

Ministério da Educação e do Desporto
Universidade federal de Pelotas
Programa de Pós-Graduação em Meteorologia
Disciplina de Física da Atmosfera II

ENERGIA SOLAR
ALGUMAS APLICAÇÕES

Diunisio Mezzomo

ENERGIA SOLAR

ALGUMAS APLICAÇÕES

1. INTRODUÇÃO

O sol é uma fonte perene, silenciosa e não poluente de energia, sendo responsável por todas as formas de vida no nosso Planeta. Diariamente o sol transmite uma grande quantidade de energia através de ondas eletromagnéticas. Ao chegar à Terra, é responsável pelos fenômenos que ocorrem na atmosfera por ser a principal fonte de energia externa que interage com os gases atmosféricos. Porém, a maior parte dessa energia não é absorvida pelos gases que compõe a atmosfera, chegando à superfície terrestre. Essa energia gera todos os processos naturais, como a fotossíntese que combina a energia luminosa do sol com o dióxido de carbono da atmosfera para armazenar energia nas plantas em forma de hidrocarbonos. Na realidade, a maior parte da energia que utilizamos na Terra vem do Sol. Ventos, biomassa (inclusive fóssil), quedas d'água, são todos resultado da irradiação luminosa emitida pelo Sol.

Essa energia pode ser utilizada para diversas finalidades, substituindo, em muitos casos com vantagens, outras formas convencionais de energia que vem sendo utilizadas pelo homem à décadas. O interesse por fontes alternativas de energia vem crescendo muito nos últimos anos. A energia solar é uma forma absolutamente pura, não poluente, não produz fumaça e nem resíduos radioativos, por exemplo. Constitui-se, portanto, uma forma ideal de energia para proteção do meio ambiente. Atualmente já existe tecnologia e projetos em desenvolvimento para a utilização de energia solar para

- Aquecimento de água ou qualquer líquido.
- Secagem de grãos na agricultura.
- Cozimento de alimentos em fogões solares.
- Resfriamento ou refrigeração.
- Conversão termoelétrica, fotovoltaica, termo iônica e fotoquímica.

Um país como o nosso, que possui uma grande extensão territorial, sendo grande parte situada na zona tropical, dispondo, dessa forma, de alta incidência de radiação solar, torna-se possível desenvolver tecnologias capazes de transformar a energia solar em energia térmica, elétrica, química, etc. Mas sua utilização é ainda muito reduzida. O aquecimento de água para fins pessoais, por exemplo, é um dos grandes problemas atuais de energia que o Brasil enfrenta. O chuveiro elétrico é considerado o vilão no consumo de energia elétrica. No Brasil, cerca de 67,6 % dos domicílios possuem chuveiro elétrico, totalizando 18 milhões de unidades (Quinteros, André R), sendo um dos poucos países que ainda utiliza quase que exclusivamente energia elétrica para aquecimento de água. Nos

países de primeiro mundo, o uso da energia solar para esta finalidade, está completamente difundida.

Outros países, possuem projetos em desenvolvimento e já utilizam a energia solar em muito maior escala do que o Brasil. A Califórnia, EUA, tem atualmente uma instalação capaz de gerar uma grande quantidade de energia elétrica a partir da tecnologia solar. Na Suíça, igualmente, possui programa para produção de energia elétrica a partir da energia solar. Em Freiburg, Alemanha, se constroem casas, com telhados cobertos com painéis fotovoltaicos, que produzem mais energia que consomem (Bezerra, Arnaldo M.). Na Índia, na China e no Kênia, os fogões solares fazem parte do cotidiano.

Apresentaremos, a seguir, três formas de utilização da energia solar, já em uso, ou com pesquisas em andamento para desenvolvimento de novas tecnologias para um melhor aproveitamento da energia radiante

- Aquecedores de Água.
- Secadores de Grãos.
- Fogões Solares.

2. AQUECEDORES DE ÁGUA

O início da utilização da energia solar para o aquecimento de água ocorreu no século XVIII, quando o cientista suíço, Nicholas de Saussure, idealizou o sistema coletor de energia solar. Construiu uma simples caixa de madeira, quadrangular e de poucos centímetros de altura, pintada de preto por dentro e coberta com vidro. A energia absorvida pela superfície escura aquecia a água que circulava por uma serpentina.

2.1. Objetivos

Atualmente, os aquecedores solares são utilizados, principalmente, para aquecimento de água para uso doméstico e no aquecimento da água de piscinas. Embora o custo de instalação seja ainda relativamente alto, a baixa taxa de manutenção do equipamento aliada à gratuidade da energia fornecida, faz com que, em pouco tempo se obtenha o retorno do investimento e economia a partir deste momento. Para um país como o nosso, com problemas crescentes no abastecimento de energia elétrica, um investimento nessa área trará, em seguida, uma diminuição da energia elétrica considerável, livrando-nos, por exemplo, do horário de verão.

2.2. Componentes.

O princípio de funcionamento do aquecimento solar de água é bastante simples, baseando-se na absorção da radiação solar na condução de calor através dos materiais que compõem o sistema. É composto por dois itens básicos: o coletor solar (placas) e o reservatório térmico (*boiler*).

O Coletor Solar é composto pelos seguintes materiais:

Chapa enegrecida, geralmente de alumínio, que tem por finalidade absorver as radiações solares, transformando a energia radiante em térmica. Pela sua cor negra, absorve melhor as radiações, transmitindo o calor obtido para os tubos de cobre e conseqüentemente para a água.

Tubo de cobre colocados sobre a placa de alumínio em forma de serpentina, serve para conduzir a água que captará o calor absorvido na placa. O cobre, sendo um ótimo condutor de calor, absorverá todo esse calor do coletor e o transmitirá para a água que está circulando.

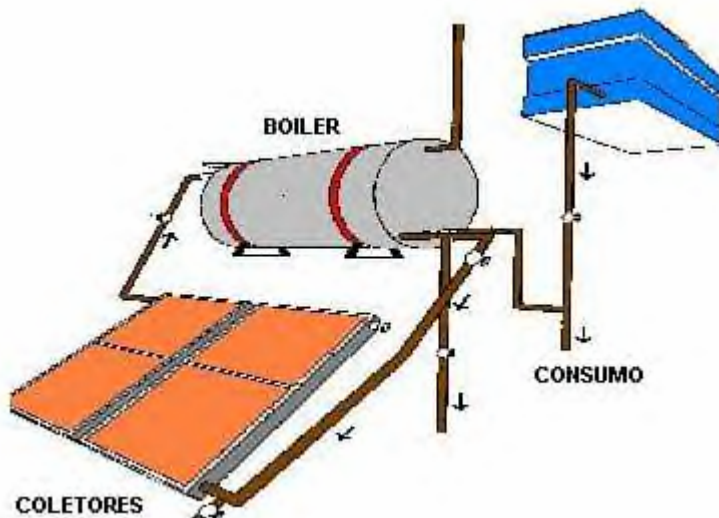
Vidro: Tem como finalidade principal provocar o efeito estufa. Ou seja, a luz do sol, incidindo diretamente no vidro, faz com que grande parte dela penetre no interior do coletor, atingindo a placa enegrecida. O corpo escuro (negro) sendo um ótimo absorvedor, é também um bom emissor de energia. Sua emissão no entanto, por ser um corpo de temperatura relativamente baixa, se dá principalmente na faixa do infravermelho. O vidro é opaco à esta radiação, refletindo a maior parte dela, provocando, desta forma, o efeito estufa no interior da caixa, melhorando a absorção do calor. Além disso o vidro impede que entrem, no coletor, água de chuva, materiais sólidos, poeira etc.

Poliuretano expandido ou lã de vidro: é um material que isola termicamente o coletor, impedindo que o calor captado escape para o ambiente.

O boiler serve para armazenar água quente para consumo. Pode ser fabricado por fora de alumínio e por dentro de cobre ou aço inox. Pode ser também fabricado externamente em fibra de vidro. Internamente, a água quente se mistura com a fria ficando a água quente sempre na parte superior. O boiler possui resistência elétrica que aquece a água em dias em que não há luz solar suficiente. Comandada por um termostato, ela liga e desliga de acordo com a temperatura da água. Aqui também temos o poliuretano expandido, revestindo toda a parede interna do *boiler*. Em dias com grande luminosidade, a água quente pode ficar armazenada por várias horas sem precisar acionar a resistência elétrica.

2.3. Circulação da Água

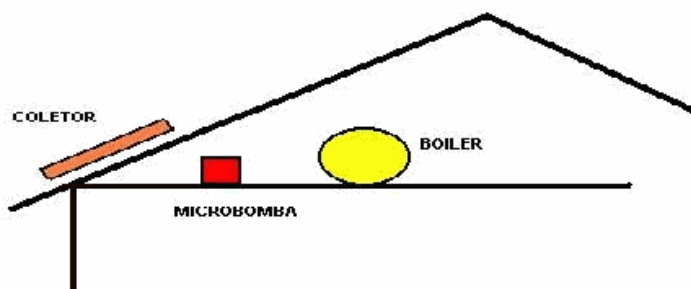
A água sai da caixa d'água fria e vai para o *boiler*, seguindo depois para as placas que estão no telhado da casa. A água é aquecida ao passar pelas placas e retorna para o *boiler*, ficando armazenada até o seu consumo. A água pode circular pelos coletores através de duas maneiras: natural (termosifão) ou forçada.



Fonte: Quinteros, André R.

Termosifão: a circulação ocorre devido à diferença de densidade entre a água fria e a quente. A água fria, sendo mais densa, acaba empurrando a água quente, realizando a circulação. Sua vantagem é de não precisar de energia elétrica para a movimentação da água, dispensando qualquer tipo de manutenção. Para haver esse tipo de circulação, é necessário que as placas estejam no mínimo 30 cm mais baixas que a base do *boiler*.

Forçada: nesse caso a circulação da água não ocorre sozinha e sim por auxílio de uma microbomba instalada no circuito. As desvantagens nesse tipo de instalação é a dependência da eletricidade e a possibilidade de ocorrerem problemas na microbomba.



Fonte: Quinteros, André R.

2.4. Localização do Coletor

Para que os coletores tenham um ótimo aproveitamento da luz solar, é recomendado o seu posicionamento ao norte geográfico. Para a sua localização

correta é necessária a utilização de uma bússola. O norte geográfico está situado sempre à direita do norte magnético e varia de acordo com o local. No Brasil, ele se encontra aproximadamente a 20° à direita do norte magnético.

A inclinação dos coletores requer muito cuidado na hora de serem instalados. Para sabermos a inclinação ideal, utilizaremos a seguinte regra:
Latitude do local + 10°

3. SECADORES DE GRÃOS

3.1. Objetivos e Vantagens.

A secagem é um processo termodinâmico por meio do qual ocorre a redução do teor de umidade em materiais biológicos. Na natureza este processo tem início quando sementes e, ou, grãos atingem o ponto de maturação fisiológica. Ocasão em que estes desvinculam da "planta mãe". Para a maioria das espécies de grãos, isto ocorre quando o teor de umidade é de aproximadamente de 50% b.u (Silva, Luís César).

A secagem de produtos agrícolas pode ser realizada de duas formas: natural e artificial. Define-se secagem natural os métodos em que, pela incidência da radiação solar, tem-se a redução do teor de umidade dos produtos. No Brasil esta modalidade tem sido utilizada na secagem de milho e feijão por pequenos produtores, café em terreiros, cacau em barcas.

A secagem artificial consiste no emprego de artifícios para aumentar a velocidade do processo de secagem, através de equipamentos chamados "secadores". Estes precisam de uma fonte de energia, calor, para o processo.

No Brasil, a fonte de energia mais utilizada na secagem de grãos em unidades armazenadoras tem sido a lenha" que para o momento, dado os tipos de secadores utilizados, tem-se apresentado economicamente como a melhor alternativa.

O uso de energia solar, porém, é uma alternativa que vem sendo pesquisada e já utilizada com muitas vantagens. Como principais vantagens podemos citar

- A radiação solar é uma fonte limpa de energia, ao contrário da lenha que libera, durante o processo de combustão, uma quantidade de produtos químicos, alguns poluentes.
- É economicamente viável, especialmente em pequenas propriedades, uma vez que, após instalado, o custo do seu funcionamento é pequeno.
- A secagem de grãos se dá a baixas temperaturas, cerca de 10 °C acima da temperatura ambiente, tendo grande influência na qualidade

final dos grãos principalmente nos aspectos físicos e químicos. A maioria dos pesquisadores são unânimes em afirmar que as características físicas e químicas, como consistência, palatibilidade, dureza, cor, umidade e teor de proteínas e aminoácidos, são afetados pela temperatura de secagem.

- Pouparam mão de obra nas pequenas propriedades, pois, uma vez carregado, o agricultor não precisa acompanhar o processo de secagem.

Apresentaremos, neste trabalho, sucintamente, dois modelos de secadores desenvolvidos em nosso Estado. Um projeto de secador desenvolvido por alunos da Faculdade de Engenharia Agrícola da UFPel e outro desenvolvido pela EMATER/RS. Ambos são mais adequados em pequenas propriedades para secagem de um volume não muito grande de grãos.

3.2. Modelo da Engenharia Agrícola – UFPel

Este secador consiste basicamente por numa unidade de captação de energia solar e de um silo de armazenamento.

O coletor solar é semelhante às utilizadas para o aquecimento de água, constituído por uma caixa contendo no fundo uma placa escura, absorvedora de energia solar, e uma tampa de vidro, com a finalidade de proteger a placa e provocar o efeito estufa, como foi descrito anteriormente.

O silo para depósito dos grãos está acoplado à unidade coletora de energia por meio de um tubo que conduz o ar aquecido na câmara de aquecimento, até o produto a ser secado por convecção natural.

As figuras a seguir ilustram o modelo de secador projetado pelos alunos Edson Alves Pereira Junior, Eder Pedroza Isquierdo, Marcio Soares de Britto e Mauri Gaspar Verzelletti, do Curso de Engenharia Agrícola da UFPel.



3.3. Modelo da EMATER/RS.

Este modelo de secador é confeccionado em alvenaria, constituído por um coletor solar, uma câmara de secagem e um ventilador para deslocamento do ar aquecido até a câmara de secagem.

O coletor solar possui um leito de pedra britada e usa cobertura plástica, por ser mais econômica que o vidro.

Figura 2 - Vista geral do secador (prop. Sr. Selor Lorenz).



A câmara de secagem é construída em alvenaria com o leito de secagem de madeira ripada, permitindo a entrada do ar quente, sobre a qual são colocados os grãos em sacos de aniagem. Pode-se também substituir a madeira por uma tela e depositar o produto à granel.

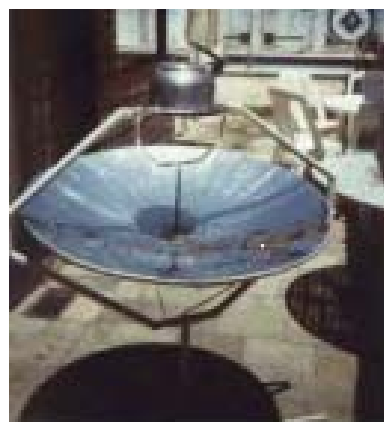


Figura 3 - Leito de secagem (prop. Srs. Cleto e Altair Johner).

4. FOGÃO SOLAR

O emprego do fogão solar para cozimento de alimentos é uma alternativa energética que vem sendo estudada e aplicada em vários países, como o Peru, Índia, China e Kênia. Mesmo sabendo da dificuldade técnica em aproveitar a radiação solar para o preparo de alimentos, especialmente pelo fato de ser disponível diretamente somente em algumas horas do dia, assim mesmo algumas experiências tem-se mostrado viáveis em situações especiais como para populações de baixa renda que habitam zonas rurais e em locais de camping. Mas já se projetaram e se utilizam fogões solares em residências normais, como o projetado pelo alemão Klemens Schwarzer, que descreveremos adiante.

O primeiro modelo de fogão solares são os concentradores parabólicos. Consiste numa superfície refletora parabólica, cuja reflexão converge para um ponto. Haverá neste ponto, uma concentração grande de energia podendo gerar altas temperatura e ser utilizada para aquecer água numa chaleira e cozinhar alimentos. Evidentemente que são operacionais somente na presença da radiação direta, limitando seu uso a ocasiões especiais.



O fogão solar criado por Schwarzer utiliza um sistema de coletor solar de placa plana, preta, absorvedora de energia. Um óleo sintético ou vegetal circula por uma serpentina pela placa onde é aquecido a altas temperaturas. O óleo aquecido é conduzido para o fogão onde circula em “trempe” aquecendo os alimentos.

Fonte: Bezerra, Arnaldo M.

A vantagem deste fogão é que pode ser instalado no interior das residências. Para utilização em momentos em que não há energia solar disponível diretamente, pode-se adicionar uma pedra para armazenamento de calor ou adaptar um sistema elétrico ou com queima de gás.

A Universidade Federal do Ceará , desenvolve um projeto para possível comercialização. As pesquisas estão voltadas para encontrar um óleo vegetal nacional adequado.. Na Alemanha se utiliza óleo de amendoim e de caroço de uva e no Chile.

A desvantagem deste fogão, por enquanto, é seu custo elevado, em especial a pedra de armazenamento de calor que não é fabricada no país.

6. Conclusão

Apesar dos avanços já conquistados, a participação da energia solar ainda é modesta, ficando em torno de 05% do total de energia utilizada (Diegues, 2002). As instalações para uso da energia solar ainda são, em geral, mais caras do que outras formas de energia. Porém seu custo alto é somente o inicial. Após pronta a instalação, a energia fornecida é gratuita e o custo de manutenção dos equipamentos bastante baixo.

Um país como o nosso, que possui uma grande extensão territorial, sendo grande parte situada na zona tropical, dispondo, dessa forma, de alta incidência de radiação solar, torna-se indispensável desenvolver um programa que fomenta pesquisas capazes de desenvolver novas tecnologias para transformar a energia solar nas mais diversas formas de energia que utilizamos. Para ilustrar, se a superfície da represa de Itaipu, com seus 1350 Km², fosse coberta com células fotovoltaicas, o país não precisaria de nenhuma outra fonte de energia. Pelo custo atual dos equipamentos, esta situação seria economicamente inviável no momento.

Somente grandes investimentos de fontes governamentais e da iniciativa privada serão capazes de desenvolver tecnologias capazes de tornar a utilização da energia solar economicamente viável e competitiva com outras formas de energia.

Bibliografia

DIEGUES, Flávio, As Apostas Energéticas, in: Galileu, fevereiro 2002, n 127.

BASSO, Luís ^a, Rio + 10: sucesso ou fracasso?, in: agb (Associação dos Geógrafos Brasileiros), Setembro 2002.

Branco, Samuel M. Energia e Meio Ambiente

Revista do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo, nº 03 - 2001.

Acadêmicos da UFPel – Projeto de um Sistema de Aproveitamento da Energia Solar par Aquecimento de Água

Acadêmicos da UFPel – Projeto de um Secador de Grãos por Energia Solar

<http://www.cefetsp.br/edu/sinergia/andre2.htm>

<http://www://sites.uol.com.br/mourabezerra.htm>

<http://www://netwaybbs.com.br/arnaldo/>

<http://www;://solarcooking.org/>

<http://www;://penta.ufrgs.br/edu/telelab>

<http://www:/emater.tche.br/docs/agroeco/revist>

<http://www://green.pucminas.br/texto-secadores.htm>

<http://www://gta.org.mz/julhofso.htm>

<http://www://uol.com.br/cienciahoje/chdia/rio02-6.htm>

<http://www2.uol.com.br/JC/>

<http://www.gta.org.mz/fsol.htm>

2. RADIAÇÃO SOLAR

A radiação solar é uma energia eletromagnética, de onda curta, abrangendo um escala do espectro eletromagnético que se estendo do infravermelho ao ultravioleta. A quantidade de radiação que chega à superfície terrestre, num determinado lugar, varia de acordo com a latitude e a estação do ano.

Podemos determinar a intensidade de energia solar que chega a um determinado ponto do nosso Planeta, em uma determinada época do ano, através da expressão

$$I = I_0 \cos i$$

Onde: I : é a intensidade de energia solar (em W/m^2).

I_0 : é a constante solar ($1350 W/ m^2$)

i : é o ângulo de declinação.

Capitais	Temperatura média anual (°C)	Radiação Solar Incidente (Kwh/m ² ,na)
Macapá	26,8	1714
Manaus	27,4	1663
Belém	26,9	1703
Fortaleza	26,7	1992
Natal	25,9	2013
Recife	25,7	1956
Salvador	25,1	1830
Belo Horizonte	21,5	1096
Rio de Janeiro	23,7	1602

São Paulo	23,0	1674
Curitiba	17,6	1656
Florianópolis	20,8	1495
Porto Alegre	20,1	1594
Cuiabá	26,0	1775
Goiânia	22,7	1920
Brasília	21,4	1934

A tabela mostra a radiação solar incidente em algumas capitais brasileiras, durante um ano.