

DOCUMENTOS

Energia solar*

GIOVANI FRANCA**

1. Introdução; 2. Técnicas de captação e exploração da energia solar; 3. Instalação de pequena potência sem concentração; 4. Instalação de pequena e média potência com concentração; 5. Instalações de grandes potências; 6. Principais programas no mundo e atividades da Ansaldo.

1. Introdução

A Terra recebe do Sol aproximadamente 1.780.000 bilhões de quilowatts por ano, sendo que cerca de 45%, isto é, 80.000 bilhões atingem o solo. Esses valores são particularmente significativos se traduzidos em “toneladas de petróleo equivalente”.

Usando tal unidade de medida, a energia que a Terra recebe por ano corresponde a 156.000 bilhões de “toneladas de petróleo equivalente”, das quais 70.000 bilhões chegam ao solo.

O objetivo dessa exposição é apresentar algumas informações resumidas sobre as técnicas atuais de exploração dessa vultosa fonte de energia, 10 mil vezes maior que as presentes necessidades energéticas mundiais por ano.

Como pode ser constatado, após 17 anos de estudos, cinco dos quais em colaboração com a Ansaldo,¹ os resultados obtidos constituem uma fascinante e concreta realidade.

2. Técnicas de captação e exploração da energia solar

Qualquer corpo preto, quando exposto ao Sol, absorve mais de 95% da energia que o atinge, e, aquecendo-se, pode esquentar um fluido que o atravessa.

* Conferência proferida em 29.9.77 na Fundação Getúlio Vargas.

** Professor da Universidade de Houston (EUA) e consultor da Ansaldo.

¹ Empresa italiana do grupo IRI — Instituto de Reconstrução Industrial da Itália — que se dedica ao aproveitamento da energia solar.

Até 35/40°C este rudimentar absorvedor de energia radiante possui um rendimento satisfatório, porém, aumentando-se a temperatura, a energia térmica que o corpo preto perde por irradiação e convecção alcança rapidamente o valor da energia absorvida e o rendimento cai a zero. Isto acontece por volta de 50/60°C. Existe, portanto, o problema de aumentar a temperatura de captação até os valores necessários para a utilização, sem diminuir o rendimento. As técnicas de captação variam, portanto, dependendo desta temperatura.

As temperaturas de utilização são basicamente as seguintes:

- a) por volta de 80 a 120°C para aplicações em “baixa temperatura”, como o fornecimento de água quente para uso doméstico e industrial, produção de vapor d’água, refrigeração de ambientes, uso agrícola (climatização de estufas, instalações pecuárias, secagem e conservação de alimentos perecíveis), dessalinização das águas, motores a fluido orgânico etc.;
- b) por volta de 200 a 300°C para aplicações de “média temperatura”, como a produção de vapor, destilação, motores a fluido orgânico etc.;
- c) por volta de 500 a 600°C para aplicações de “alta temperatura”, como a produção de vapor superaquecido e geração de energia elétrica;
- d) por volta de 3.600 a 3.800°C para aplicações de “altíssima temperatura”, como fornos solares.

Outrossim, estão em estudos temperaturas de 1.000°C para motores a gás e para produção de hidrogênio.

Pode-se notar que as técnicas de captação baseiam-se na produção das superfícies quentes contra as perdas por irradiação e convecção. Tais técnicas utilizam:

- a) efeito “estufa” — painel constituído basicamente por caixa termicamente isolada, coberta por uma lâmina de vidro;
- b) superfícies seletivas — superfícies pretas com 85% de absorção de raios solares e com 15% quanto à emissão de raios térmicos;
- c) células antiirradiantes — compostas de uma estrutura tipo “colméia”, instalada para proteger o corpo negro, contendo também células perpendiculares ao corpo. Estas células, idealizadas pelo autor, representam uma das mais avançadas técnicas conhecidas, no que se refere à redução das perdas de calor por irradiação na atmosfera.

A estrutura tipo colméia é feita de materiais transparentes (vidro, quartzo, material plástico) aos raios solares mas não aos raios térmicos, que de outra forma seriam perdidos.

Abordaremos aqui somente um aspecto das técnicas de captação de energia solar — o relativo à conversão termodinâmica. Para outras aplicações, como refrigeração de ambientes, dessalinização das águas etc., cuja importância econômica e social desejamos frisar, a Ansaldo está empenhada em um programa de realizações concretas no Brasil, baseadas na simplicidade das instalações, na facilidade de manutenção e no seu baixo custo.

3. Instalação de pequena potência sem concentração²

Estas instalações são compostas de uma bateria de painéis planos que esquentam a água a 70/80°C, a qual é guardada em um reservatório acumulador. Do reservatório, a água quente passa para um trocador de calor que aquece um fluido orgânico que evapora e evolui numa máquina de ciclo de Rankine. É preciso, entretanto, utilizar um fluido orgânico em lugar do vapor d'água, devido ao pequeno desnível térmico disponível, desnível este responsável pelo baixo rendimento da instalação.

Tal tipo de instalação é muito indicado para o bombeamento de água para irrigação ou para a produção de eletricidade (as potências em consideração são da ordem de 5/15kW). Recentemente, a Ansaldo realizou um protótipo para bombeamento de água com potência de 3kW no eixo da turbina e capacidade de 20m³ por hora, para um desnível de 30 metros, podendo ser fabricado com materiais e mão-de-obra local.

A disponibilidade de água para irrigação e de pequenas quantidades de energia elétrica permite a formação de núcleos civilizados em locais distantes onde não é econômico o uso do óleo *diesel* devido à dificuldade de transporte.

4. Instalação de pequena e média potência com concentração³

Para aumentar o rendimento do ciclo é necessário aumentar a temperatura, com auxílio da concentração. Para este tipo de instalação são usados sistemas de concentração do tipo distribuído, com unidades elementares repetidas, segundo modelos, até conseguir a potência desejada.

Os sistemas mais usados são os seguintes:

- a) espelhos cilíndricos parabólicos, giratórios em volta do próprio eixo, com uma caldeira linear colocada no foco da seção parabólica, com que se consegue temperaturas de 250 a 300°C. Para estas instalações a Ansaldo possui *know-how* desenvolvido pelo autor, através das instalações existentes em Marselha (França) em 1963/1964 (vapor a 300°C);
- b) espelhos parabólicos, com uma caldeira "pontual" colocada no foco e dois movimentos de rotação. Este sistema permite que sejam alcançadas temperaturas superiores a 300°C.

A Ansaldo está capacitada a produzir instalações deste tipo com capacidade de 30, 100 e 150kW elétricos.

5. Instalação de grandes potências

Conforme avaliação da Energy Research and Development Agency — Erda —, que dirige o programa de energia dos EUA, o quilowatt produzido em

² Até dezena de quilowatts.

³ Potência de algumas centenas de quilowatts.

usinas helielétricas somente será economicamente interessante para potências instaladas a partir de 100/300mW, interligadas em rede. Nessas usinas, que devem ter um rendimento termodinâmico elevado, é preciso usar um ciclo de vapor d'água com alta temperatura de entrada (vapor superaquecido).

Faz-se necessário, portanto, realizar uma alta concentração de energia solar na caldeira (que deve ficar sobre uma torre em altura adequada), dirigindo para ela a energia solar captada por um campo de espelhos devidamente focalizados, todos eles giratórios, de forma a refletir, em cada instante, a imagem do sol na própria caldeira.

As etapas tecnológicas a serem alcançadas para realização destas instalações são:

- a) instalação de 100 a 400kW térmicos, para testar a caldeira;
- b) construção de uma usina de 1 a 5mW elétricos, ligada à rede de distribuição;
- c) com base nas experiências adquiridas em *a* e *b*, produzir uma usina de 10 a 15mW elétricos que, reproduzida modularmente, dará a potência desejada.

Assim, as usinas de grande potência serão construídas, portanto, com módulos de 10 a 15mW cada uma, com a própria caldeira ligada a um único turbogerador central. Por exemplo, uma usina de 100mW seria composta por 8 módulos de 12,5mW.

6. Principais programas no mundo e atividades da Ansaldo

Estados Unidos da América do Norte

- Em 1976 foram concedidos financiamentos para pesquisas na área de energia solar no valor de US\$33 milhões.
- Em 1977 entrou em funcionamento uma usina de 400kW térmicos, encomendada pelo Georgia Technology Institute, em Atlanta, para teste de caldeiras e acumuladores térmicos. Esta usina, fornecida pela Ansaldo, segundo o projeto do autor e construída com base em experiência adquirida na instalação de Santo Ilário (Gênova), produz vapor superaquecido a 150 atm. e 600°C. Deve-se ressaltar que a usina de Atlanta é a primeira em funcionamento nos EUA e a segunda do mundo, após a de Santo Ilário.
- Está em fase de projeto uma instalação experimental de 1.000kW térmicos em Albuquerque, que entrará em funcionamento até 1979 e deverá ser posteriormente ampliada para 1.000kW elétricos.
- Quatro projetos de viabilidade para instalações de 100mW, encomendados pela Erda.

França

- Projeto Inti (800kW), utilizando líquido orgânico na caldeira.
- Projeto Them (3.500kW), que utiliza vapores saturados ou sais fundidos para aumentar a temperatura e o rendimento.
- Iniciado o estudo de uma central de 10 a 15mW.

Todos estes são patrocinados pela Cethel, com coordenação e financiamento do Commissariat des Energies Nouvelles.

Itália

- A Ansaldo começou a interessar-se por energia solar no segundo semestre de 1973. Atualmente, pesquisas e aplicações de grande interesse, também no plano industrial, encontram-se em andamento.
- Instalações do tipo fornecido ao Georgia Technology Institute (Atlanta) podem ser fornecidas para estudo da caldeira, dos acumuladores ou para teste de ciclos a vapor ou a líquidos orgânicos.
- A Comunidade Econômica Européia resolveu construir uma instalação solar de 1mW elétrico ligada à rede de distribuição, que deverá ser realizada em três anos. Este é o primeiro exemplo de colaboração entre três países — Itália, Alemanha e França — em um importante projeto no setor, valorizado pelo fato (e pedimos vênia pelo orgulho com que o declaramos), de ser realizado com o processo tecnológico Ansaldo (vapor superaquecido).

Na execução deste projeto participarão a Enel e Ansaldo da Itália, a Messerschmidt-Bolkow-Blohm — MBB — da Alemanha Ocidental e a Cethel da França. Além da tecnologia, a Ansaldo fornecerá a caldeira e o ciclo térmico.

DIAPOSITIVOS DA UNESCO PARA EDUCAÇÃO ARTÍSTICA

Uma coleção de **slides** que ilustra as concepções e os métodos atuais de ensino artístico. Cada série contém **30 slides** e um livreto onde são encontrados textos explicativos sobre cada foto e uma introdução geral ao assunto tratado pela série.

Séries:

1. Brincar, explorar, perceber, criar.
2. O adolescente e a arte em três dimensões.
3. O despertar do interesse visual e plástico na educação artística.
4. A arte das crianças do Japão.
5. Desenho Industrial.
6. A arquitetura moderna no mundo.
7. As cartas gráficas a serviço da informação visual no mundo.
8. A arte das crianças africanas.
9. A arte das crianças da América Latina.

À venda nas livrarias da Fundação Getúlio Vargas, representante da Unesco no Brasil.