



Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011



# Energias Renováveis

João Paulo Costa

LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia  
Estrada do Paço do Lumiar, 1649 -038 Lisboa, PORTUGAL

[joao.costa@lneg.pt](mailto:joao.costa@lneg.pt)

# Conteúdo:

- Resumo de consumo energético no Mundo e em Portugal:
  - Importação de energia
  - fontes não renováveis e fontes renováveis
- Energias renováveis (ER):
  - Energia Solar térmica
  - Energia Solar fotovoltaica
  - Energia Eólica
  - Energia dos Oceanos
  - Energia Geotérmica
  - Energia Hídrica
  - Biomassa
  - Energia em edifícios / construção sustentável
- Programas /actividades para ER
- Compromissos

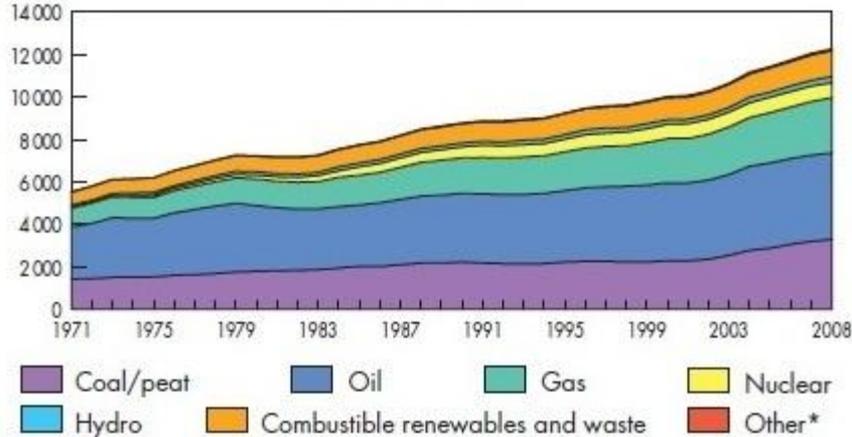


# A Energia no Mundo

## Energia Primária

### World

Evolution from 1971 to 2008 of world total primary energy supply by fuel (Mtoe)

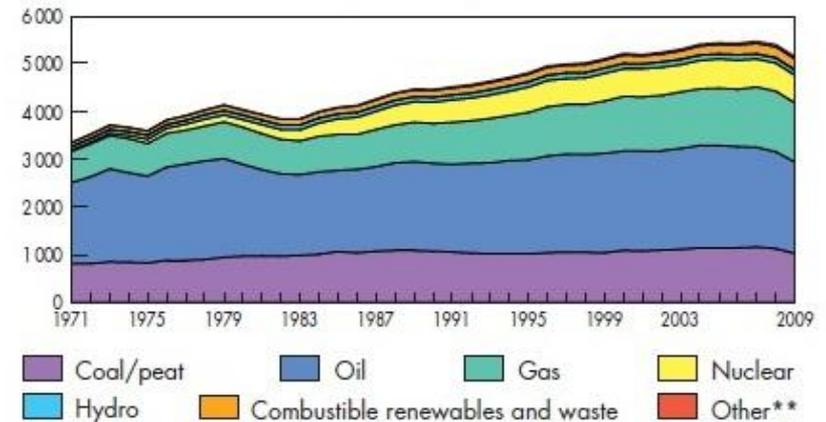


Dados: International Energy Agency, 2010

(\*) Energias Renováveis

### OECD

Evolution from 1971 to 2009 of OECD total primary energy supply\* by fuel (Mtoe)

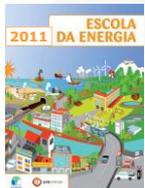


Dados: International Energy Agency, 2010

(\*) Energias Renováveis

A aumentar...

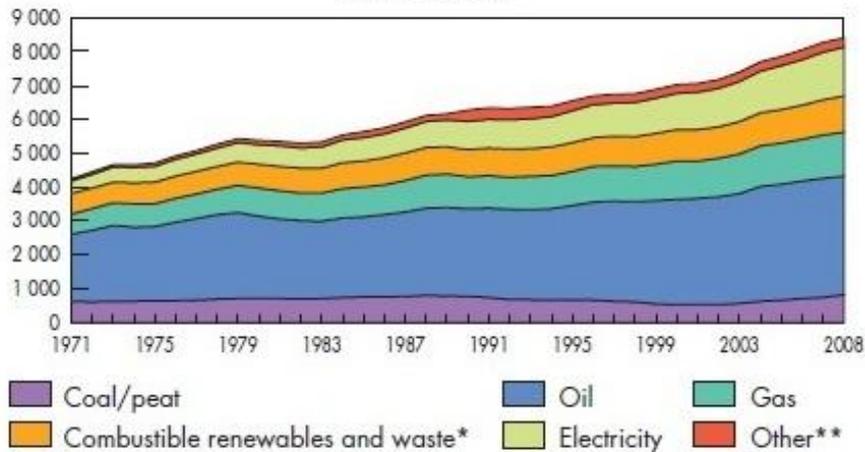
Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011



# Consumo de energia final por combustível

## World

Evolution from 1971 to 2008 of world total final consumption by fuel (Mtoe)

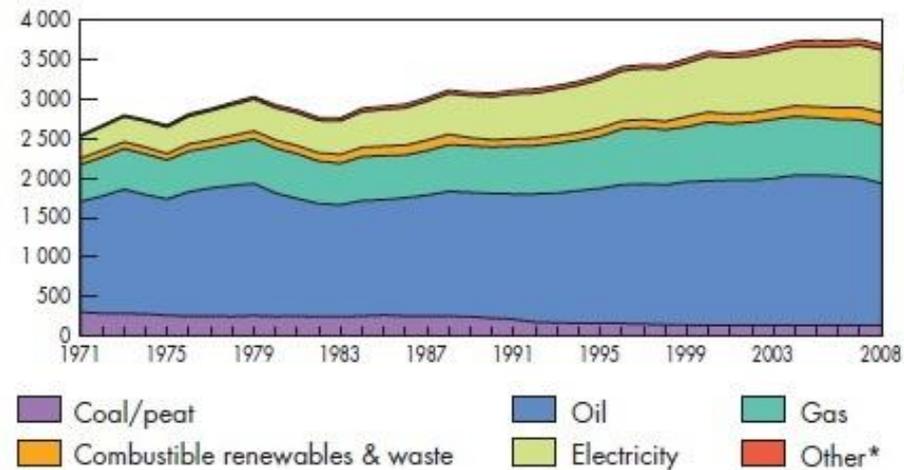


Dados: International Energy Agency, 2010

(\*) Energias Renováveis

## OECD

Evolution from 1971 to 2008 of OECD total final consumption by fuel (Mtoe)



Dados: International Energy Agency, 2010

(\*) Energias Renováveis

A aumentar...

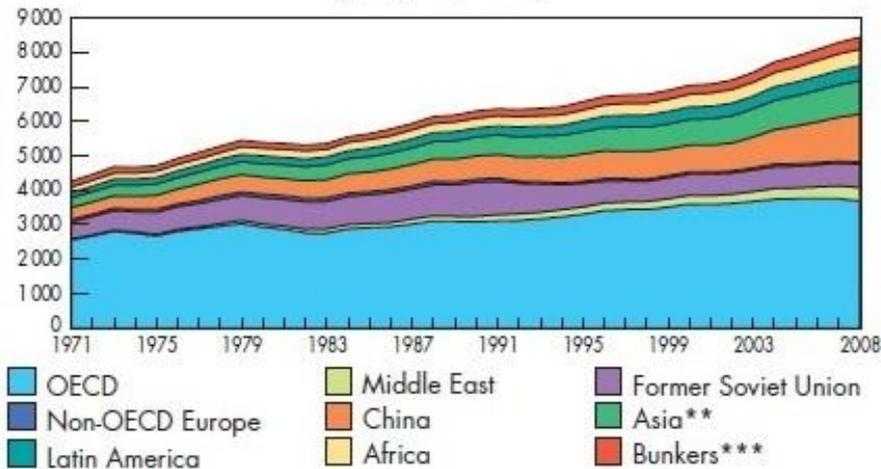
Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011



# Consumo de energia final por região

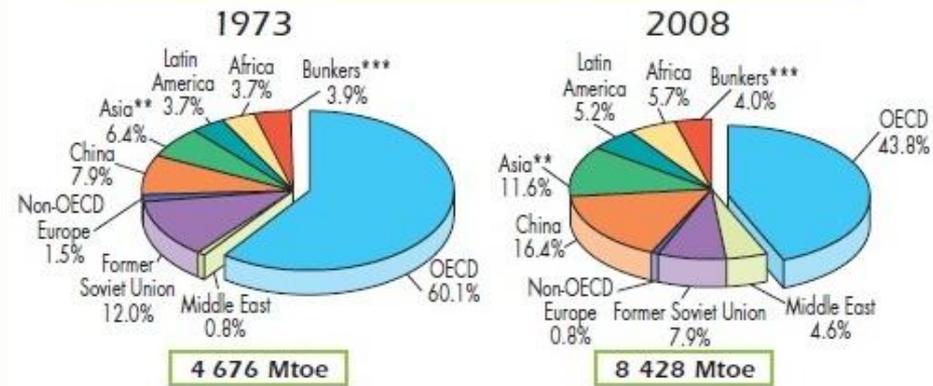
## World

Evolution from 1971 to 2008 of world total final consumption\* by region (Mtoe)



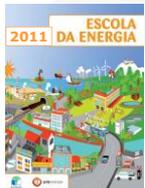
Dados: International Energy Agency, 2010

## 1973 and 2008 regional shares of total final consumption\*

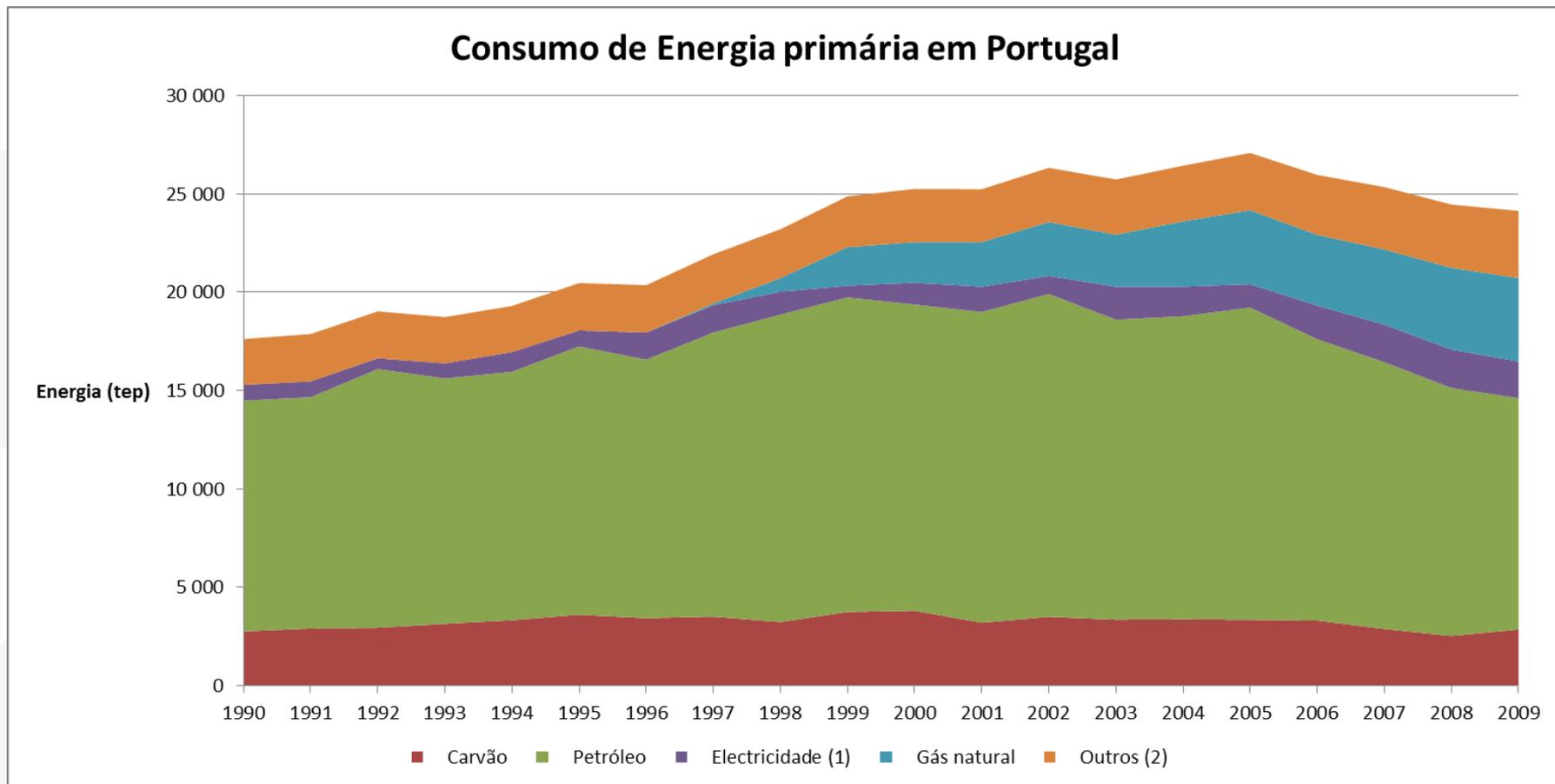


\*Data prior to 1994 for combustible renewables and waste final consumption have been estimated.  
 \*\*Asia excludes China.  
 \*\*\*Includes international aviation and international marine bunkers.

Dados: International Energy Agency, 2010

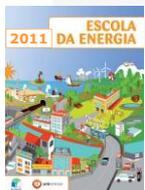


# E em Portugal?



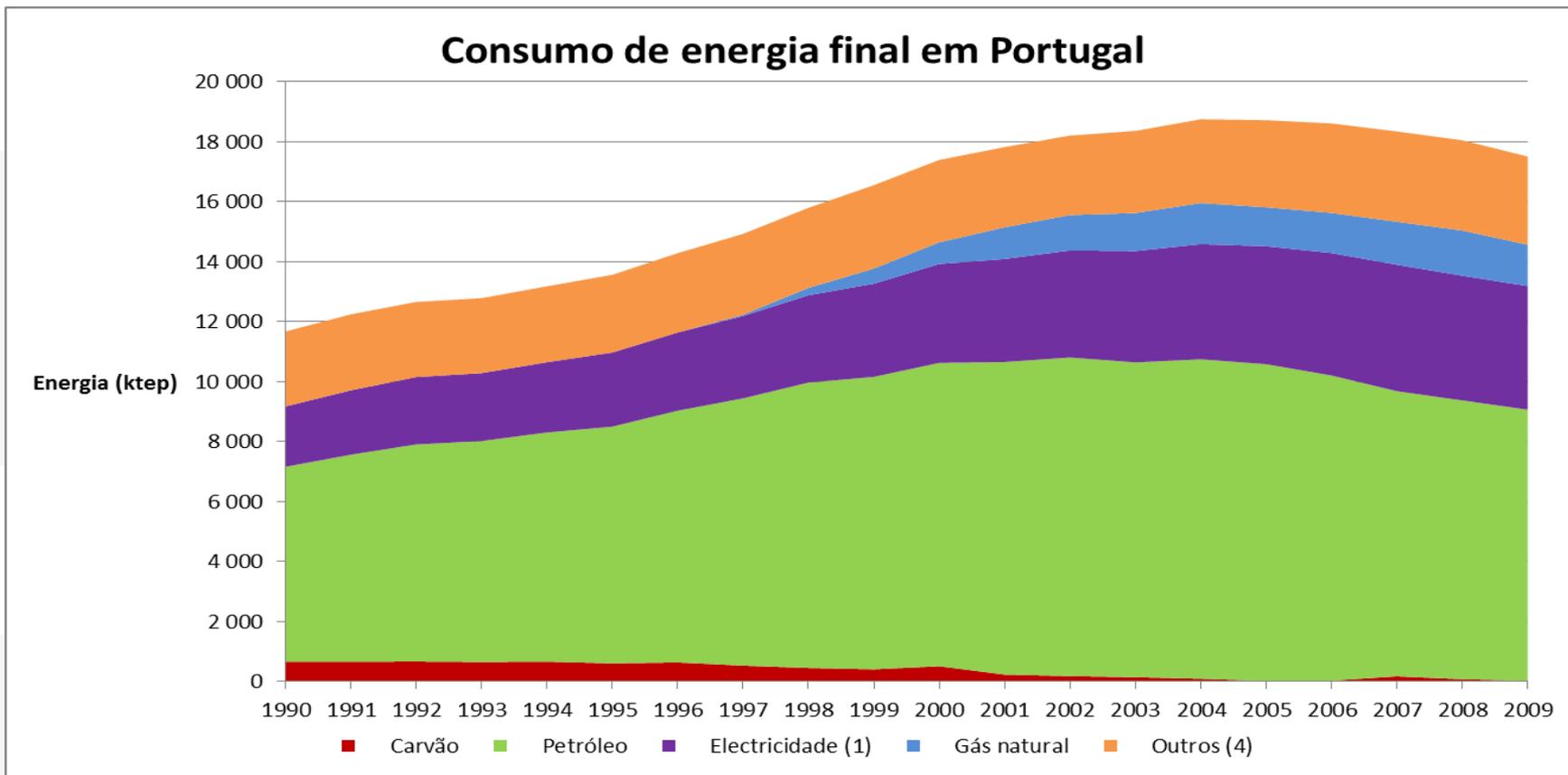
Fonte: DGGE – Direcção geral de Energia e Geologia

(2) biomassa, solar térmico, biogás, resíduos sólidos urbanos, resíduos industriais e biodiesel.



Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

## Consumo de energia final em Portugal



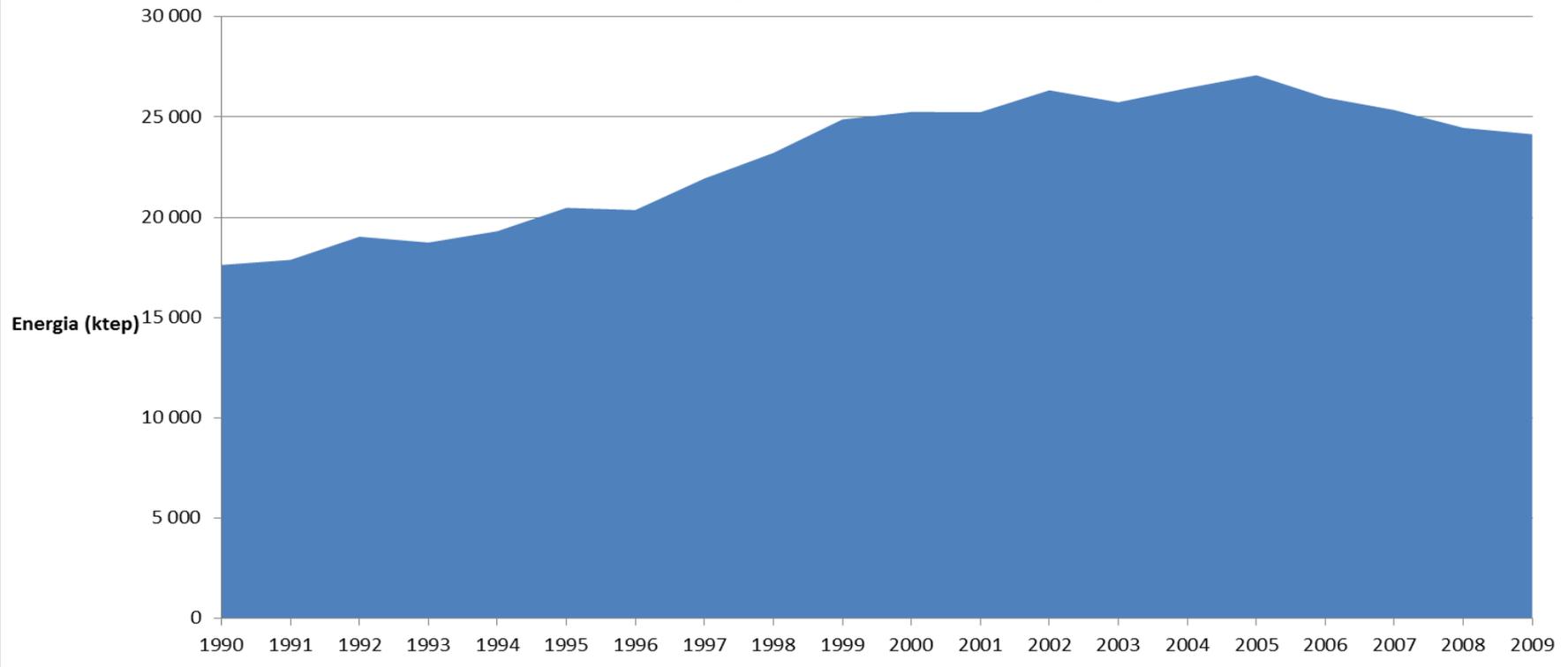
Fonte: DGGE – Direcção geral de Energia e Geologia

(4) Contém gás de coque, gás de alto forno, alcatrão e gases incondensáveis, solar térmico, lenhas e resíduos vegetais, resíduos sólidos urbanos, licores sulfíticos e biogás.

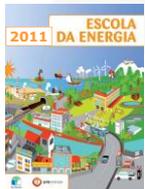


Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

## Consumo de Energia primária em Portugal

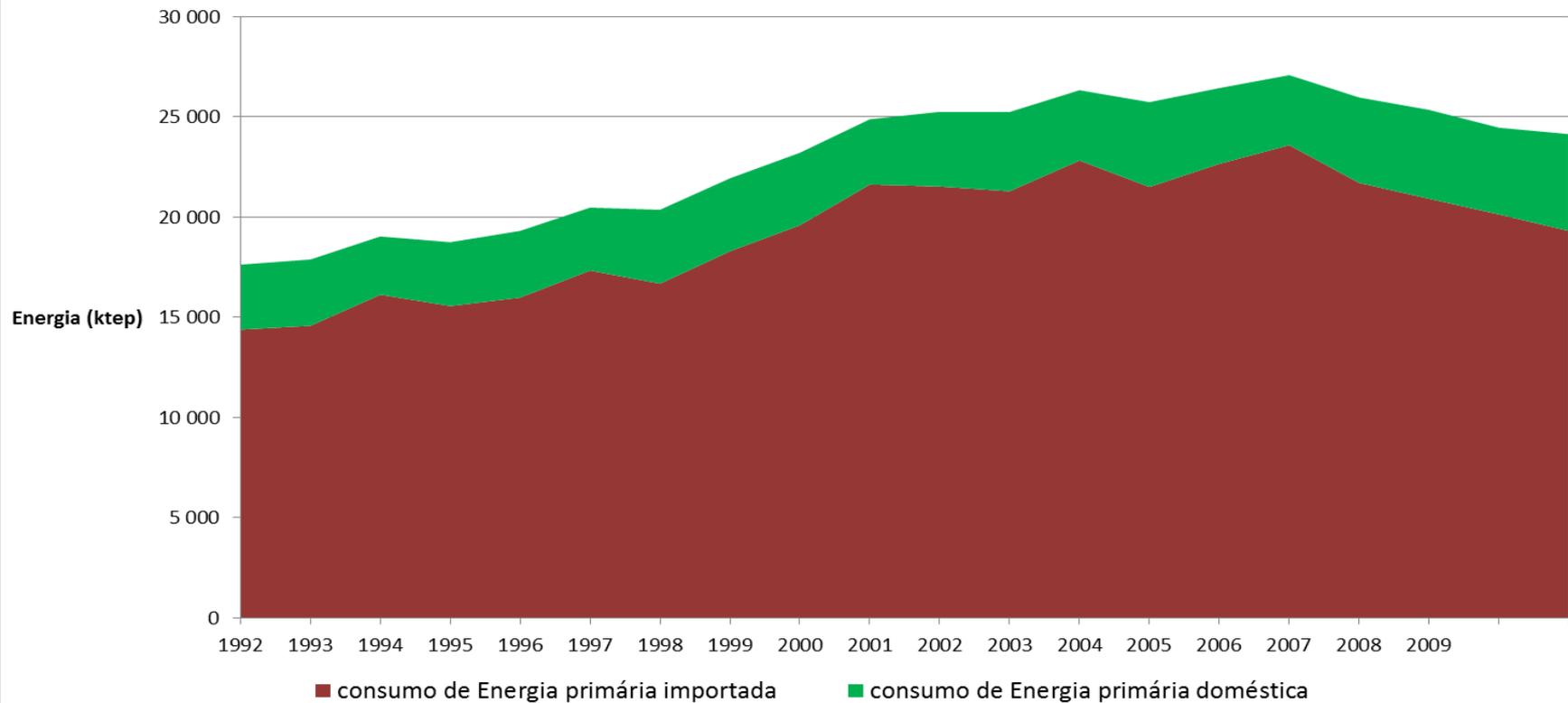


Fonte: DGGE – Direcção geral de Energia e Geologia



Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

## Consumo de Energia primária em Portugal - importada e doméstica

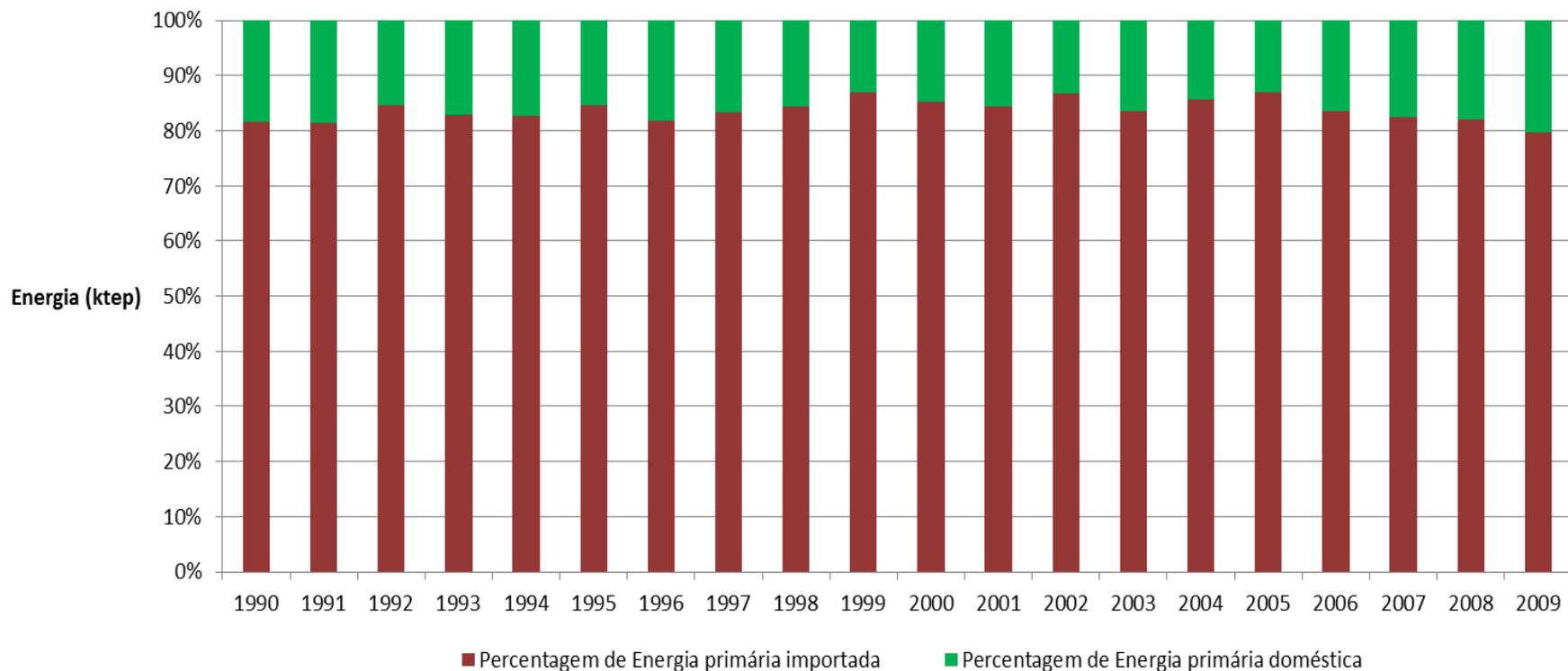


Fonte: DGGE – Direcção geral de Energia e Geologia



Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

## Percentagem da Energia Primária em Portugal - importada e doméstica



Fonte: DGGE – Direcção geral de Energia e Geologia

Importação de 80% a 85% da energia primária em Portugal

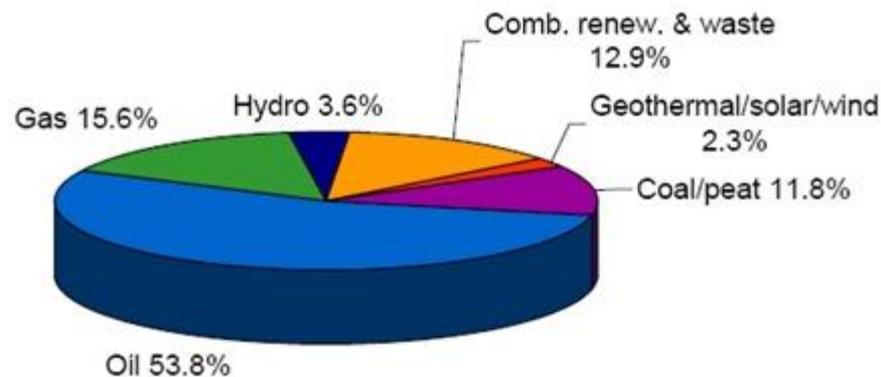


Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

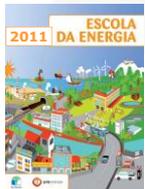
# Importação de 80% a 85% da energia primária em Portugal:

- Gás Natural
- Carvão
- Petróleo

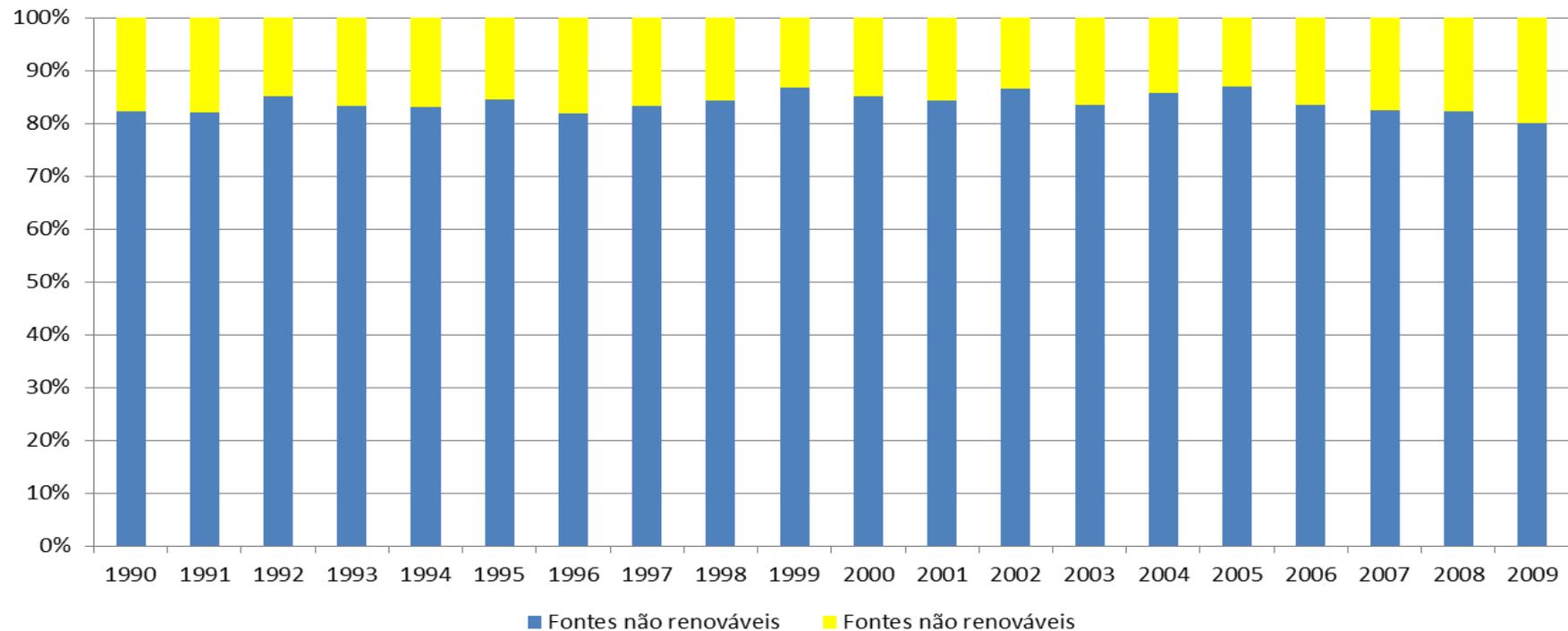
Energia primária por fonte  
2007



Fonte: IEA – International Energy Agency



## Percentagem de Energias Renováveis na Energia primária em Portugal



Fonte: DGGE – Direção geral de Energia e Geologia



Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

## Energias renováveis:

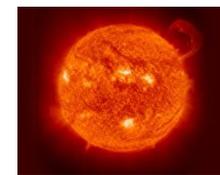
- Eólica
- Solar
- Hídrica
- Biomassa
- Geotermia
- Energia no ambiente construído / eficiência energética

## Vantagens:

- São locais
  - \* não é necessário importar
  - \* desenvolvimento local
- Não são Poluentes:
  - \* menor impacto no ambiente
  - \* menor libertação gases de efeito de estufa



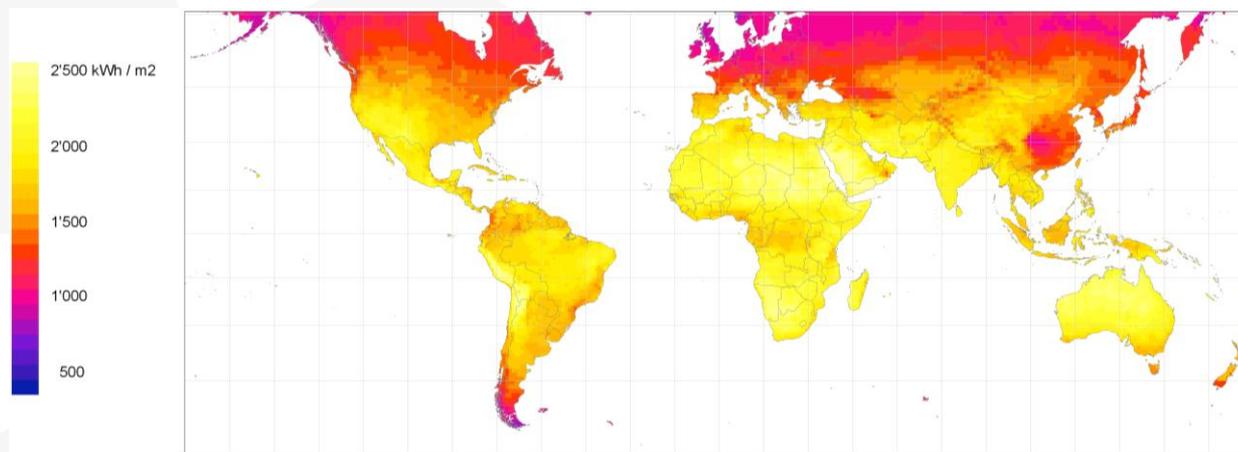
# Energia Solar



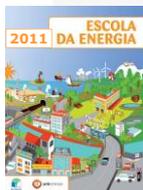
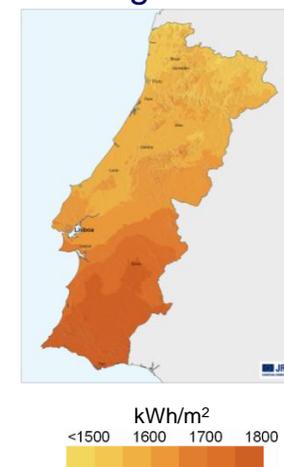
## Recurso

### Irradiação Horizontal Global Anual

Mundial - *METEONORM*



Portugal - *PVGIS*



Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

# Energia Solar Térmica

## Colectores sem concentração



**Colector sem cobertura**

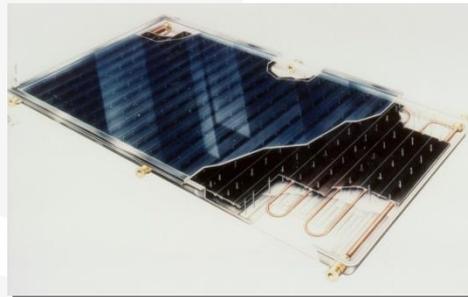


**Colector plano c/ ou s/ vácuo**



**Colector de tubos de vácuo**

### Estrutura do colector



# Energia Solar Térmica



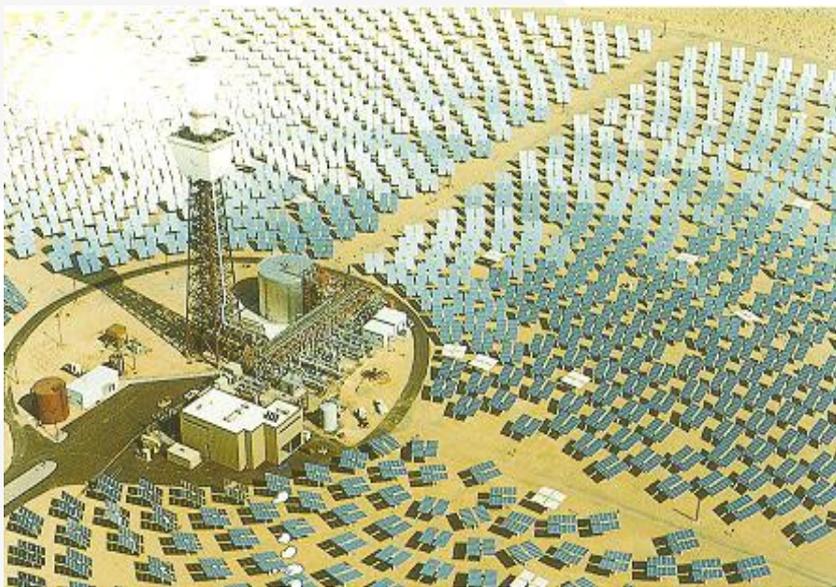
## Colectores com concentração



Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

# Energia Solar Termo-Eléctrica

Produção de energia eléctrica a partir de calor solar (por exemplo ciclo de vapor) utilizando sistemas solares de alta temperatura recorrendo a concentração.



**Centrais do tipo torre**



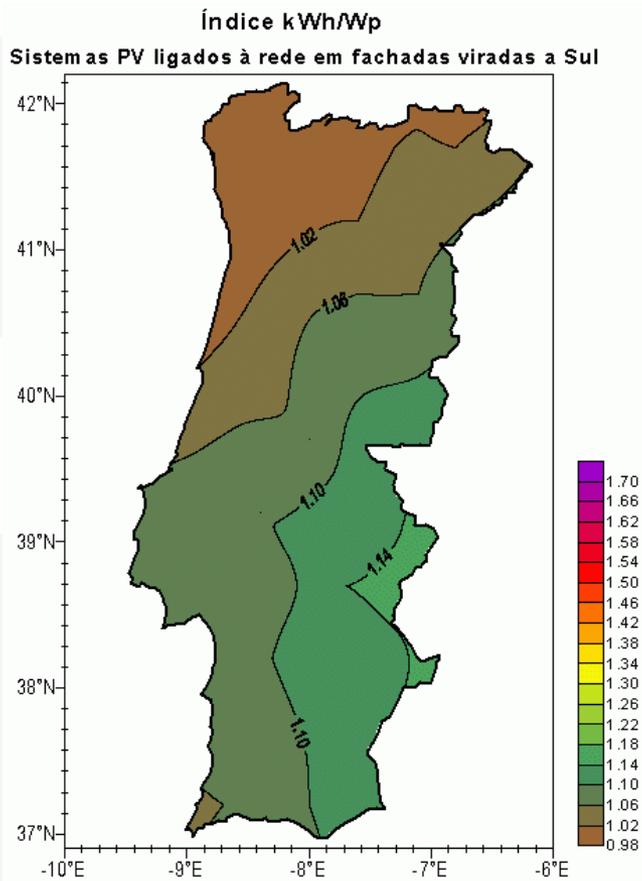
**Centrais do tipo Compact Linear Fresnel Reflector 6 MW**

# Energia Solar Fotovoltaica

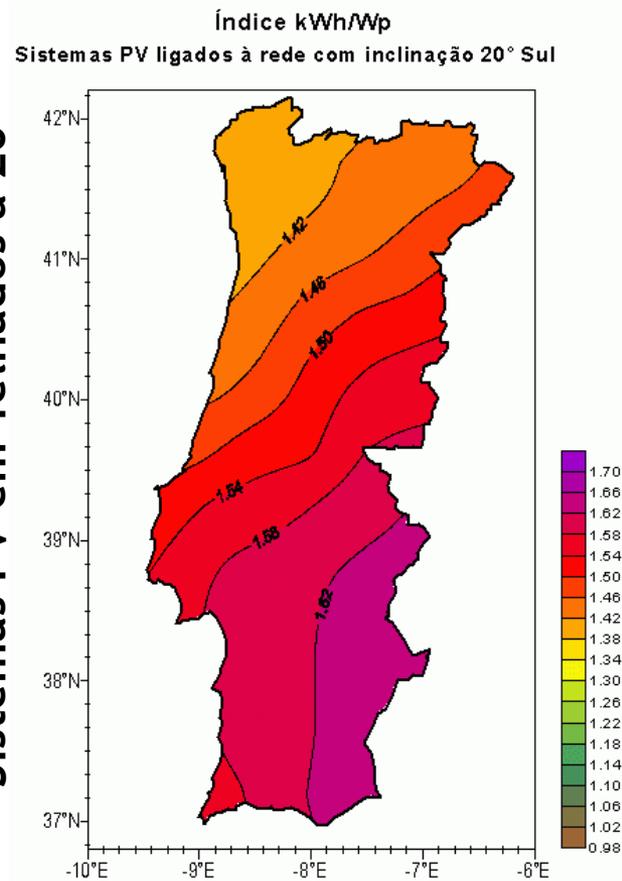


Valores esperados de produção de electricidade por sistemas PV fixos ligados à rede em Portugal

Sistemas PV em Fachadas



Sistemas PV em Telhados a 20°



Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011



# Energia Solar Fotovoltaica



## Sistemas ligados à rede



**Central Fotovoltaica de Moura – 45.8 MW**

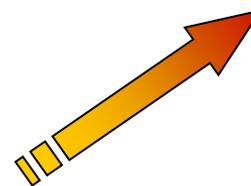
## Sistema Autónomo de Cismalhas



**21 kW de Fotovoltaico  
2 x 25 kW de Eólica  
15 kW de apoio Diesel**

## Sistemas autónomos

- 1.5 mil milhões de pessoas ainda não têm acesso a electricidade
- Para a maioria das populações em locais remotos a extensão da rede eléctrica convencional não é ainda uma realidade



## Electrificação rural e insular



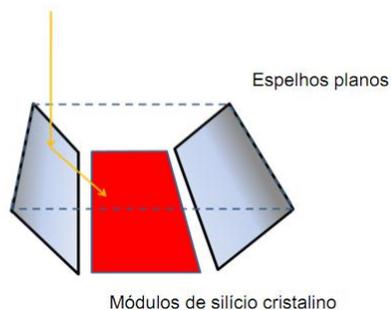
Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

# Energia Solar Fotovoltaica

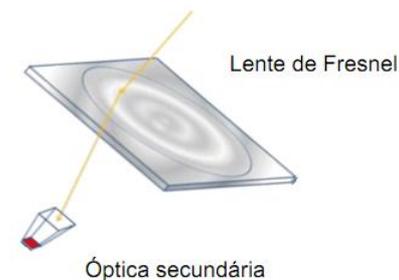
## Com concentração



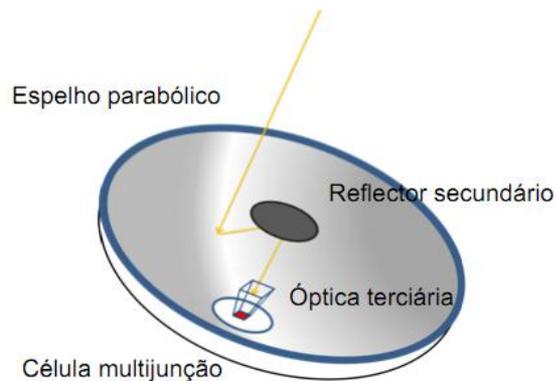
ex: Tecnologia WS Energia (C=2)



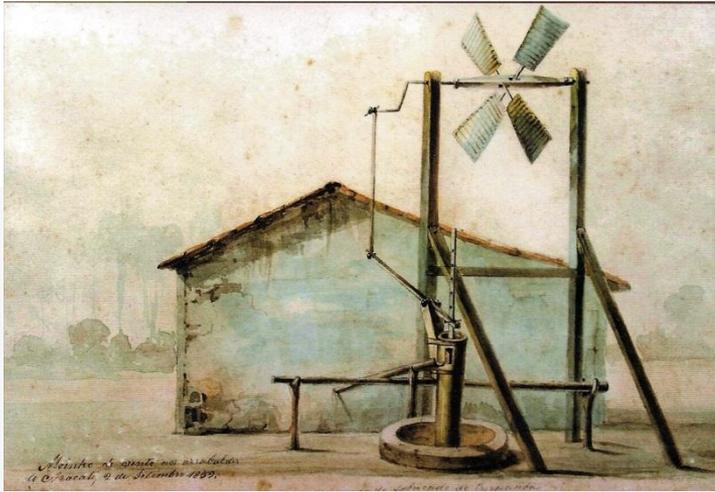
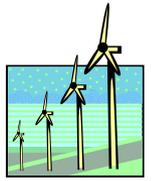
ex: Tecnologia Magpower (C >500)



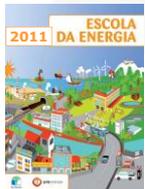
ex: Tecnologia Solfocus (C =650)



# Energia Eólica



objecto Hywind



Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

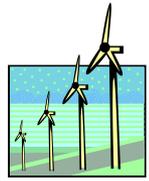
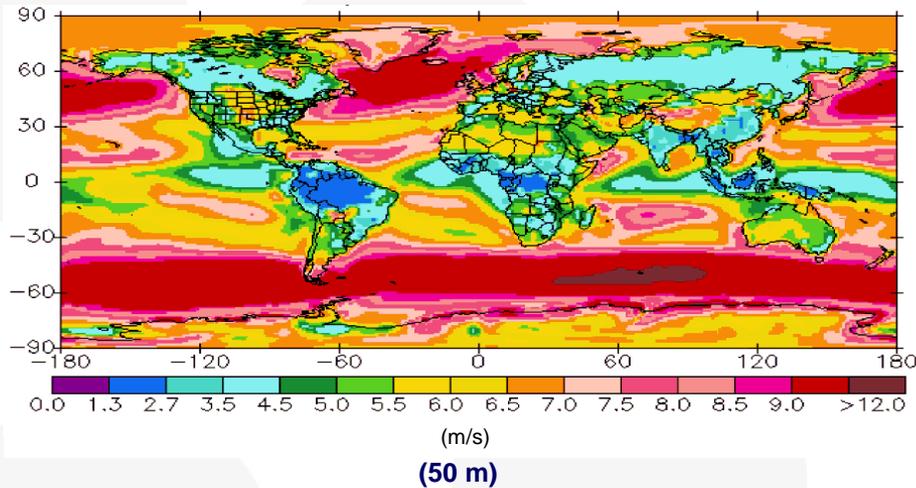


# Energia Eólica

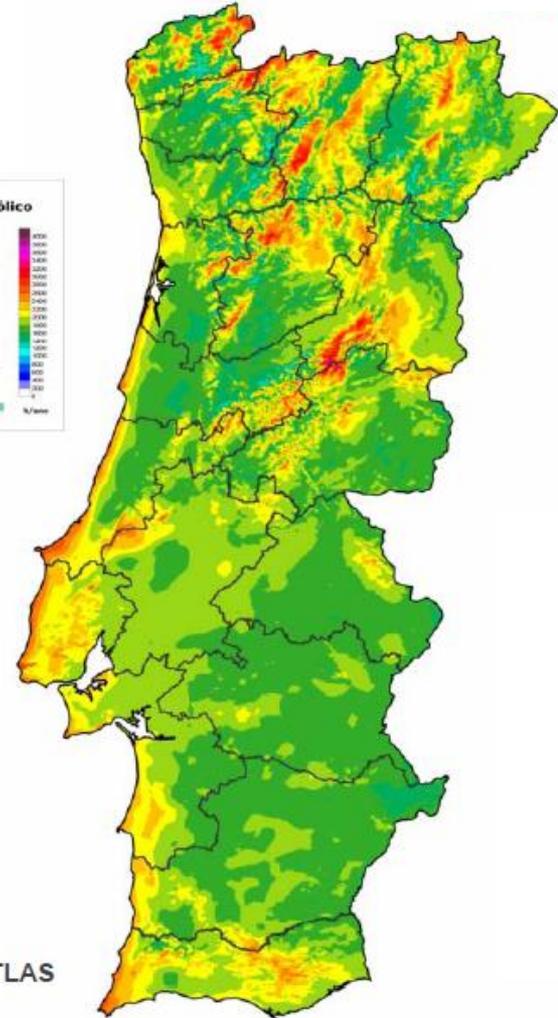
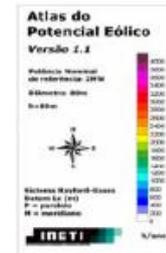
## Quantificação do Recurso

### Velocidade Média Anual do Vento

Mundial - NASA/SEE



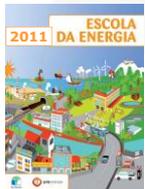
Portugal - LNEG



Projecto ATLAS

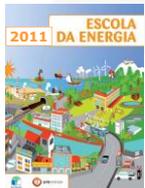
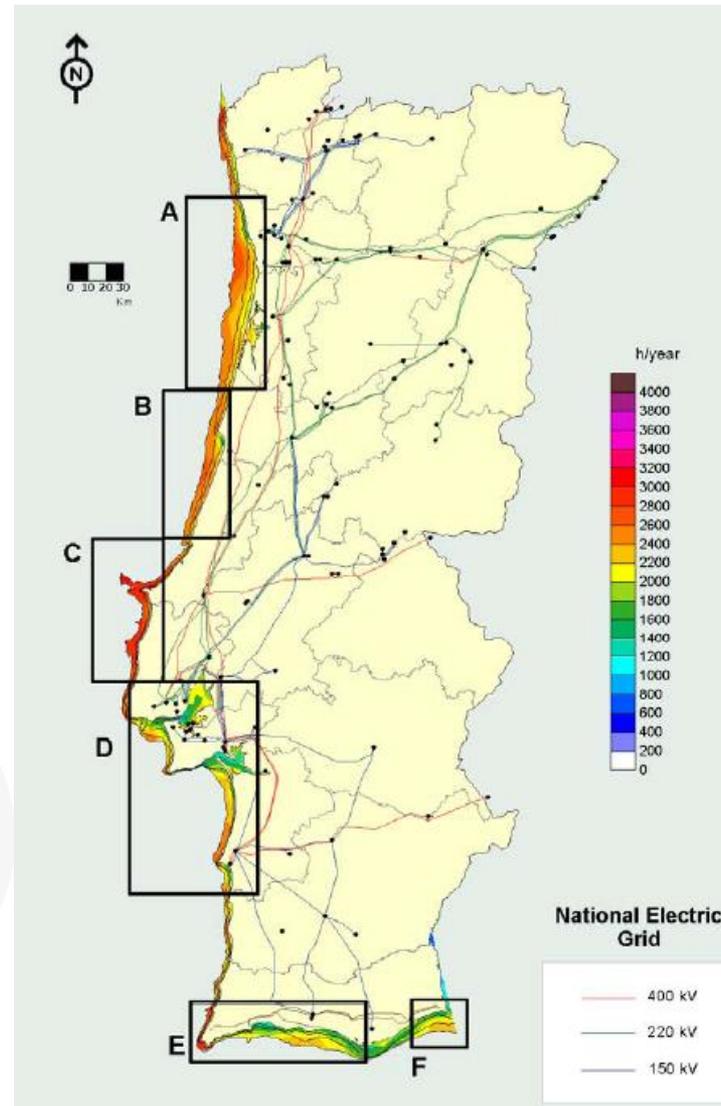
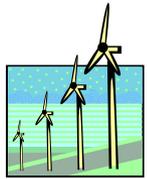


Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011



# Energia Eólica

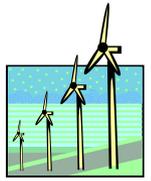
## Recurso *Nearshore* e *Offshore*



Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

# Energia Eólica

Aerogeradores para produção de electricidade



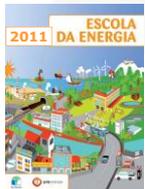
## *Turbinas Multi MW*



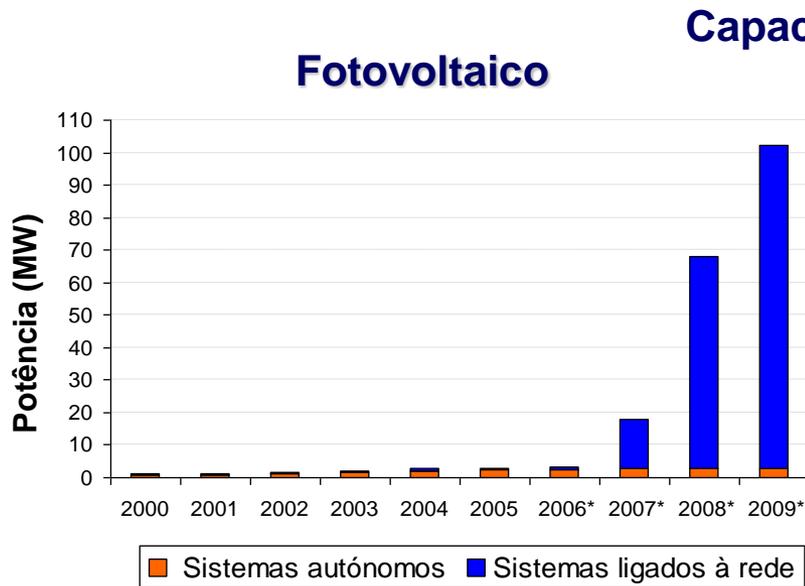
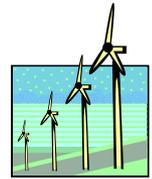
## Micro-turbinas



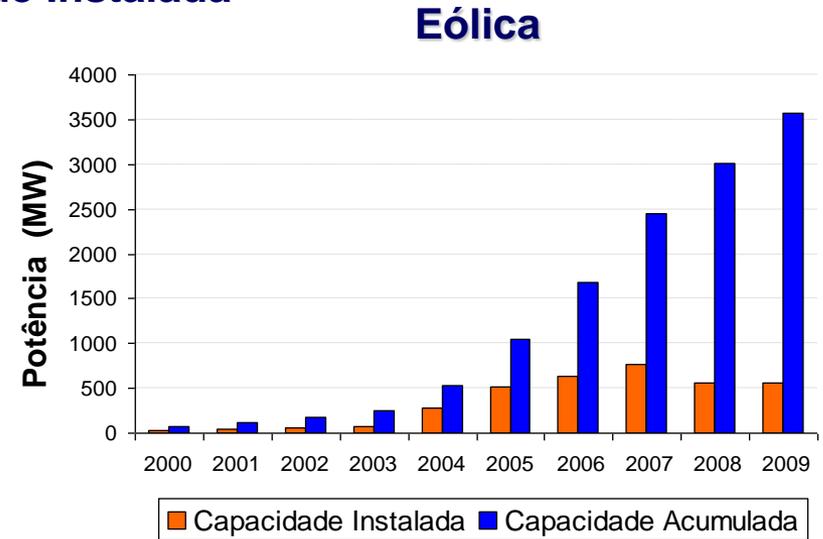
Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011



# Fotovoltaico e Eólica em Portugal



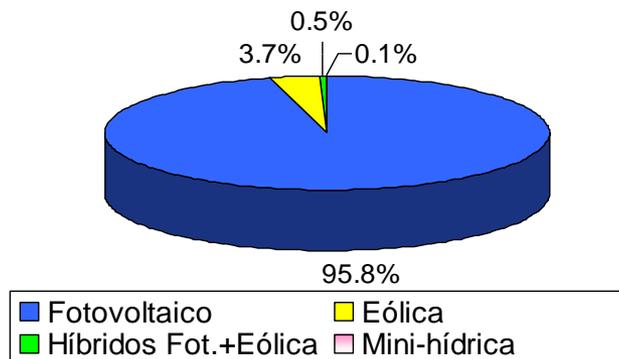
\*Os dados para as instalações autónomas são estimados  
Dados IEA PVPS



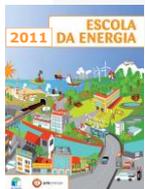
Dados DGEG

## Microgeração

14 MW instalados até ao final de 2009



Dados IEA PVPS



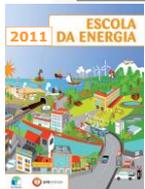
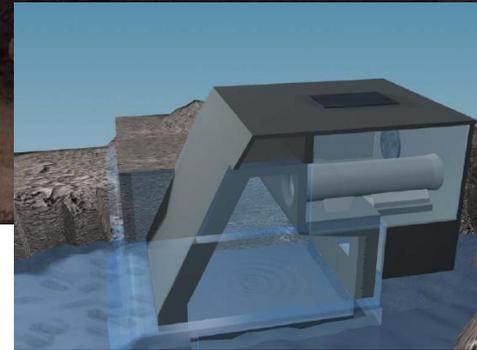
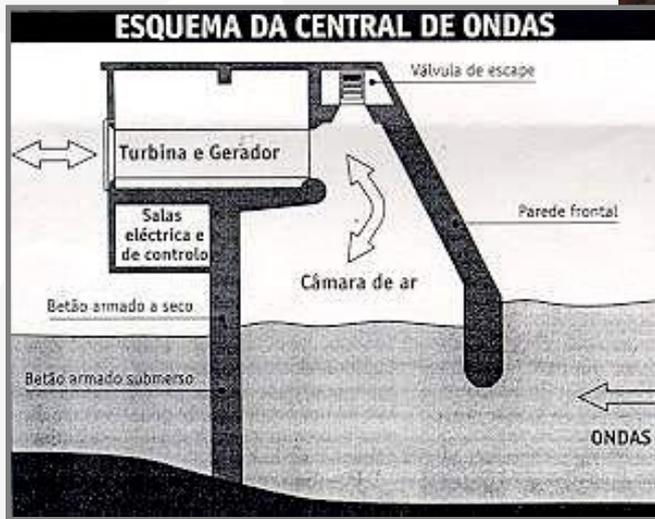
# Energia dos Oceanos



## Sistemas *Inshore*



Central de Coluna Oscilante 400 kW  
*Porto Cachorro - Pico - Açores*

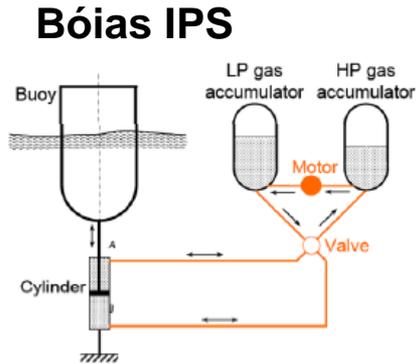
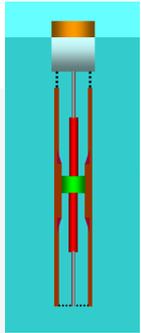


Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

# Energia dos Oceanos

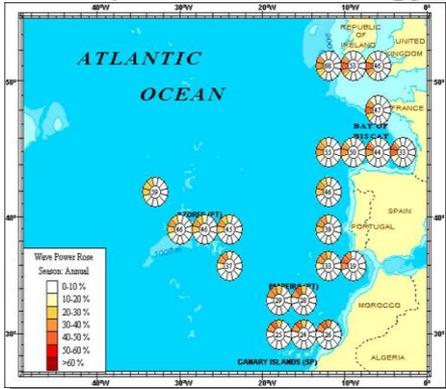


## Sistemas Offshore



## WERATLAS

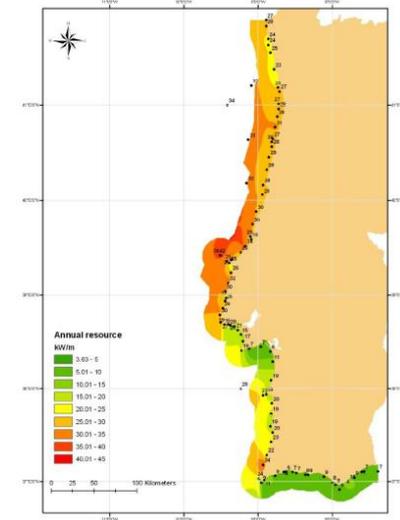
### European Wave Energy Atlas



## ONDATLAS

### Atlas Português da Energia das Ondas

## Avaliação do recurso

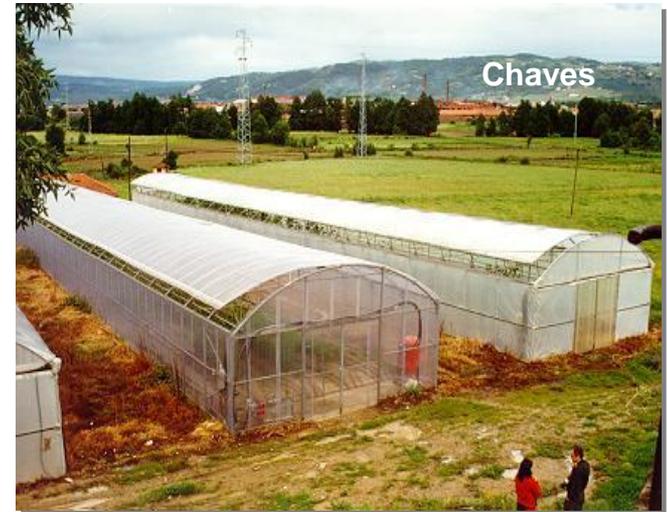


Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

# Energia Geotérmica



Furnas – S. Miguel - Açores

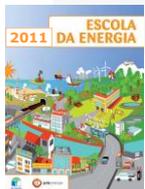


Chaves



8 MW - Ribeira Grande – S. Miguel - Açores

Produção de electricidade e calor  
através de fluido geotérmico

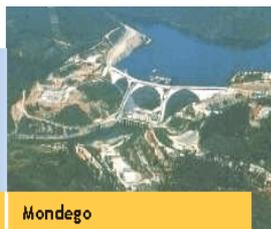


Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

# Energia Hídrica

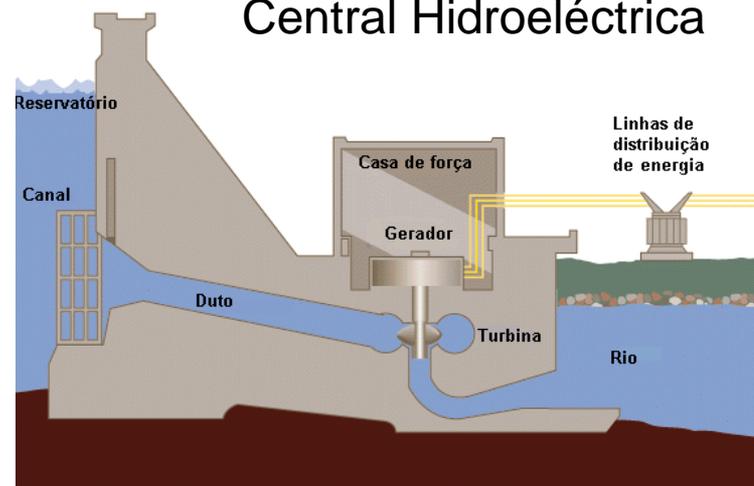


## APROVEITAMENTO HIDROELÉCTRICO DA AGUIEIRA

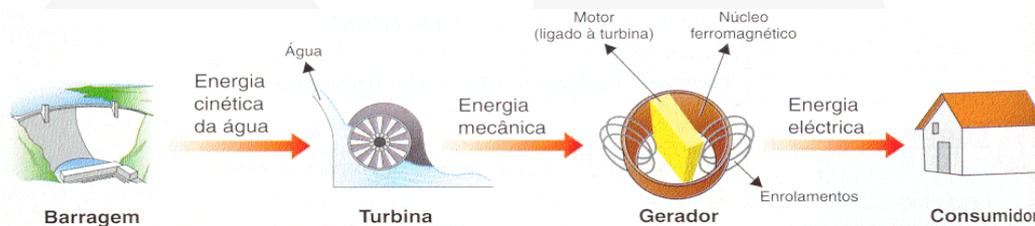


Curso de Água	Mondego
Tipo de Aproveitamento	Albufeira
Ano de Entrada em Serviço	1981
Área da Bacia (Km <sup>2</sup> )	3 113
Altura Média da Queda (m)	60
Capacidade Útil da Albufeira: Milhões de Metros Cúbicos	243,2
GWh	45,5
Número de Grupos	3
Potência Instalada:	
MW	270
MVA	300
Produtibilidade Anual (GWh):	
Média	237
Ano Seco	97

## Central Hidroeléctrica



## Barragem da Aguieira



Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

# Energia da Biomassa



## BIODIESEL: fontes

### Óleos vegetais e outros materiais com alto teor glicéridico

#### Culturas tradicionais



Soja



Palma



Colza



Girassol

#### Culturas muito adequadas para terrenos secos e marginais



Jatropha curcas - Purgueira

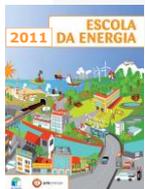


Cardo



Euphorbias – família dos cactos

Semente	Teor em óleo (%)
Soja	~ 20
Colza	37 - 50
Girassol	38 - 48
Palma	~ 50
Jatropha	35 - 40
Cardo	22 - 25
Euphorbias	38 - 42



# Construção Sustentável



Principais vectores:

- **Eficiência Energética**
- **Integração de Renováveis**

Neste edifício são utilizados:

- **Sistemas solares fotovoltaicos;**
- **Sistema solar térmico para aquecimento ambiente;**
- **Técnicas de energia solar passiva;**
- **Técnicas de iluminação natural;**
- **Técnicas de ventilação natural.**

**Edifício Solar XXI**

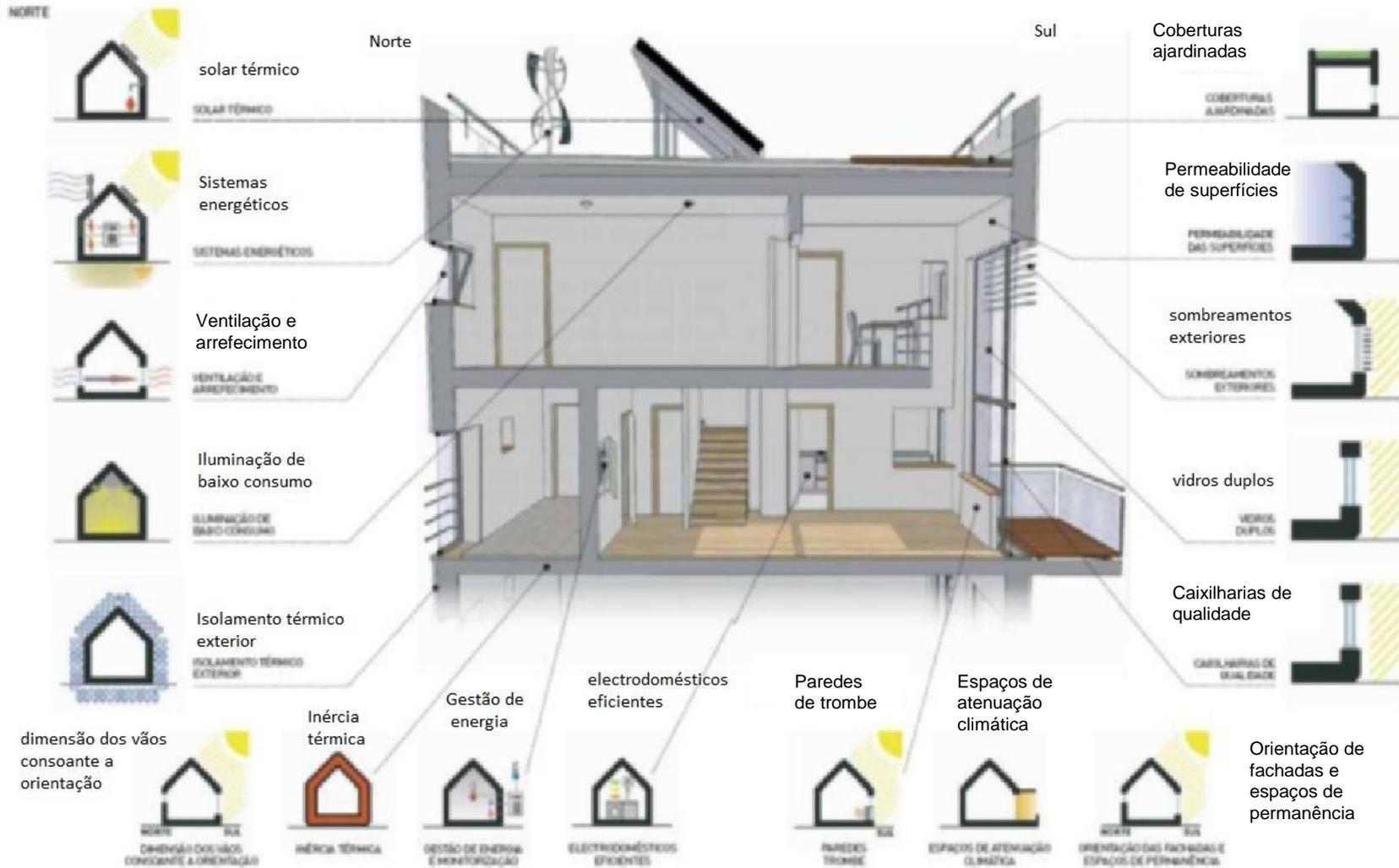


Potência pico da fachada fotovoltaica:  
**12 kW**

Potência pico da cobertura fotovoltaica  
dos parques de estacionamento:  
**18 kW**



# Construção Sustentável



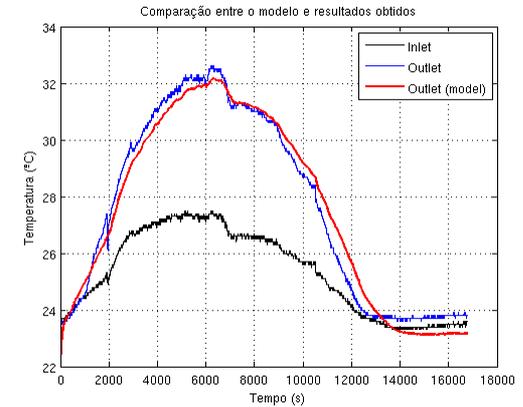
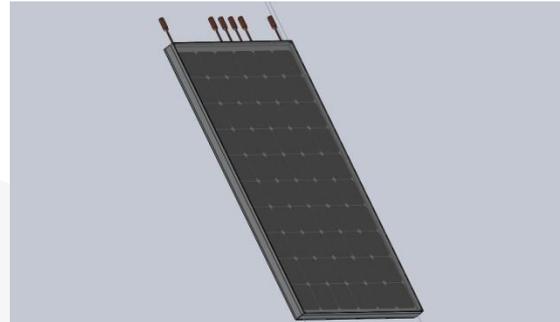
Fonte: Livia Tirone

Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011



# Projectos de Energias Renováveis em Portugal - exemplos:

- Projecto **SOL 3** do QREN (SelfEnergy, FCT/UNL, EST/IPS)



## Sistemas híbridos PV/T

- Projecto **Solar Tiles** do QREN, Projecto nº 3380)

## Modelação PV/T

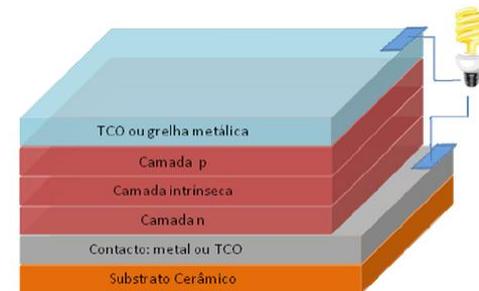
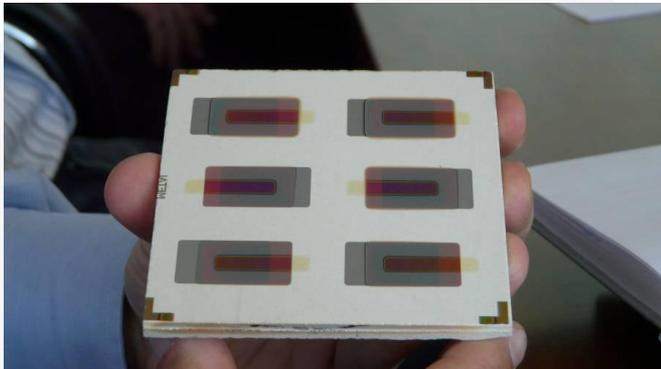


Figura 1 - Esquema em camadas da célula solar em substrato cerâmico

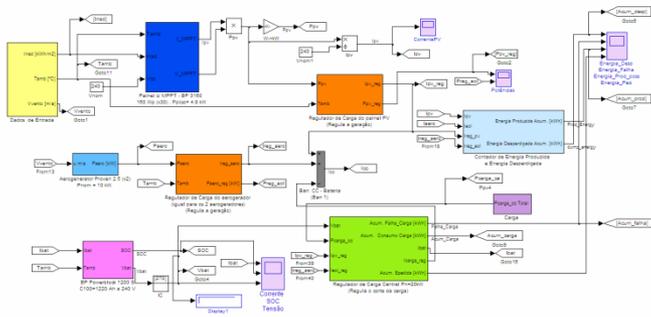
# Desenvolvimento de Modelos de sistemas Fotovoltaicos

## Modelação de Sistemas e Componentes

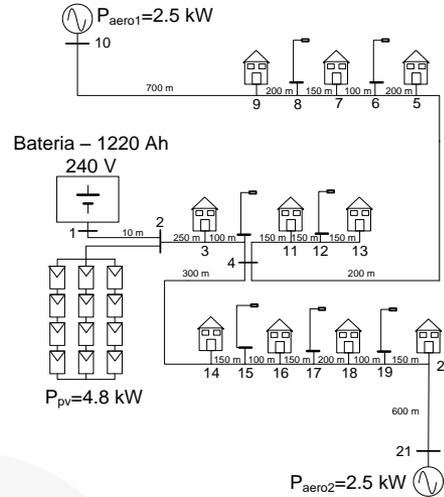
### Ligados à Rede



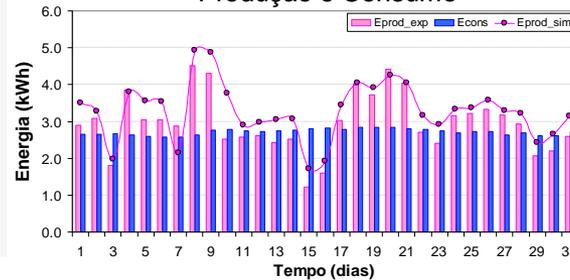
Sistema Rede Autónoma com barramentos em Corrente Contínua - 2010



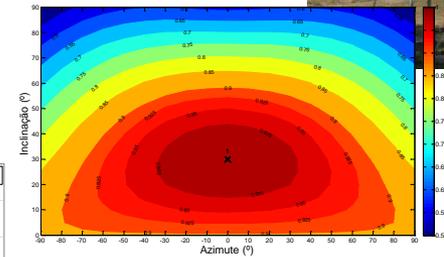
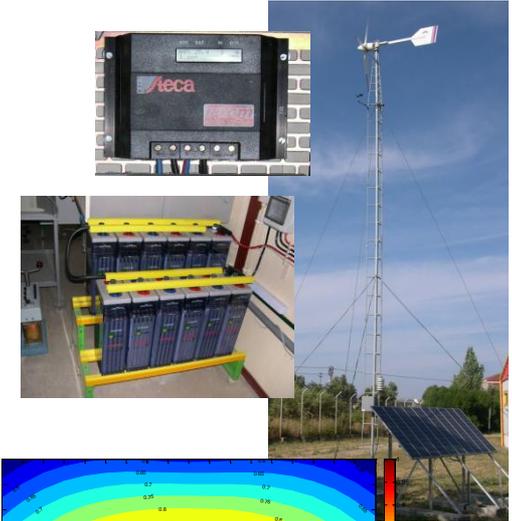
### Ligados em Micro-Rede



### Produção e Consumo



### Isolados



Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

# Acções recentes:

Estratégia para o sector energético – RCM 169/2005.

- 45 % de electricidade renovável em 2010 (meta do Governo em Jan 2007)
- Reforço da hídrica como complemento à eólica - capacidade de bombagem para armazenamento de energia
- Tarifários para as energias renováveis(DL 225/2007 ).
- Simplex-“Renováveis na Hora”, DL 363/2007 de 2 de Novembro sobre Microgeração.
- Programa Solar Térmico (Março de 2009)
- Concurso para Projectos Individuais para Incentivos à Qualificação de PME – Solar térmico.



Eco-Escolas – Formação Escola da Energia 2011, 2 de Abril de 2011

# Compromissos de Portugal

- Directiva Europeia de Energias Renováveis 2009/28/EC:
  - 31 % de participação no todo das Renováveis
  - 60 % na produção de electricidade)
- Referentes às emissões de gases de Efeito de Estufa.
  - Protocolo de Kyoto
  - Protocolo de Copenhaga



Obrigado pela vossa atenção



[www.lneg.pt](http://www.lneg.pt)

**RE.NEW.ABLE.**  
A INSPIRAR PORTUGAL

**meid**  
Ministério da Economia,  
da Inovação e do Desenvolvimento