

# Geoboletim

Folha informativa do Centro de Geofísica de Évora

1 de Setembro de 2007

Número 6



Centro de Geofísica de Évora, Rua Romão Ramalho, 59, 7002 554 Évora, Portugal • Tel: 266 745300 • Fax 266 745394 • <http://www.cge.uevora.pt>

## Editorial

Mantendo a linha editorial dos últimos números, a presente edição do Geoboletim volta a ser temática. Desta vez decidimos dedicar integralmente o presente número a um assunto que preocupa cada vez mais a comunidade científica, a **Energia e o Ambiente**. Palavras como alterações globais, energias fósseis ou renováveis, desenvolvimento sustentável ou mesmo globalização, estão relacionadas e foram pouco a pouco entrando no vocabulário da sociedade civil, graças aos alertas lançados por inúmeros investigadores mas também graças ao trabalho meritório de numerosas organizações não governamentais e de alguns órgãos de comunicação social. As preocupações da sociedade relacionadas com a Energia e Ambiente, são presentemente abordadas nas escolas logo no primeiro ciclo do ensino básico mas será que basta a consciencialização da sociedade para estes problemas e será que os alertas que estão a ser feitos são suficientemente veementes? Este assunto move as mais poderosas forças políticas e económicas a nível mundial, é abordado em milhares de teses de mestrado e de doutoramento todos os anos, justifica guerras e as mais audazes operações financeiras à escala global.

Para muitos investigadores, as medidas até agora tomadas são apenas ainda uma gota de água num oceano de problemas que se avizinha num futuro próximo.

## GeoComentário

**Ana Maria Silva** *Centro de Geofísica de Évora, Departamento de Física da Universidade de Évora*

Em 2002 o Mestrado em Clima e Ambiente Atmosférico da Universidade de Évora e organizado em parceria com o Instituto de Meteorologia, constitui o primeiro Mestrado, em Portugal, focalizado na temática do Clima em parceria com uma Instituição não Universitária e frequentado por um número significativo de estudantes oriundos dos PALOP. O seu funcionamento foi assegurado pelos Professores do Departamento de Física, dos quais, uma parte significativa, investigadores do Centro de Geofísica de Évora, em parceria com colegas do Instituto de Meteorologia, em disciplinas específicas na área da Meteorologia. Contou ainda, pontualmente, com alguns Professores e investigadores convidados, especialistas em domínios específicos, nos quais não existiam nem existem ainda especialistas na Universidade de Évora. Até final de 2006, finalizaram as suas teses de mestrado 15 alunos (cerca de 75% dos que frequentaram o mestrado), dos quais, cerca de metade oriundos dos PALOP.

Em 1998/99 iniciou-se Mestrado em Cartografia Geológica, no seguimento de um curso de pós-graduação criado dois anos antes, em Geologia Estrutural. Este mestrado, assegurado maioritariamente por Professores do Departamento de Geociências, integrados no CGE, tem contado igualmente com a colaboração de alguns docentes externos, das Universidades de Lisboa, Porto e Saragoça. Dos 15 estudantes que até ao presente concluíram as suas teses, quatro são de origem marroquina, e frequentaram este mestrado no âmbito de um protocolo estabelecido com a Universidade de El Jadida.

O Geoboletim vai abordar a problemática da energia e do ambiente apenas à escala do saber dos seus colaboradores. Dada a abrangência do tema, o próximo número será um número de continuação, igualmente dedicado a este assunto.

**A. Alexandre Araújo** *Centro de Geofísica de Évora, Departamento de Geociências da Universidade de Évora*

## Destaques

<b>The 3rd International Energy, Exergy and Environment Symposium</b> António Heitor Reis	3
<b>Projecto PETER</b> Rui Rosa <i>et al</i>	8

## Índice

<b>Editorial</b>	1
<b>GeoComentário</b>	1
<b>GeoInformação</b>	2
<b>GeoAgenda</b>	2
<b>GeoArtigo (The 3rd International Energy, Exergy and Environment Symposium)</b>	3
<b>GeoArtigo (Energia Hidroeléctrica)</b>	4
<b>GeoArtigo (Arquitectura solar)</b>	5
<b>GeoArtigo (Biocombustíveis: Digestão anaeróbica)</b>	6
<b>GeoArtigo (Energia Solar)</b>	6
<b>GeoPalavra (Projecto PETER)</b>	8

Actualmente, nas suas últimas edições antes do início do novo curso de 2º ciclo (mestrado) em Ciências da Terra, da Atmosfera e do Espaço, o qual resulta da fusão dos dois Mestrados no âmbito de reestruturação de Bolonha, apresentam o seu balanço e o impacto que tiveram no esforço de Investigação e Desenvolvimento do Centro de Geofísica de Évora.

O impulso na actividade de investigação do Centro de Geofísica de Évora em termos do reforço da formação avançada que promove e do aumento da sua produtividade científica foi uma das vertentes mais visíveis do impacto destes mestrados. Há ainda que assinalar a participação de vários dos seus membros investigadores doutorados, não docentes, nos ensinos de disciplinas da sua especialidade e a criação, pela primeira vez em Portugal, de Encontros de pós graduação (ver GeoAgenda), onde os jovens investigadores em formação no CGE, entre os quais os mestrandos, apresentam os resultados dos seus trabalhos de investigação e se premeia o melhor trabalho aí apresentado. O reforço dos meios documentais, observacionais e computacionais foi outra vertente da integração destes mestrados no esforço de I&D do CGE. Finalmente, a oportunidade de abordagem de temas muito diversificados, conducentes à criação de novas áreas de desenvolvimento da Investigação, motivaram a abertura de outros mestrados (Instrumentação Ambiental e Energia e Ambiente), no âmbito da reestruturação de Bolonha, em que a colaboração e o apoio do CGE será também enriquecedora ou fundamental.

## GeoInformação

A Universidade de Évora acolheu no passado mês de Julho o 3rd International Energy, Exergy and Environment Symposium, tendo como organizadores e membros do comité científico internacional vários membros do CGE. Neste simpósio foram abordados temas essenciais ao desenvolvimento sustentável do nosso planeta como: Conservação de Energia, Processos de Optimização, Análise de Exergia, Termodinâmica, Minimização e geração de Entropia, entre outros. No âmbito deste evento científico teve ainda lugar um curso intitulado "Teaching of Thermodynamics" ministrado pelo Prof. Ozer Arnas (United States Military Academy at West Point).

No seguimento da Évora Meeting que foi organizado pelo CGE e IGME em Setembro de 2006 (projecto IUGS/UNESCO IGCP497) e onde foi apresentado um recente estudo publicado na Geology sobre as rochas mais antigas do Maciço Ibérico, decorreu de 27 de Junho a 4 de Julho de 2007 o Galicia meeting organizado pelas Universidades Complutense de Madrid, de Salamanca, de Oviedo e da Coruña. Durante os trabalhos de campo na Galiza os investigadores participantes (incluindo membros do CGE) tiveram a oportunidade de visitar essas rochas Precâmbricas geradas num arco magmático durante a orogenia Grenvilliana à 1160 milhões de anos.

No passado mês de Agosto, teve lugar no Pólo de Estremoz da Universidade de Évora o terceiro de 4 cursos subordinados ao tema "Knowledge Based Materials" (programa Marie Curie Summer Schools). O curso subordinado ao tema "Partial Melt and Amorphous Solids", foi coordenado pelo Prof. Mark Jessel (Universidade de Toulouse), tendo como participantes cerca de 40

alunos de vários países. No âmbito do mesmo realizou-se uma saída de campo à região de Montemor-Évora coordenada pelo CGE e pelo Prof. Paul Bons (Universidade de Tübingen). A realização deste curso contou com a colaboração do LIRIO.

A Universidade de Évora, através do Departamento de Geociências e do Centro de Ciência Viva de Estremoz, participou mais uma vez no projecto Ciência Viva no Verão. Ao longo dos meses de Julho e Agosto decorreram várias actividades subordinadas aos temas: Indústria mineira, Rochas ornamentais, Solos, Tectónica e Geomorfologia. Estas actividades prolongar-se-ão até ao dia 15 de Setembro.

No dia 1 de Setembro o Ministro da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, Professor Mariano Gago e a Directora da Ciência Viva - Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica inauguraram o "Sistema Solar à Escala de Estremoz". Nesta representação do sistema solar tanto os planetas como as suas órbitas são representados à mesma escala (1/414 000 000). No Sistema Solar agora inaugurado o Sol, com mais de 3 metros de diâmetro, localiza-se em pleno centro de Estremoz enquanto que Plutão, com menos de 6 milímetros de diâmetro, fica junto ao Castelo de Evoramonte. Em toda a Europa apenas existe uma outra representação com estas características que se situa na Suécia. Esta iniciativa, que foi concebida pelo LIRIO, foi produzida pelo Centro Ciência Viva de Estremoz e contou com as colaborações do CGE e do Centro de Estudos de História e Filosofia da Ciência da Universidade de Évora.

Para mais informação, contactar:

**Cristina Gama** Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Geociências da Universidade de Évora [cgama@uevora.pt](mailto:cgama@uevora.pt)

## GeoAgenda

- 8 a 14 de Setembro:  
European Aerosol Conference (EAC) 2007 – Universidade de Salzburgo, Áustria  
[www.gaef.de/eac2007](http://www.gaef.de/eac2007)
- European Aerosol Conference – EAC2007, 9 - 14 September 2007, Salzburg, Austria. <http://www.gaef.de/EAC2007/>
- 13 a 15 de Setembro:  
Mechanics of Variscan Orogeny: a modern view on orogenic research <http://sgfr.free.fr/rencontrer/seances/s07-09variscan/index.html>
- International Association of Hydrogeologists, Groundwater and Ecosystems, 17-21 Setembro 2007, Lisboa, Portugal - <http://www.iah-2007.com/> (com apoio do CGE)
- Terceiro encontro de pós-graduação em investigação e ensino das Ciências Físicas e da Terra da Universidade de Évora - 21 e 22 de Setembro de 2007, CGE, Universidade de Évora. [http://www.cge.uevora.pt/IIIIEPG\\_CGE/](http://www.cge.uevora.pt/IIIIEPG_CGE/)
- 7º Congresso Nacional de Sismologia e Engenharia Sísmica - Sísmica 2007, 26-27-28 Setembro 2007, FEUP, Porto - <http://conferencias.fe.up.pt/sismica2007>
- 9 e 10 de Novembro:  
Segunda edição do curso "Riscos Naturais e Tecnológicos e sua prevenção" – Centro de Ciência Viva de Estremoz  
<http://www.estremoz.cienciaviva.pt/home/>
- 18 a 22 de Novembro:  
19th International Geophysical Conference and Exhibition – Perth, Austrália  
[www.promaco.com.au/2007/aseg/](http://www.promaco.com.au/2007/aseg/)
- 5 a 7 de Dezembro:  
8th Pacific Conference on Earthquake Engineering – Singapura  
[www.ntu.edu.sg/cee/8PCEE/](http://www.ntu.edu.sg/cee/8PCEE/)
- The 8th Pacific Conference on Earthquake Engineering - Singapore in Dec 2007. <http://www.ntu.edu.sg/cee/8PCEE/>

Para mais informação contactar:

**António Miguel** Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Física da Universidade de Évora - [afm@uevora.pt](mailto:afm@uevora.pt)

**GeoArtigo****The 3rd International Energy, Exergy and Environment Symposium (IEEES3), 1-5 July 2007, Évora, Portugal**

**António Heitor Reis** *Centro de Geofísica de Évora, Departamento de Física da Universidade de Évora*

A Universidade de Évora acolheu de 1 a 5 de Julho a 3ª edição da conferência internacional IEEES. O CGE foi a unidade de investigação que apoiou a realização entre nós deste evento, que foi patrocinado pela EDP e pela FCT. Nele participaram cerca de 130 investigadores que vieram desde a Austrália, Japão e China ao Canadá, incluindo um número significativo vindo da área do Mediterrâneo.

O IEEES, realiza-se bianualmente e vem-se constituindo como um fórum internacional privilegiado para a discussão dos temas de grande actualidade nos domínios da inovação e da eficiência energética, da análise exergética e optimização de sistemas e processos, e dos impactos ambientais das conversões de energia. À edição deste ano foram submetidas cerca de 170 comunicações tendo, após um processo de revisão, sido seleccionados 152 "papers" que foram publicados nas actas. Destas comunicações 8 constituíram "Key-note addresses" apresentados em sessão plenária, tendo os restantes sido apresentados em 33 sessões paralelas que se distribuíram pelos 4 dias da conferência.

Participaram na conferência algumas figuras que são referências internacionais nesta área. Adrian Bejan (Duke University, USA) fez uma síntese da evolução dos métodos de optimização desde o EGM (Entropy Generation Minimization) até à teoria Constructal de que é autor. Sylvie Lorente (INSA, France) apresentou exemplos de sistemas vascularizados para optimização da transferência de energia e massa. Romney Duffey (Atomic Energy of Canada) apresentou uma tão interessante quanto controversa perspectiva com a sua comunicação "Nuclear Energy and Hydrogen: When Worlds Collide". Michel Feidt (Un. Henri Poincaré, France) e F. Hamdullahpur (Carleton University, Canadá) abordaram novos métodos de optimização de sistemas energéticos, enquanto I. Dincer (University of Ontário, Canada) e G. Tsataronis (Technische Un. Berlin, Alemanha) apresentaram abordagens relativas à análise exergética. A palestra deste último destacou-se, particularmente pelo carácter inovador da análise exergética e exergo-económica, tendo apresentado um método de análise global dos sistemas que permite identificar os componentes com maior influência na redução da eficiência global.

De entre as restantes comunicações, algumas foram seleccionadas pelo seu valor científico e carácter inovador para figurarem em números especiais do International Journal of Energy Reserach e do International Journal of Exergy dedicados à conferência.

Os temas destes "papers" cobrem essencialmente as linhas de investigação mais "quentes" no domínio da energia, nomeadamente as energias ambientais, o hidrogénio como vector energético, células de combustível, novas utilizações da energia, e os impactos ambientais.

A impressão geral dos participantes foi de agrado pelo modo como



a conferência decorreu. No entanto, a participação nacional foi relativamente fraca, facto que foi notado pelos participantes estrangeiros.

O êxito do IEEES3 referenciou Évora e o CGE no quadro internacional, nomeadamente deixou ligações e canais de colaboração que poderão ser explorados para desenvolvimentos futuros. Será importante ter este facto em conta, nomeadamente na criação de condições para o novo curso sobre energias renováveis a lançar durante o próximo ano, bem como para o desenvolvimento de projectos de investigação em área conexas com a energia e ao ambiente.

Este boletim está disponível na internet em  
<http://www.cge.uevora.pt>

Todas as informações úteis para a próxima edição do **Geoboletim** deverão ser enviadas até ao dia 3 de Dezembro de 2007

GeoArtigo

Energia Hidroeléctrica

Paulo Canhoto <sup>(1)</sup> e João Monteiro Marques <sup>(2)</sup>

(1) Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Física da Universidade de Évora

(2) Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, IP Lisboa

A energia hídrica tem sido utilizada pelo Homem desde há bastantes séculos, inicialmente apenas na produção de energia mecânica para, por exemplo, a moagem de cereais e para bombear água. A produção de energia hidroeléctrica surgiu durante o final do século XIX e o início do século XX, após a invenção do gerador eléctrico e do desenvolvimento de turbinas mais eficientes. Estes sistemas permitiram a produção de energia eléctrica em Centrais de pequena e média dimensão que alimentavam redes eléctricas locais e regionais. Ao longo da primeira metade do século XX assistiu-se a outra mudança, aquando da expansão da rede eléctrica e da construção de redes de alta tensão para o transporte de energia a maiores distâncias. Surgiram então as Centrais hidroeléctricas de grande dimensão, com várias centenas de MW de potência instalada, construídas em cursos de água com elevado potencial hídrico.

O ciclo da água está na origem da energia hídrica, uma vez que a precipitação que ocorre sob a forma de chuva ou neve nas zonas mais elevadas (montanhas) dá origem a escoamentos subterrâneos e de superfície que alimentam os cursos de água. Os rios apresentam desta forma um potencial de energia hídrica resultante do seu caudal e da variação de altitude (queda) ao longo do seu curso para o mar ou para lagos. A potência que é aproveitada numa Central hidroeléctrica é determinada através de

$$P = \rho g Q h \eta$$

em que  $\rho$  é a massa volúmica da água [ $\rho \sim 1000 \text{ kg/m}^3$ ],  $g$  é a aceleração da gravidade [ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ],  $Q$  é o caudal de água [ $\text{m}^3/\text{s}$ ],  $h$  é a diferença de cotas [m] corrigida devido às perdas de carga nas tubagens e  $\eta$  é o rendimento da central ( $\sim 80$  a  $90\%$ ). A potência é tanto maior quanto maior for o caudal e/ou a diferença de cotas. Por outro lado, o caudal de um rio não é constante ao longo do ano e varia de ano para ano, em função da quantidade de precipitação na bacia hidrográfica, pelo que se torna necessário conhecer o caudal médio diário ao longo do ano. Na Figura 1 está representado um exemplo da chamada *curva de duração de caudal*, que representa o número de dias que um determinado valor de caudal médio diário é ultrapassado. A energia disponível está relacionada com a área abaixo da curva, sendo a *área de exploração* determinada em função da turbina utilizada

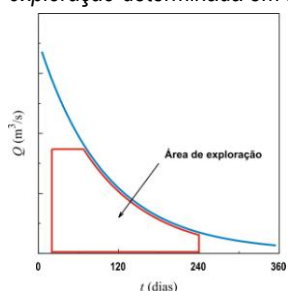


Fig. 1 – Curva de duração de caudal

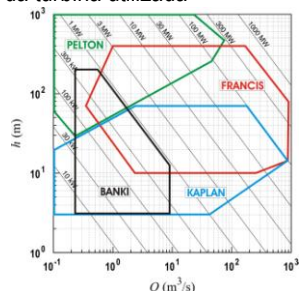


Fig. 2 – Âbaco para escolha de turbinas.

A escolha da turbina depende da queda útil ( $h$ ), do caudal ( $Q$ ) e da potência pretendida, como se mostra na Figura 2. Existem duas categorias principais de turbinas: i) **turbinas de acção ou impulso**, utilizadas para caudais baixos e quedas úteis elevadas; e ii) **turbinas de reacção**, utilizadas em quedas úteis pequenas ou médias e caudais elevados. No primeiro caso a turbina é actuada pela água à pressão atmosférica, enquanto que no segundo caso as pás da turbina são actuadas por água sob pressão que vai variando ao longo de uma conduta (voluta e difusor). Dentro da categoria de turbinas de acção estão mais vulgarizadas as turbinas de **Pelton** e de **Banki** (para mini-hídricas), e na categoria de turbinas de reacção encontram-se as turbinas de **Kaplan** e de **Francis**.

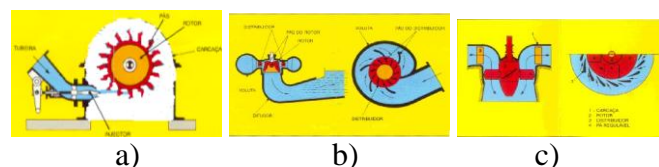


Figura 3 – Tipos de turbinas: a) Pelton, b) Francis, c) Kaplan.

Em relação à construção da central hidroeléctrica, podem-se distinguir dois tipos: i) **Centrais de albufeira**, em que a água é armazenada num reservatório (albufeira) sendo depois levada até à turbina através da conduta forçada, caracterizando-se por médias a altas quedas úteis; e ii) **Centrais de fio-de-água**, em que a Central é construída no próprio leito do rio, não havendo um armazenamento significativo de água, e caracterizando-se por apresentar baixas e médias quedas úteis e elevados caudais. Estes tipos de turbinas e Centrais estão normalmente associadas a empreendimentos de média e grande dimensão em locais de elevado potencial hídrico. À medida que estes locais ficaram 'ocupados', ressurgiu o interesse pela instalação de Centrais com menor dimensão, com potências instaladas inferiores a cerca de 20 MW, e que são conhecidas como **Centrais Mini-Hídricas**. O ressurgimento e expansão deste tipo de centrais foi também impulsionado pela crise energética da década de 70 do século passado.

Actualmente, em Portugal, o aproveitamento hidroeléctrico está concentrado no centro e norte do país, em resultado da orografia e da pluviosidade dessas regiões, destacando-se apenas a Central do Alqueva na região a sul do Rio Tejo. A potência instalada na grande hídrica ( $>20 \text{ MW}$ ) é cerca de 4440 MW, com uma produção anual média de 10380 GWh/ano. Em termos de mini-hídrica, existem 98 centrais com um total de 256 MW de potência instalada e uma produção média anual de 815 GWh/ano.

(projecto PETER)

## GeoArtigo

### Arquitectura solar

Rui Namorado Rosa *Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Física da Universidade de Évora.*

Sob a designação de arquitectura solar, assim como de bio-climática, entende-se a abordagem conceptual do projecto de edifícios que procura reduzir os consumos de energia para efeitos de climatização dos espaços interiores edificados.

Um edifício é o abrigo do homem moderno face à variabilidade e inclemência climatológica. O edifício tem como função criar condições termo-higrométricas (e não só) de conforto para os seus habitantes, mesmo em condições climatológicas adversas. Tal em geral requer o consumo de energia importada para o edifício – lenha (biomassa), electricidade ou gás canalizado, a fim de assegurar essas condições - para além da que for consumida para cumprir outros desígnios (confecção e conservação de alimentos, iluminação, operação de equipamentos de telecomunicações, informáticos, etc.).

Diferentes conceitos são utilizados para conseguir reduzir os consumos energéticos para efeitos de atingir o conforto termo-higrométrico. Alguns deles estão já presentes na arquitectura tradicional, outros são inovações recentes. Mas esses conceitos têm de ser escolhidos e adaptados em cada caso, porque a sua aplicabilidade depende do ambiente climatológico em que o edifício é implantado, e das funções que o edifício vai cumprir. Enumeremos os principais conceitos:

- A envolvente do edifício é mais ou menos permeável ao fluxo de calor. Telhado, piso inferior, paredes, janelas, portas e aberturas podem ser exploradas para reduzir os fluxos condutivos de calor, como também quer para reduzir quer para incrementar os fluxos convectivos de calor, entre o interior e o exterior.

- Radiação solar: a sua absorção pelo edifício pode ser reduzida por via de sombreamento ou de utilização de superfícies exteriores selectivas ou reflectoras, ou então, a sua activa captação na fachada ou no interior do edifício pode ser conseguida por via de áreas envidraçadas mais ou menos transparentes ou selectivas. Painéis ou colectores solares térmicos são utilizados para o aquecimento de água ou ar (aqui se incluem as paredes de Trombe).

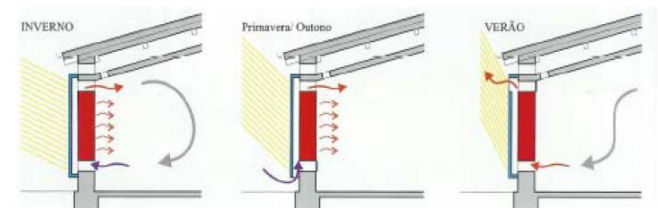
- O ar exterior admitido no edifício pode ser aquecido ou arrefecido, conforme seja adequado. A troca de calor pode ser realizada fazendo circular o ar por um túnel subterrâneo, ou por uma torre de vento, ou por uma chaminé ou através de colectores solares murais.

- O arrefecimento do ar pode em todos os casos ser promovido mediante a evaporação de água (arrefecimento evaporativo), seja nas vias de circulação do ar seja em espaços interiores, sobre superfícies humidificadas, através de plantas arbustivas, ou mediante cortinas ou planos de água.

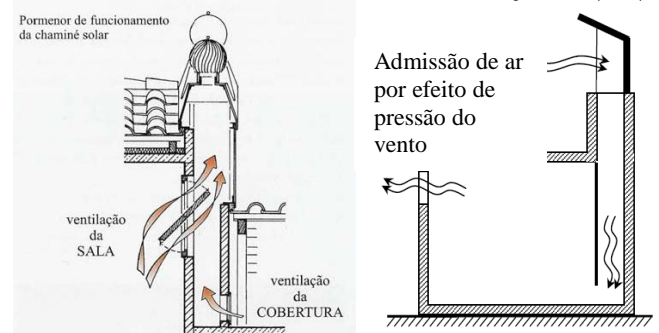
A variabilidade diurna da irradiação solar e da temperatura do ar pode ser suprimida ou ser valorizada, tirando partido de modulações efectuadas na envolvente, ou por via de propriedades adequadas incorporadas nesta. Por um lado, as modulações, como as conseguidas mediante persianas ou cortinas, ou janelas ou registos ventiladores, têm efeitos quase imediatos. Assim, a promoção de ventilação nocturna pode ser útil na remoção de excesso de calor acumulado durante o dia. Tal como a radiação

térmica pela cobertura do edifício para o céu nocturno pode ser estimulada para arrefecer o ar interior. Por outro, a absorção (normal ou estimulada) de radiação solar na face exterior das paredes (ou de painéis solares murais), propaga-se com atenuação e atraso através destas, só atingindo a face interior várias horas mais tarde (podendo assim contribuir para o aquecimento nocturno).

A variabilidade diurna, muito acentuada em certas zonas climatológicas, é grandemente atenuada no interior do edifício quando este tiver elevada inércia térmica, ou seja, elevada capacidade de absorver calor para uma dada variação de temperatura. A solução tradicional de realizar inércia térmica é mediante massa edificada, designadamente paredes compactas e espessas; outra solução, a um tempo remota e moderna, é a construção enterrada, aproximando as condições de uma caverna (em que a temperatura é praticamente constante ao longo do ano na vizinhança da temperatura média anual do ar exterior). Mas a inércia térmica pode de outro modo ser incrementada mediante a incorporação na envolvente ou no interior de contentores com materiais que mudam de fase à temperatura desejada (PCM - phase change materials). Estes materiais (parafinas, hidratos, etc.) armazenam cerca de dez vezes mais calor por unidade de volume que os materiais de construção habituais (e mantendo a temperatura).



Parede de Trombe: esquema do seu funcionamento segundo as estações do ano. Fonte: Gonçalves, H. et al.. Edifícios Solares Passivos em Portugal, INETI (1997)



À esquerda: Pormenor de funcionamento de chaminé de ventilação. Fonte: Gonçalves, H. et al.. Edifícios Solares Passivos em Portugal, INETI (1997). À direita: Esquema de ventilação por pressão do vento, captada por uma "torre de vento".

(projecto PETER)

## GeoArtigo

**Biocombustíveis: Digestão anaeróbica**

**Fátima Baptista e Vasco Fitas da Cruz** Instituto Ciências Agrárias Mediterrânicas e Departamento de Engenharia Rural da Universidade de Évora

O crescente consumo de energia, a natureza finita dos combustíveis fósseis e a necessidade de reduzir a emissão de gases com efeito de estufa, aliado a factores sócio-políticos e geo-estratégicos conduziram ao crescente interesse na procura de outras fontes de energia, como é o caso das energias renováveis.

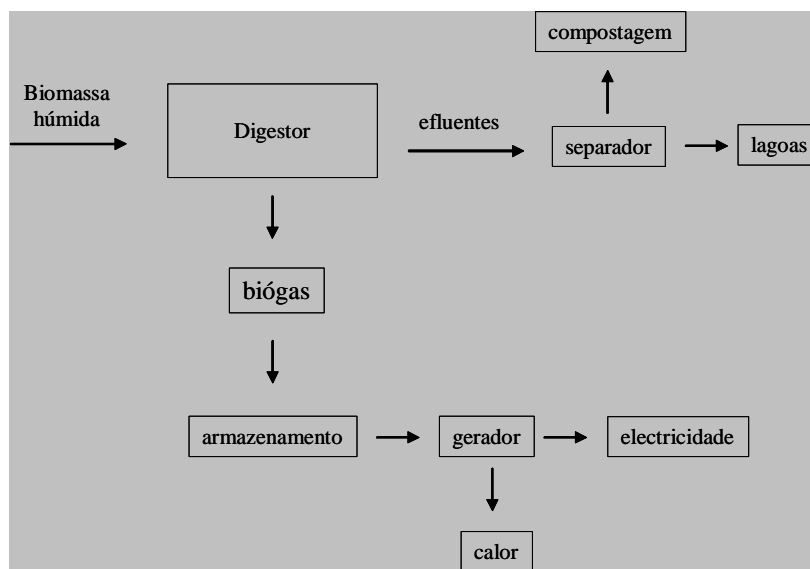
Portugal importa mais de 85% da energia que consome, sendo a maioria de origem fóssil. O sector agro-pecuário produz alguns subprodutos que constituem uma fonte de biomassa para a produção de energia, que pode ser utilizada nas próprias explorações ou ser vendida, constituindo uma outra fonte de receitas. As vantagens da produção de energia nestas explorações são evidentes, como sejam a melhoria do meio ambiente, a redução de custos e a utilização do biogás para aquecimento e/ou refrigeração.

O biogás resulta da digestão anaeróbica de matéria orgânica, e é uma mistura de metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Este gás pode ser utilizado directamente em sistemas de condicionamento ambiental ou indirectamente para a produção de

electricidade. Além disso, a matéria sólida resultante no final deste processo pode ser utilizada para compostagem e ser finalmente utilizada como fertilizante. Este processo de produção de biogás tem vindo a ser utilizado com sucesso em explorações pecuárias, como suiniculturas, aviculturas e vacarias.

A digestão anaeróbica de resíduos orgânicos e de culturas energéticas tem atraído muito interesse nos últimos anos. Esta tecnologia oferece um grande potencial para desintegrar rapidamente a matéria orgânica poupando energia fóssil e assegurar um desenvolvimento sustentável nas zonas rurais. No entanto para planificar e operar correctamente estes sistemas de digestão é fundamental conhecer a cinética das digestões anaeróbicas. Ainda é necessário introduzir aperfeiçoamentos nos diversos tipos de operações, nomeadamente naquelas que utilizam misturas de várias fontes de biomassa.

(projecto PETER)



## GeoArtigo

**Energia Solar**

**Paulo Canhoto** Centro de Geofísica de Évora, Departamento de Física da Universidade de Évora

A energia do Sol tem origem na fusão dos núcleos de átomos de hidrogénio e a consequente produção de núcleos de hélio. A superfície do Sol atinge temperaturas da ordem dos 6000 K e a energia que irradia para o espaço atinge a Terra com uma intensidade de cerca de 1373 W/m<sup>2</sup>. Parte desta energia é de imediato reflectida, enquanto outra parte é absorvida pela atmosfera. Desta forma, num dia de céu limpo, a radiação incidente junto à superfície terrestre num plano perpendicular à radiação directa é aproximadamente 1000 W/m<sup>2</sup>. Na Figura 1 podem-se ver as cartas da Península Ibérica e da Europa relativas à irradiação solar total anual numa superfície horizontal (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis>). Torna-se evidente que a região sul de Portugal tem um elevado potencial para aproveitamento de

energia solar, uma vez que nessa região se verificam elevados valores irradiação em comparação com as restantes regiões do país e da Europa.

A utilização ou conversão da energia solar pode ser feita de duas forma distintas: i) activa - transformação directa da energia solar em energia térmica ou eléctrica e ii) passiva - aproveitamento da energia solar para aquecimento passivo de edifícios através de elementos de arquitectura e de construção.

**Energia solar térmica activa de baixa temperatura (< 90°C)**

A energia solar tem um elevado potencial de utilização no aquecimento de água para uso residencial ou de lazer (aquecimento de piscinas), e para condicionamento de ar (aquecimento de espaços interiores). Para esse fim são utilizados

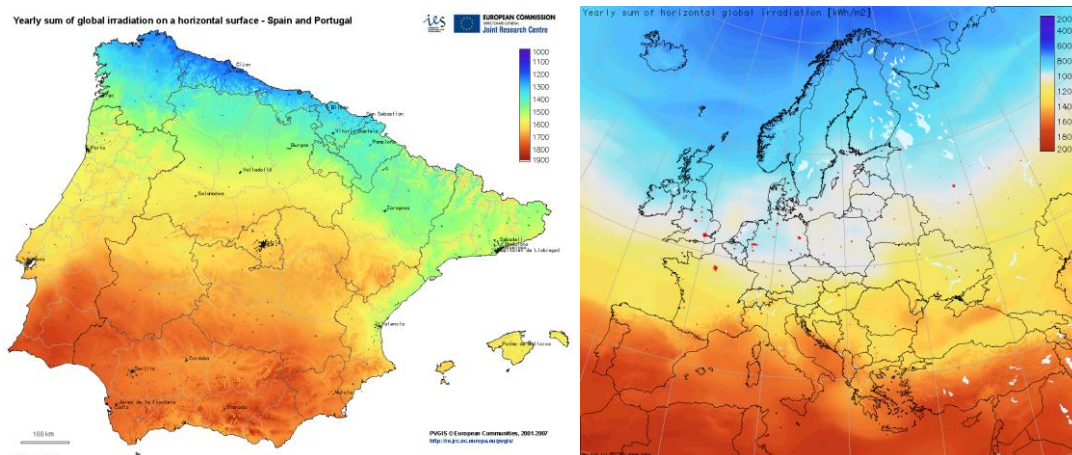


Figura 1 - Cartas de irradiação solar total anual na superfície horizontal [kWh/m²].

painéis solares térmicos que aquecem água, que por sua vez será armazenada em depósitos termicamente isolados. A partir destes depósitos é depois retirada directamente água quente, ou é retirado calor por um circuito secundário o qual pode ser usado para aquecimento. Os painéis solares são constituídos no essencial por um colector (placa metálica enegrecida) sobre o qual estão fixados tubos por onde circula a água. Este conjunto está encerrado dentro de uma caixa, com uma das faces em vidro, de forma a minimizar as perdas de calor para o ar ambiente. Existem várias configurações deste tipo de painéis, por exemplo: i) CPC - permite efectuar a concentração dos raios solares sobre os tubos de forma a aumentar a eficiência, e ii) tubos de vácuo - os tubos onde circula a água estão no interior de tubos de vidro onde foi feito o vácuo, de forma a minimizar as perdas de energia.

**Energia solar fotovoltaica**

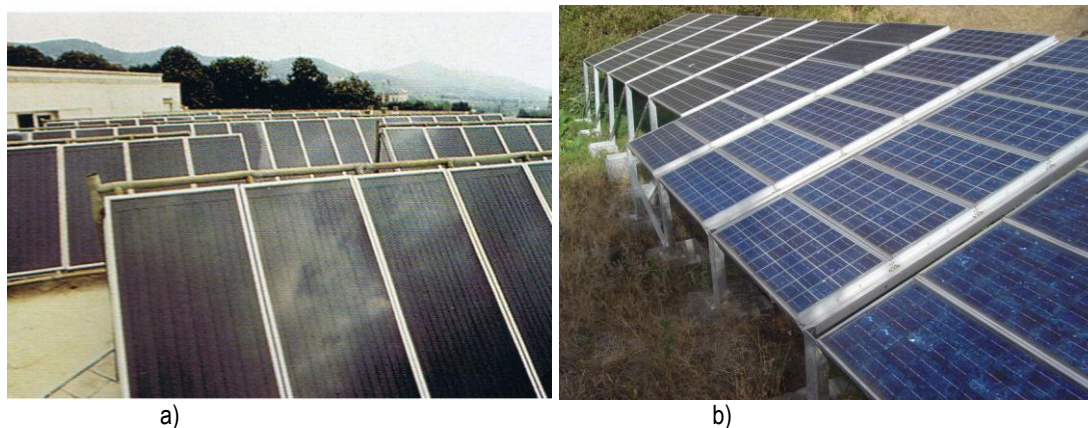
A conversão directa da energia solar em energia eléctrica é efectuado através de células fotovoltaicas. Existem várias tecnologias ou tipos de células: i) silício monocristalino, ii) silício policristalino, iii) silício amorfo, iv) CIS (Cobre-Índio-Selénio, CuInSe<sub>2</sub>), v) células fotovoltaicas orgânicas. As células com maior expansão são as de silício, e mais recentemente as CIS. As células são agrupadas em módulos formando um conjunto com potências até cerca de 180-200 Wp. Estes módulos podem ser associados em série e/ou em paralelo até atingir a potencia pretendida. A corrente contínua gerada é normalmente regulada e convertida em energia eléctrica alternada para consumo final, com uma eficiência global de cerca de 12%. Os módulos podem ser associados a mecanismos para seguir o movimento do Sol ou para concentrar a

radiação solar de forma a aumentar a produção de energia. As aplicações de sistemas fotovoltaicos podem variar desde sistemas isolados (sistemas autónomos com armazenamento em baterias) com poucos kWp até centrais com milhares de painéis e alguns MWp de potência instalada. A natureza modular dos painéis solares é, no entanto, mais apropriado para aplicações de pequena e média dimensão, ao nível das residências e edifícios industriais e de serviços, contribuindo para a produção descentralizada de energia, isto é, junto do consumidor.

Existem muitas outras formas de aproveitamento da energia do Sol, entre as quais se pode referir a conversão em energia térmica de alta temperatura. Neste tipo de sistemas a radiação solar é concentrada numa 'fornalha' através de um largo conjunto de espelhos ou concentradores, atingindo elevadas temperaturas e produzindo vapor de um fluido de trabalho (água por exemplo), que depois é turbinado para a produção de energia eléctrica.

Portugal é um dos países da Europa com elevada irradiação solar total anual, no entanto, este recurso tem sido mal aproveitado através de sistemas solares térmicos no sector residência e de serviços. Estima-se que existem instalados em Portugal um total de 225.000 m<sup>2</sup> de painéis solares térmicos (menos que em alguns países com menor número de horas de Sol por ano), tendo-se verificado uma reduzida expansão nos últimos anos, com a instalação de apenas 5000 m<sup>2</sup>/ano. Existem igualmente excelentes condições para a instalação de sistemas fotovoltaicos, com uma produção estimada entre os 1000 e os 1500 kWh por ano, por cada kWp instalado.

(projecto PETER)



a)

b)

Figura 2 - Painéis solares: a) solar térmico, b) solar fotovoltaico.

## GeoPalavra

**Projecto PETER****Rui Namorado Rosa<sup>(1)</sup>, Isabel Malico<sup>(2)</sup>, Vasco Fitas da Cruz<sup>(3)</sup>, João Figueiredo<sup>(2)</sup>, Paulo Canhoto<sup>(1)</sup>, Fátima Baptista<sup>(3)</sup>, João Martins<sup>(2)</sup>***(1) Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Física da Universidade de Évora**(2) Centro de Engenharia Mecatrónica e Departamento de Física da Universidade de Évora**(3) Instituto Ciências Agrárias Mediterrânicas e Departamento de Engenharia Rural da Universidade de Évora*

O Parque Temático Trans-fronteiriço sobre Energias Renováveis - PETER - é um projecto com duração indeterminada e aberto à participação de entidades competentes interessadas. O apoio disponibilizado pelo programa INTERREG é o seu impulso fundador. Estão associados neste projecto as Universidades de Badajoz e de Évora, os laboratórios de estado CIEMAT (Madrid) e INETI (Lisboa), a Cidade de Badajoz, a agência de energia IDAE e a associação empresarial ADRAL.

O Parque Temático tem dois campus, Évora e Badajoz, podendo vir a ter mais campus, abrangendo diversas temáticas específicas, com o objectivo de abranger mais ainda, de acordo com os recursos disponíveis e a pertinência dos temas. Quanto ao campus de Évora, o seu desenho inicial compreendia também armazenamento de energia (eléctrica e/ou gás), célula de combustível, e edifício bioclimático inteligente. Espera-se que estas ou outras componentes possam vir a ser instaladas no futuro. Para já compreende um sistema integrado de gasificação de biomassa seca e de biomassa húmida, com duas tecnologias distintas, uma unidade moto-geradora de electricidade, alimentada pelo gás produzido, bem como um sistema foto-voltaico e uma unidade eólica produzindo ambas energia eléctrica. Estas várias componentes integram-se num único sistema eléctrico regulado e com quadro próprio ligado à rede, mas a energia é destinada ao auto-consumo.

A finalidade do projecto é dispor de uma rede de colaborações científico-técnicas, incluindo entidades académicas, empresariais, autárquicas e outras, e de campus onde podem ser desenvolvidas actividades de divulgação ao público, acção educativa, demonstração técnica, investigação científica. Inclui-se aqui em particular o acolhimento para demonstração ou o teste de equipamentos inovadores e o ensaio de novos combustíveis (no que a iniciativa empresarial será preponderante); a formação técnica ou a formação avançada (por iniciativa dos parceiros ou em resposta a solicitações).

O projecto está aberto à cooperação com novas entidades (são

actualmente 7 parceiros luso-espanhóis) quer para alargar o âmbito da sua influência quer para viabilizar novas linhas de trabalho. Em concreto, decorrem diligências para identificar temas e parceiros a fim de preparar alguma candidatura ao 7.º Programa Quadro. Como também decorrem diligências com empresários e autarquias tendo em vista identificar e encetar acções ou estudos em colaboração.

Trata-se de um projecto cuja base internacional tende a alargar-se em simultâneo com a sua ligação à região.

A duração do projecto é por tempo indefinido. O presente investimento físico terá uma vida útil de cerca de 20 anos nas suas componentes mais perecíveis, passível de re-condicionamento para além desse horizonte temporal. Por outro lado, o projecto prevê, e o Parque Temático tem para isso condições, acolher a todo o tempo novos investimentos físicos, em consonância com as parcerias, as inovações tecnológicas e as oportunidades de desenvolvimento experimental ou de demonstração, que se forem concretizando ao longo do projecto.

**Direcção e Coordenação Editorial**

Alexandre Araújo

**Correio electrónico:** gboletim@uevora.pt**Depósito legal:** 238091/06**ISSN:** 1646-3676, Setembro, 2007**Painel Editorial**

Alexandre Araújo, Ana Maria Silva, António Miguel, Cristina Gama, Mourad Bezzeghoud e Rui Namorado Rosa

**Tiragem:** 500 Exemplares

Este Boletim é impresso em papel reciclado no Serviço de Reprografia e Publicações da Universidade de Évora

**Apoio: FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia**

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

