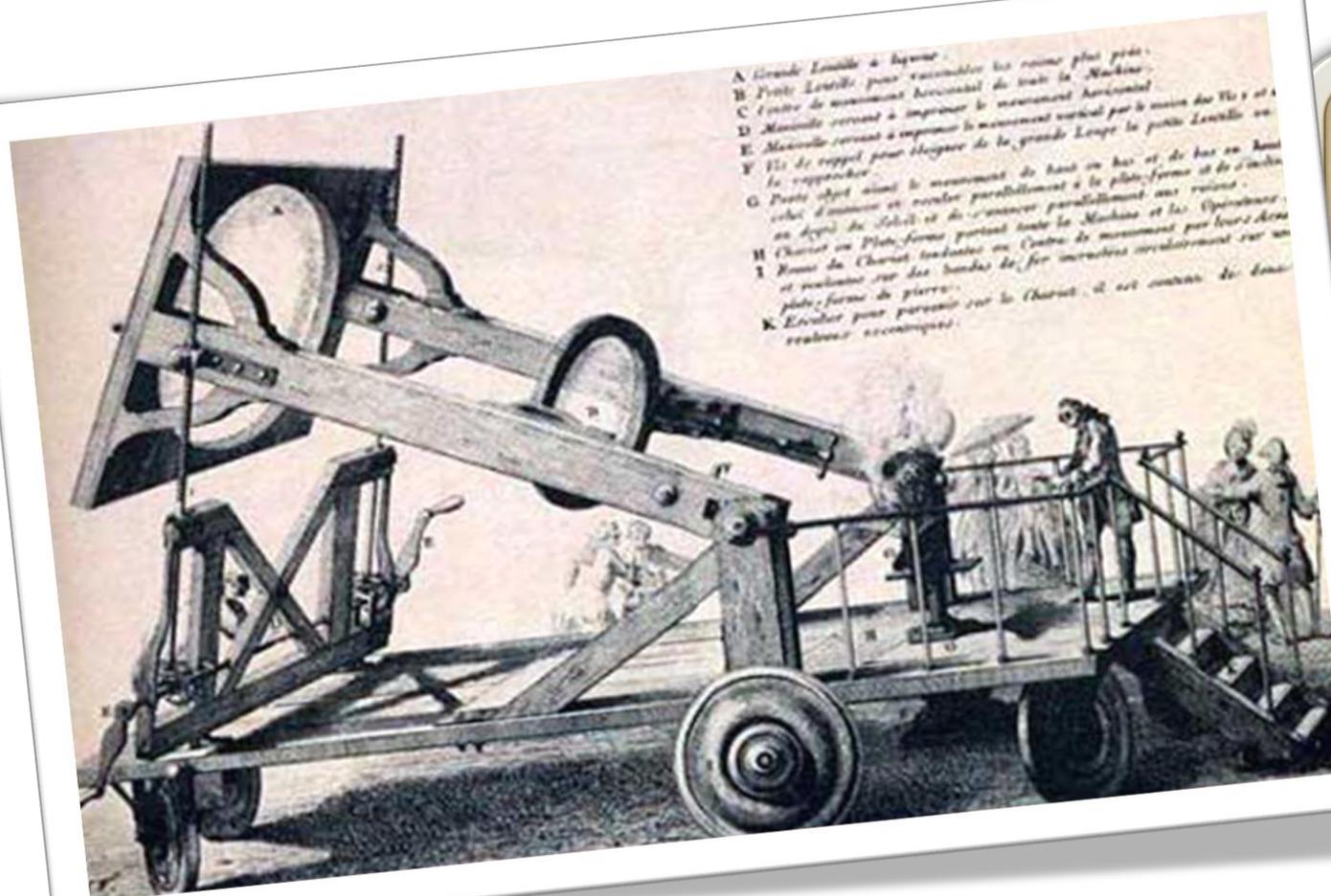
*Templo de Konarak dedicado a Surya, deus-sol, construído em 1278 DC, hoje quase em ruínas, em Orissa, Índia.*

O templo foi concebido como uma carruagem puxada por seis cavalos através dos céus. A carruagem está assente em 24 rodas, cada uma com mais de três metros de diâmetro e cujos raios funcionam como relógios solares, indicando com precisão a hora local.



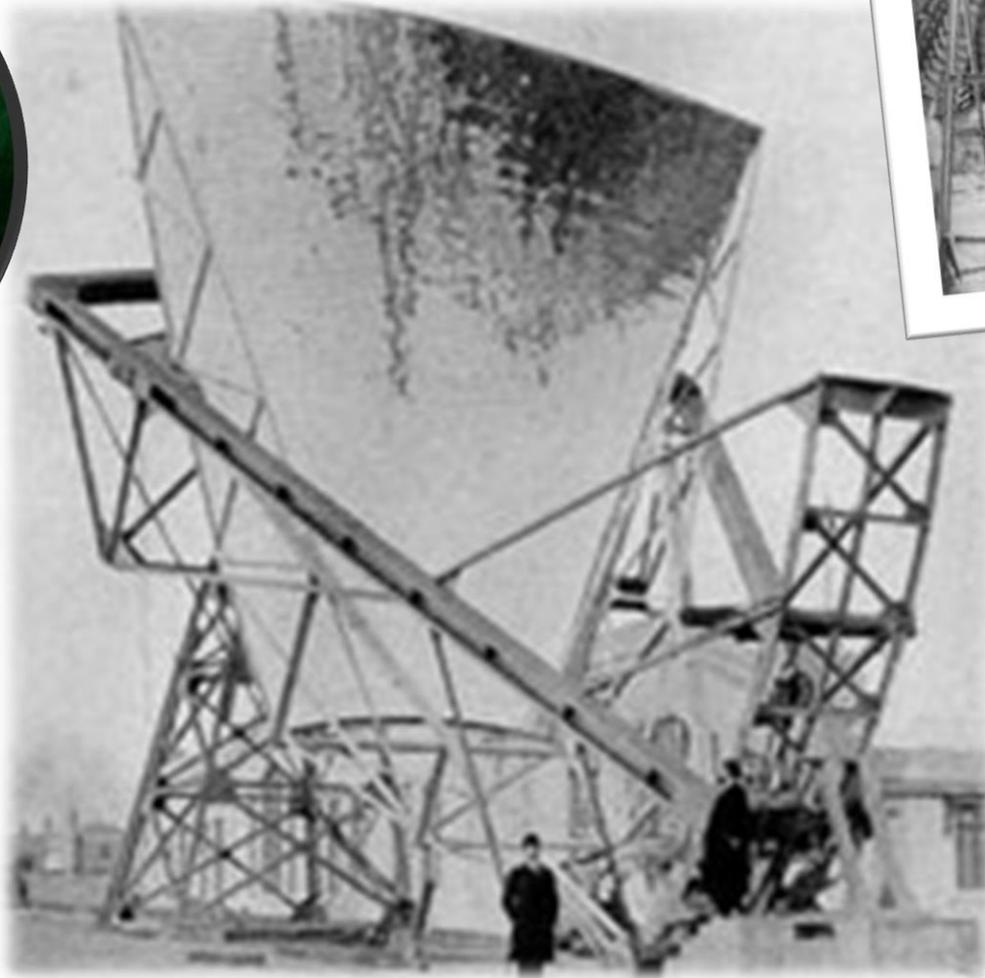
*“New Light on Rome 2000”, instalação de Peter Erskine, com prismas, espelhos e radiação solar no Mercado de Trajano, na Casa Real de Rodes, na Porta di San Sebastiano, e no Criptoportico de Nero. Os arcos romanos transformam-se em arco-íris.*

1700 DC: Lavoisier constrói um **forno solar** capaz de atingir  $1700^{\circ}\text{C}$  para demonstrar que o diamante é apenas outra forma cristalográfica do carbono



**Pirelióforo** Padre Gomes Himalya (1868-1933)

Grand Prix Exposição de St Louis, 1904



Radiação solar média em Portugal:

1500 kWh/m<sup>2</sup>/ano

Com uma eficiência de conversão de 15%:

225 kWh/m<sup>2</sup>/ano

Consumo electricidade em 2010:

$5.0 \times 10^{10}$  kWh/ano

Área total necessária para produzir 100% da  
electricidade consumida em 2010:

220 km<sup>2</sup>

22m<sup>2</sup>/pessoa

## Radiação solar média em Portugal:

Comprimento estradas em Portugal:

90000 km

Assumindo 10m de largura:

$$900 \text{ km}^2 = 9 \times 10^{2+6} = 9 \times 10^8 \text{ m}^2$$

Por habitante:

$$9 \times 10^8 / 10^7 = 90 \text{ m}^2 \text{ de asfalto per capita}$$

Área total necessária para produzir 100% da

electricidade consumida em 2010:

220 km<sup>2</sup>

22m<sup>2</sup>/pessoa





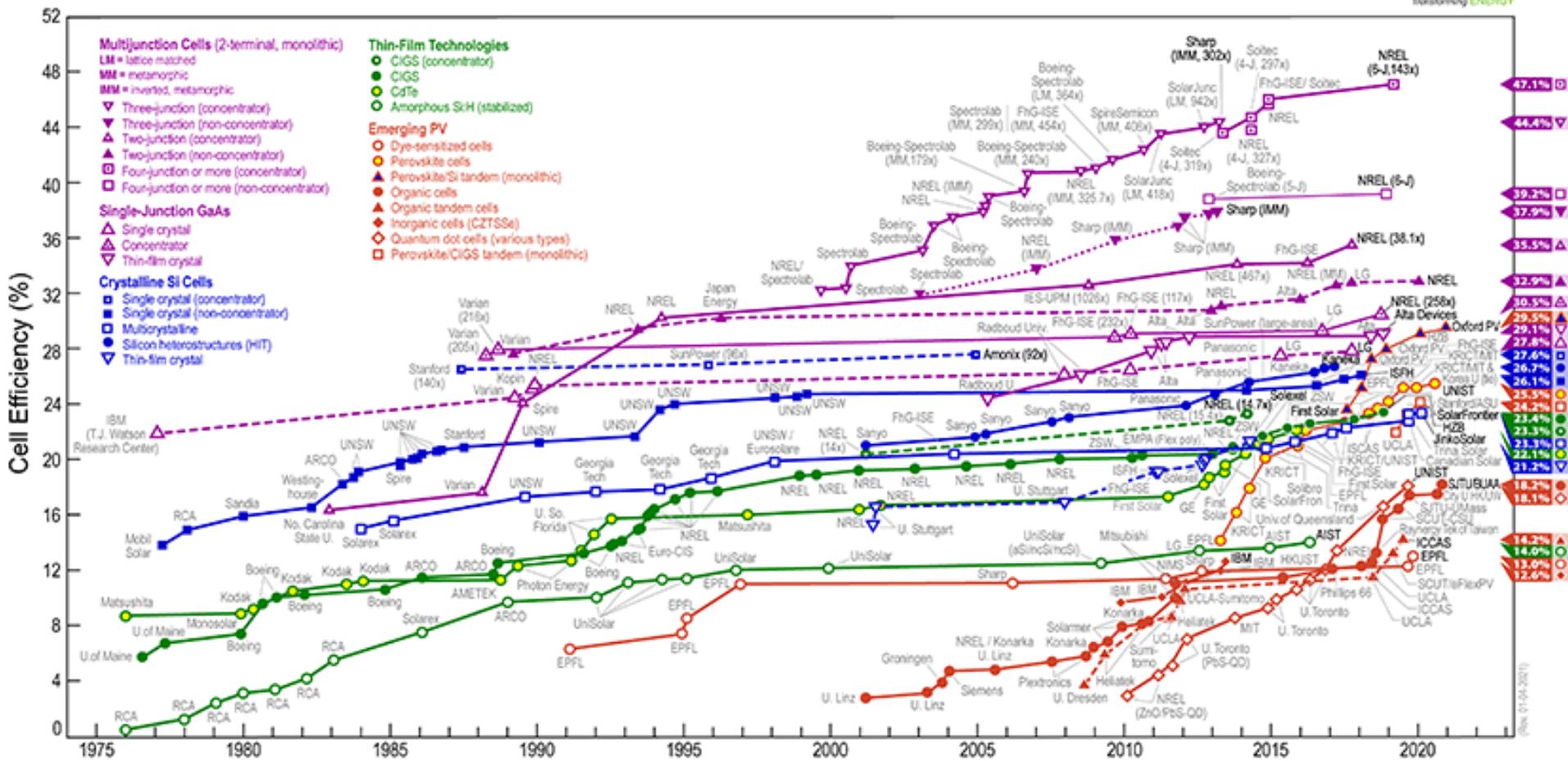
Oceano Atlântico  
Atlantic Ocean





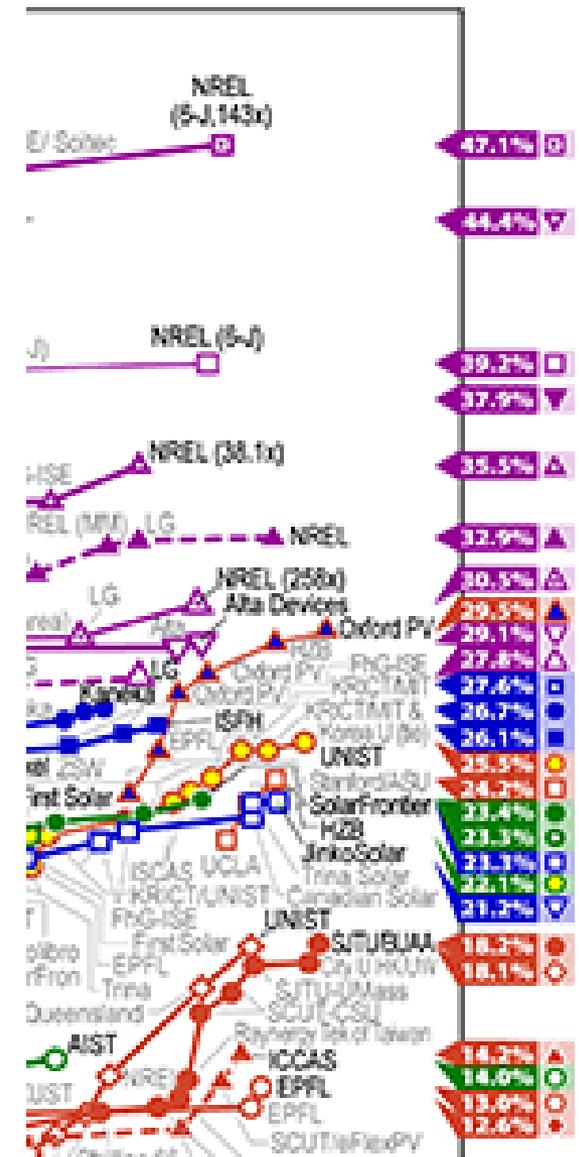
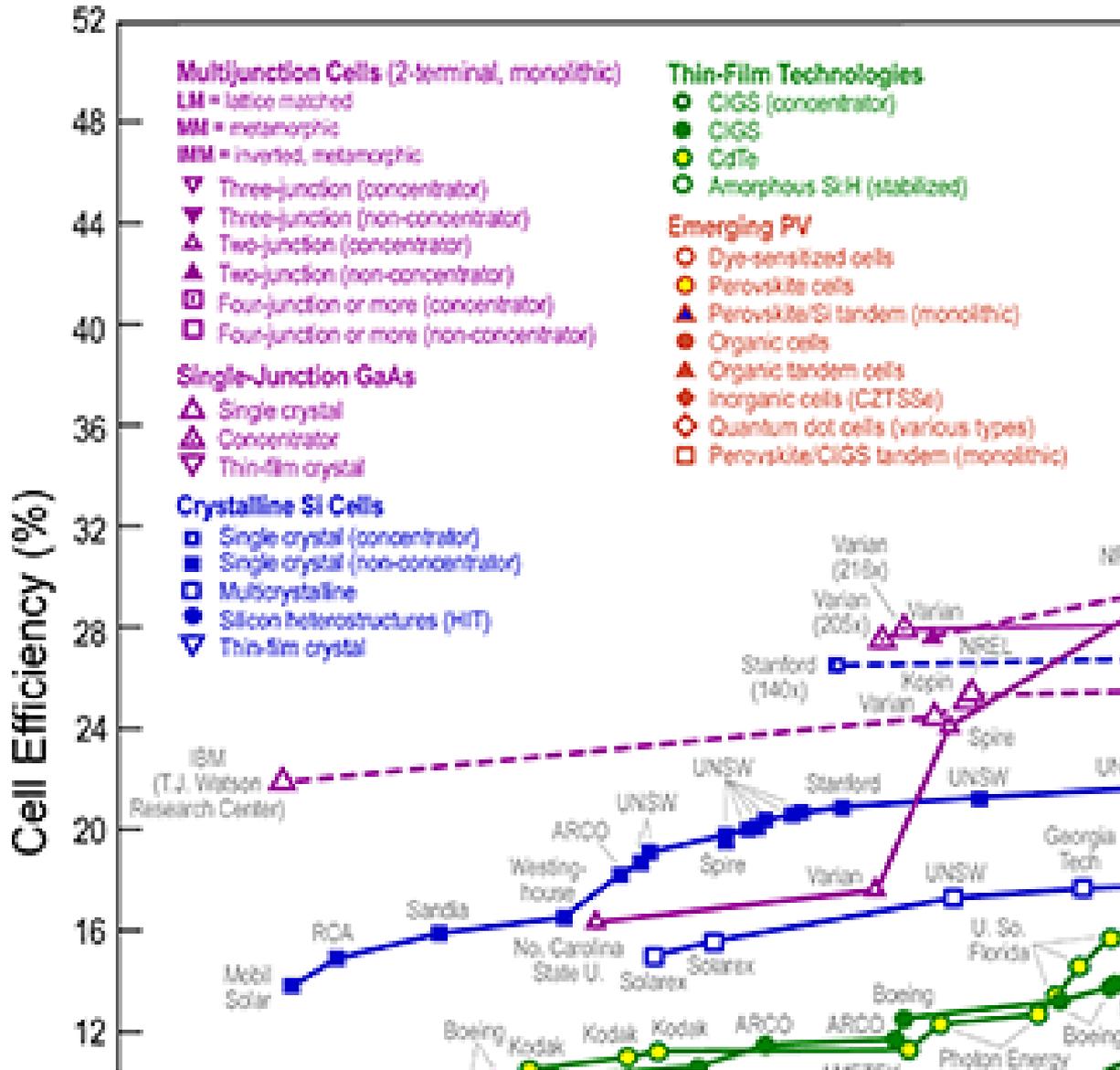


# Best Research-Cell Efficiencies

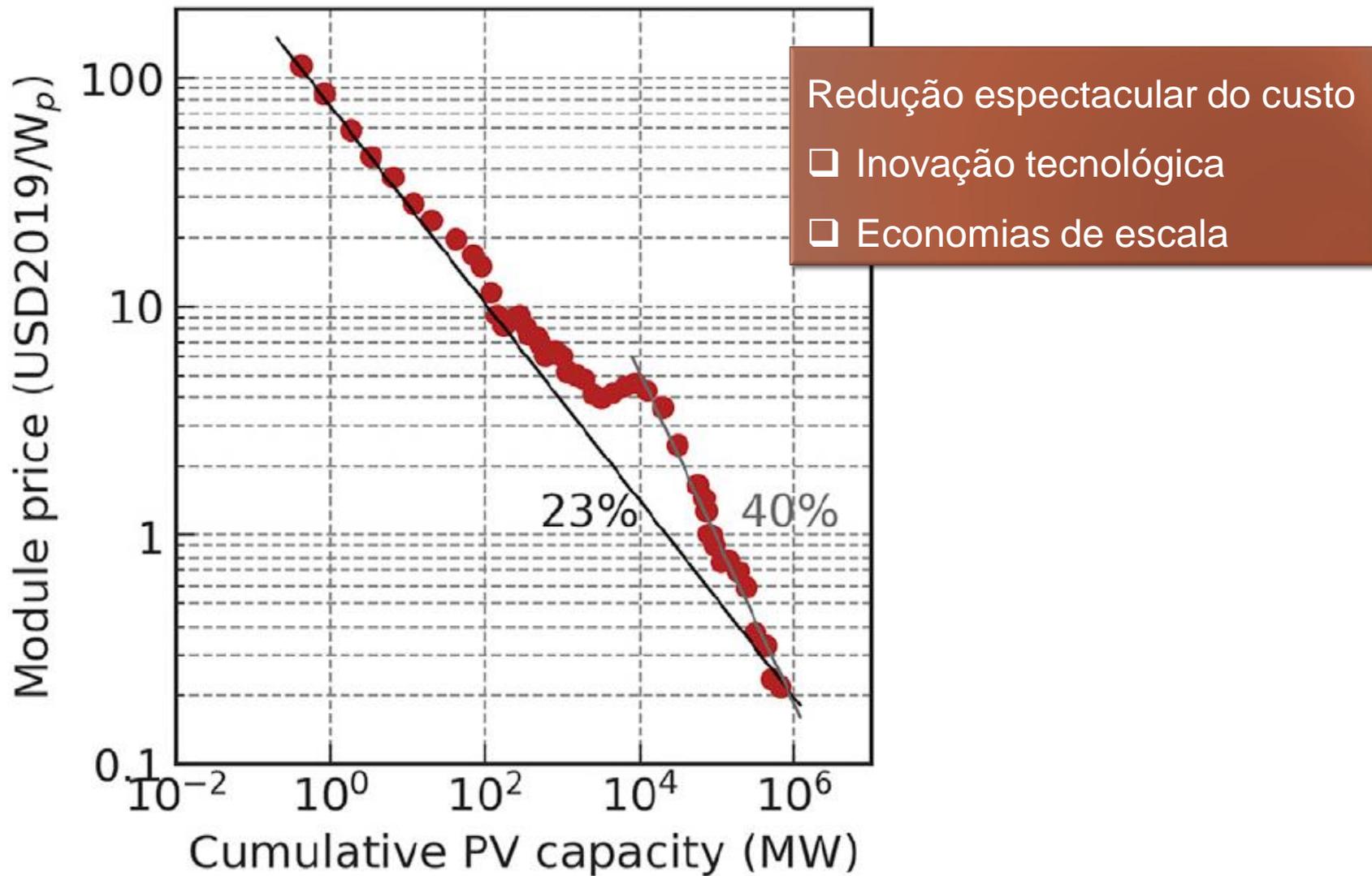


[Data as of 01/04/2021]

# Best Research-Cell Efficiencies



# Energia solar fotovoltaica



# Energia solar fotovoltaica

- ❑ Modular e sem manutenção
- ❑ Limpa e longa duração (se sem baterias)
- ❑ Cada vez mais competitiva (depende da localização)
- ❑ Facilmente integrável na cidade, onde o consumo é maior
- ❑ Alguns materiais menos abundantes (prata)
- ❑ Fabrico associado a poluentes (e.g. ácidos) e consumo de energia (payback energético ~1 ano)





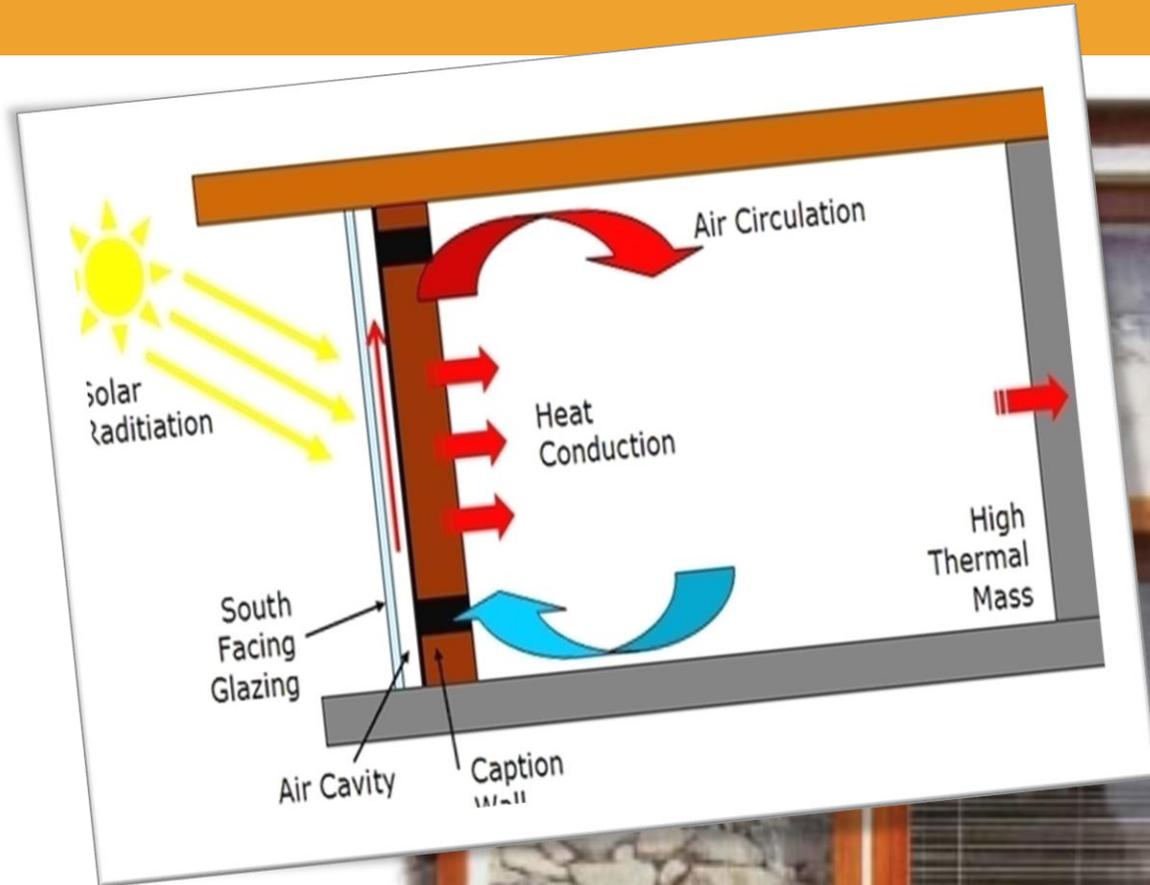
# Energia solar térmica

Aproveitamento da radiação solar para produção de calor

- Águas quentes sanitárias
- Climatização
- Geração de electricidade

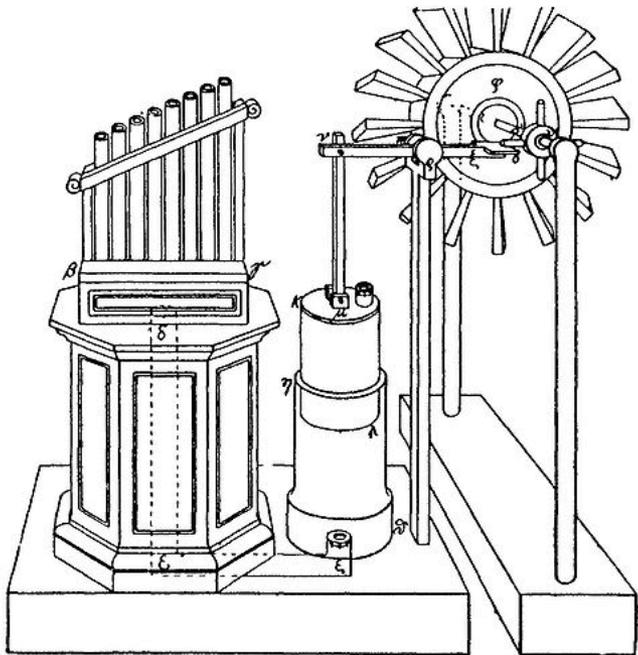






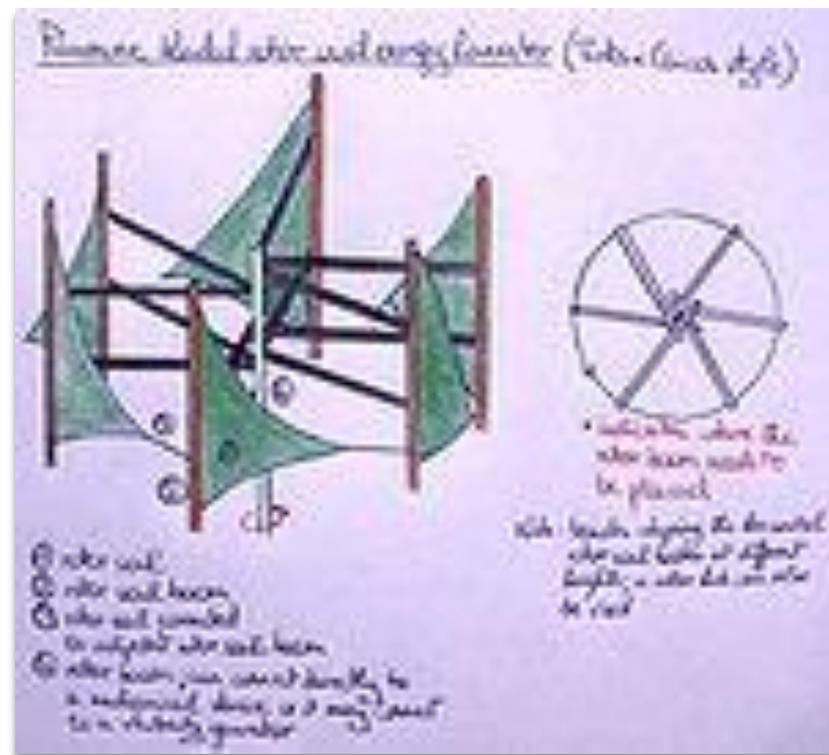
# Energia eólica

Egipto antigo e barcos fenícios navegaram à vela no Nilo, e no mediterraneo.

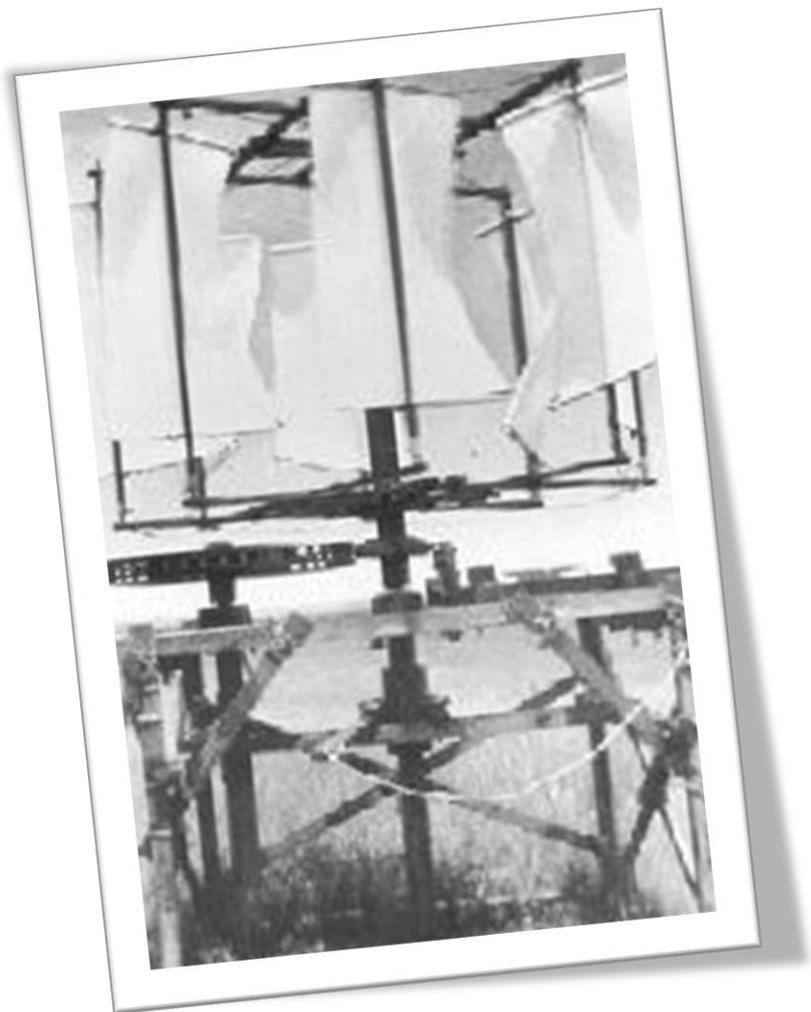


Heron (Alexandria)  
Orgão musical com energia  
do vento

# Energia eólica



Panemone (Pérsia) séc VII  
turbina de eixo vertical utilizada para  
moer grãos e bombear água



# Energia eólica

Caravela  
portuguesa  
Sec XV-XVI



Moinhos “Smock” Sec XV-XVI  
Inglaterra, Holanda com eixo principal  
horizontal e sistema de orientação  
automática

Grande disseminação de moínhos por toda a Europa  
Mais de 50,000 em 1850, gradualmente substituídos por carvão...



# Energia eólica

Charles F. Brush (1877)



Moínhos de múltiplas pás,  
para bombeamento de água

## Turbina de Smith-Putman (Grandpa's Knob, Vermont) 1941



diâmetro do rotor: 53m

comprimento pá: 20m

potência eléctrica: 1250kWe

funcionamento a 28 rpm

(controlo do ângulo de ataque das pás)



Enercon E126  
diâmetro do rotor: 126m  
altura da turbina: 135m  
potência eléctrica: 7MWe  
funcionamento: 5-12rpm (variável)  
injecção na rede: inversor  
vento máximo: 28-34 m/s







## **Turbinas de eixo vertical**

Omni-direccionais

Menor eficiência

Mais baixas, logo menos vento

Interessantes para zonas urbanas



## Turbinas de eixo vertical

Omni-direccionais

Menor eficiência

Mais baixas, logo menos vento

Interessantes para zonas urbanas





## Turbinas integradas em edifícios









**Traiettoria a "8",**  
controllata elettronicamente:  
è stabile e consente  
il massimo rendimento.

**direzione del vento**

**Forza di recupero:**  
costa energia ma consente  
di completare il ciclo.

**Forza di trazione:**  
consente di ricavare energia.

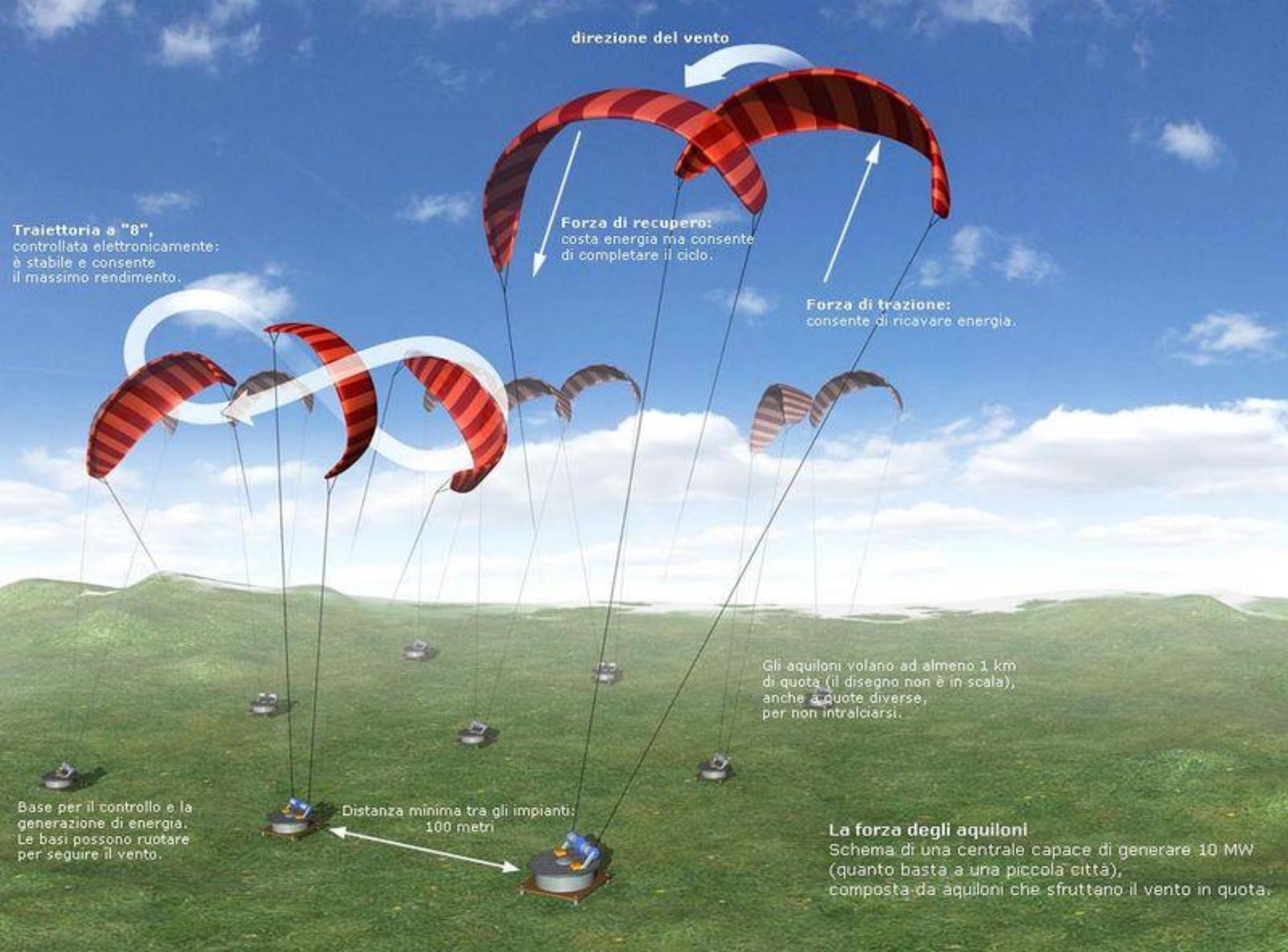
Gli aquiloni volano ad almeno 1 km  
di quota (il disegno non è in scala),  
anche a quote diverse,  
per non intralciarsi.

### **La forza degli aquiloni**

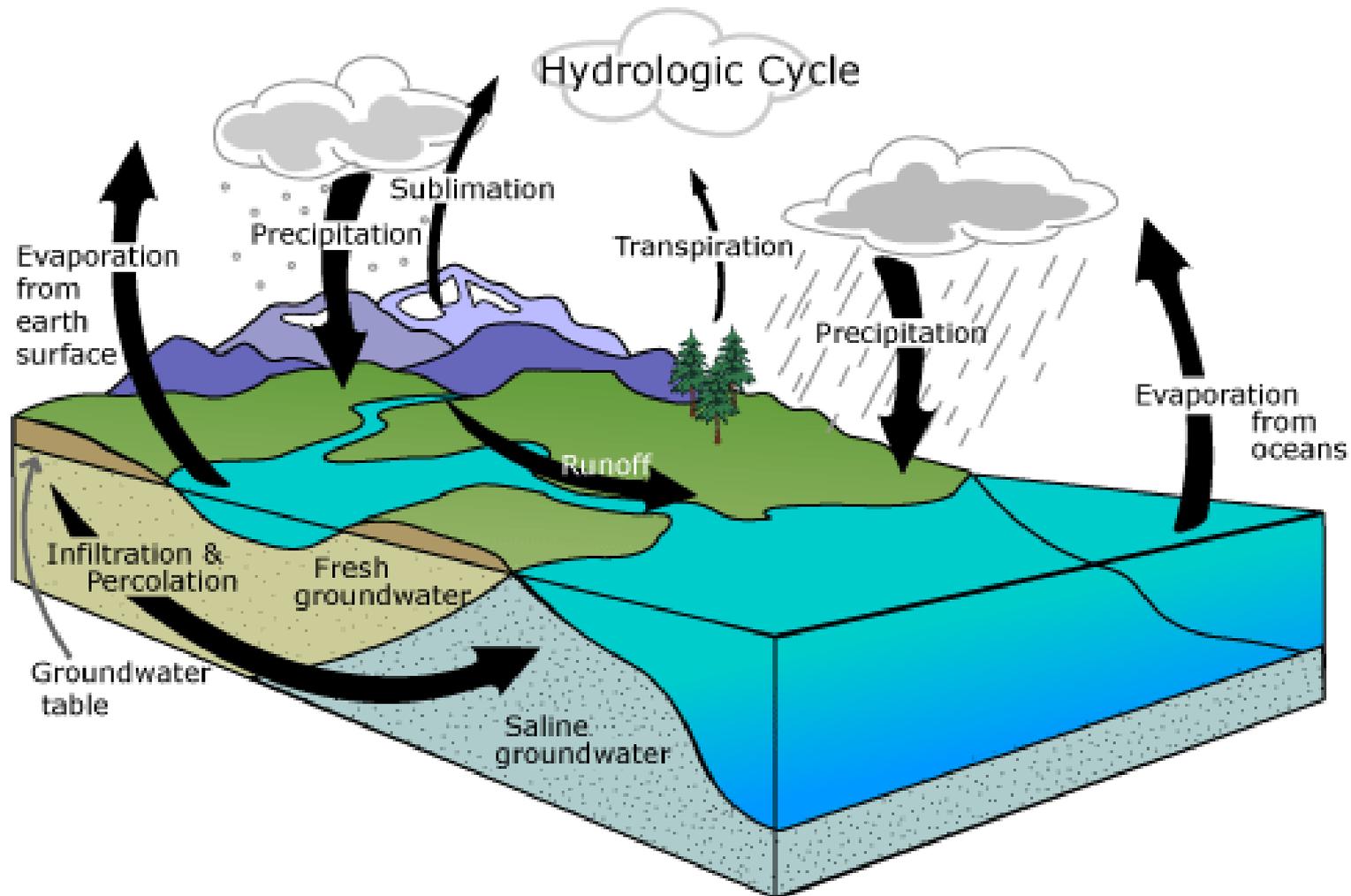
Schema di una centrale capace di generare 10 MW  
(quanto basta a una piccola città),  
composta da aquiloni che sfruttano il vento in quota.

Base per il controllo e la  
generazione di energia.  
Le basi possono ruotare  
per seguire il vento.

Distanza minima tra gli impianti:  
100 metri



# Energía hídrica



# Energia hídrica

**Quadro 1.2.4 – Capacidade de armazenamento e potência hidroeléctrica instalada por bacia hidrográfica**

Bacia hidrográfica	Afluências anuais actuais (hm <sup>3</sup> )	Capacidade útil das albufeiras (hm <sup>3</sup> )	Capacidade útil das albufeiras em % das afluências	Potência hidroeléctrica (MW)
Lima	3 000	355	12%	650
Cávado	2 300	1 142	50%	630
Douro	18 500	380	2%	2 000
Vouga	2 000	0	0%	0
Mondego	3 350	361	11%	500
Tejo	12 000	2 355	20%	570
Guadiana	4 500	3 244	72%	250
Sado	1 460	444	30%	0
Mira	330	240	73%	0
Ribeiras Algarve	400	341	85%	0
<b>Total</b>	<b>47 800</b>	<b>8 862</b>	<b>19%</b>	<b>4 600</b>

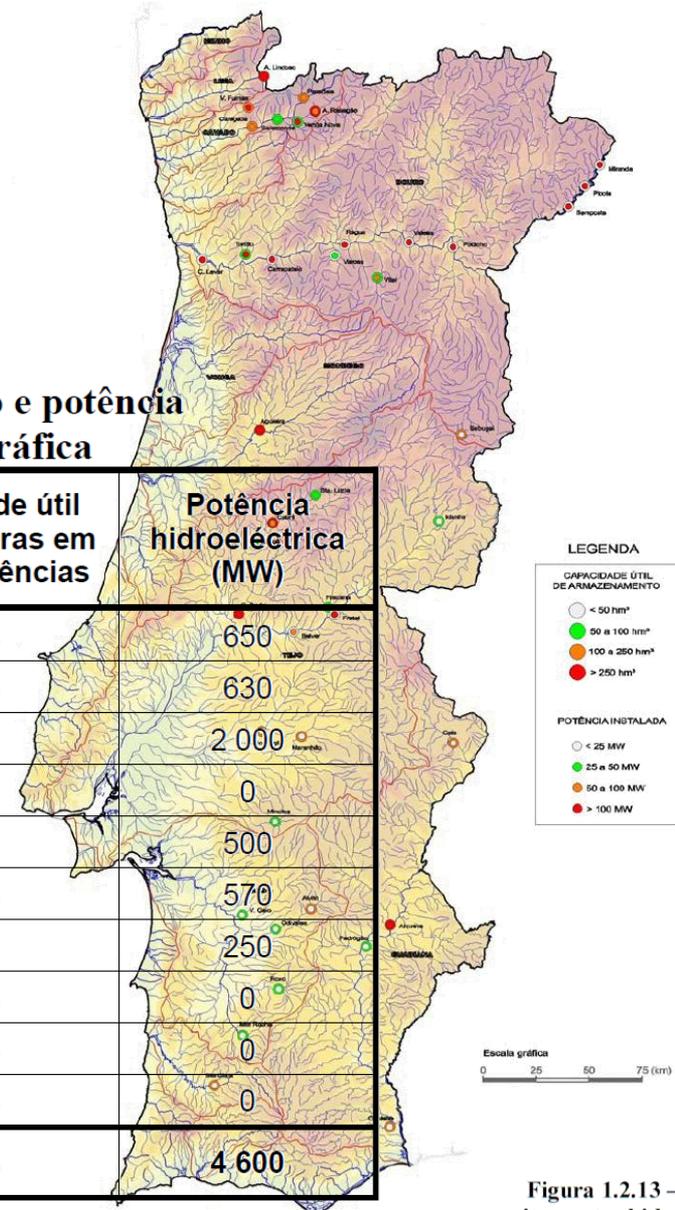


Figura 1.2.13 – Grandes aproveitamentos hidráulicos existentes

# Energia hídrica

## Principais características dos aproveitamentos seleccionados para o PNBEPH

APROVEITAMENTO	BACIA HIDROGRÁFICA	RIO	TIPO	ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA (km <sup>2</sup> )	CAPACIDADE DA ALBUFEIRA (hm <sup>3</sup> )	POTÊNCIA INSTALADA (MW)	ENERGIA PRODUZIDA (GWh/ano)
Foz Tua	Douro	Tua	Reversível	3 822	310	234	340
Fridão	Douro	Tâmega	-	2 630	195	163	299
Padroselos	Douro	Beça/Tâmega	Reversível	315	147	113	102
Gouvães	Douro	Torno/Tâmega	Reversível	100	13	112	153
Daivões	Douro	Tâmega	Reversível	1 984	66	109	148
Alto Tâmega (Vidago)	Douro	Tâmega	Reversível	1 557	96	90	114
Almourol	Tejo	Tejo	-	67 323	20	78	209
Pinhosão	Vouga	Vouga	Reversível	401	68	77	106
Girabolhos	Mondego	Mondego	Reversível	980	143	72	99
Alvito	Tejo	Ocreza	-	968	209	48	62
TOTAL.....					1 266	1 096	1 632

# Energia biomassa

# Cana açucar





Cana açúcar

58





Óleo de palma



## Tipos de culturas energéticas

- Anuais
- Perénes (ervas)

*Switchgrass (Panicum virgatum)*

nativa da América do Norte

*Miscanthus*

nativa da África tropical e Ásia temperada

Capim de Napier (*Pennisetum purpureum*)

nativa da África tropical

*Jatropha curcas*

venenosa, nativa da América central e usada na Índia

## Switchgrass (*Panicum virgatum*)



A photograph of a dense field of Miscanthus sinensis grasses. The grasses are tall and have long, thin blades. The seed heads are a golden-brown color and are blowing in the wind, creating a sense of movement. The background shows a cloudy sky and distant hills.

Miscanthus sinensis

A photograph of Napier grass (Pennisetum purpureum) growing in a field. The grass is tall and has long, narrow leaves. The seed heads are a golden-brown color. In the background, there is a chain-link fence and some trees.

Napier grass

## *Jatropha*: antes e depois (India)



Howarth (2009, *Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use*, SCOPE); Fairless (2007, *Nature*, vol 449, pp652–655)

## Tipos de culturas energéticas

- Anuais
- Perénes (ervas)
- Lenhosas (árvores)

*Salgueiro*

*Choupo*

*Acácia*

*Pinheiro*

*Eucalipto*









# Energia biomassa

Girassol	1.5 ton/ha/yr
Milho	4 ton/ha/yr
Cana açúcar ou beterraba	60 ton/ha/yr
Jatropha	10-15 ton/ha/yr
Miscanthus	10-15 ton/ha/yr
Switchgrass	10-25 ton/ha/yr
Capim Napier	30 ton/ha/yr
Pinheiro	4-5 ton/ha/yr
Salgueiro	10-20 ton/ha/yr
Eucalipto	10-50 ton/ha/yr

# Energia biomassa

Pode ser utilizada para produção de **calor** ou produção de **electricidade**.

Pode ter impactos positivos e negativos, dependendo de

- ❑ **localização** (*e outros usos para a terra*) e
- ❑ **custos de produção** (*energéticos e ambientais, incluindo uso de água*).

# Biocombustíveis

Produção de etanol ou biodiesel a partir de biomassa agrícola.

Mercado estável no Brasil (cana de açúcar) e emergente nos EUA (plano Bush).

UE definiu metas ambiciosas que são cada vez menos prováveis de serem cumpridas.

# Biocombustíveis

## Produção de biodiesel por transesterificação

Colheita	Litros /hectare/ano
Algas(*)	3000
Sebo chinês	907
Óleo de palma	4752
Coco	2151
Colza	954
Soja (Indiana)	554-922
Amendoim	842
Girassol	767
Cânhamo	242

Como é que isto se compara com o fotovoltaico? [1 litro = 10kWh]

4752 litros/ano =  $4.8 \times 10^4$  kWh/ano

1 hectare =  $1 \times 10^4$  m<sup>2</sup>

$4.8 \times 10^4$  kWh/ano /  $1 \times 10^4$  m<sup>2</sup> =

4.8 kWh/m<sup>2</sup>/ano

13 Wh/m<sup>2</sup>/dia

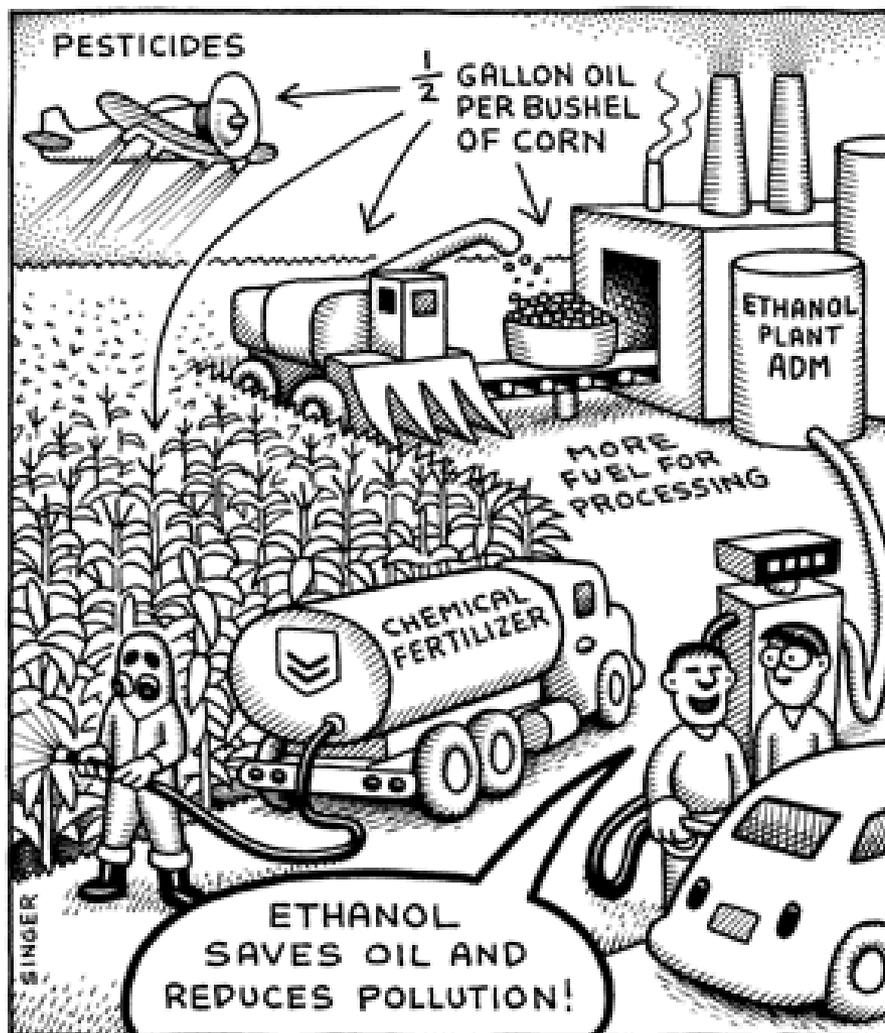
Com 4h de sol (4000 Wh/m<sup>2</sup>/dia)

**Eficiência <0.5%!!**

# Biocombustíveis

**NO EXIT**

© Andy Singer



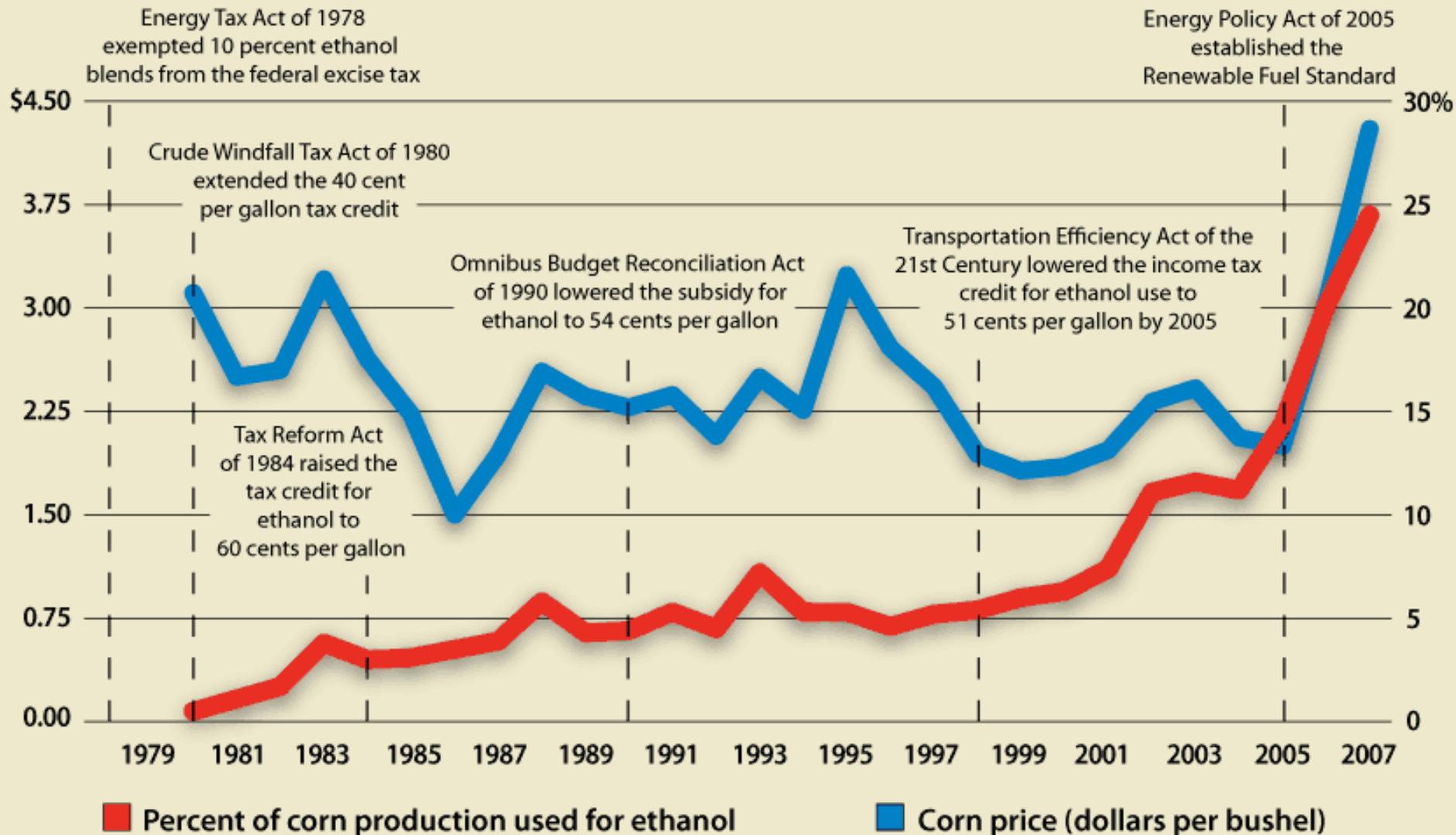
- ❑ Se o milho serve para a produção de bioetanol é preciso mais soja para rações.
- ❑ O preço da soja aumenta o que incentiva novas plantações de soja – e portanto a devastação de florestas tropicais
- ❑ Emissões podem duplicar!

# Biocombustíveis

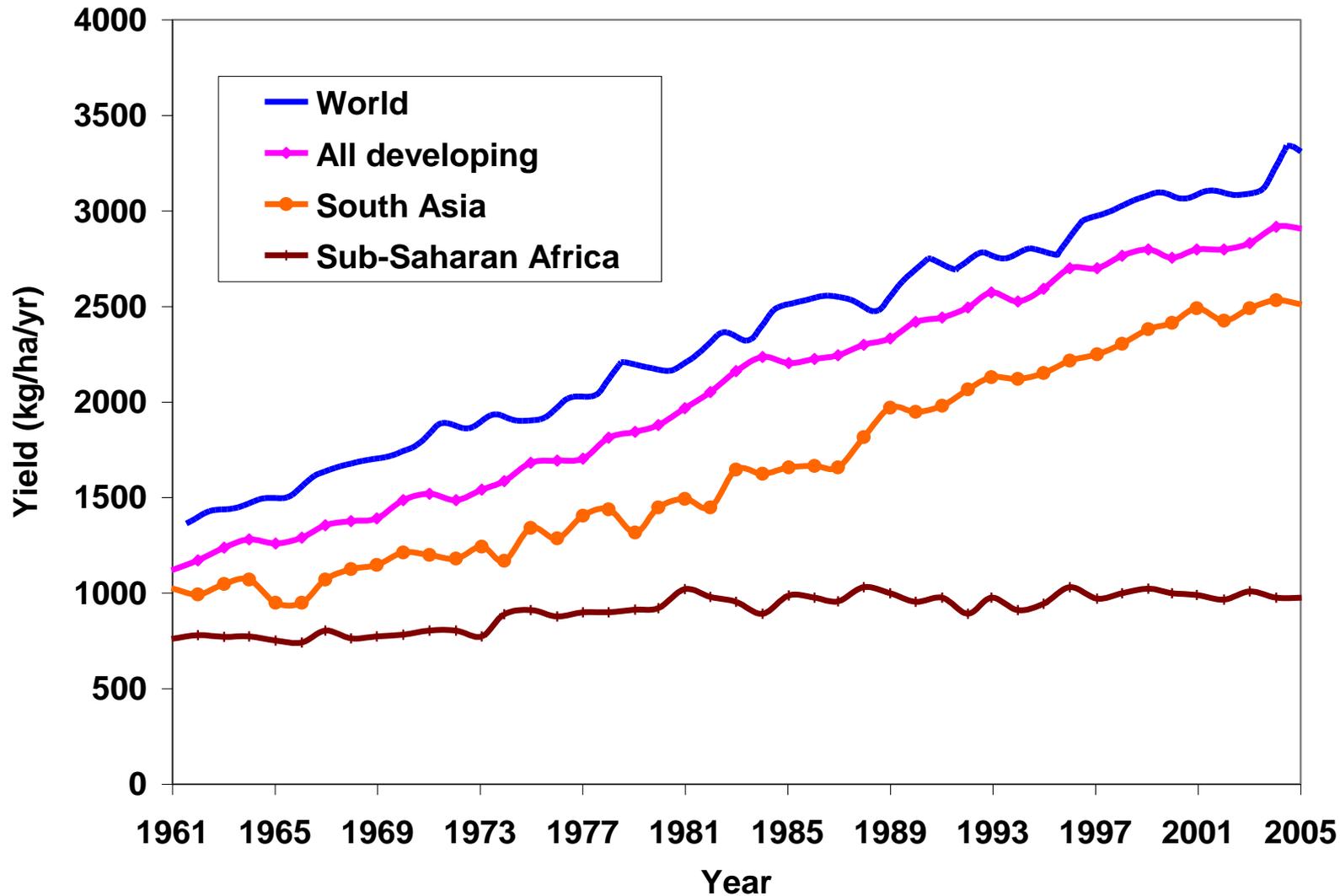
‘Dívida’ de CO<sub>2</sub> quando se desbasta floresta para cultivo

	Cultivo	Fuel	tC/ha	Payback (anos)
Indonésia & Malásia: turfeiras	Palma	Biodiesel	941	423
Indonésia & Malásia: floresta tropical	Palma	Biodiesel	191	86
Amazónia	Soja	Biodiesel	201	319
Cerrado brasileiro	Soja	Biodiesel	23	37
Cerrado brasileiro	Cana	Etanol	45	17
EUA: pradaria	Milho	Etanol	37	93
EUA: quintas abandonadas	Milho	Etanol	19	48

# Percentage of U.S. Corn Used to Produce Ethanol and Price per Bushel, 1980-2007

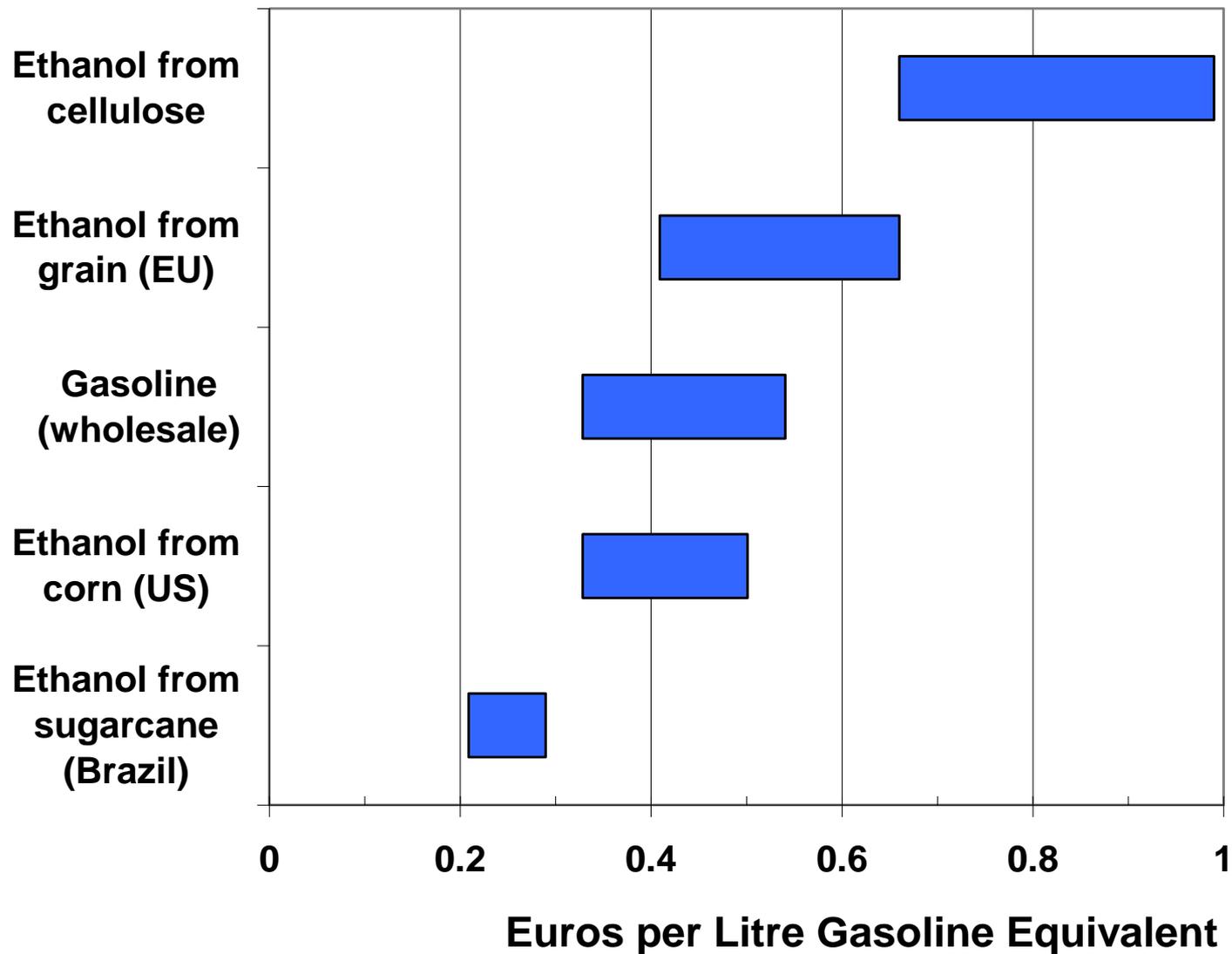


# Biocombustíveis

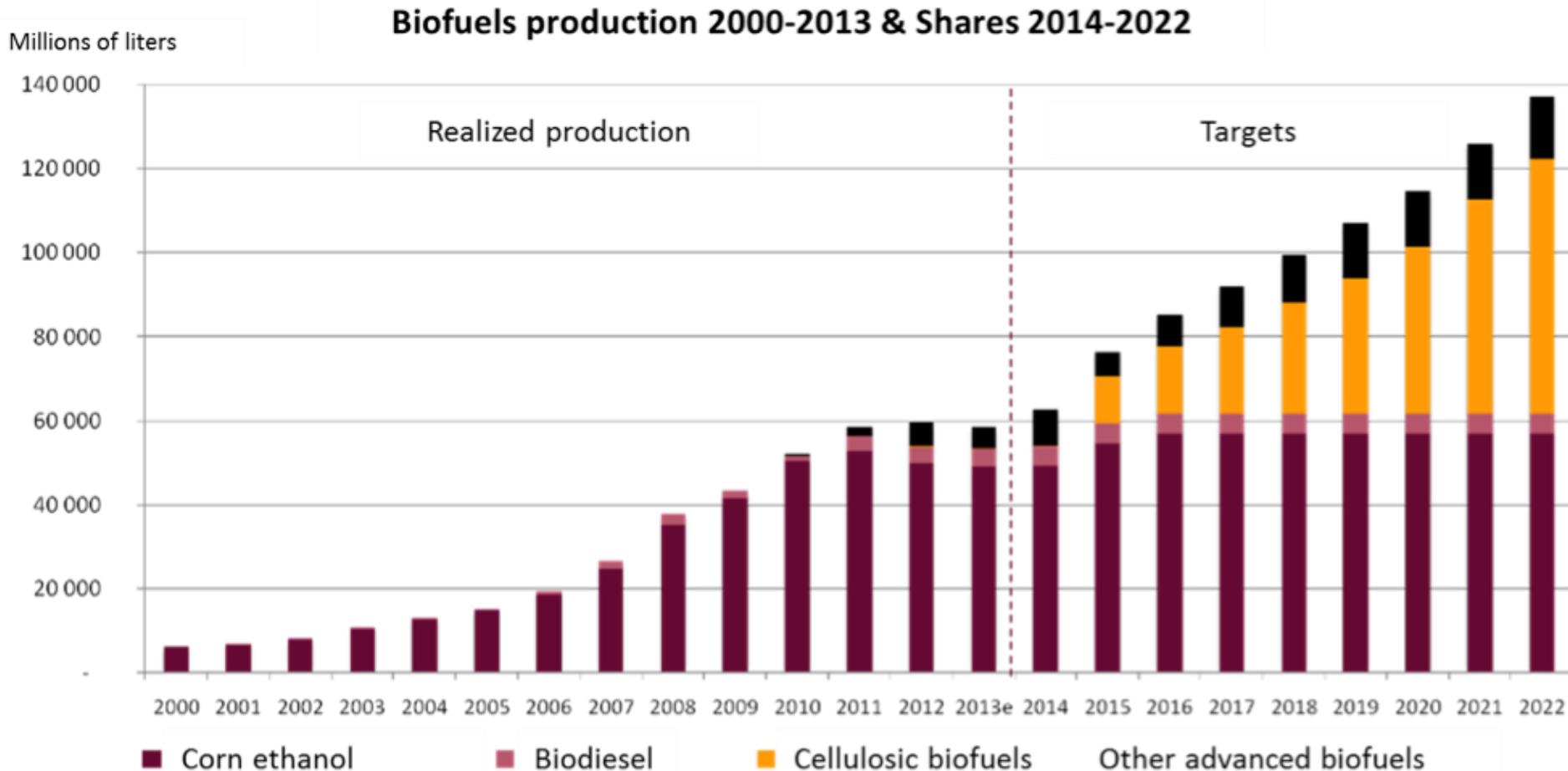


Existe um grande potencial para aumentar a produtividade agrícola global.

# Biocombustíveis



# Biocombustíveis



NB: Shares for biodiesel have not yet been fixed for the period 2014-2022, the shares used are those proposed for 2014 and 2015.

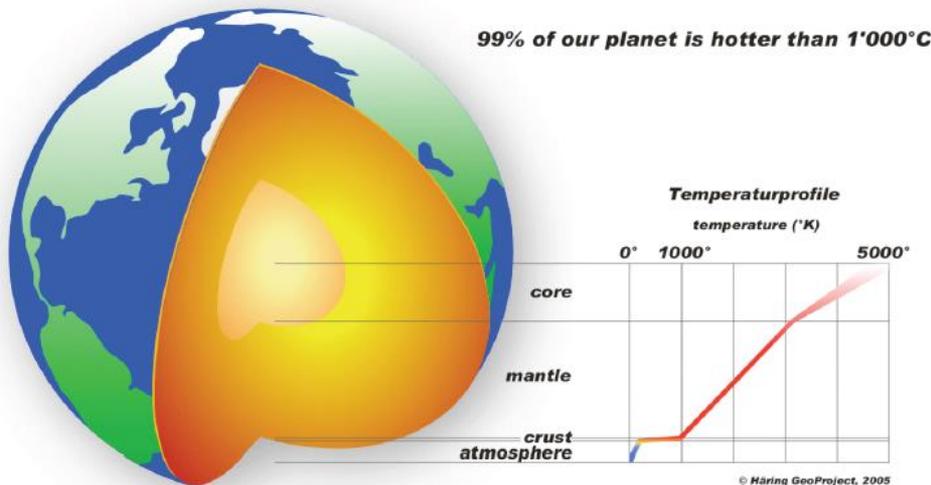
Sources: United States Environmental Protection Agency, United States Energy Information Administration

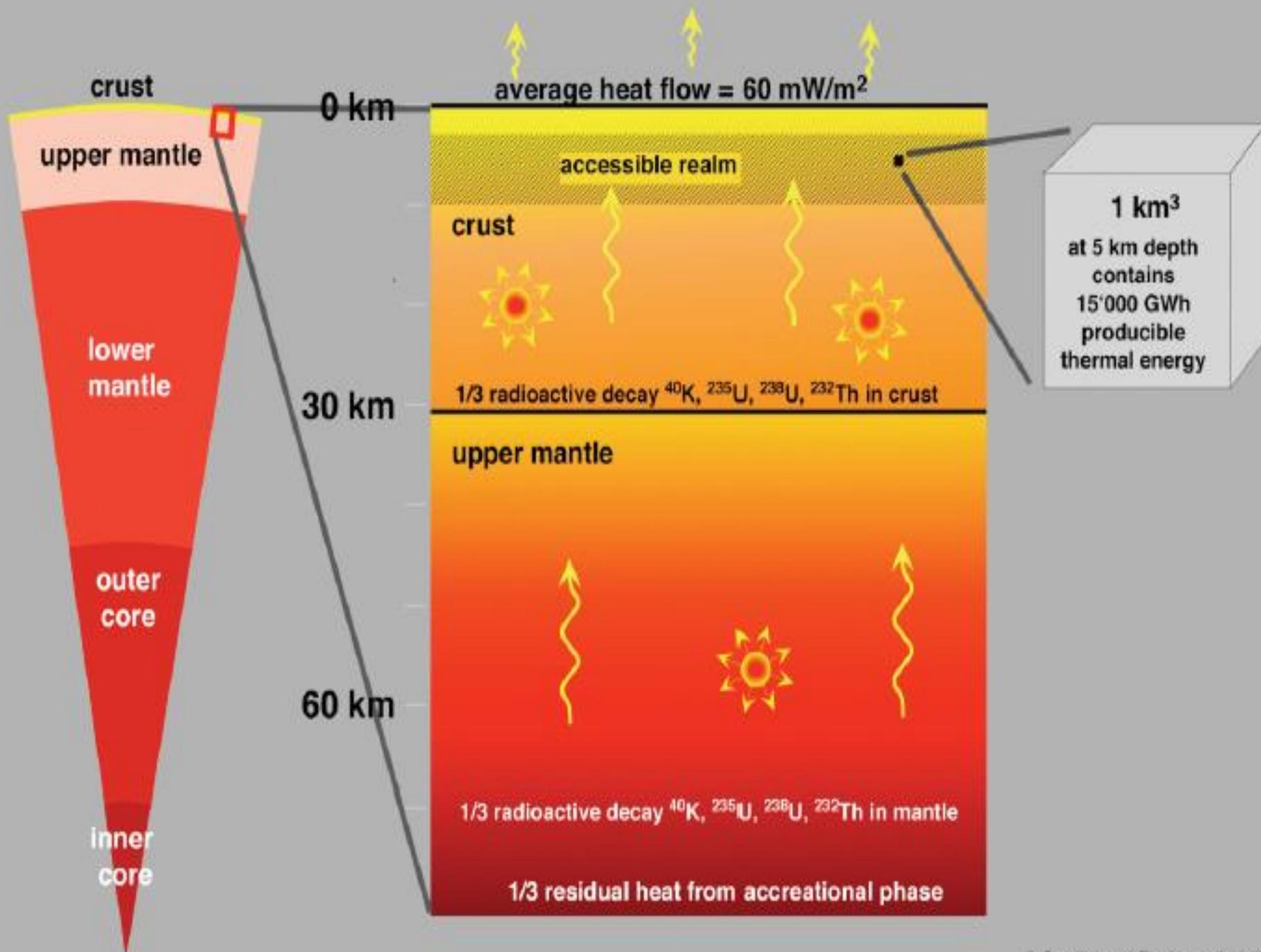
# Energia geotermia

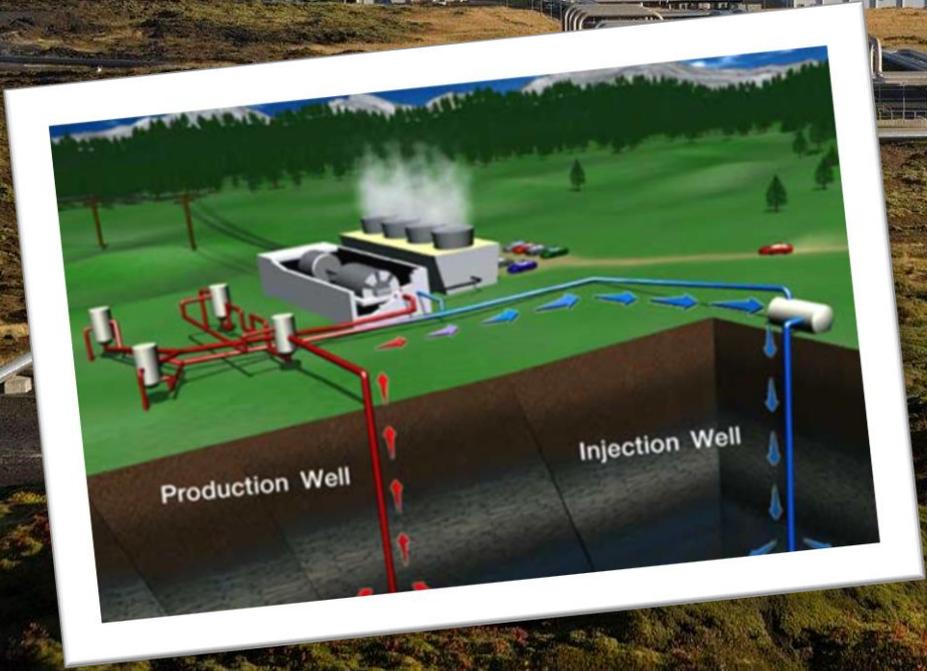
Aproveitamento energia térmica armazenada na crosta terrestre.

Calor proveniente de

- **centro** da Terra
- decaimento **radioactivo** de elementos na crosta



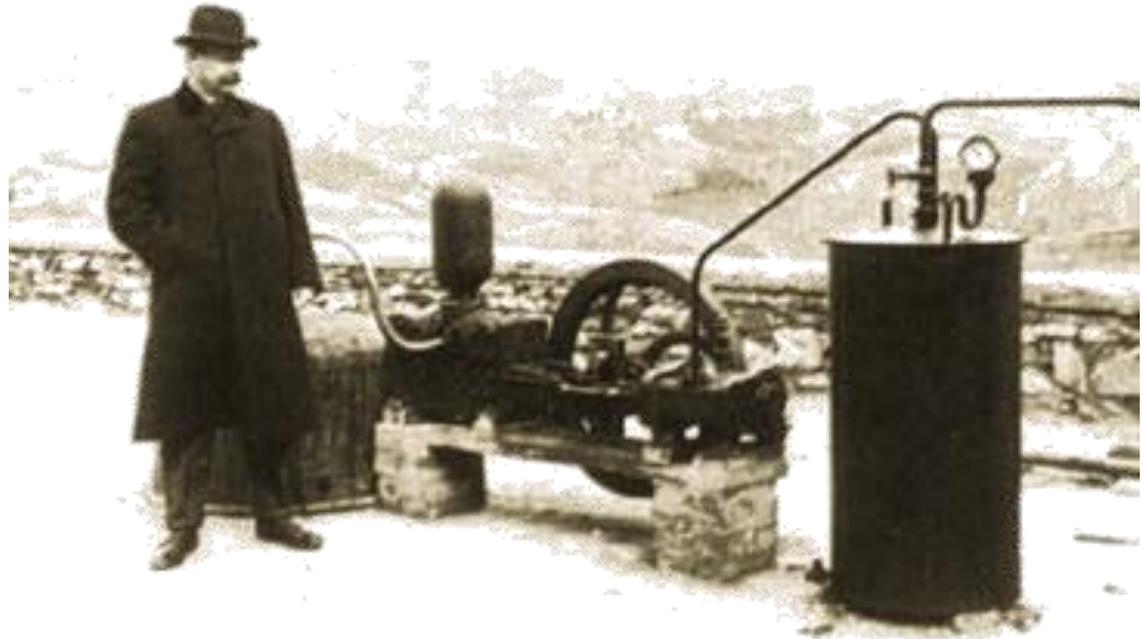




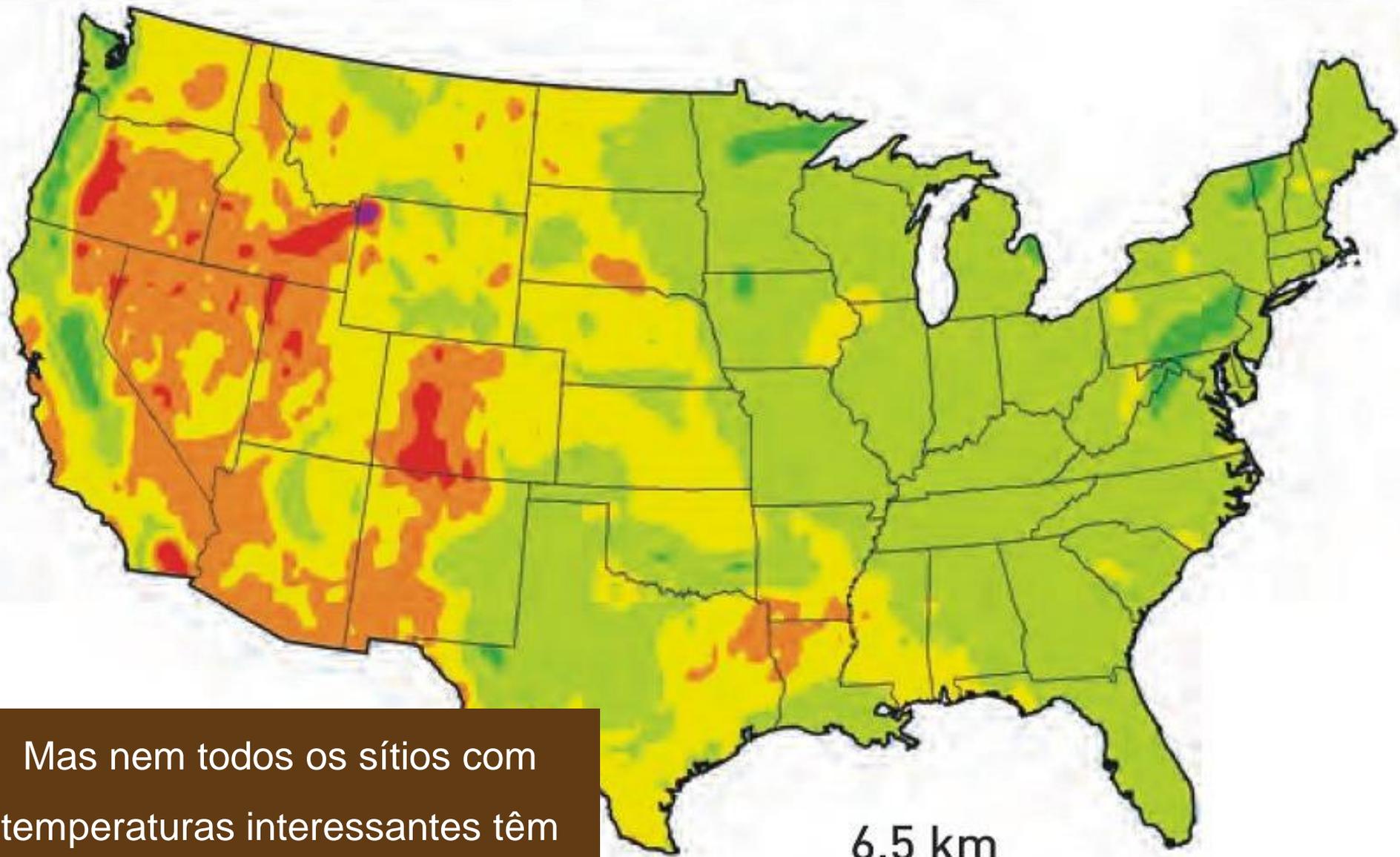
# Energia geotermia

## Aproveitamento hidrotermal

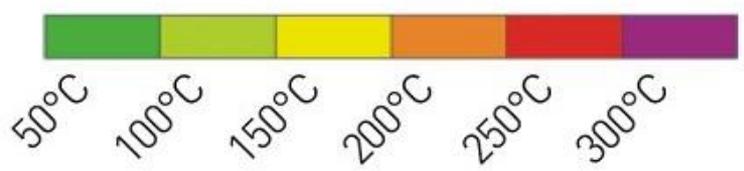
- ❑ Produção de calor com ou sem bombas de calor
- ❑ Produção de electricidade usando o vapor directamente



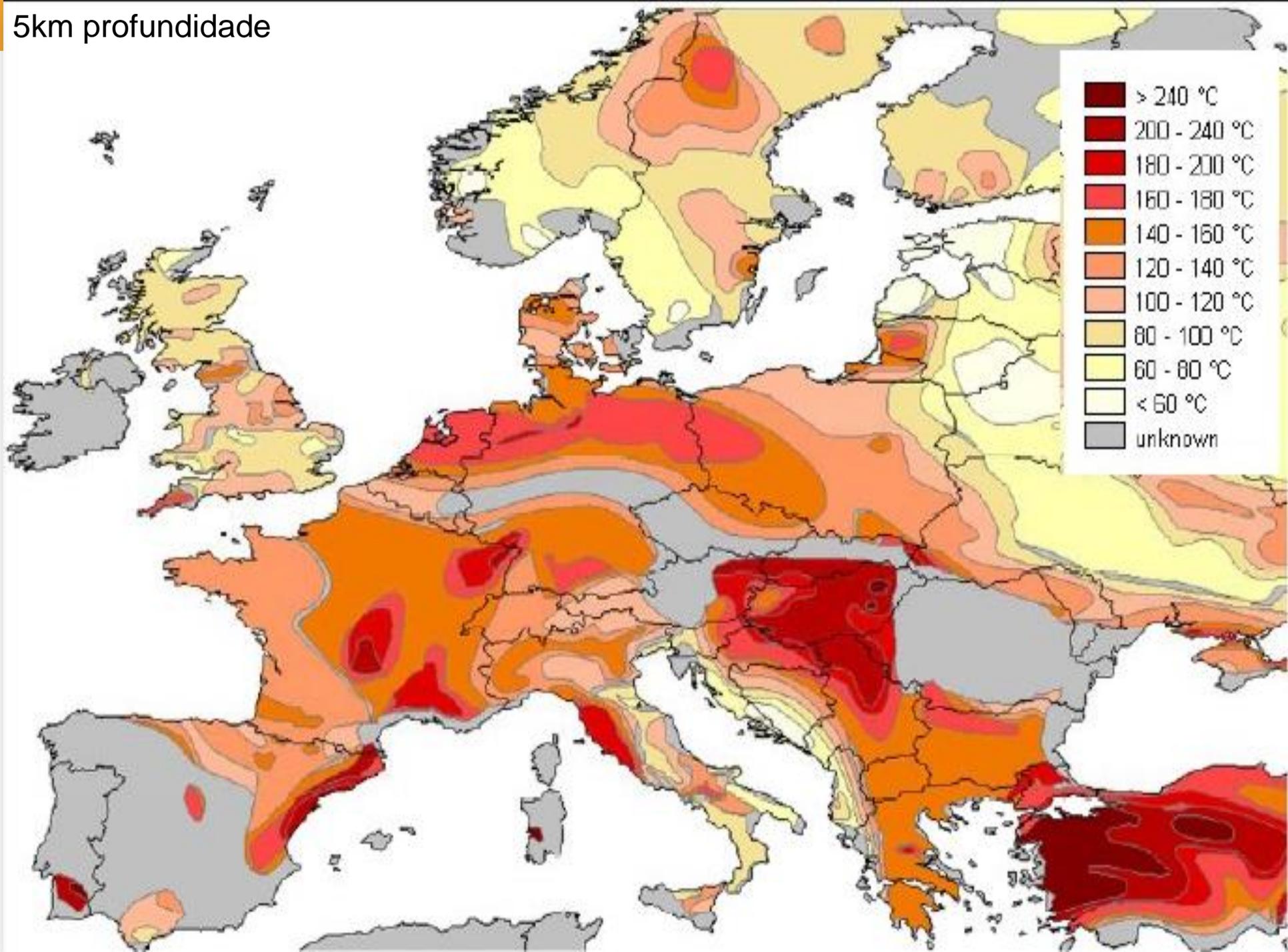
Geração electricidade em Larderello, Itália (1904) e o seu inventor, Príncipe Piero Ginori Conti.



Mas nem todos os sítios com temperaturas interessantes têm água/vapor disponível.



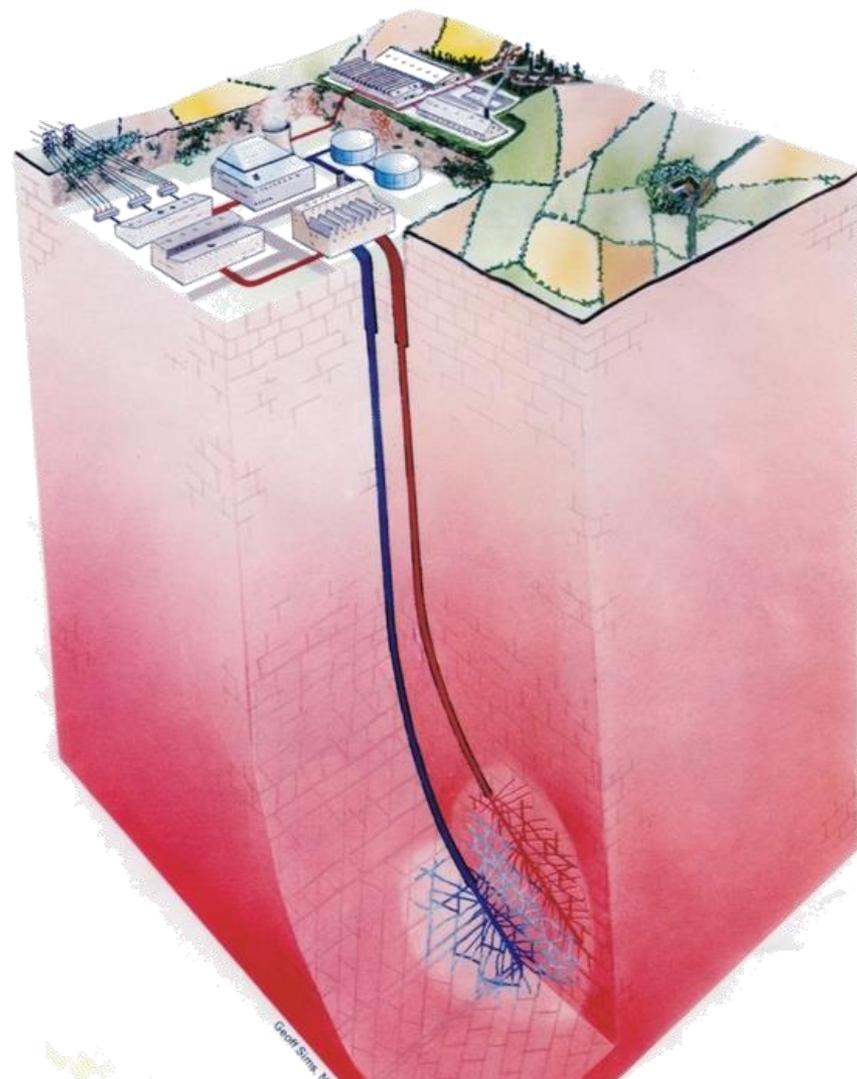
5km profundidade



# Energia geotermia

## EGS – Enhanced geothermal system

1. **Furo de injeção**, por onde será injectada água
2. **Fractura** da rocha no fundo (*hydrofracturing*, por injeção de água sob pressão), para aumentar área efectiva de transferência de calor entre rocha/água
3. **Furo de extracção**, por onde será retirada água aquecida



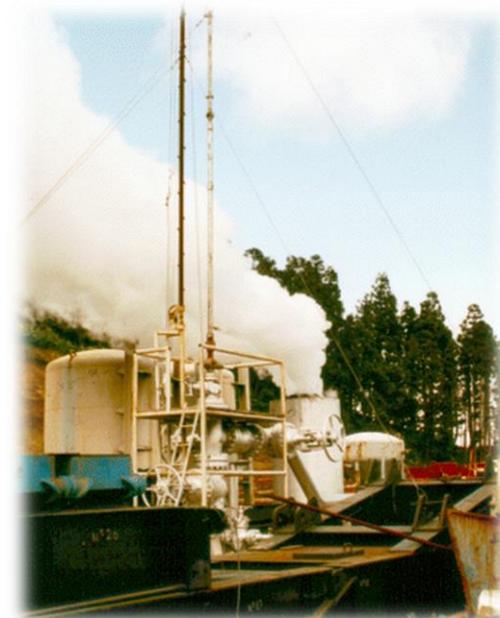
# Energia geotermia

## Em Portugal

### Açores

- ❑ confluência de 3 placas tectónicas  
(americana, africana, euroasiática)
- ❑ 9 sistemas electroprodutores de pequena  
escala: **235 MWth**
- ❑ São Miguel (Ribeira Grande)

2 centrais com 23 MW



Central Geotérmica Piloto de Pico Vermelho  
3 MW (1980) nunca funcionou acima de 900kW



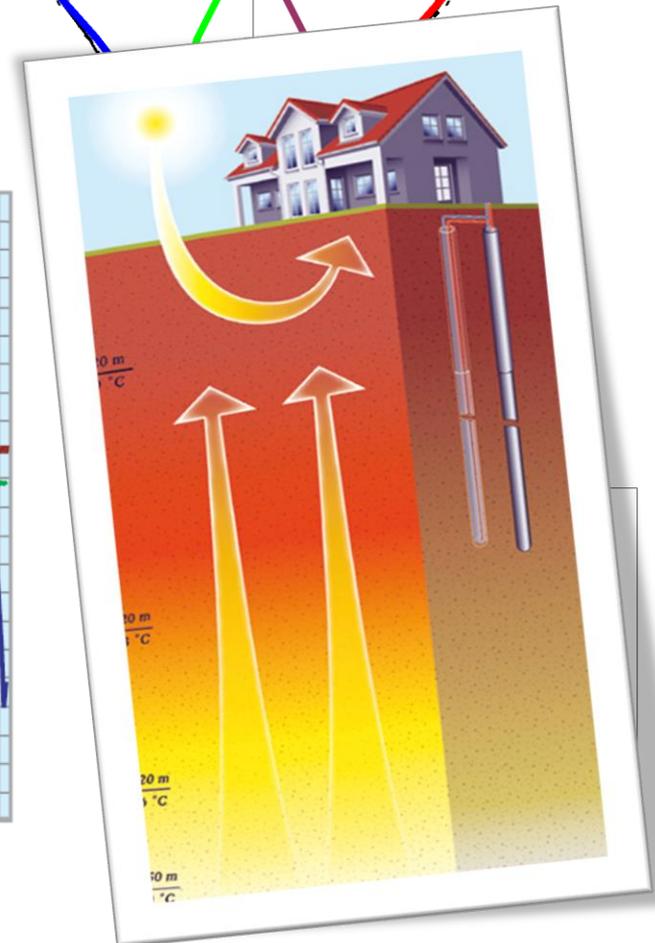
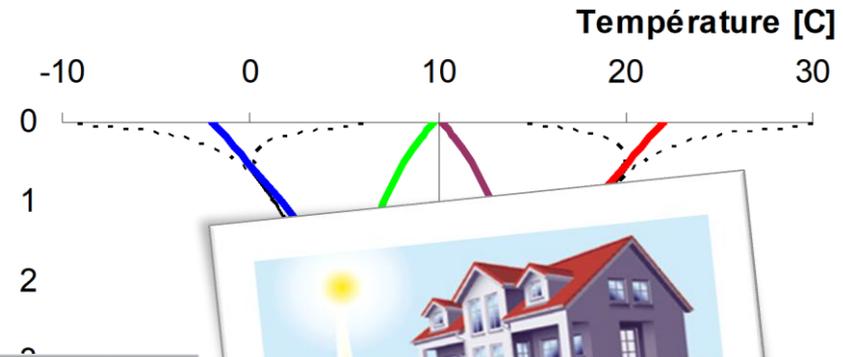
Central Geotérmica  
da Ribeira Grande  
5 MW (1994) + 8  
MW (1998)



Central Geotérmica de Pico Vermelho 10 MW (2007)

# Energia geotermia de baixa entalpia

Usualmente associado a bombas de calor para produção de calor para climatização. Também pode ser usado para refrigeração.



Variação da temperatura do solo muito menor do que na superfície

# ENERGIA DAS ONDAS







# Energia ondas

## Potencial das energia das ondas

40 kW/m

Eficiência: 50%

Comprimento costa nacional: 500 km

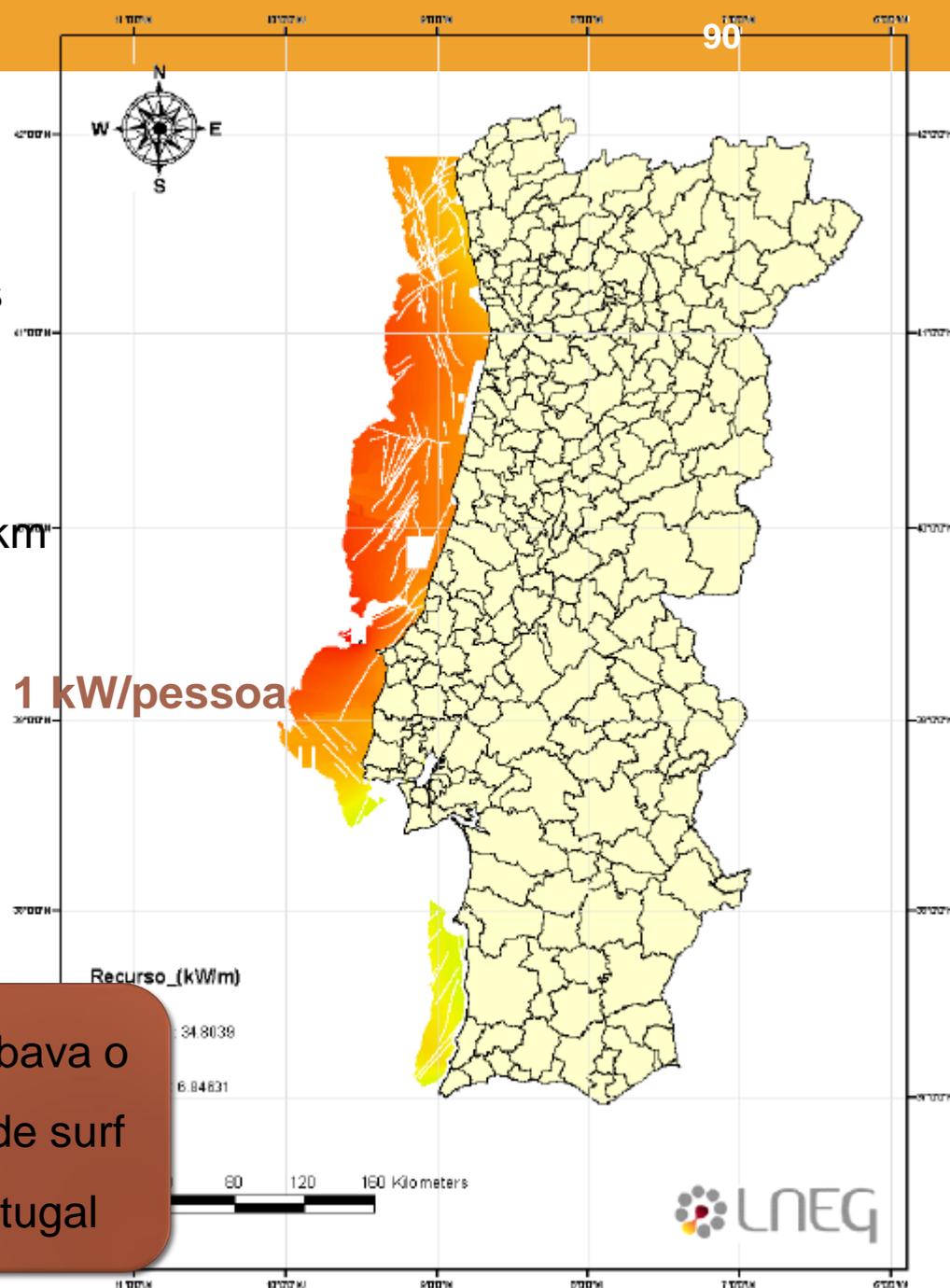
$40 \times 0.5 \times 500\,000 = 10\text{ GW}$

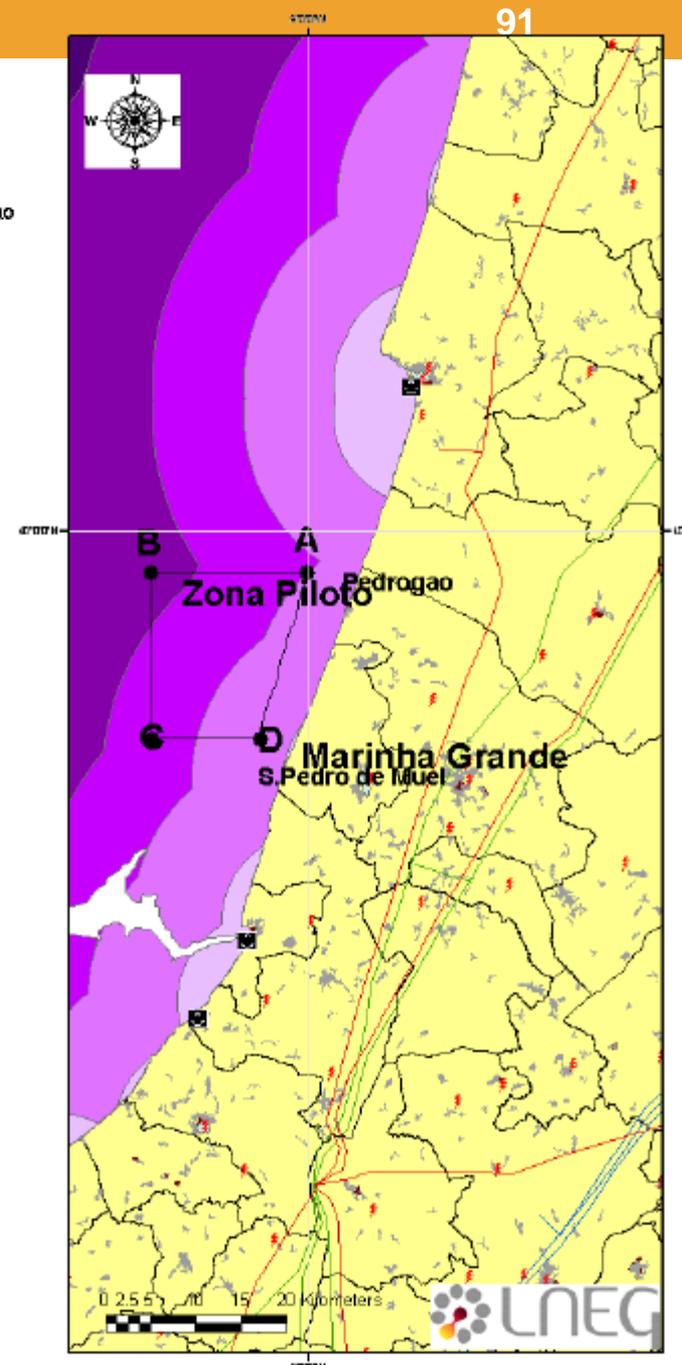
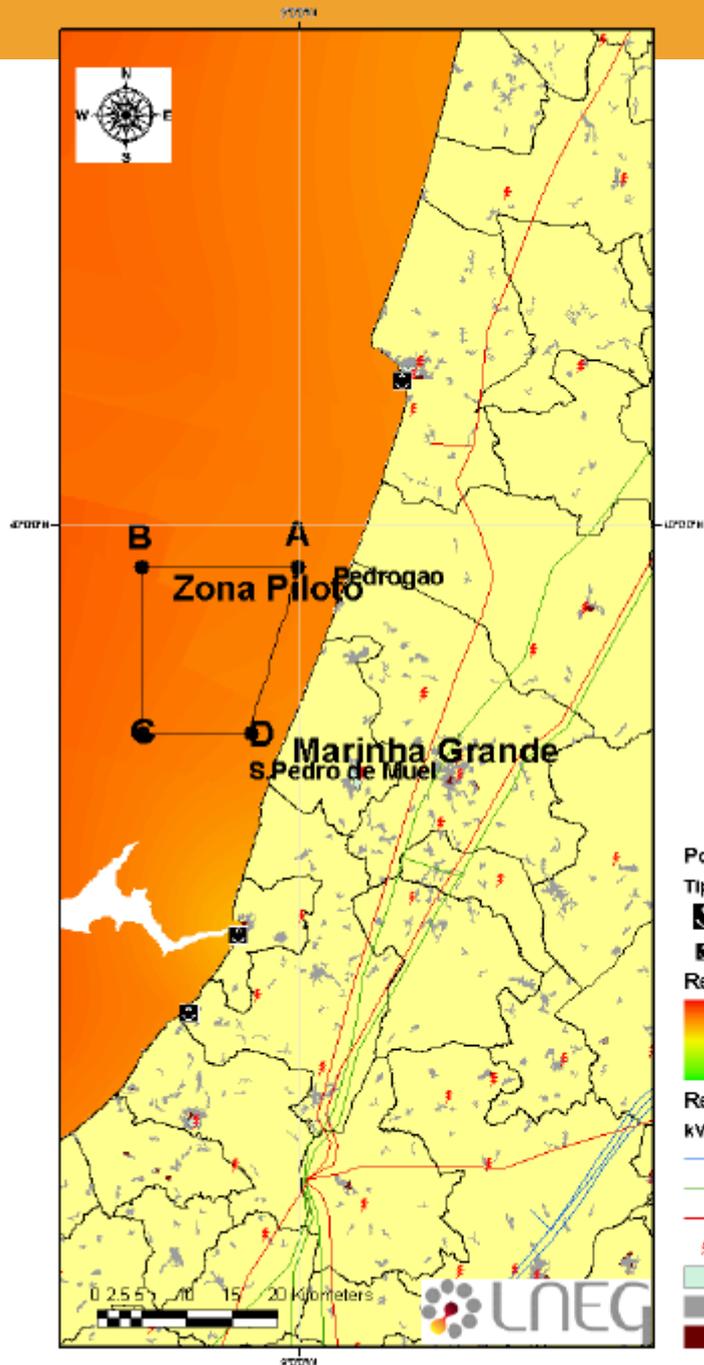
Per capita:  $10^7\text{ kW} / 10^7\text{ pessoas} = 1\text{ kW/pessoa}$

Com uma eficiência mais realista:

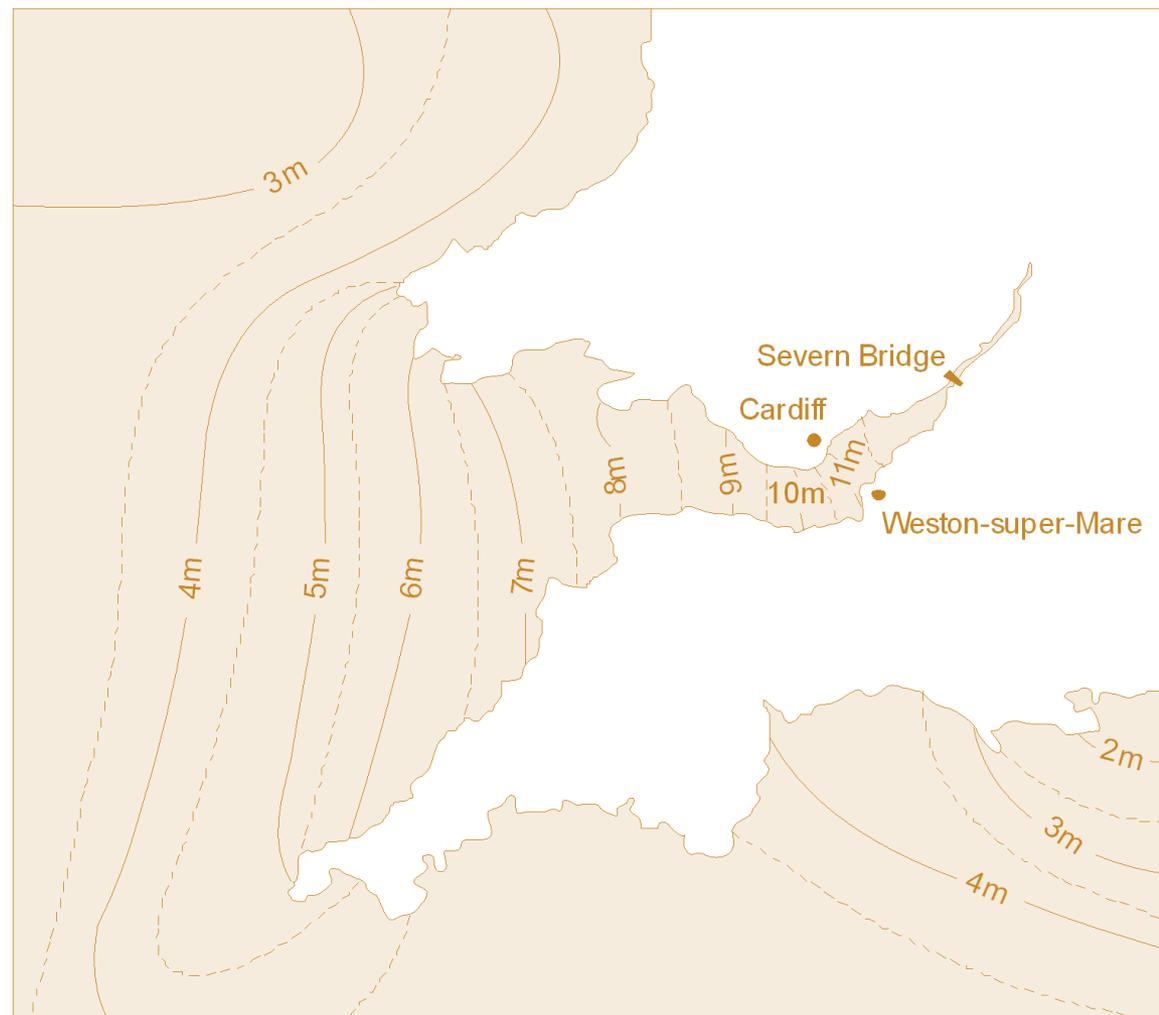
Pelamis: 6 kW/m : **300 W/pessoa**

Mas acabava o  
turismo de surf  
em Portugal





# Energia marés



Estuário de Svern, UK

# Energia marés

Uma única aplicação de larga escala:

**La Rance** (França) – em operação há cerca de 30 anos

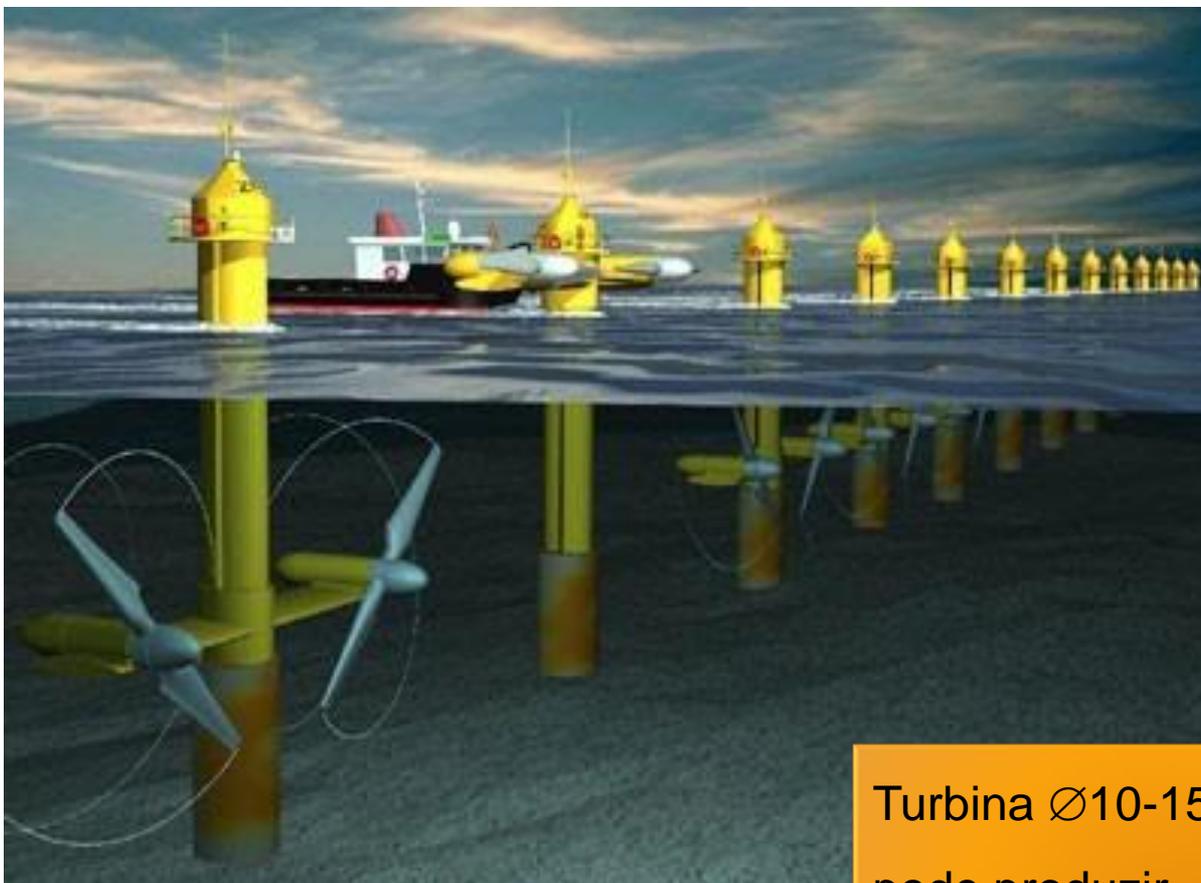
altura maré: até 13.5m; área: 22km<sup>2</sup>; energia produzida: 16TWh/ano

densidade média de produção: 2.7 W/m<sup>2</sup>



# Energia marés

## Correntes oceânicas ou de maré



$$\rho_{\text{água}} \gg \rho_{\text{ar}}$$

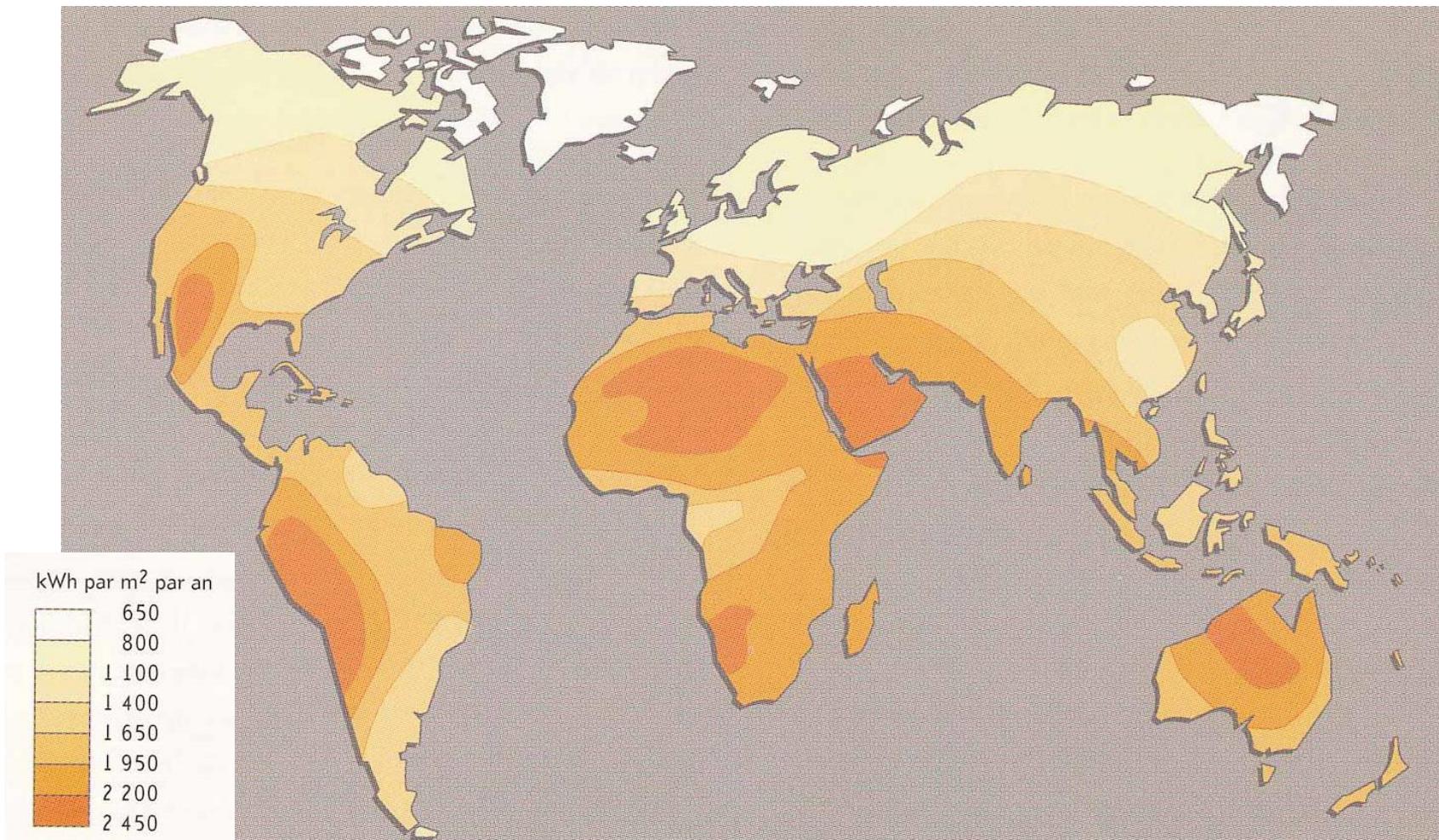
Turbina  $\varnothing$ 10-15m

pode produzir

200-700kW

# Recursos

## Recurso solar



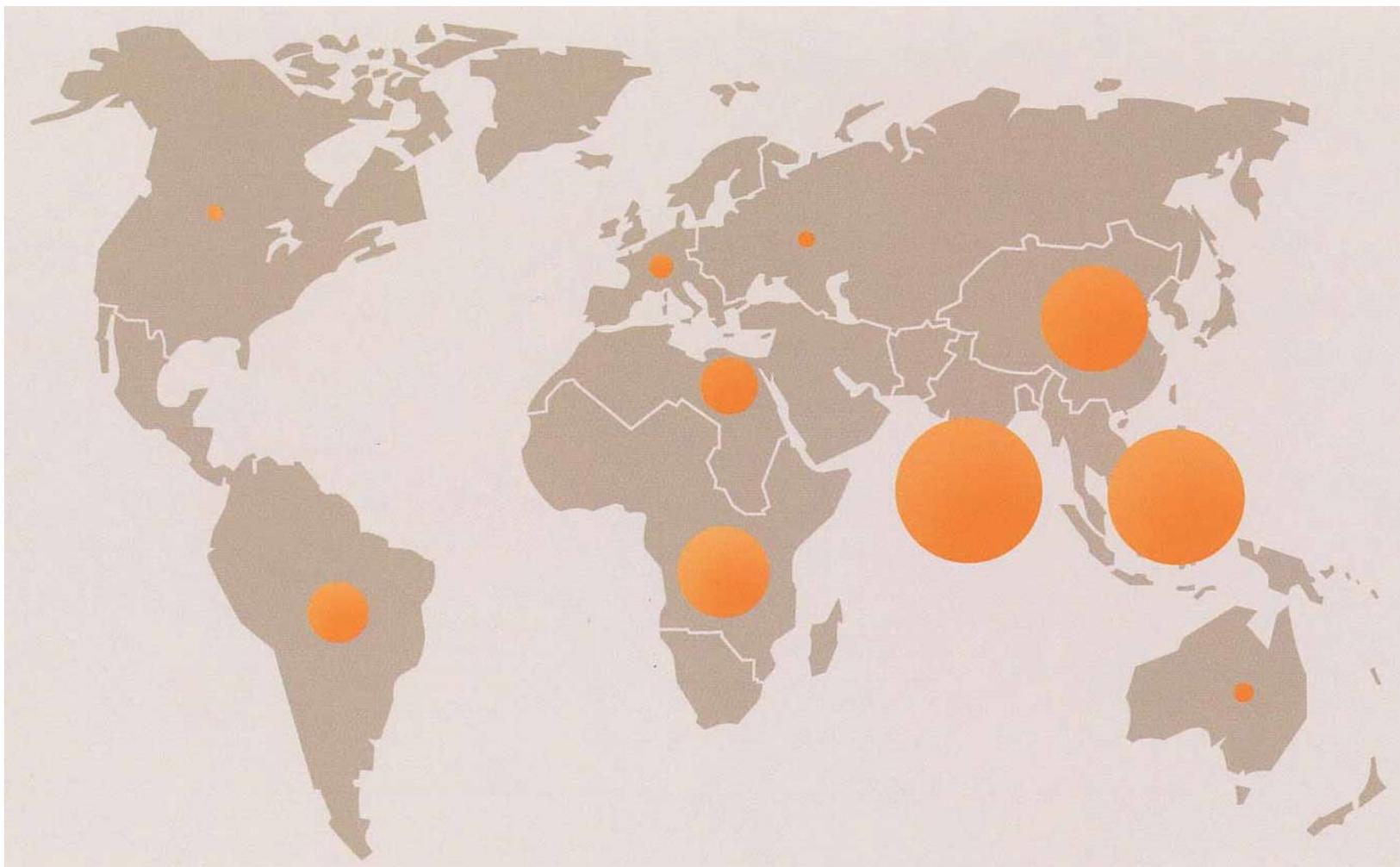
# Recursos

Potencial água quente solar



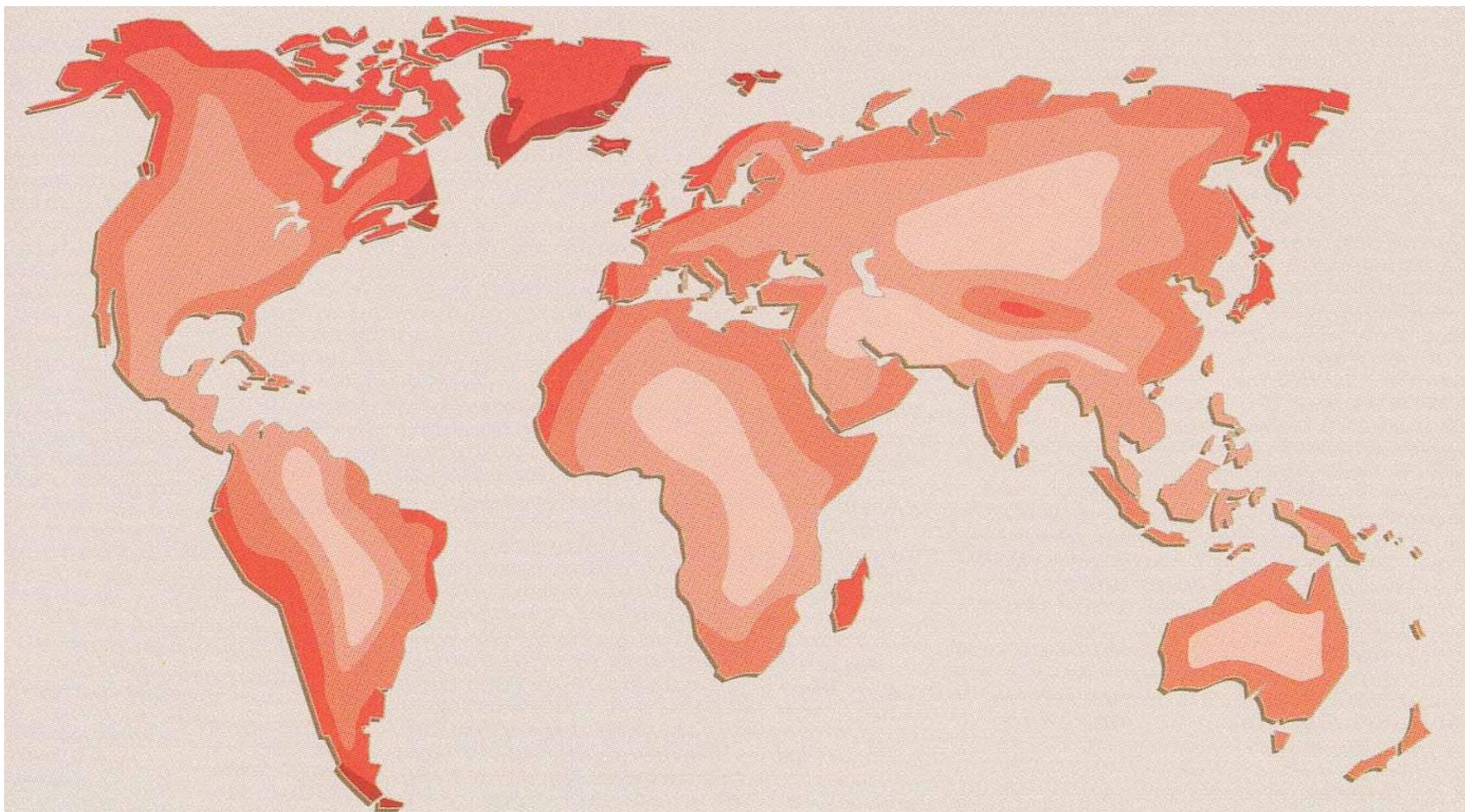
# Recursos

Potencial electricidade solar não ligada à rede



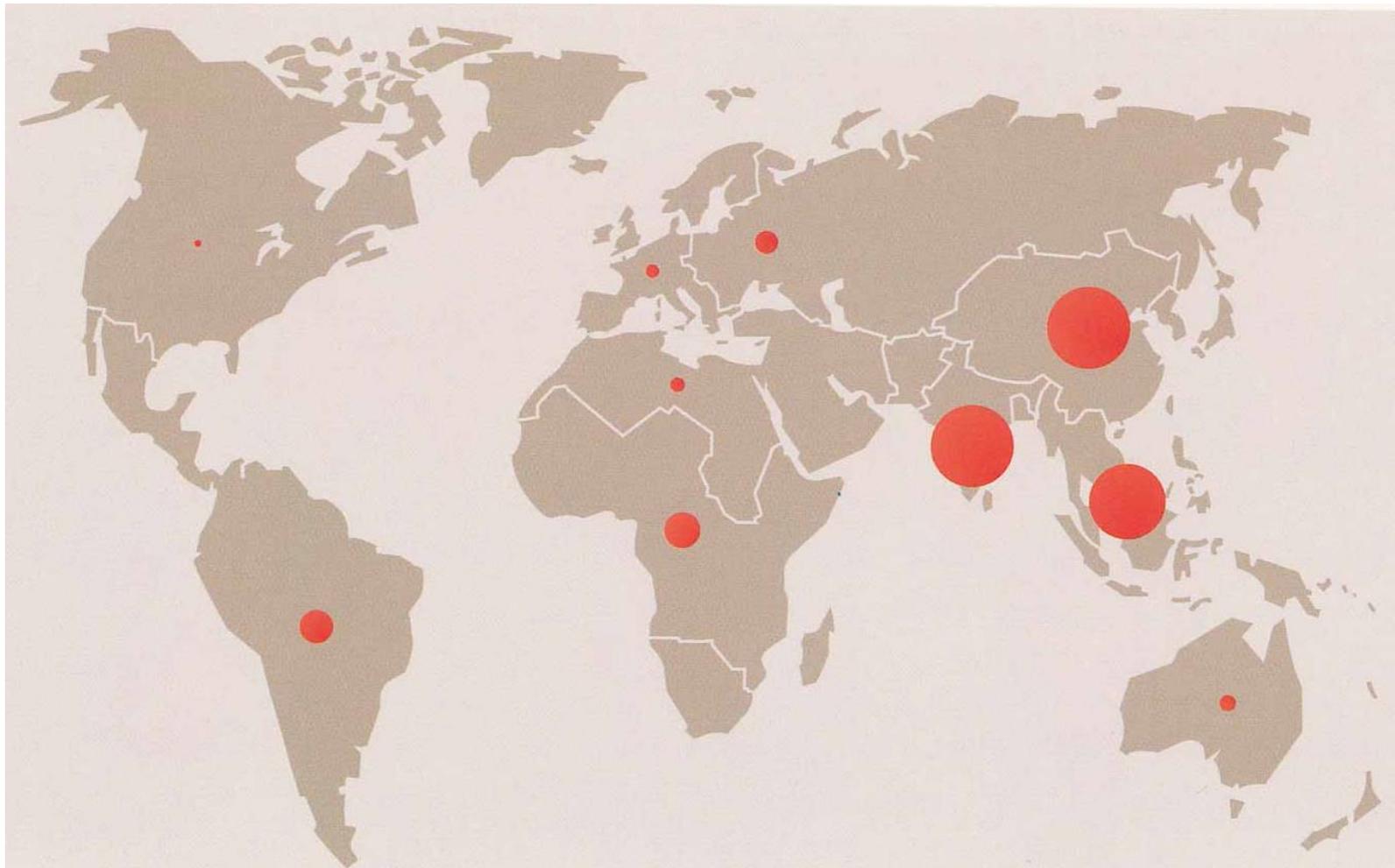
# Recursos

## Potencial eólico



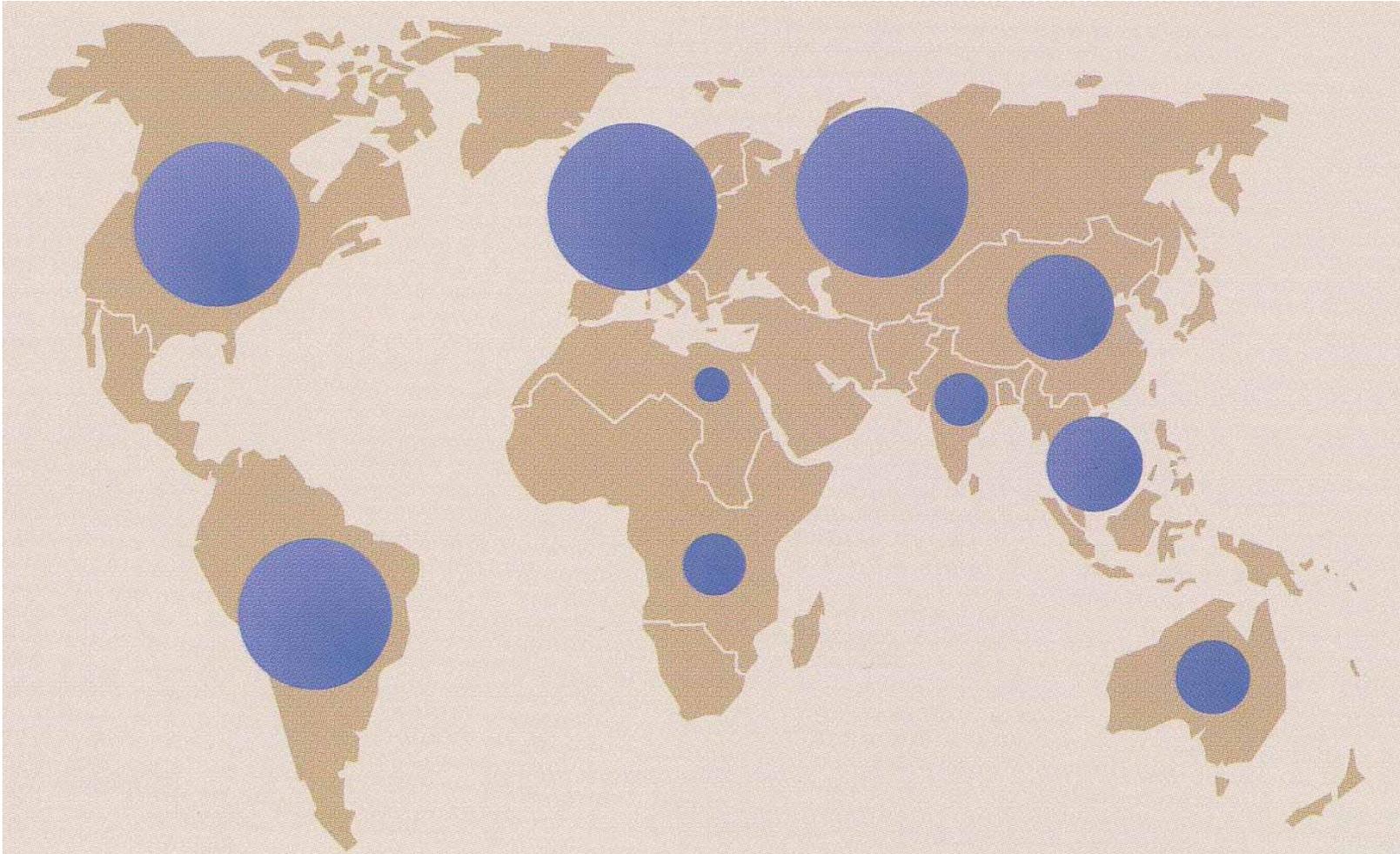
# Recursos

Potencial energia eólica não ligado à rede



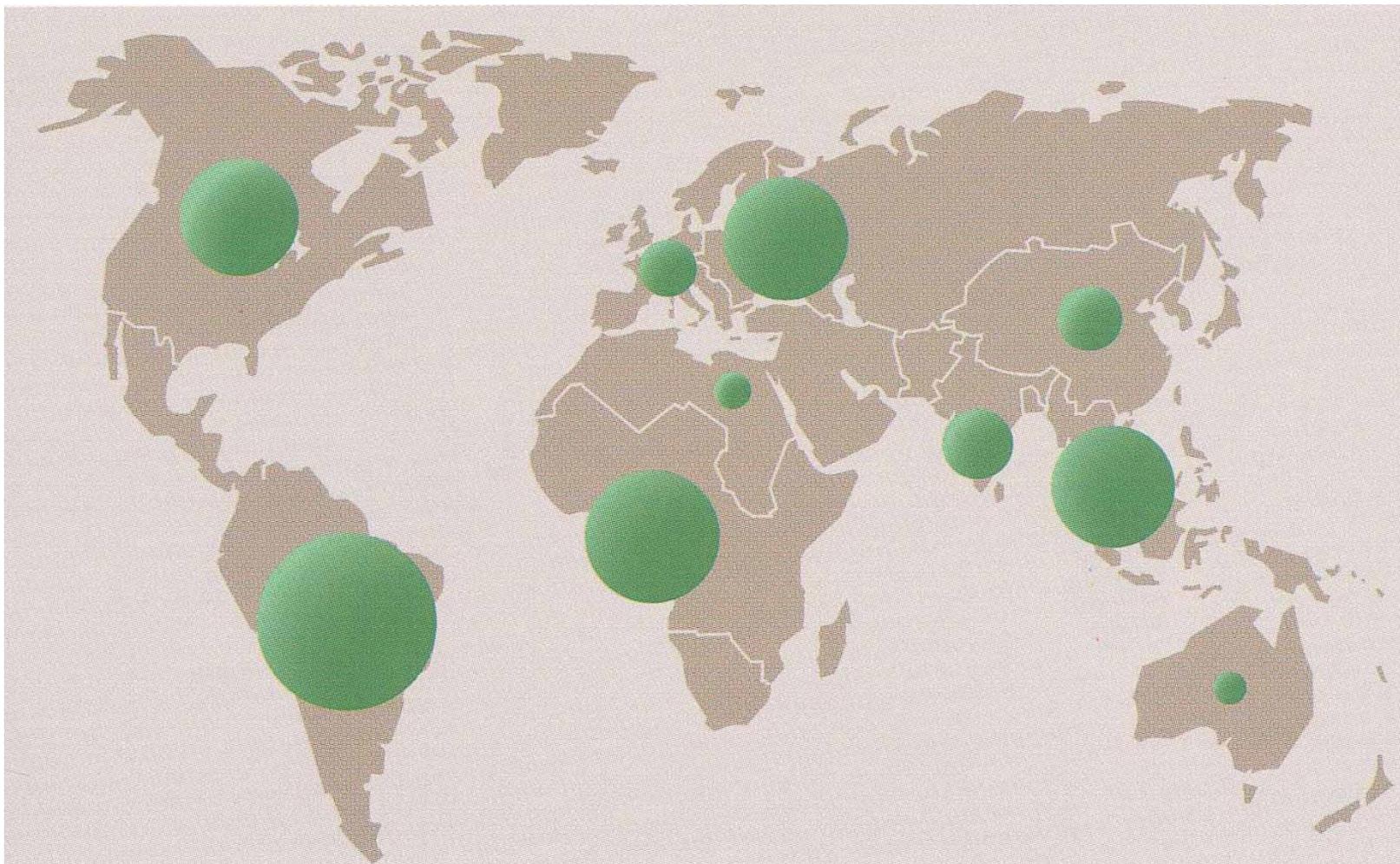
# Recursos

Potencial energía hídrica



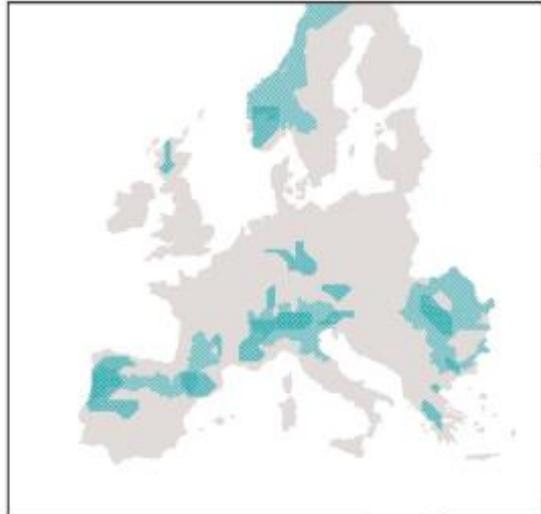
# Recursos

Potencial energia da biomassa

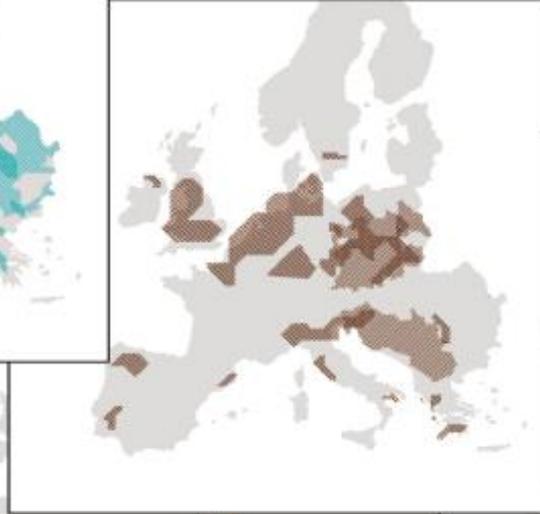


# RENEWABLE ENERGY RESOURCE MAPPING

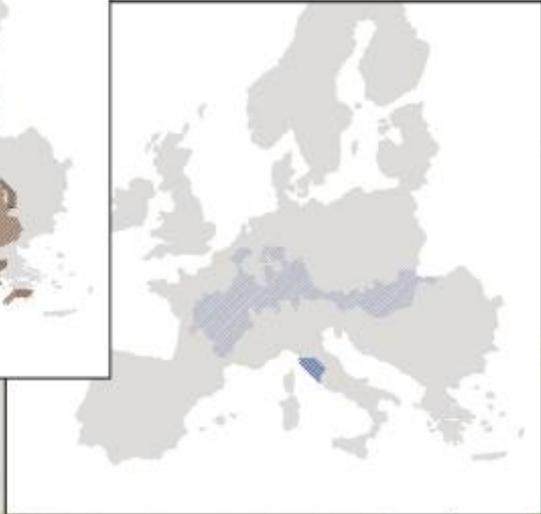
AN INTEGRATED EUROPE OFFERS A VARIETY OF GEOGRAPHIC PREDISPOSITION, AND THEREFORE A DIVERSE AREA OF HIGH POTENTIAL FOR REDRWABLE SOURCES.



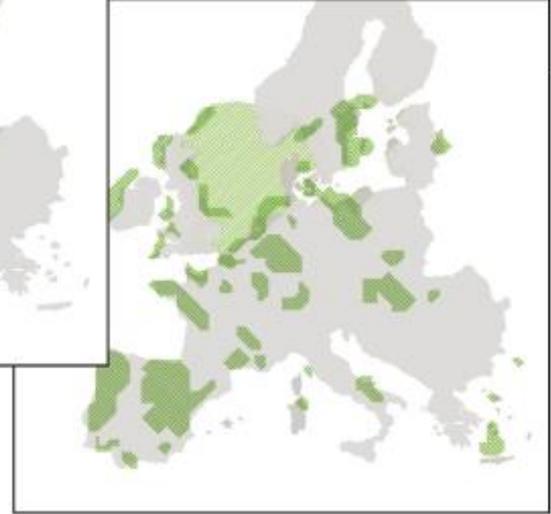
**HYDROPOWER**



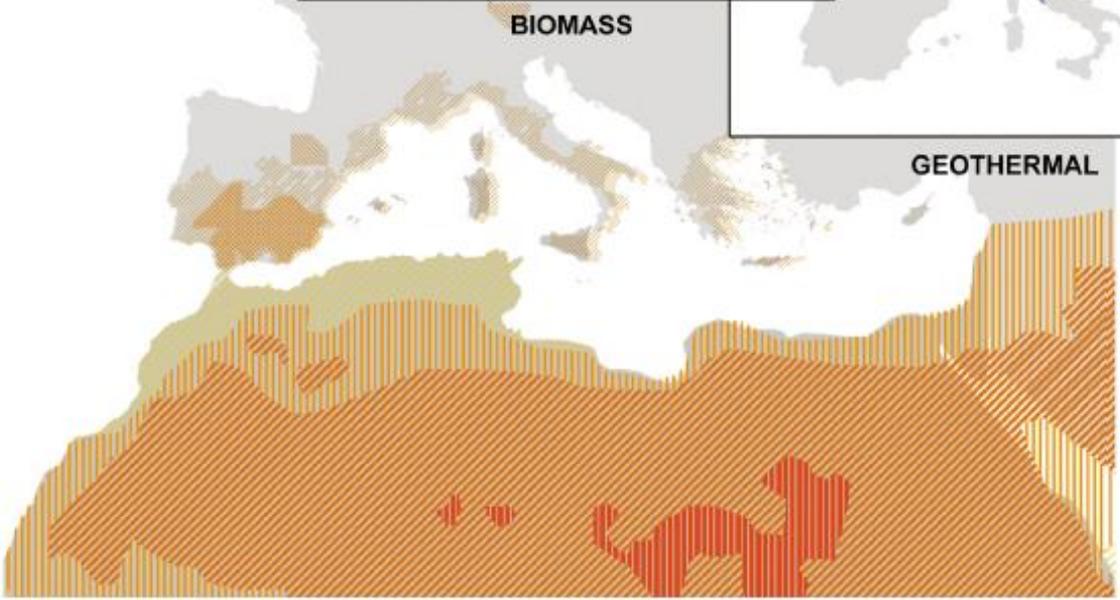
**BIOMASS**



**GEO THERMAL**



**WIND ENERGY**

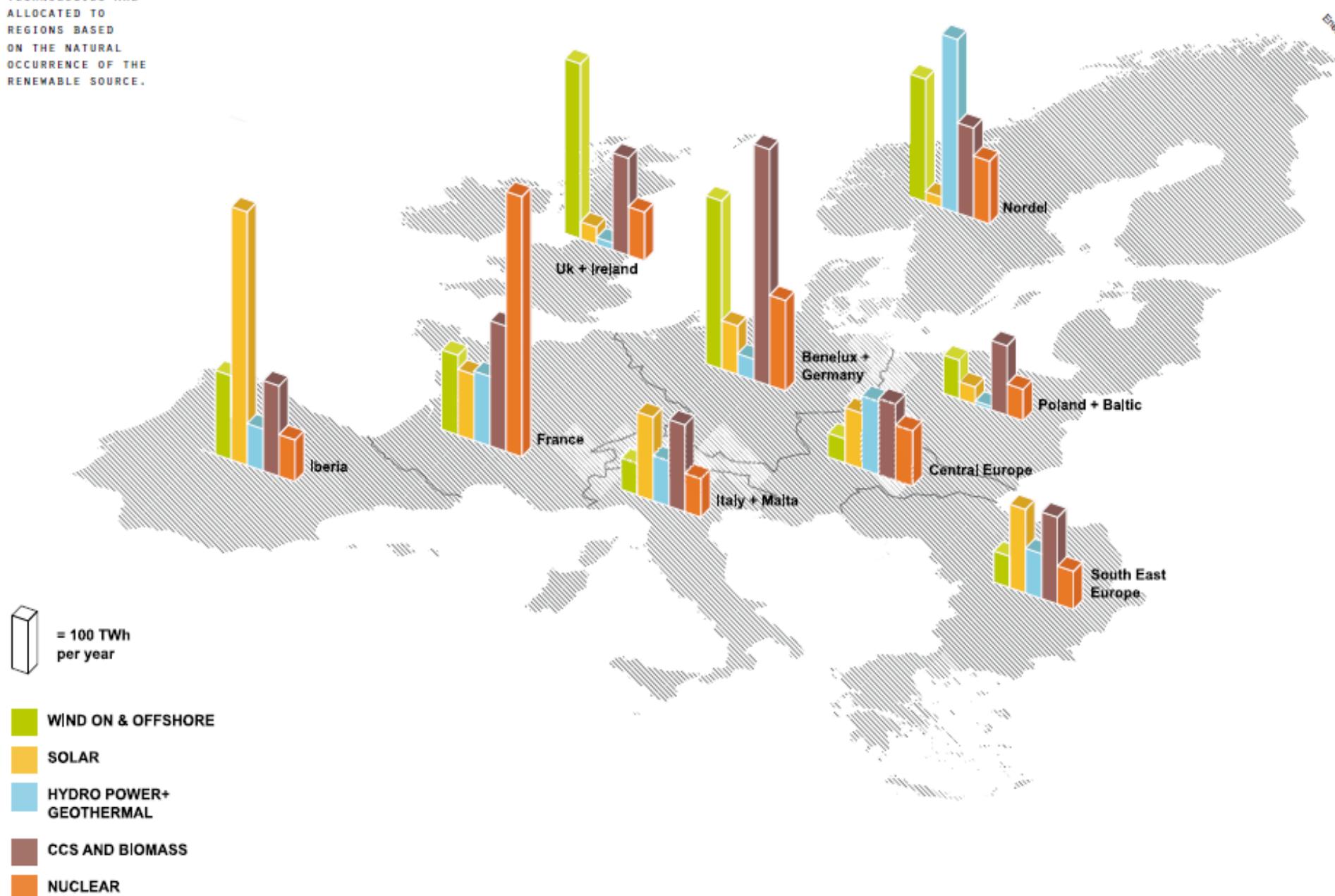


**SOLAR**

Forms of Re

# ENERGY RESOURCES IN 2050 (HIGH RES PATHWAY)

RENEWABLE TECHNOLOGIES ARE ALLOCATED TO REGIONS BASED ON THE NATURAL OCCURRENCE OF THE RENEWABLE SOURCE.



40 35 30 25 20 A 15 B 10 C 5 D E 5 F 10 G 15 H 20 J 25 K 30 35 40 45



Boundaries:

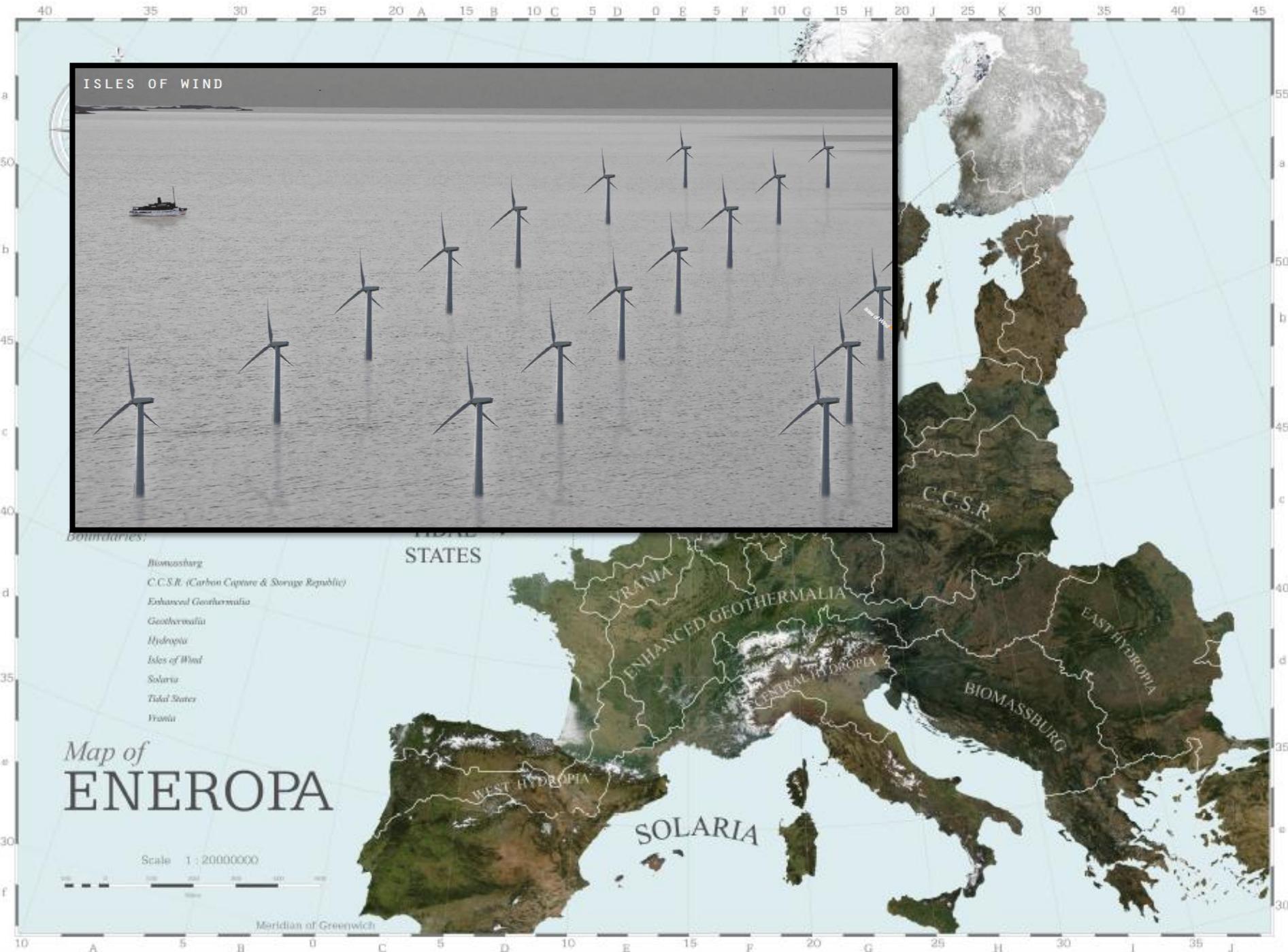
- Biomassburg
- C.C.S.R. (Carbon Capture & Storage Republic)
- Enhanced Geothermalia
- Geothermalia
- Hydropia
- Isles of Wind
- Solaria
- Tidal States
- Irania

# Map of ENEROPA

Scale 1 : 20000000



Meridian of Greenwich



a  
50  
b  
45  
c  
40  
d  
35  
e  
30  
f

55  
50  
b  
45  
c  
40  
35  
e  
30

10 A 5 B 0 C 5 D 10 E 15 F 20 G 25 H 30 I 35 J

40 35 30 25 20 A 15 B 10 C 5 D E 5 F 10 G 15 H 20 J 25 K 30 35 40 45



### BERGHEIM IN ENEROPA



*Boundaries:*

- Biomassberg*
- C.C.S.R. (Carbon Capture & Storage)*
- Enhanced Geothermal*
- Geothermalia*
- Hydrovia*
- Isles of Wind*
- Solaria*
- Tidal States*
- Frankia*

# Map of ENEROPA

Scale 1 : 20000000



Meridian of Greenwich

10 A 5 B 0 C 5 D 10 E 15 F 20 G 25 H 30 I 35 J

a  
50  
b  
45  
c  
40  
d  
35  
e  
30  
f

55  
50  
b  
45  
c  
40  
35  
30



40 35 30 25 20 A 15 B 10 C 5 D E 5 F 10 G 15 H 20 J 25 K 30 35 40 45



NORTH HYDROPIA



C.C.S.R

EAST HYDROPIA

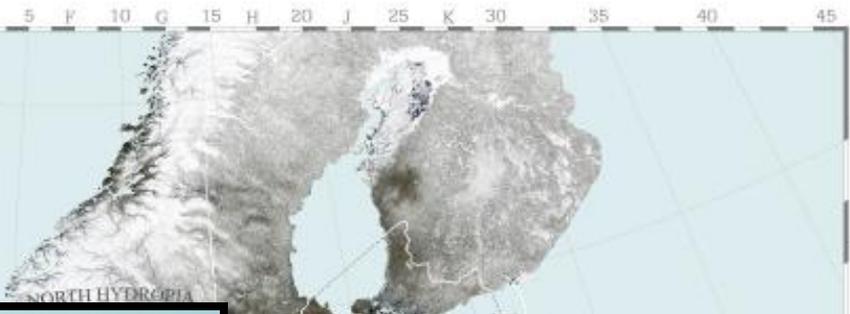
BIOMASSBURG

G 25 H 30 I 35 J

a  
50  
b  
45  
c  
40  
d  
35  
e  
30  
f  
10

55  
50  
b  
45  
c  
40  
35  
e  
30

40 35 30 25 20 A 15 B 10 C 5 D E 5 F 10 G 15 H 20 J 25 K 30 35 40 45



ENERGIA

SOLARIA

Scale 1 : 20000000



Meridian of Greenwich

10 A 5 B 0 C 5 D 10 E 15 F 20 G 25 H 30 I 35 J



*Boundaries:*

- Biomassburg*
- C.C.S.R. (Carbon Capture & Storage Republic)*
- Enhanced Geothermal*
- Geothermal*
- Hydrovia*
- Isles of Wind*
- Solaria*
- Tidal States*
- Frankia*

# Map of ENEROPA

Scale 1 : 20000000



Meridian of Greenwich





*Boundaries:*

- Biomassburg*
- C.C.S.R. (Carbon Capture & Storage Republic)*
- Enhanced Geothermalia*
- Geothermalia*
- Hydropia*
- Isles of Wind*
- Solaria*
- Tidal States*
- Irania*

# Map of ENEROPA

Scale 1 : 20000000



Meridian of Greenwich

TIDAL STATES

HYDROPIA

IRANIA

ENHANCED GEOTHERMALIA

CENTRAL HYDROPIA

BIOMASSBURG

EAST HYDROPIA

WEST HYDROPIA

SOLARIA

C.C.S.R.





ENHANCED GEOTHERMALIA

*Boundaries:*

- Biomassberg*
- C.C.S.R. (Carbon Capture & Storage Republic)*
- Enhanced Geothermalia*
- Geothermalia*
- Hydrogia*
- Isles of Wind*
- Solaria*
- Tidal States*
- Frankia*

# Map of ENEROPA

Scale 1 : 20000000



Meridian of Greenwich

NORTH HYDROPIA

SOLARIA

EAST HYDROPIA

FRANKIA



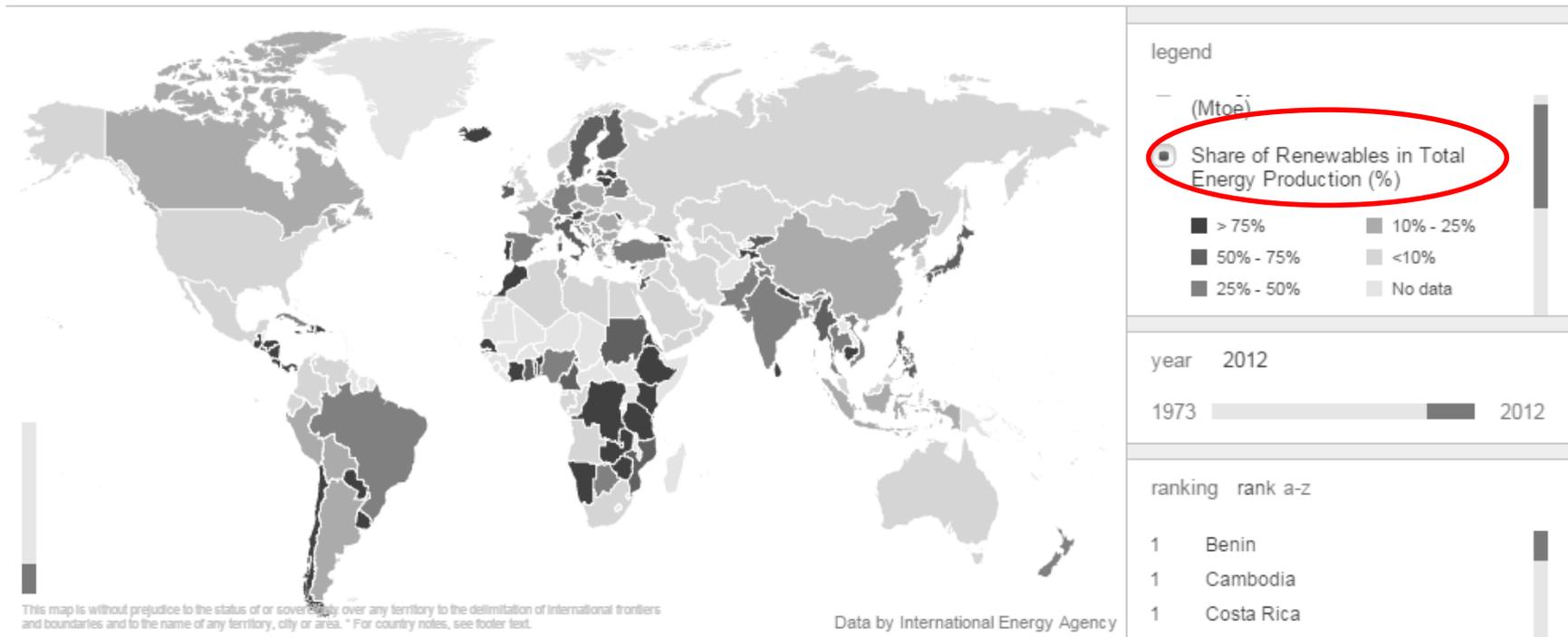
# Integração de energias renováveis

- ❑ **Não há uma solução única** (*silver bullet*) que consiga satisfazer todas as necessidades energéticas em todo o lado.
- ❑ A **otimização** da geração renovável implica uma forte interligação entre todas as fontes de energia renováveis locais – precisamos de **auto-estradas de energia**



# Energias renováveis, hoje, no mundo

## Renewables



As energias renováveis são relativamente mais importantes nos países menos industrializados.

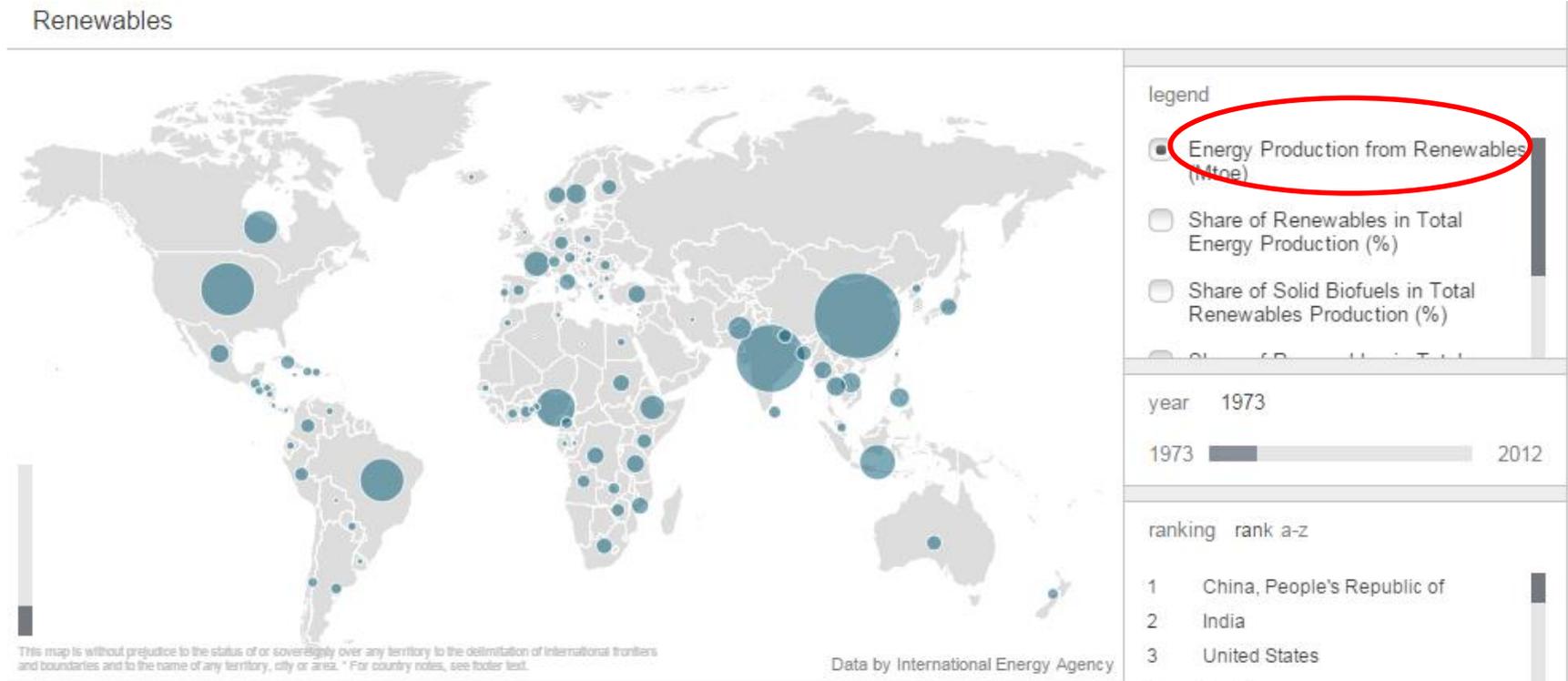
# Energias renováveis, hoje, no mundo

## Renewables



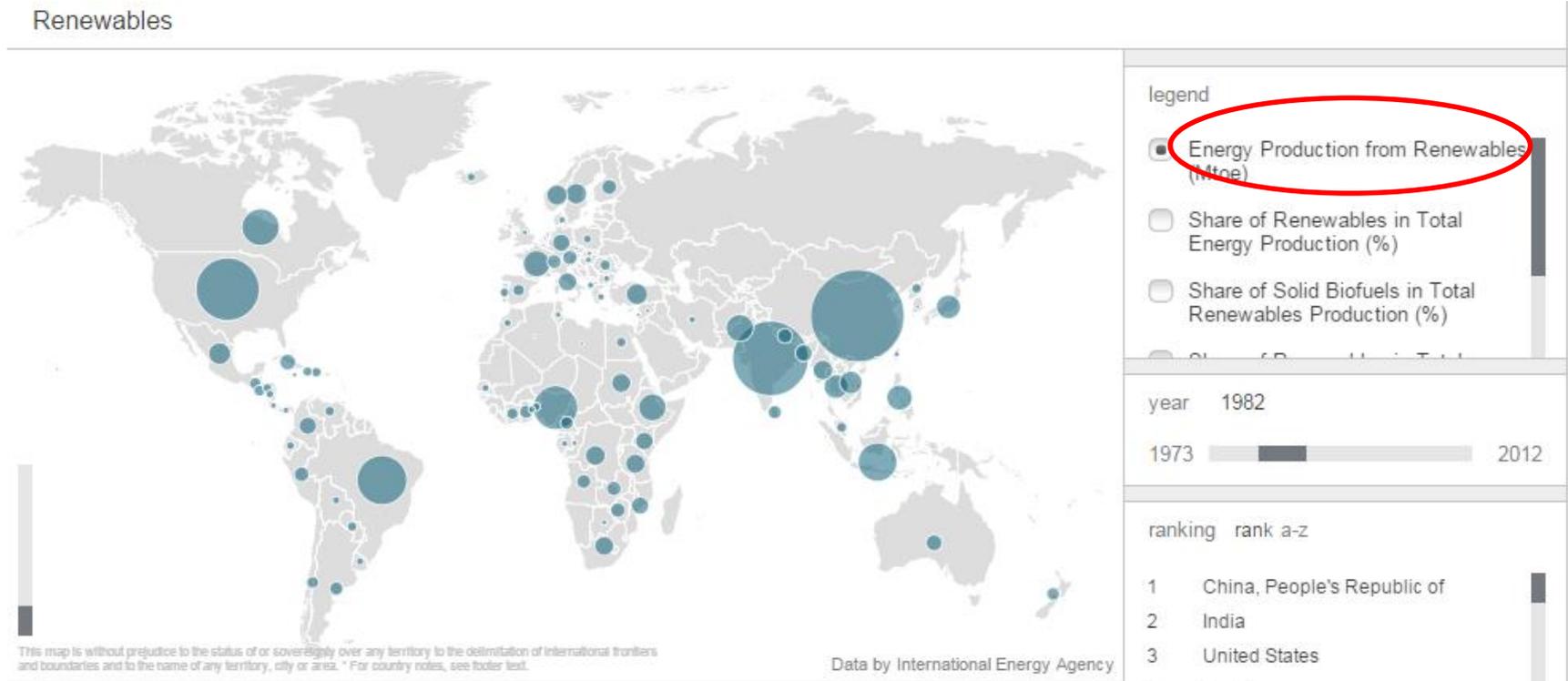
As energias renováveis são relativamente mais importantes nos países menos industrializados (e.g. lenha!).

# Energias renováveis, hoje, no mundo



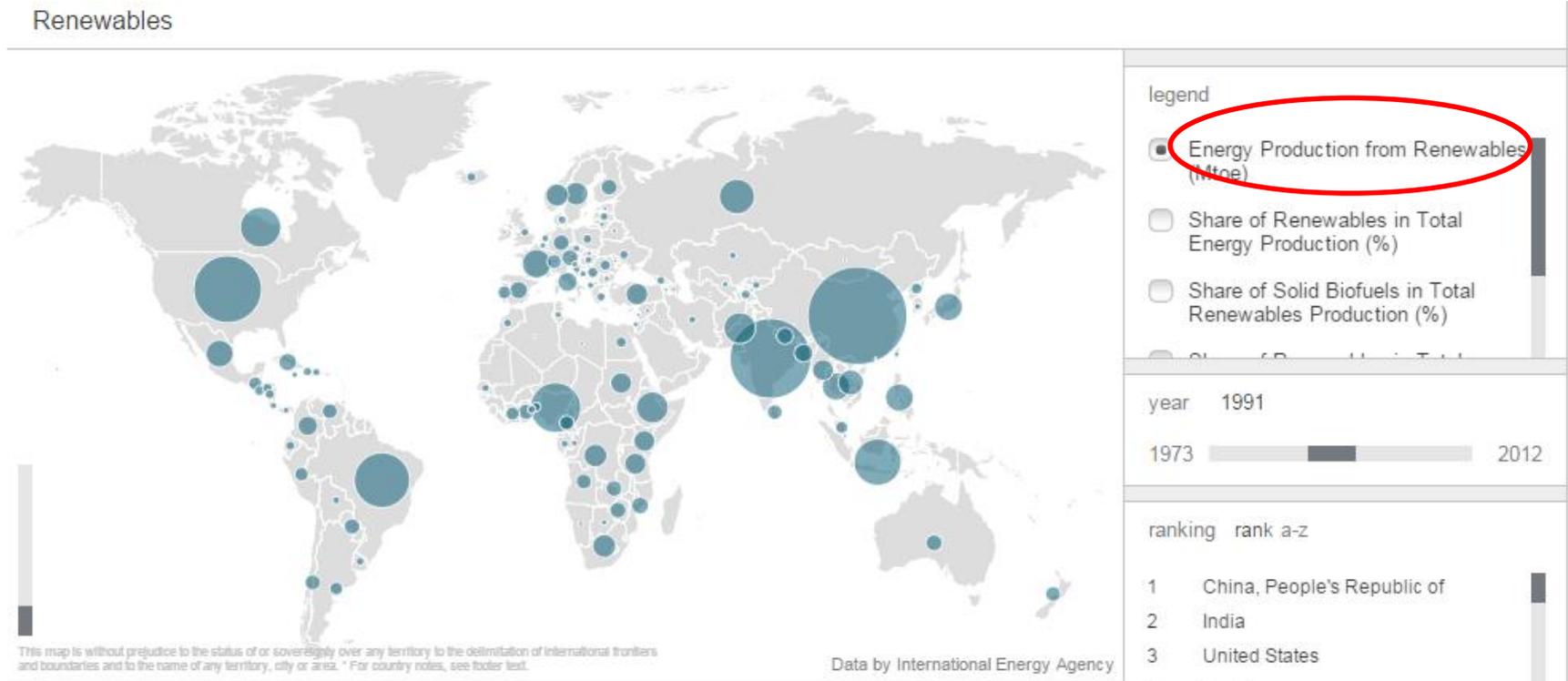
O crescimento da produção de energia renovável, em valor absoluto tem estado a aumentar nas últimas décadas.

# Energias renováveis, hoje, no mundo



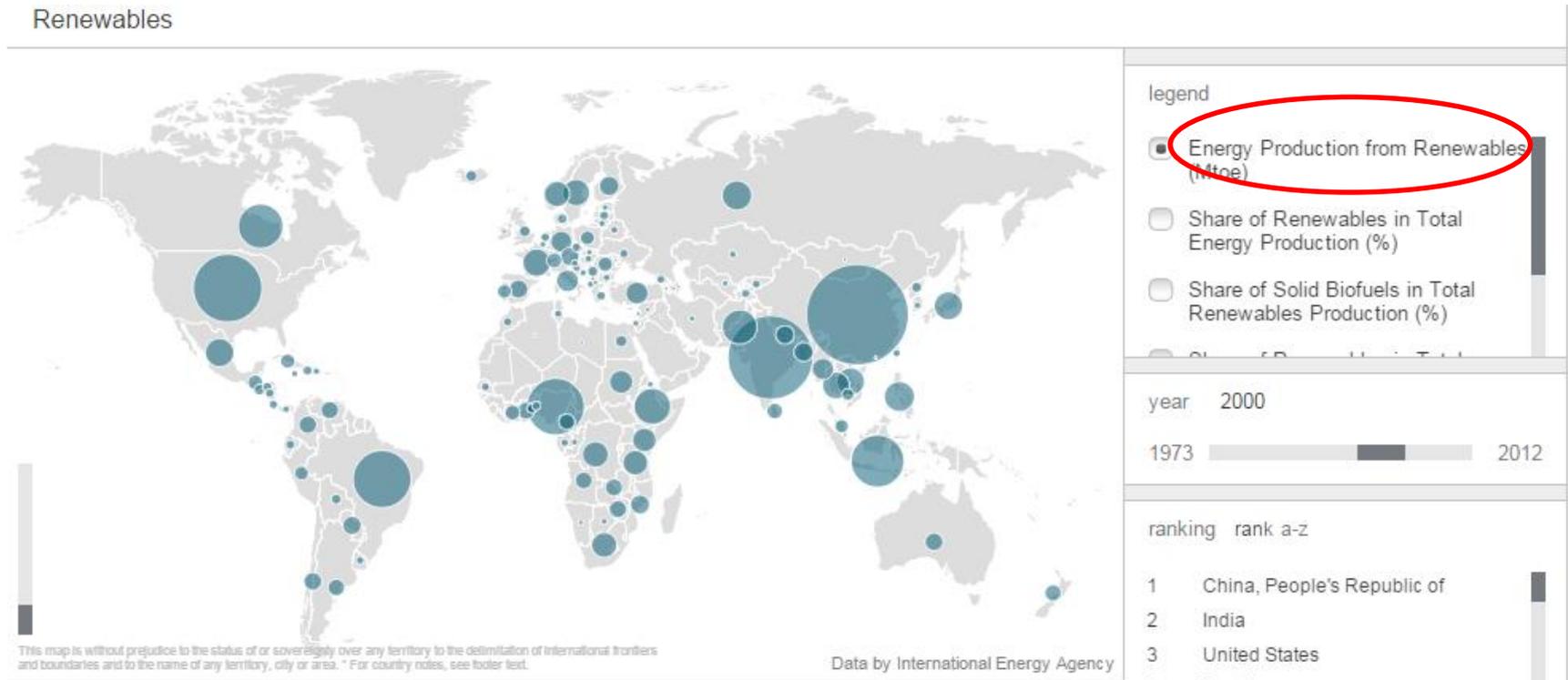
O crescimento da produção de energia renovável, em valor absoluto tem estado a aumentar nas últimas décadas.

# Energias renováveis, hoje, no mundo



O crescimento da produção de energia renovável, em valor absoluto tem estado a aumentar nas últimas décadas.

# Energias renováveis, hoje, no mundo



O crescimento da produção de energia renovável, em valor absoluto tem estado a aumentar nas últimas décadas.

# Energias renováveis, hoje, no mundo



O crescimento da produção de energia renovável, em valor absoluto tem estado a aumentar nas últimas décadas.

# Energias renováveis, hoje, no mundo



Para a electricidade, é sobretudo um mapa do aproveitamento hidroeléctrico global. As 'novas' renováveis ainda *não contam* para o mix energético

# Energias renováveis, hoje, no mundo

O crescimento do consumo de energias das economias emergentes e, espera-se, dos países em desenvolvimento, pode ser feito baseado em **energias renováveis** – porque são cada vez mais competitivas – eventualmente com apoios dos países mais desenvolvidos (e.g CDMs).

