

1

renováveis magazine

revista técnico-profissional de energias renováveis

Caixa para protecção de instalações fotovoltaicas

Soluções à medida de cada instalação para total segurança

Protecção para o lado AC e DC

Com ou sem Disjuntor / Interruptor

Ligação Plug & Play. Personalização com Logótipo e avisos de segurança



Weidmüller

dossier
solar de concentração

artigos técnicos
gestão de energia na Iluminação Pública
sistema de venda de energia eléctrica à rede
protecção de instalações fotovoltaicas
óleos de elevadas performances

especial sinerclima 2010
EXPOSALÃO promove 3.ª edição da SINERCLIMA

investigação e tecnologia
novas tecnologias fotovoltaicas - filmes finos

mundo académico
Projecto GreenIsland

a produção de electricidade por via termosolar em centrais de concentração



Num contexto de crescente procura de soluções condizentes com o novo paradigma energético que, por razões económicas, ambientais e de segurança se desenha à escala global, a utilização das energias renováveis, a par do aumento da eficiência energética, assumem-se como questões incontornáveis no enorme desafio que representa conjugar a manutenção dos actuais níveis de desenvolvimento com o respeito pelas questões sociais e ambientais que este levanta.

J. Farinha Mendes, Pedro Horta
Unidade de Energia Solar, Eólica e dos Oceanos do LNEG
farinha.mendes@neti.pt, pedro.horta@neti.pt

Introdução

À semelhança do ocorrido na última década com a energia eólica, a produção de electricidade termosolar enfrenta, no presente, o enorme desafio de passagem para um estágio comercial de tecnologias desenvolvidas ao longo dos últimos trinta anos, com especial destaque para os investimentos continuados em I&D em países como a Espanha, os EUA, a Alemanha ou Israel, países que ocupam justamente uma posição de liderança na exploração destas tecnologias.

Fazendo uso de sistemas ópticos de concentração para, através de fluxos de maior densidade, realizar a conversão térmica da radiação solar a média ou alta temperatura, as tecnologias de alta concentração (CSP, *Concentrated Solar Power*) permitem a produção de calor a temperaturas adequadas aos ciclos termodinâmicos, convencionalmente

utilizados na produção termoelétrica.

Sendo Portugal um dos países europeus com maior recurso solar, a utilização das tecnologias CSP para a produção eléctrica apresenta um enorme potencial de aplicação, como foi reconhecido recentemente no Despacho n.º 18838/2009 da Direcção Geral de Energia e Geologia, de 14 de Agosto, abrindo lugar à construção de nove instalações de demonstração das diferentes tecnologias, actualmente em concorrência neste domínio: centrais de torre, de concentração cilindro-parabólicas, fresnel linear e motor Stirling.

A realização destes projectos colocará Portugal no restrito grupo de países com soluções CSP implementadas, surgindo como uma excelente oportunidade de contacto e desenvolvimento de tecnologias com um

enorme potencial de desenvolvimento científico, tecnológico e industrial, que poderá abrir caminho à concretização de um "cluster" industrial nacional nesta área, com as consequentes mais-valias económicas: criação de postos de trabalho e de riqueza de uma forma sustentável.

A Tecnologia

O carácter distribuído do recurso solar torna a sua conversão térmica directa, viável apenas num domínio de temperaturas que não vai muito além dos 150° C.

A utilização de sistemas ópticos de concentração permite, através da obtenção de maiores fluxos de energia na conversão térmica, a operação a alta temperatura e viabiliza a utilização da energia solar térmica num espectro mais alargado de aplicações.



Centrais de Torre e Central Cilindro-Parabólico em Sevilha, Espanha [REF].

De entre os sistemas ópticos utilizados em aplicações de alta concentração, destacam-se:

Sistemas Cilindro-Parabólicos

Sistema de concentração linear de geometria cilíndrica com reflector parabólico, concentrando a radiação num receptor tubular posicionado no foco da parábola. Os colectores fazem o seguimento do sol em altura, a um eixo. Na sua utilização mais convencional o fluxo de radiação concentrado aquece um óleo térmico circulando no interior do absorvedor, fluido de transporte de energia para a geração de vapor, existindo também abordagens no sentido da produção directa de vapor no absorvedor, ou mesmo a utilização de um sal fundido como fluido de transferência. A temperatura de operação nestes sistemas pode atingir valores acima dos 400° C, quando se recorre a ópticas de concentração secundária. Este sistema apresenta uma elevada modularidade, podendo apresentar diferentes escalas de potência, desde as dezenas de kW até à escala das centenas de MW, embora os resultados obtidos com as centrais existentes e os estudos económicos apontem para valores mínimos de potência na ordem dos 50 MW.

Sistemas Lineares do tipo Fresnel

Sistema de concentração linear com reflector do tipo Fresnel, concentrando a radiação num receptor tubular (tubo de vácuo ou não) normalmente colocado no interior de uma outra cavidade não- evacuada que funciona como sistema secundário de concentração. À semelhança dos colectores cilindro-parabólicos, apresentam seguimento a um eixo mas esse seguimento é agora azimutal. Na sua utilização mais convencional, o fluxo de radiação concentrado aquece

um óleo térmico circulando no interior do absorvedor, fluido de transporte de energia para a geração de vapor, existindo também abordagens no sentido da produção directa de vapor no absorvedor.

Sistemas de Receptor Central de Torre

Sistema de concentração pontual dispendido de um conjunto de heliostatos com seguimento da trajectória solar a dois eixos e direccionando a radiação para um receptor central situado num ponto elevado. No receptor opera-se a conversão térmica do fluxo de radiação concentrado para um fluido de transporte de calor, sendo o mais usual o ar, embora um óleo adequado ou sais fundidos possam ser também utilizados, o que depende da temperatura de operação. Esta pode atingir valores na ordem dos 700° C embora continuem em cima da mesa projectos que apontam para temperaturas de operação acima dos 1000° C, recorrendo a ciclos combinados e a sistemas ópticos avançados de redireccionamento da radiação para uma zona de trabalho no solo. Na versão mais convencional é um sistema com pouca modularidade, com valores mínimos de potência na ordem dos 10 MW, de acordo com os estudos económicos. No entanto desenvolvimentos comerciais recentes es-

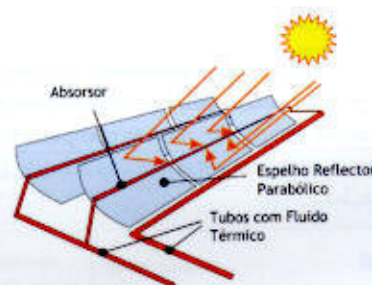
tão a reverter esta lógica e apontam para sistemas modulares na ordem dos 100 kW cada, o que está relacionado com a presente disponibilidade comercial de blocos de potência adequados a este nível de potência.

Sistemas de Disco Parabólico-Stirling

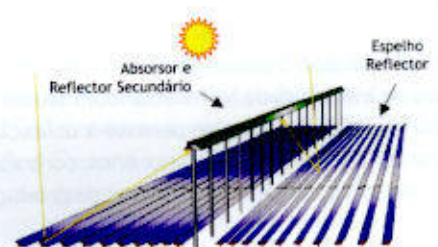
Sistema de concentração pontual consistindo em disco parabólico com produção de potência, assente num motor Stirling cuja fonte quente se posiciona no foco da parábola. Sistema com seguimento da trajectória solar a dois eixos. A temperatura de operação nestes sistemas é da ordem dos 700° C. Sistema com elevada modularidade, com valores mínimos de potência, comercialmente disponíveis, na ordem dos 3 kW. No último ano foram publicitados sistemas com potência variando entre este valor mínimo e os 25 kW.

A Produção De Electricidade Termosolar

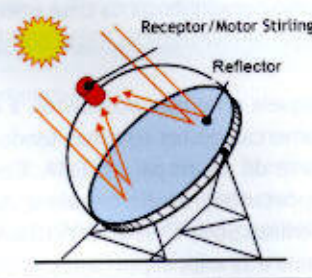
A produção de electricidade termosolar pode ser realizada através de um ciclo de Rankine convencional, com vapor de água produzido a partir da energia recolhida no sistema de concentração utilizado. Considerando a estabilidade de funcionamento da



Cilindro-Parabólico



Linear do tipo Fresnel



Disco Parabólico-Stirling

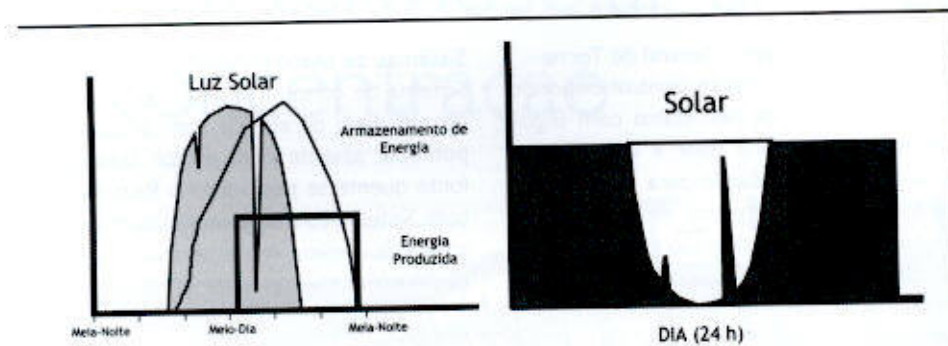


Receptor Central de Torre

Esquema de funcionamento de tecnologia CSP (adaptada de [REF SOLAR PAC ES]).

A PRODUÇÃO DE ELECTRICIDADE POR VIA TERMOSOLAR EM CENTRAIS DE CONCENTRAÇÃO. SITUAÇÃO EM PORTUGAL

turbina, tendo em vista não só a operação em condições de rendimento nominal mas também a minimização de necessidades de manutenção, estes sistemas dispõem de sistemas de armazenamento de energia a alta temperatura, sendo também particularmente adequados à hibridização.



Armazenamento e Hibridização

A utilização de armazenamento térmico permite, para além de uma resposta pronta a instabilidades pontuais no recurso solar, o alargamento do período de operação do sistema, resultando o dimensionamento do sistema de armazenamento de uma optimização técnico-económica entre o período/volume/custo do armazenamento e a produção adicional de energia.

A experiência com este tipo de centrais dispondo de armazenamento térmico mostra ainda a elevada capacidade de predição e desfasamento da produção eléctrica, o que representa uma enorme vantagem na ligação destes sistemas à rede eléctrica.

De facto, as centrais termosolares, utilizando uma fonte primária distinta mas com uma predição bastante fiável, apresentam as mesmas características das centrais térmicas convencionais, proporcionando inércia ao sistema eléctrico, permitindo uma regulação de operação a diferentes níveis, o corte de abastecimento sem necessidade de paragem de produção, uma hibridização simples com gás ou biomassa, e.g., aumentando a possibilidade de acomodação de potência produzida por outras fontes renováveis.

Por outro lado a utilização de um ciclo de Rankine orgânico abre a possibilidade de produção de electricidade termosolar com temperaturas de operação mais baixas (na ordem dos 150° C – 250° C), o que permite a utilização de sistemas ópticos de menor complexidade, estacionários ou quasi-estacionários, contrabalançando os menores rendimentos do ciclo termodinâmico com menores custos de produção/operação.

Das centrais de demonstração à produção comercial

São conhecidas as realizações, normalmente bélicas, com sistemas de concentração havidas na Antiguidade Clássica, e as abordagens à concentração da radiação solar, que ocorreu no final do séc. XIX. No entanto foi a partir dos anos 70, como consequência da crise energética de 1973, que de forma consistente se assistiu a um esforço de investigação neste domínio.

A normalização do mercado energético subsequente àquela crise não possibilitou a emergência de condições de mercado para a exploração comercial destes sistemas tendo, contudo, sido continuado o esforço de investigação por parte de alguns países (EUA, Espanha, Alemanha, Itália, Suíça, Israel e Japão, entre os mais importantes), dando origem a algumas instalações de investigação/demonstração, das quais as centrais Solar One e SEGS (Califórnia) e as centrais SSPS/DCS e CESA-I (Almeria) se contam entre as mais importantes.

A mais recente evolução das condições do mercado energético, aliada às crescentes preocupações ambientais, colocou de novo a produção de electricidade termosolar na agenda

política, assistindo-se no presente à criação de condições de mercado para a exploração comercial deste tipo de sistemas.

Exemplos notáveis desta evolução recente, são a Espanha e o Sudoeste dos EUA. Em Espanha, a publicação do Real Decreto 436, em 2004, garantindo a mesma tarifa para PV e electricidade termosolar para potências entre os 100 kW e os 50 MW, com um prémio de 0,18 €/kWh sobre o preço regular do kWh, garantia bancária de 25 anos e possibilidade de utilização de apoio a gás natural numa fracção anual de 12 % a 15 %, criou as condições para uma corrida à instalação dos primeiros 200 MW com tarifa garantida.

Exemplos de projectos recentes de produção eléctrica com CSP, em funcionamento ou em desenvolvimento, estão de acordo com as tabelas da página seguinte [1].

O funcionamento das centrais pode enquadrar-se numa filosofia de produção de calor para integração em central convencional, sendo a opção mais interessante a combinação Solar/Ciclo combinado (CSP utilizado como fonte de produção de calor que complementa o calor rejeitado de turbina a gás, aumentando a produção do ciclo de Rankine de base), apontando estudos desta configuração para uma redução de custos do sistema CSP na ordem dos 22 % (comparado com um sistema parabólico convencional).

Estes sistemas apresentam potências na ordem dos 30 MWe a 40 MWe, apresentando como vantagem a possibilidade de operar em baixa/média carga, ao invés da produção apenas em picos de carga (mercado base para o CSP).

Os mais recentes incentivos à instalação destes sistemas apontam, contudo, para instalações com uma elevada fracção solar (veja-se o mínimo de 85% de fracção solar anual definido para as centrais em Espanha), o que promove não só uma resposta a picos de consumo eléctrico em fase com o recurso solar, mas também a utilização de sistemas de armazenamento que permitam um aumento do número de horas de produção das centrais.

No que toca aos custos, a experiência reco-

Nome	Localização	Potência (MWe)	Tipo, fluido de transferência de calor e meio de armazenamento	Data do arranque	Financiamento
Aurelios	Adrano, Sicília	1	Torre, Vapor de Água	1981	Comunidade Europeia
SSPS/CRS	Almeria, Espanha	0,5	Torre, Sódio	1981	8 Países Europeus & EUA
SSPS/DCS	Almeria, Espanha	0,5	Torre, Óleo	1981	8 Países Europeus & EUA
Sunshine	Nio, Japão	1	Torre, Vapor de Água	1981	Japão
Solar One	Califórnia, EUA	10	Torre, Vapor de Água	1982	Dep. de Energia e Utilidades
Themis	Targassonne, França	2,5	Torre, Sais Fundidos	1982	França
CESA-1	Almeria, Espanha	1	Torre, Vapor de Água	1983	Espanha
MSEE	Albuquerque, EUA	0,75	Torre, Sais Fundidos	1984	Dep. de Energia e Utilidades
SEGS-1	Califórnia, EUA	14	Torre, Óleo	1984	Financiamento Privado - LuZ
Vanguard	EUA	0,025	Disco Parabólico, Hidrogénio	1984	Sociedade Avanço
MDA	EUA	0,025	Disco Parabólico, Hidrogénio	1984	McDonnell-Douglas
C3C-5	Crimeia, Rússia	5	Torre, Vapor de Água	1985	Rússia

Tabela 1 Primeiros projectos de energia solar térmica (adaptado de [1]).

A tecnologia de receptor central, dispondo de sistemas de armazenamento eficientes e a baixo custo, poderão representar uma boa solução para centrais de elevada potência e elevada fracção solar, apresentando-se as centrais PS10 e PS20, em Sevilha (SOLUCAR), como bases de estudo para o funcionamento desta tecnologia em condições de mercado.

O aumento da dimensão das centrais apresenta claramente um potencial de redução de custos para estas tecnologias, apontando alguns estudos para uma redução de 12-14%, por via do aumento dos volumes de fabrico e da redução de custos de operação e manutenção das centrais – ver Tabela 3 [1].

Nome/Localização	Capacidade Total (MWe)	Capacidade Solar (MWe)	Ciclo Termodinâmico	Organização/Financiamento
Cilindro-Parabólico				
Algeria	140	35	ISCC	"New Energy "Algeria"
Central de Uiddell/NSW, Austrália	2000	50	Linear Fresnel Reflector	"Macquarie Generation" e "Solar Heat and Power"
Kuraymat/Egipto	150	30	ISCC	"NREA / GEF grant", "JBC loan"
THESEUS – Creta/Grécia	50	50	Ciclo de Vapor	"Solar Millennium", "Rabeg Solar Int.", "Fichtner Solar", "OADYK"
Methania, Índia	140	30	ISCC	"RREC" (Rajasthan Renewable Energy Authority) / GEF grant, KfW loan
Yazd / Irão	467	17	ISCC	"Mapna" / Ministério Iraniano de Energia
Israel	100	100	Ciclo Combinado de Vapor / Combustão Fóssil	"Israeli Ministry of National Infrastructure" e "Solel"
Itália	40	40	Ciclo de Vapor	"ENEA"
Baja California Norte, México	291	30	ISCC	"Open for IPP bids GEF grant"
Aln Beni Mathar, Marrocos	220	30	ISCC	"ONE / GEF grant, African Development Fund"
Espanha	12x50	12x50	Ciclo de Vapor com 0,5 a 12 h de armazenamento usando apenas recurso solar e 12-15% de recurso a combustão	"Abengoa", "ACS-Cobra", "EHN-Solargenix", "berdrola", "HC-Genesa", "Solar Millennium"
Nevada, USA	50	50	SG, SEGS	"Green pricing, consortium for renewable energy park Sierra Pacific Resources with SolarGenix"
Receptor Central de Torre				
Fluido de Transporte de Calor - Vapor Espanha PS10 e PS20	10+2x20	10+2x20	Ciclo de Vapor com Receptor de Vapor Saturado e Armazenamento em Tambor de Vapor	"Abengoa" (Espanha)
Fluido de Transporte de Calor - Sais Fundidos Espanha	15	15	Sais Fundidos/Produção directa de Vapor	"SENER" (Espanha)
Disco Parabólico				
SunCal 2000/ Huntington Beach California, USA	0,4	0,4	8-Discos Parabólicos/Motor Stirling	"Stirling Energy Systems"
EuroDish Demonstrations	0,1	0,1	6-Discos Parabólicos/Motor Stirling	"SBP and Partners"

Tabela 2 Projectos de energia solar térmica em desenvolvimento (adaptado de [1]).

lhida até ao presente baseia-se sobretudo em sistemas cilindro-parabólicos, como os sistemas SEGS da Califórnia. Para os actuais sistemas, os custos de produção eléctrica situam-se na ordem dos 15-17 US c\$/kWh (Sul da Califórnia) em áreas de elevado recurso solar, e de cerca de 20 c€/kWh em áreas

de médio recurso na região Mediterrânica. De um modo geral é evidente que, no presente, os sistemas cilindro-parabólicos se apresentam como a solução mais económica e madura, apresentando ainda uma potencial redução de custos ao nível dos diferentes componentes.

Espanha: sinais de um mercado com futuro

A aposta consistente em actividades de I&D neste domínio, colocou a Espanha na liderança mundial das tecnologias CSP. O envolvimento do sector industrial nestas actividades permitiu uma resposta cabal às oportunidades abertas com a publicação do Real Decreto 436, em 2004, tendo neste momento oito centrais CSP em funcionamento e 32 em construção, com uma previsão de potência total instalada acima dos 800 MW em Dezembro de 2010.

O enorme interesse demonstrado pelos promotores no desenvolvimento destas centrais, com cerca de cem solicitações de ligações à rede num total de cerca de 4500 MW, conduziu à recente promulgação do Real Decreto Lei 6/2009 de 7 de Maio que veio garantir o alargamento da tarifa em vigor a um total de 2320 MW. Neste momento encontra-se em preparação um novo decreto visando o estabelecimento de quotas de potência anuais a instalar, novas tarifas, fórmula de redução da tarifa com o tempo de exploração e potência instalada, incorporando as particularidades associadas a estas centrais, fruto da experiência entretanto adquirida [2].

Portugal na mesma rota?

As políticas energéticas nacionais promoveram, ao longo da última década, o estabelecimento de esquemas bem sucedidos de tarifas especiais para a produção eléctrica

	Curto-Prazo	Curto-Prazo	Curto-Prazo	Médio-Prazo (~5 Anos)	Longo-Prazo (~10 Anos)	Longo-Prazo (~10 Anos)
Ciclo Termodinâmico	Rankine	Rankine	ISCC	Rankine	Rankine	Rankine
Campo solar (milhares m ²)	193	1210	183	1151	1046	1939
Armazenamento (horas)	0	0	0	0	0	0
Capacidade do Sistema Solar (MW)	30	200	30	200	200	200
Capacidade Total da Central (MW)	30	200	130	200	200	200
Factor de Capacidade Solar	25%	25%	25%	25%	25%	50%
Eficiência Solar Anual	12,5%	13,3%	13,7%	14,9%	16,2%	16,6%
Investimento (\$/kW)						
Centrais, US	3500	2400	3100	2100	1800	2500
Internacional	3000	2000	2600	1750	1600	2100
Custos de O&M (\$/kWh)	0,023	0,011	0,011	0,009	0,007	0,005
Custo Nivelado (\$/kWh)	0,166	0,101	0,148	0,080	0,060	0,061

Tabela 3 Redução de custos de operação e manutenção das centrais (adaptado de [1]).

com base em energias renováveis, sendo os casos mais evidentes a energia eólica e o solar fotovoltaico, assim como, esquemas de financiamento e subsidição no solar térmico, levando a um crescimento consistente do peso das energias renováveis no mix energético nacional e à criação de condições para o estabelecimento destes mercados.

No prosseguimento destas políticas, a produção de electricidade termosolar foi finalmente consagrada com a publicação do Despacho n.º 18838/2009 da Direcção Geral de Energia e Geologia, de 14 de Agosto, estabelecendo um período para a apresentação de Pedidos de Informação Prévia (PIP), para a ligação à rede do Sistema Eléctrico Nacional de centrais CSP (a par do fotovoltaico de concentração).

No âmbito deste despacho e no que toca às tecnologias CSP, é promovida a instalação de sistemas de demonstração com uma potência total de 28,5 MW, assim distribuída: um total de 4,5 MW no que toca a projectos utilizando a tecnologia Disco Parabólico-Stirling em centrais com uma potência máxima individual de 1,5 MW, e um total de 24 MW para as restantes tecnologias, em centrais com uma potência máxima individual de 4 MW.

Esta medida baseia-se, tanto quanto é do conhecimento público, num esquema de tarifa especial, para a qual existia já uma

aproximação inicial, com a publicação, do DL 225/2007 de 31 Maio, apresentando um valor em torno dos 27 c€/kWh para centrais com potência abaixo dos 10 MW, e 17-20 c€/kWh para centrais de maior potência.

No final do período de apresentação de PIP's, a 15 de Setembro último, foram apresentados um total de 34 pedidos de ligação para sistemas CSP, com a seguinte distribuição por tecnologias: 7 Disco Parabólico-Stirling; 12 Cilindro-parabólico; 12 Fresnel linear e 3 Receptor Central de Torre.

A conclusão deste processo, com a selecção final das propostas vencedoras, resultará expectavelmente na construção de nove centrais de demonstração cobrindo as diferentes tecnologias CSP, o que colocará Portugal no restrito grupo de países com projectos correntes nesta área.

O papel do LNEG

O LNEG, instituição que reúne competências e uma experiência de trinta anos em diferentes domínios da energia solar, foi chamado a colaborar neste processo ao longo das suas diversas fases de desenvolvimento, tendo vindo a fazer o acompanhamento técnico e assessoria à DGEG, e a estabelecer protocolos de cooperação no domínio do CSP com os promotores interessados. Alguns desses protocolos darão naturalmente origem a

contratos específicos de A T&T, no domínio da avaliação do recurso, do desenvolvimento de produtos e de software, que permitirão avançar para a optimização do rendimento global de algumas dessas centrais.

No presente, e para além da sua função institucional como Laboratório de Estado do Ministério da Economia, Inovação e Desenvolvimento, que continuará a assessorar a DGEG no acompanhamento desta medida em termos que, contudo, ainda não estão totalmente definidos, o LNEG irá apostar internamente no redireccionamento das suas competências específicas em termos de I,D&D para algumas das áreas que implantação destas tecnologias no território nacional irá certamente requerer. Só com um envolvimento muito forte e determinado, será possível ultrapassar o "gap" criado pela falta de investimento adequado em I&D nas tecnologias específicas CSP dos últimos trinta anos, e dar uma resposta cabal às solicitações do tecido industrial nacional no sentido do desenvolvimento de novos projectos, produtos ou serviços.

Para além da produção de electricidade, esta é uma área forte de I&D, como sejam a selecção, desenho e tratamento de materiais, capazes de cumprir com as pesadas condições de funcionamento das cavidades absorvedoras de sistemas pontuais de alta concentração. Também ao nível das aplicações,

pode ser encarada a produção de hidrogénio por via da termodissociação, a gaseificação de hidrocarbonetos, de biomassa e de resíduos, e ainda como possível solução para o tratamento de resíduos perigosos.

Tudo temas presentemente já em desenvolvimento em algumas das instituições parceiras do LNEG, no âmbito da EERA – European Energy Research Alliance, com as quais irão também ser estabelecidas parcerias para cooperação neste domínio das CSP.

As oportunidades para a indústria nacional

Sendo este um mercado emergente, são ainda poucas as empresas, a nível internacional, produzindo equipamentos para a utilização destas tecnologias, apresentando-se o desenvolvimento dos diferentes componentes utilizados como uma oportunidade de novos mercados para a indústria nacional.

Destacam-se neste domínio:

- a produção de heliostatos,
- a produção de sistemas primários de concentração linear, parabólicos ou planos,
- a produção de sistemas secundários de concentração linear e pontual;
- a produção de receptores para sistemas de concentração linear e pontual;
- a produção do subsistema de armazenamento;
- os componentes mecânicos, eléctricos e electrónicos associados às centrais térmicas;
- a produção do software de controle (subsistemas e sistema global);
- a engenharia associada ao desenho, construção e manutenção de centrais térmicas.

identificando-se como principais indústrias, com potencial de produção de componentes, as indústrias metalomecânica, de moldes e de vidro por um lado, as empresas de serviços de engenharia de projecto e de electrónica de controle, por outro.

Estará certamente na mente dos nossos dirigentes dar continuidade à medida agora iniciada, continuando a apoiar este sector através da abertura de novos PIPs com valores de potência que permitam a passagem desta fase de demonstração para a fase de exploração comercial, o que, à semelhança da energia eólica, dará origem à criação em Portugal de um "cluster" industrial e de serviços, nas vertentes acima enunciadas, potenciador da criação de emprego e de criação de riqueza de uma forma sustentável. [im](#)

Referências

- [1] "Concentrated Solar Power - NOW!", Greenpeace, ESTIA, SolarPACES, Setembro 2005
- [2] "La Energia Solar Termo-Eléctrica En España: Situación y oportunidades históricas", Crespo, L., PROTERMOSOLAR; CSP Today, 3rd Concentrated Solar Thermal Power Summit, Sevilha, 11-12 Novembro 2009
- [3] <http://www.solarpaces.org/>

renováveis magazine
revista técnico-profissional de energias renováveis

Conheça a sua nova revista em
www.renovaveismagazine.pt