

Os afazeres das Energias Renováveis

David Loureiro

Assistente de Investigação

david.loureiro@lneg.pt

LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia I.P. (ex-INETI)

UESEO – Unidade de Energia Solar, Eólica e dos Oceanos

- “Fontes” e “Formas” de Energia
- Números da Energia em Portugal : Produção vs. Consumo
- Energia Solar Térmica – água quente solar
- Energia Solar Fotovoltaica – microgeração / macrogeração
- Energia Solar Passiva – Térmica dos Edifícios
- Energia Solar Termoelétrica
- Outras aplicações : Eólica – Oceanos – Geotermia - Biocombustíveis
- Aplicações Escolares
- Conclusões

“Formas” e “Fontes” de Energia



O que é a energia?

❖ A **energia** manifesta-se de muitas formas no mundo que nos rodeia.

Nada acontece na natureza sem haver trocas de energia.

❖ A **energia** assume **diversas formas**, podendo ser qualificada de acordo com os **efeitos que produz**, com os **fenómenos a que está associada** ou com a **fonte de onde provém**.

Que formas de energia se conhece ?



❖ A **energia é só uma**, não se cria, transforma-se de uma forma de energia noutra forma de energia e propaga-se de diversos modos de um lugar para outro.



Formas de energia



Energia solar – é a energia associada à radiação emitida pelo Sol.



Energia luminosa – é a energia associada à luz que podemos ver, emitida pelo Sol, uma lâmpada ou uma vela.



Energia térmica – é a energia associada à diferença de temperatura de um corpo relativamente ao meio ambiente onde se integra.



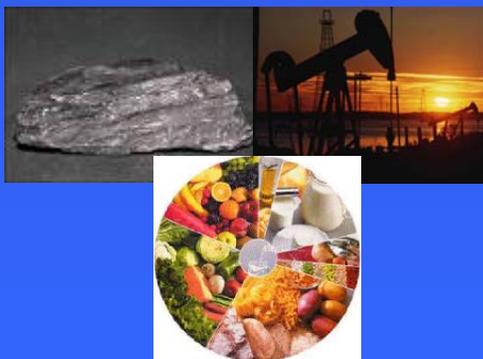
Formas de energia



Energia hídrica – é a energia potencial associada à água armazenada numa barragem.



Energia das ondas – é a energia associada ao movimento das ondas do mar.



Energia química – é a energia associada aos combustíveis, alimentos, explosivos, ...



Formas de energia



Energia geotérmica – é a energia associada ao calor proveniente do interior da Terra.



Energia eólica – é a energia associada ao vento, ou seja, ao movimento do ar.



Energia sonora – é a energia associada à propagação das ondas sonoras.



“Formas” de energia



Energia nuclear – é a energia libertada numa reação nuclear, ou seja, em processos de transformação de núcleos atómicos.



Energia eléctrica – é a energia associada à corrente eléctrica.

Vantagem: é facilmente transportada e transformada noutras formas de energia.



Energia fotovoltaica – é a energia associada à conversão directa de **radiação solar** em energia eléctrica.



As “fontes” de energia

As **fontes de energia** que o Homem explora podem ser **renováveis** ou **não renováveis** conforme o tempo que a natureza leva a repor a energia que delas vai sendo extraída.

O **Sol** é a principal “fonte” de energia da Terra e, felizmente para nós, é uma **fonte de energia renovável**.

Energias não renováveis



Energias renováveis



A **energia contida na radiação solar** constitui a base da cascata da energia na Terra sendo a **energia hídrica**, a **energia eólica**, a **energia armazenada na biomassa** e a **energia armazenada nos combustíveis de origem fóssil**, fontes indirectas de energia solar exploradas pelo Homem.

Consumo e produção de Energia em Portugal

Consumo final Portugal

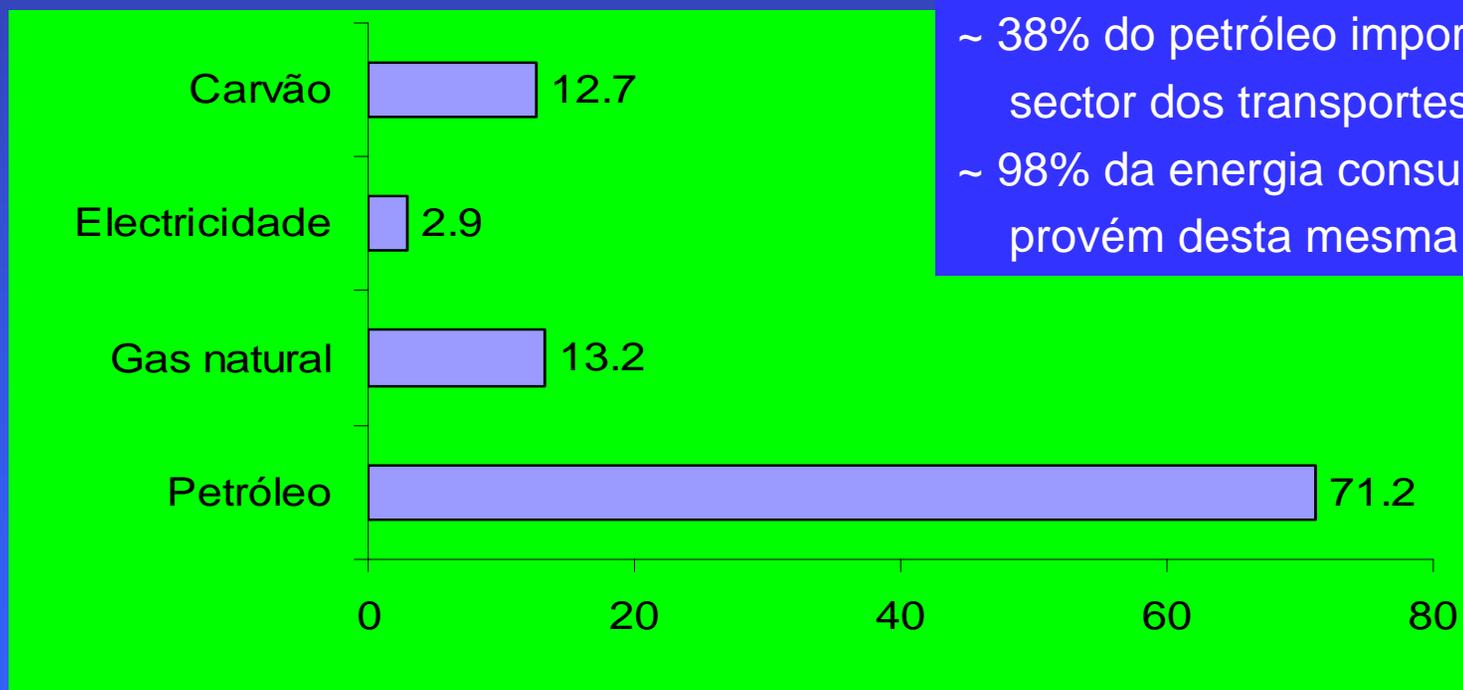
- Electricidade 18 %
- Transportes 36 %
- Calor 46 %

Consumo final OCDE

- Electricidade: 17 %
- Transportes: 29 %
- Calor baixa Temp: 44 %
- Calor Industrial: 10 %

Portugal 2009

Importa \approx 83% energia consumida



Transportes

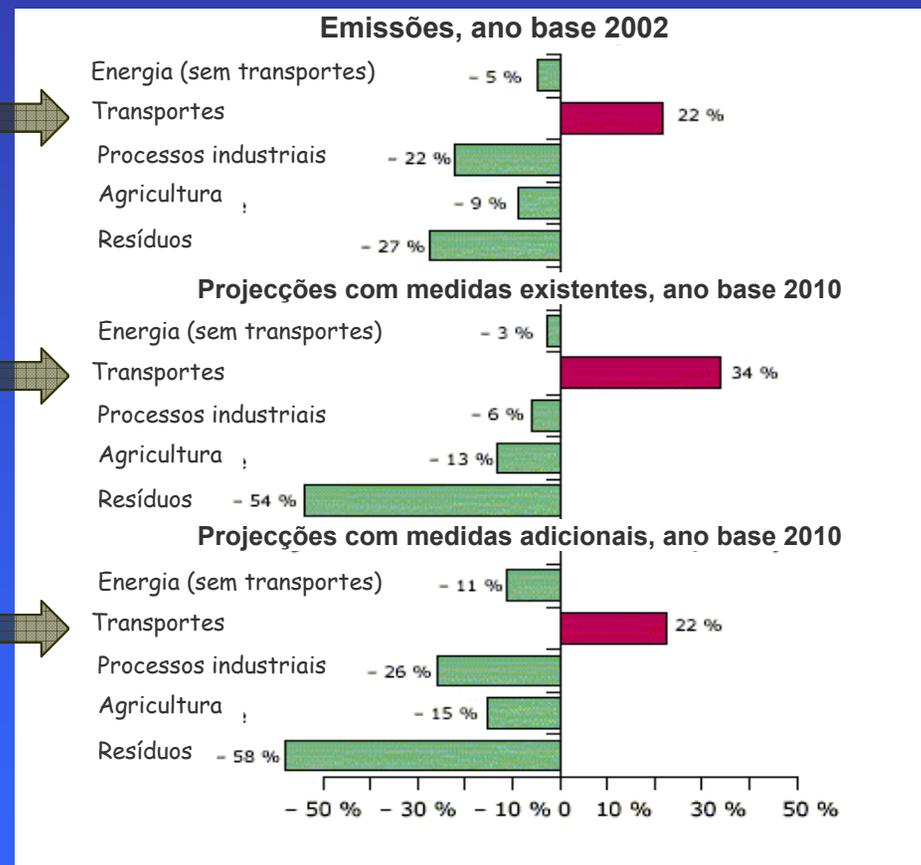
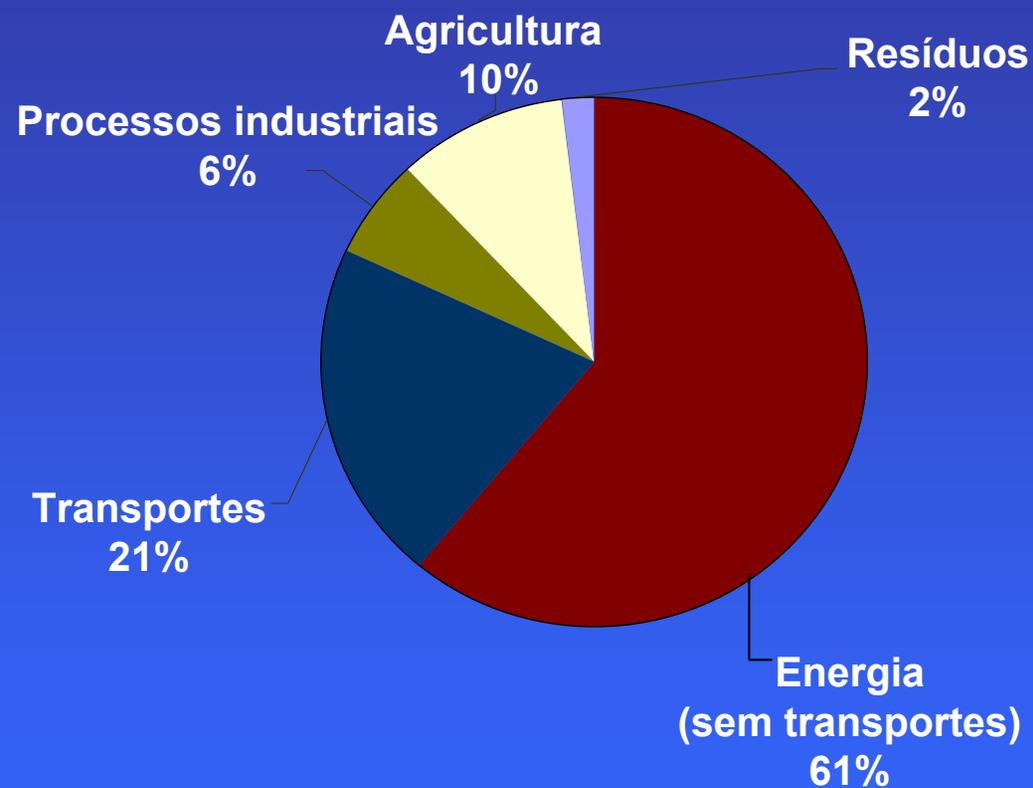
~ 38% do petróleo importado é utilizado no sector dos transportes

~ 98% da energia consumida no sector provém desta mesma fonte não renovável

Importações em 2004 (%) – tendência igual em 2009

Aquecimento Global

Emissões de gases com efeito de estufa (GEE)



Fonte: Agência Europeia de Ambiente, 2004. "Green house gas emission trends and projections in Europe"

Compromissos de Portugal - Sector produtivo (Oferta de Energia)

Directiva Europeia de produção de electricidade de origem renovável

Protocolo de Kyoto

[2008 a 2012] não ultrapassar +27 % de emissões de GEE (1990)

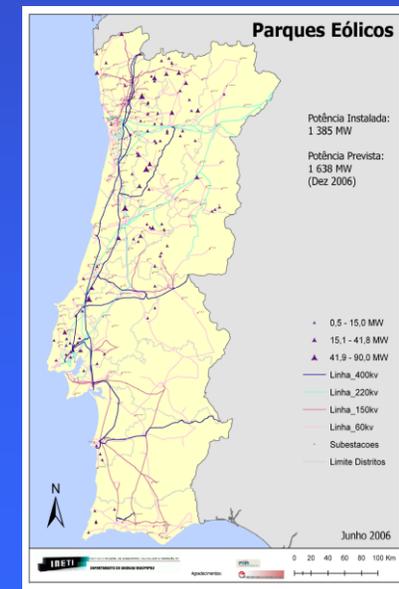
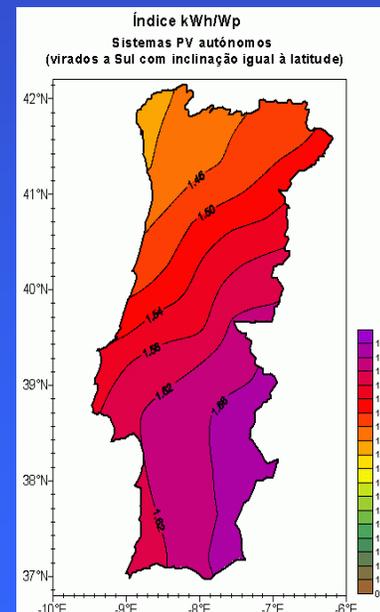
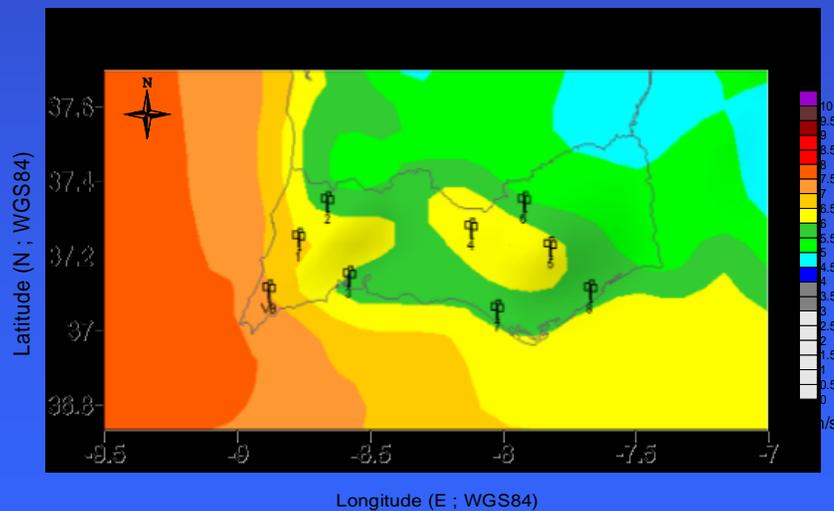
Que medidas tomar? – Consumidores (Procura de Energia)

1. Poupança /Utilização Racional de Energia (URE)
2. Maior eficiência energética nos equipamentos (EE)
3. Utilização de recursos renováveis (ERs)

Energia Solar

**Térmica – Fotovoltaica –
Passiva – Termoelétrica**

- Atlas do potencial Eólico do Continente
- Potencial Solar (Continente, Açores, Madeira)
- Atlas Europeu da Energia das Ondas



MACROGERAÇÃO

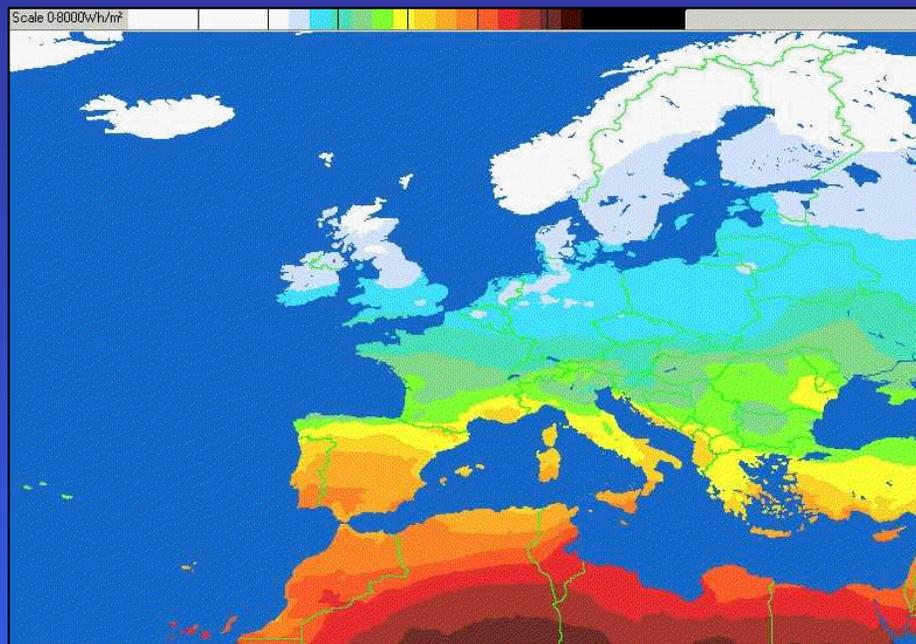
Objectivos para a produção de electricidade renovável

Recurso Renovável	Metas 2010
Hídrico	5775 MW
Eólico	5700 MW
Biomassa	150 MW
Solar	150 MW
Ondas	250 MW
Biogás	100 MW
TOTAL	12125 MW

Previsão de investimento de cerca de **8000 milhões de €**, até 2012 com a criação de cerca de **10.000 novos** postos de trabalho.



um dos países da Europa com maior disponibilidade



Radiação Solar

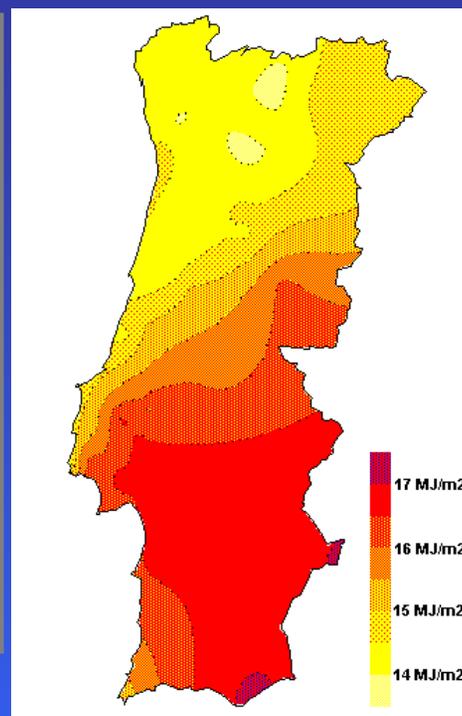
2200-3000 h

14-17MJ/m²/dia

Colectores Térmicos

Área instalada:

aprox. 500.000 m²

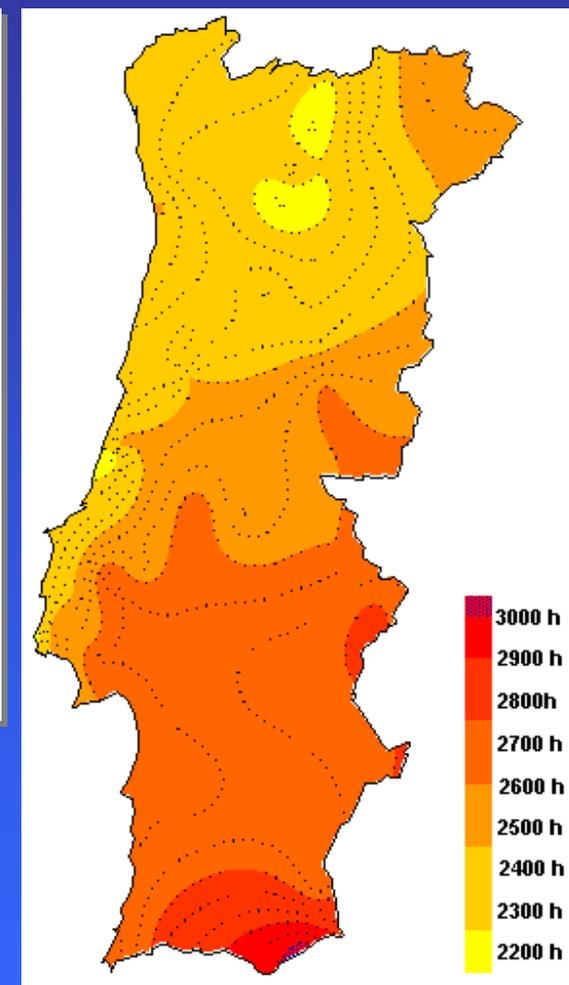


Radiação incidente no plano horizontal

Módulos Fotovoltaicos

Potência Instalada:

aprox. 100 MWp



Horas de Sol anuais

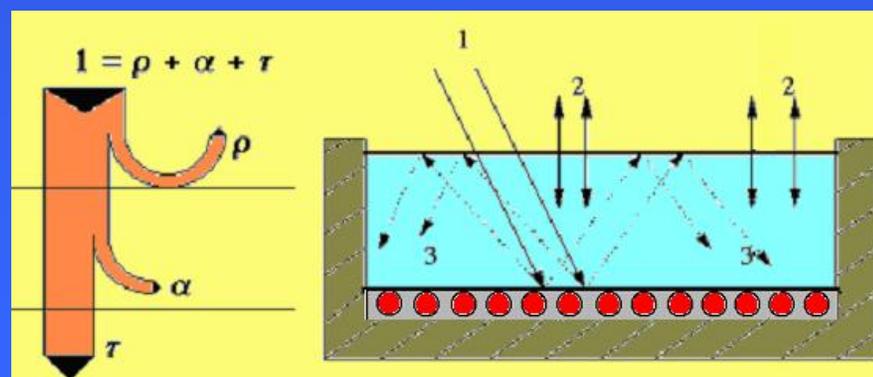
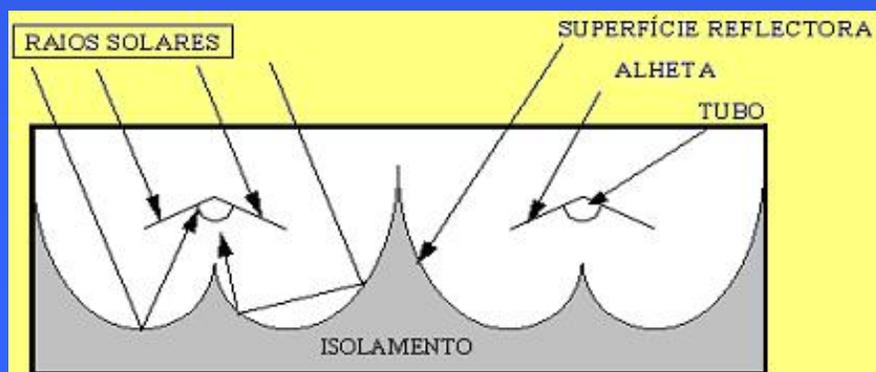
Colectores solares térmicos – AQS

pequena instalação – 2 a 8 m²

50 a 200 litros de água quente

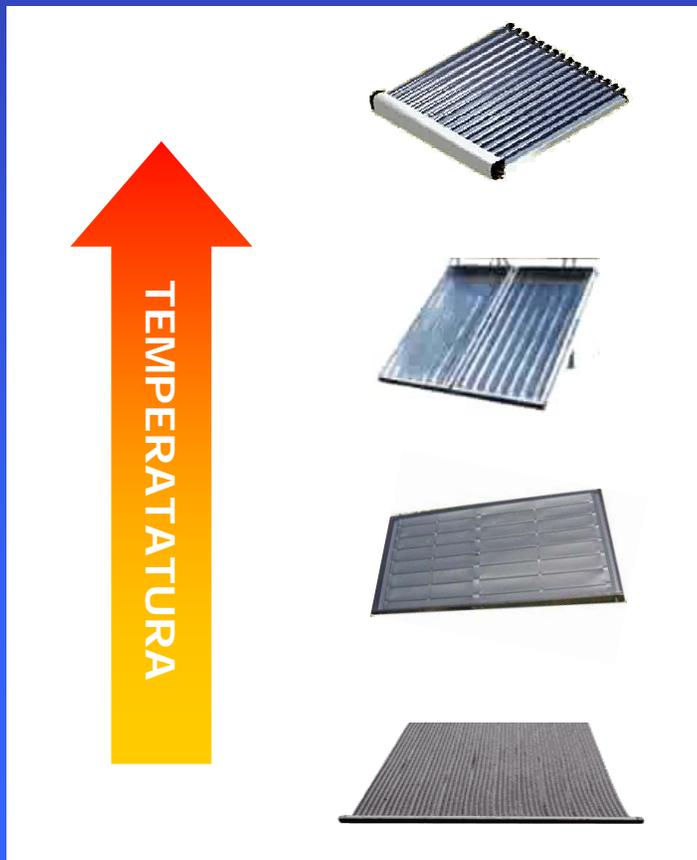


efeito-de-estufa



Colectores solares térmicos - modelos

Existem diversos tipos de colectores solares térmicos, diferenciando na protecção térmica que utilizam, na utilização, ou não, de concentração e adequados a diferentes temperaturas de utilização:



- **colectores de tubo de vácuo** (aquecimento de águas e produção de vapor)
- **colectores concentradores (CPC)** com cobertura (aquecimento de águas e produção de vapor)
- **colectores planos com cobertura** (aquecimento de águas)
- **colectores planos sem cobertura** (aquecimento de piscinas)

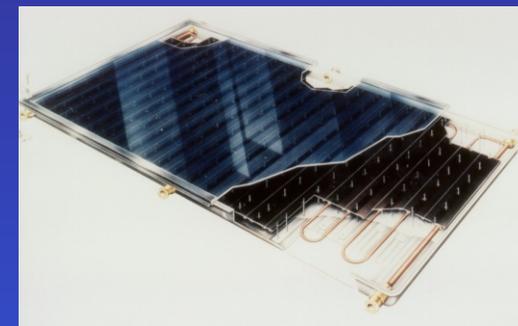
Colectores solares térmicos - modelos



Colector sem cobertura



Colector plano c/ ou s/ vácuo



Colector cilíndrico-parabólico



Colector de tubos de vácuo



Colector estacionário CPC

Energia Solar Térmica

Área total instalada ~ 300.000 m² (baixo tendo em conta o potencial elevado)

Área instalada em 2007 ~ 30.000 m²



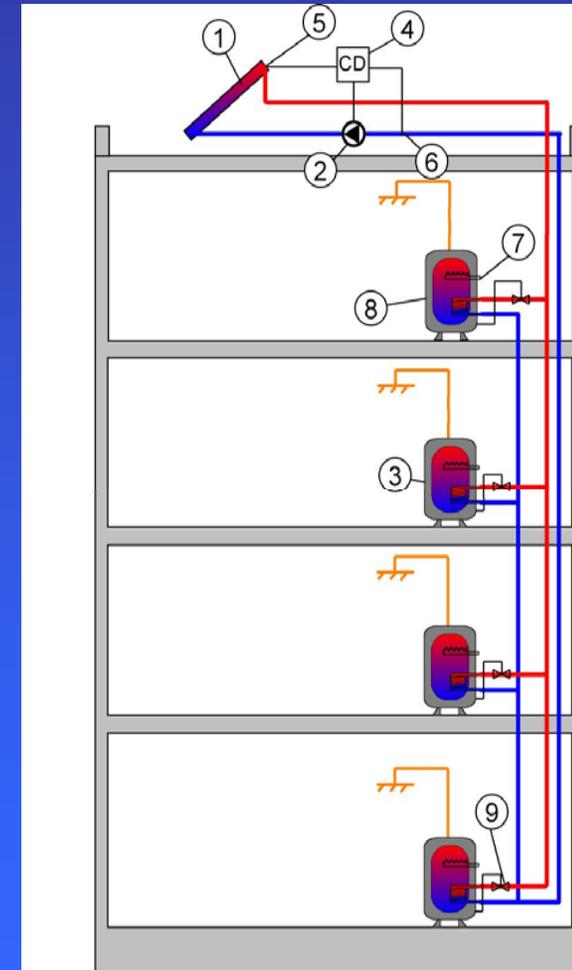
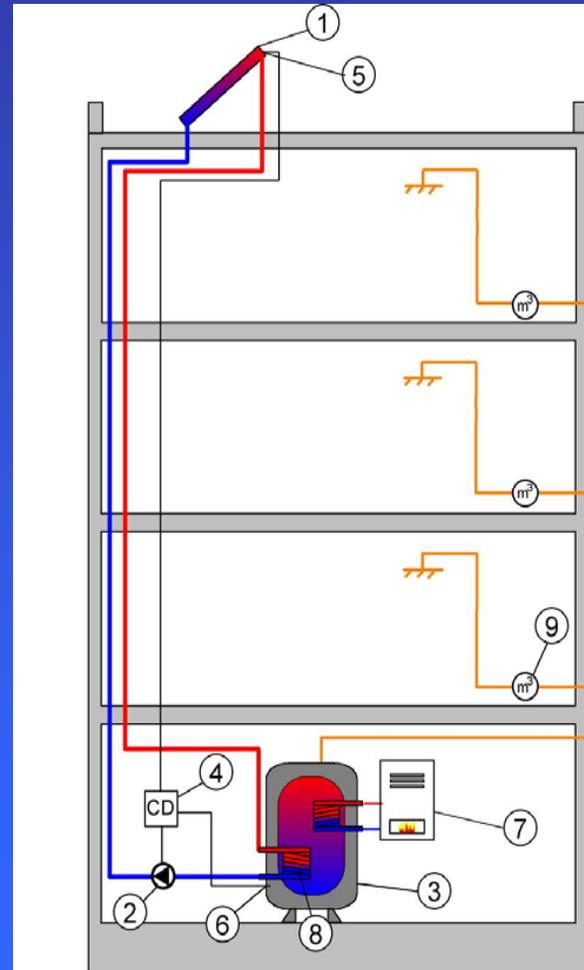
Controlo de AutoEstradas – BRISA - Lisboa



Palácio do Presidente (Lisboa)

- Pequenos sistemas ~ 600 / 800 €/m²
- **Grandes sistemas ~ 350 / 600 €/m²**

Energia Solar Térmica: AQS colectiva



Energia Solar Térmica – ensaio e controlo de qualidade

Reforço da capacidade de ensaio de colectores solares térmicos e sistemas

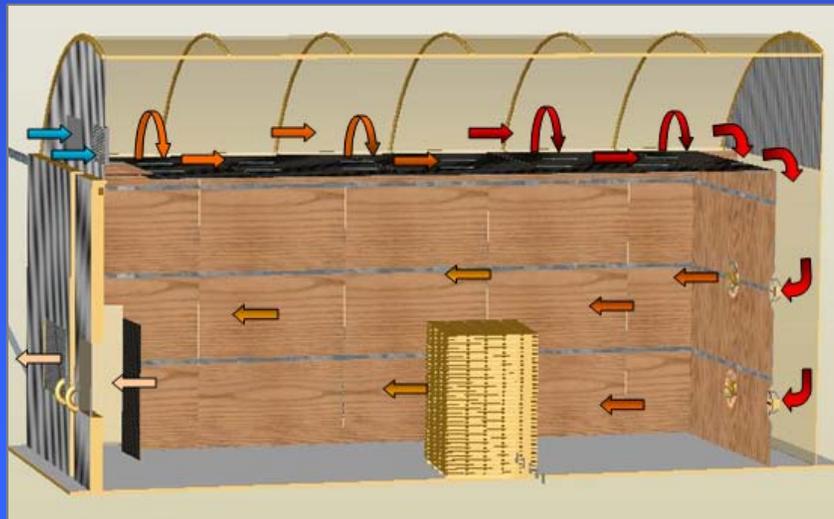


Laboratório de Ensaios de Colectores Solares do LNEG

Laboratório Acreditado

Energia Solar Térmica

- Aplicações industriais para calor de processo
- Secagem de produtos naturais – madeira



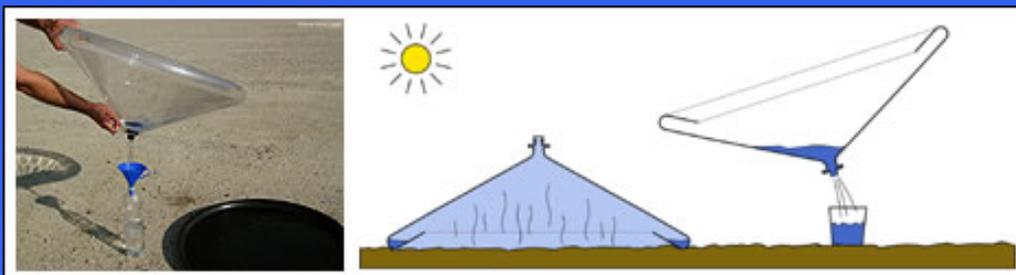
Secador SECMAD : Leiria – 20 ton

Energia Solar Térmica : outras aplicações

- Forno Solar
- Dessalinização água do mar / água salobra



AQUASOL – dessalinizador (GR)



Water cone – dessalinizador (AL)



Forno Solar SunCook (PT)



Cozinha Solar Parabólica K14 (ES)



Energia Solar Térmica

- Aquecimento de águas, aquecimento e arrefecimento, aplicações industriais para calor de processo e outras aplicações (secagem, dessalinização,...)
- **2.8 milhões de m²** : Potencial viável estimado para Portugal
- **2010 Portugal** : 1 milhão de m² = 850.000 ton emissões evitadas de CO₂
- **2008 Portugal** : Obrigatório instalação de sistemas de AQS nos novos edifícios
- **2020/2030** - tendência Europeia : 1 m² de colector solar por habitante



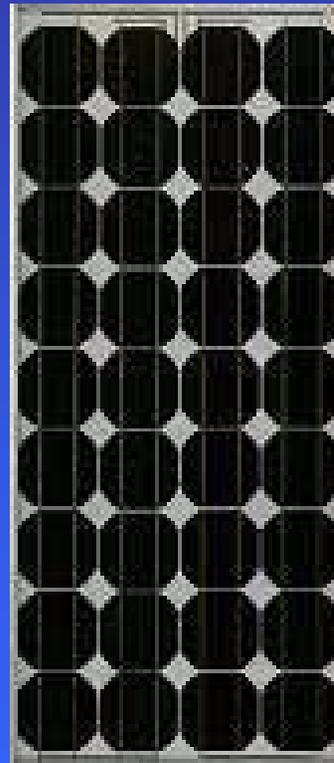
Conversão fotovoltaica da Energia Solar

Módulo fotovoltaico

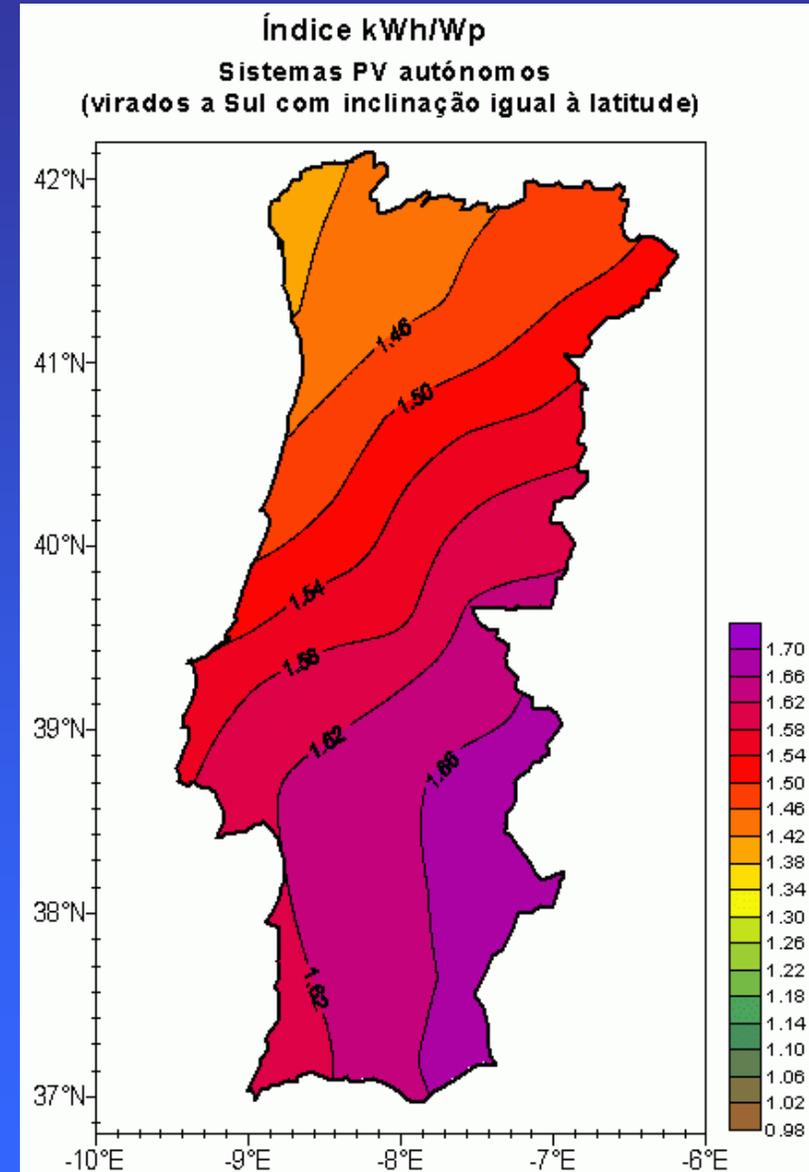
Célula fotovoltaica



Área $\approx 100 \text{ cm}^2$
 V $\approx 0.5 \text{ V}$
 P 1 a 1.7 W



36 células em série
 V : 12 a 18 V
 P : entre 50 e 75 W



Conversão fotovoltaica da Energia Solar



Sistemas isolados



Serpa – 11 MWp



Integração em Edifícios
Edifício Solar XXI - INETI



Centrais fotovoltaicas

Moura 40 MWp
previstos 64 MWp

Microgeração - (2/Abril 2008)

- Produtores-Consumidores < 3,86 kW
- Diminuição de perdas no transporte de energia.
- Possibilidade de utilizar diferentes formas de energias renováveis (solar, eólica, biomassa, ...)
- Maior segurança
- Criar condições para o desenvolvimento de um mercado no domínio do fotovoltaico e da eólica de pequena dimensão



Energia Solar Fotovoltaica - Indústria

Fábrica de módulos de silício cristalino (Évora – Sul de Portugal)
capacidade 25 MWp / ano

Fábrica de módulos de Silício amorfo
capacidade 5 a 10 MWp / ano - Oliveira do Bairro (funcionamento em breve)

Fábrica de montagem de módulos
Projecto de Moura – previsão de instalação

Outra Fábrica de módulos em perspectiva em Abrantes (Pego)

Indústria de electrónica de potência. existe implantação no mercado nacional

Instalação - existem instaladores experientes no mercado nacional

CTE 82 - criada a comissão Técnica de normalização de Fotovoltaico

Edifício Solar XXI

Sede do Laboratório de Energia Solar (LEN) - Lisboa

Térmica de edifícios



Eficiência Energética
Integração de Renováveis
Edifício Laboratório

Apoio do Programa





Edifício Solar XXI

Sede do Laboratório de Energia Solar (LEN) - Lisboa

Térmica de edifícios





INETI, Lisboa, Outubro 2005



Fachada Sul



Nascente e Norte



Ventilação e Iluminação natural



Ventilação e Iluminação natural



Clarabóia de ventilação e iluminação natural

Colectores solares térmicos (CPC)
Apoio ao sistema auxiliar de aquecimento

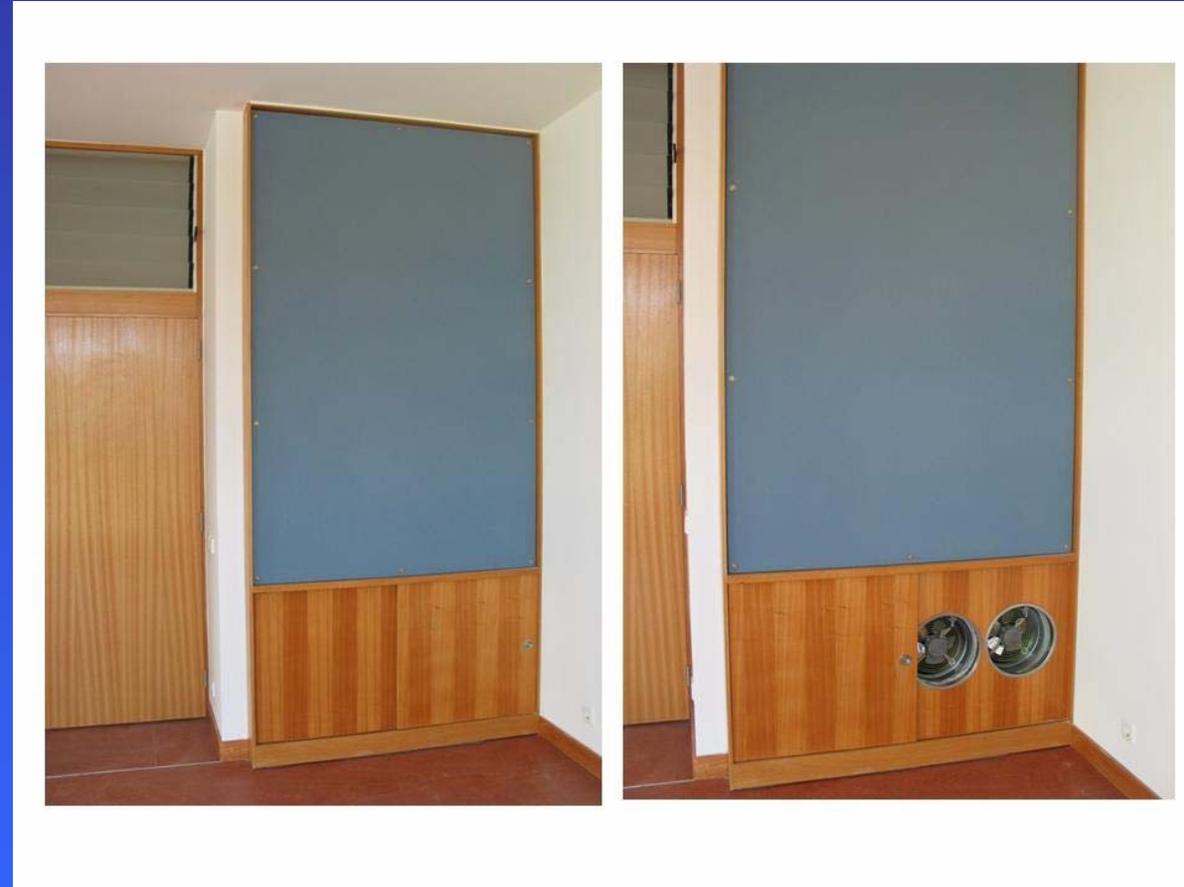


Arrefecimento Passivo Tubos no solo





Instalação dos Tubos



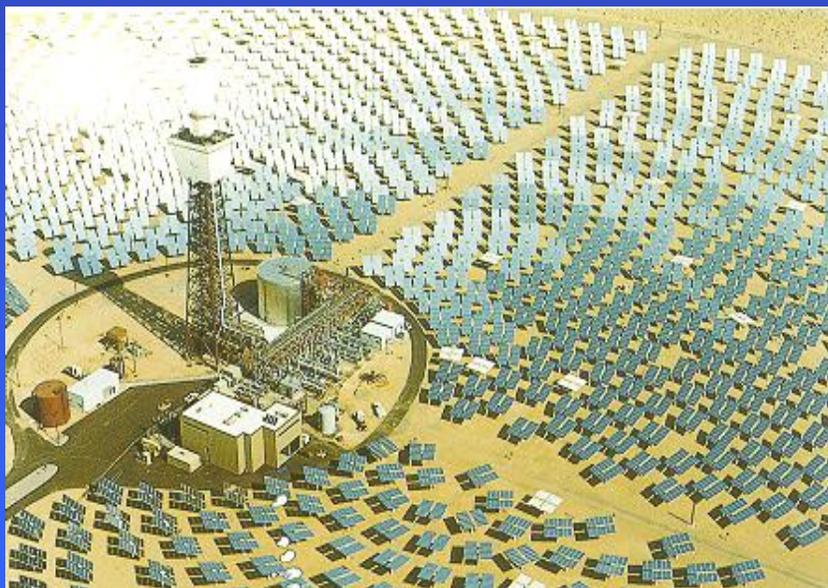


INSTALAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO



Solar Termoeléctrico

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 MWp

Avaliação do recurso

Integração na rede

Monitorização de parques Eólicos



EOLOS
Base de dados do potencial energético do vento em Portugal

Locais
A base de dados EOLOS apresenta as características físicas e energéticas do ecossistema energético num conjunto de locais em Portugal Continental.

Potencial Eólico
A avaliação energética de um local é feita pela estimativa da velocidade média, da função de distribuição de Weibull, da rosa de ventos, do fluxo de potência teórica e do perfil médio da velocidade médio do vento.

Ligação à Rede Eléctrica
Para um conjunto de locais seleccionados apresenta-se um estudo prévio das condições técnicas de integração de um parque eólico na rede de distribuição de energia eléctrica.

Impacte Ambiental
Nesta base de dados apresenta-se a classificação ambiental dos diferentes locais e os estudos prévios dos impactos sonoro e visual, bem como a identificação da bio-diversidade nas regiões de maior amenidade.

Análise Económica
Apresenta-se a avaliação da rentabilidade de potenciais parques eólicos e analisa-se nos locais monitorizados e inclui-se uma folha de cálculo que permite ao utilizador introduzir os custos de um parque eólico e avaliar o seu desempenho económico.

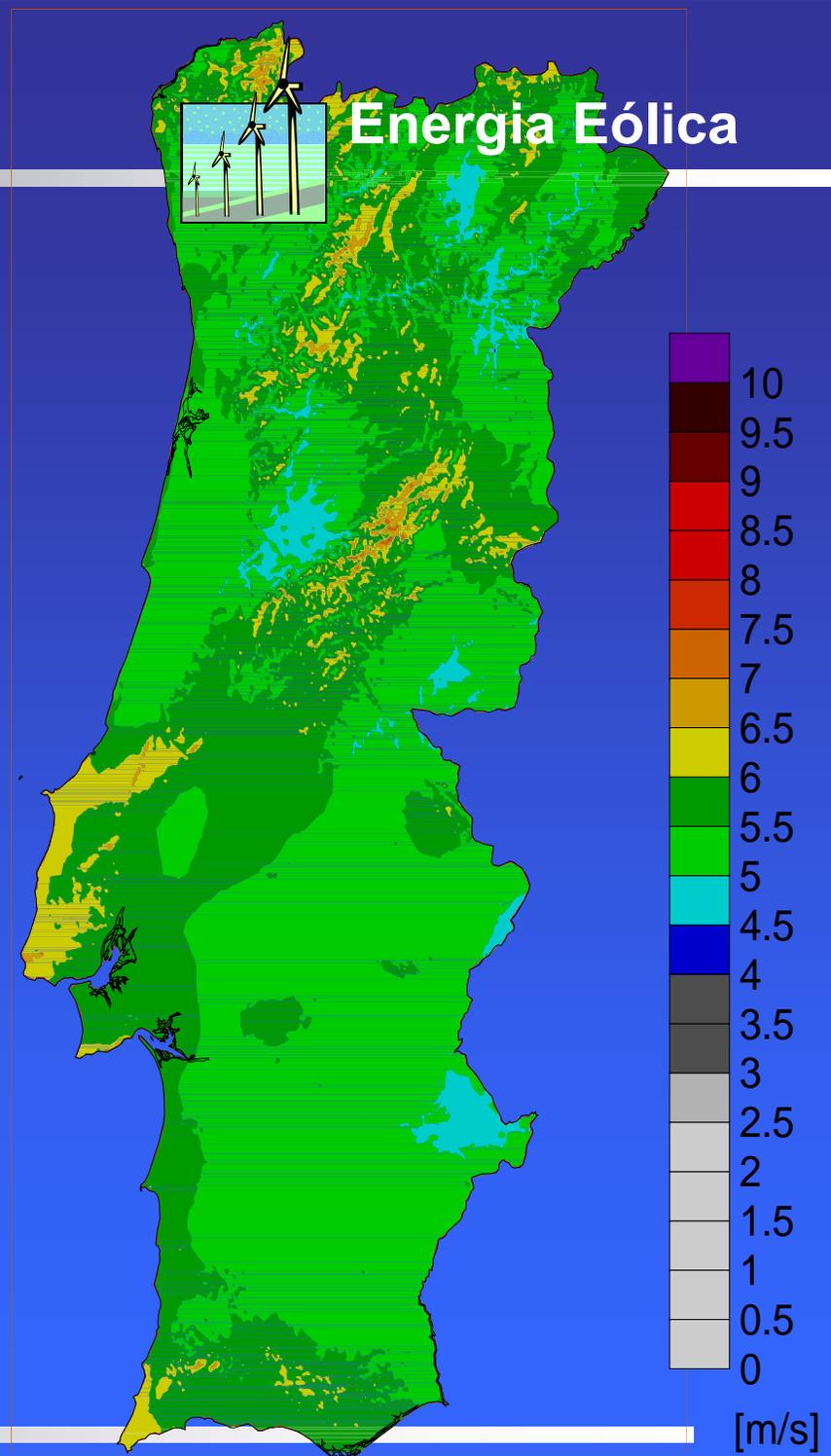
Resumo de Dados
 Número de locais: 1000
 Área total: 1000 km²
 Média de velocidade: 10 m/s
 Média de potência: 1000 MW
 Média de produção: 1000 GWh/ano

Logos: INETI, EOLOS, LNEG, República Portuguesa

Objectivo para 2012: 5100 + 600 MW

Custo total instalado: 1170 €/kW

Tarifa de entrega: 89 €/MWh





Aerogerador

Produção de electricidade



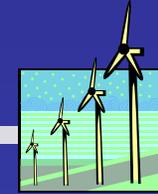
~ 5000 MW
Potência instalada conectada na rede



2008: maior utilização da potência instalada 17/Fev com 75%

2008: menor produção diária 22/Set (1 GWh) com 2%





Energia Eólica – Indústria

- **Fábrica de Aerogeradores** em Viana do Castelo
- **Microgeração eólica** – desenvolvimento de turbinas eólicas de pequena dimensão (Projecto TURBAN - LNEG e PME's nacionais).
- **Integração em larga escala** do eólico (metodologias de previsão de custo para *despacho*)
- **Eólico offshore** (plano necessário onde o potencial é elevado)
A partir de **2015** será certamente a área de evolução da E. Eólica.



Energia Geotérmica



Furnas – S. Miguel - Açores



Chaves



8 MW - Ribeira Grande – S. Miguel - Açores

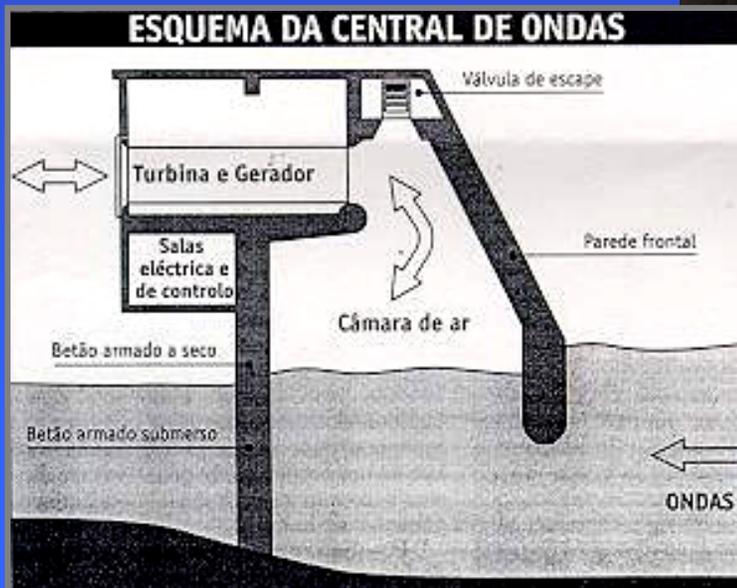
Produção de electricidade e calor
através de fluido geotérmico

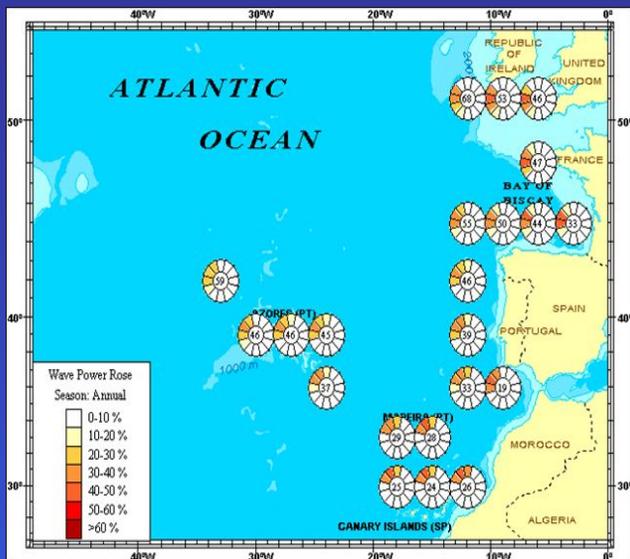


A força da ondas...

**Central de Coluna Oscilante
400 kWe**

Porto Cachorro - Pico - Açores





WERATLAS
European Wave Energy Atlas

- Avaliação do recurso
- Sistemas de conversão
- Monitorização de centrais

Projecto OKEANÓ – PELAMIS: 3 x 750 kW
Parque de Ondas da Aguçadoura (Póvoa de Varzim)



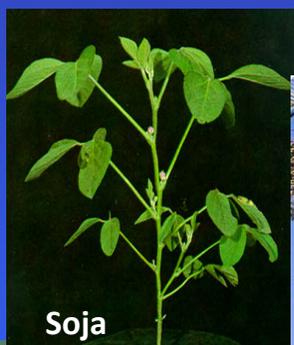


BIODIESEL : fontes

óleos vegetais e outros materiais com alto teor glicérico

- culturas tradicionais -

- culturas muito adequadas para terrenos secos e marginais -



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



PLANO Portugal : metas a cumprir

Até 2010

- ✓ Produção de **45%** da electricidade por fontes de energia renovável
(UE = 39%)
- ✓ Produção de **10%** dos combustíveis com biocombustíveis
(UE = 5%)

PLANO UE 20–20–20 : metas a cumprir

Até 2020

- ❑ Melhoria da Eficiência Energética (EE) em **20%**
- ❑ Redução das emissões (GEE) em **20%**
- ❑ Aumentar as fontes de energia renovável (ERs) para **20%** do consumo final de energia

Aplicações Escolares



Rali Solar 2010

Campeonato nacional de carrinhos fotovoltaicos









GP Solar Eurosun 2008

Museu da Electricidade - Lisboa



GP Solar Frei Gil 2008 (Bairrada)
Regata Solar



Escola da Energia 2010

Corrida Solar Eco-Escolas 2009
Santa Maria da Feira



Um projecto

galp energia



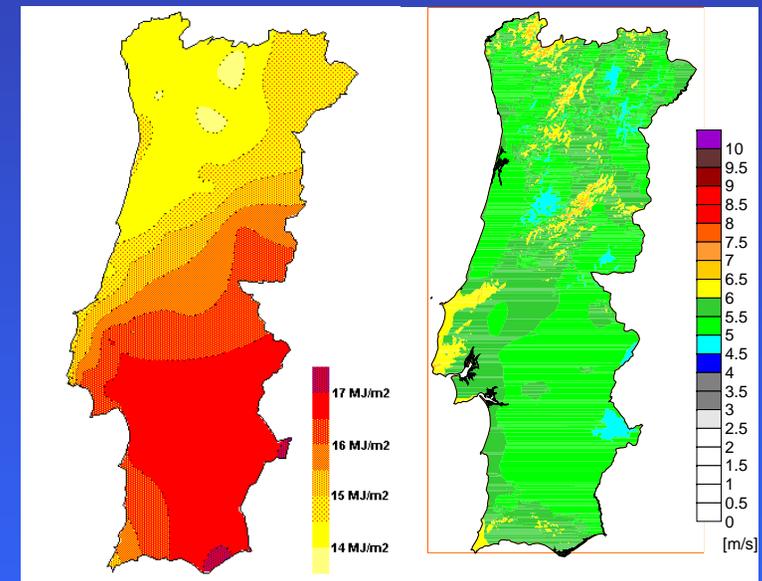
Escola da Energia

Apoios: 

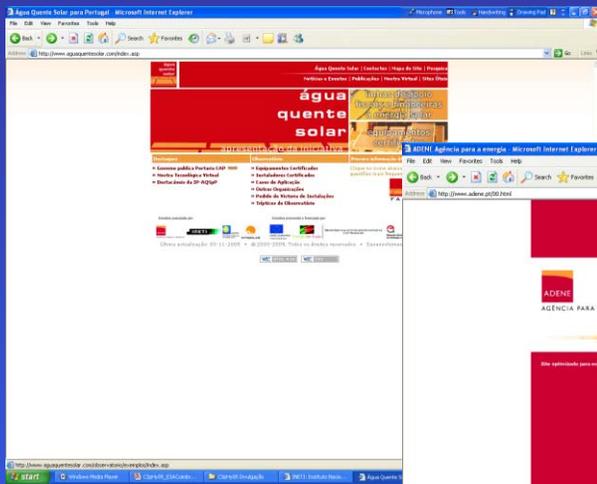
Coordenação: 

▪ Desenvolve actividades de **ID&D**, de apoio às empresas e de apoio ao Estado no domínio das **Energias Renováveis**:

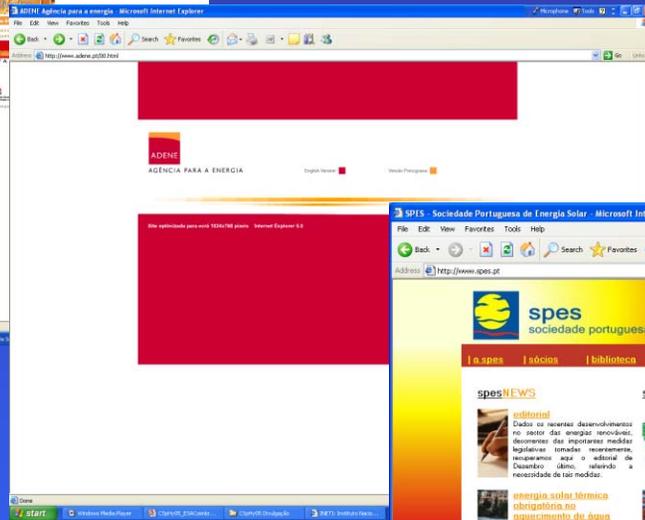
- Energia Solar Térmica
- Energia Solar Fotovoltaica
- Térmica de Edifícios
- Biomassa e Biocombustíveis
- Energia Eólica
- Energia dos Oceanos
- Lab. Ensaios de Colectores Solares
- Avaliação dos recursos renováveis



www.aguaquentesolar.com



www.adene.pt



www.spes.pt



www.Ineg.pt



Obrigado pela Vossa atenção.

david.loureiro@Ineg.pt