
SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DIDÁTICO EMPREGANDO UMA BANDEJA METÁLICA*

Jorge Roberto Pimentel
Departamento de Física – UNESP
Rio Claro – SP

Resumo

Este artigo descreve um aquecedor solar didático para água, de circulação natural, construído utilizando-se essencialmente uma bandeja metálica enegrecida e coberta com uma placa de vidro, que desempenha as funções de absorver a radiação externa incidente e de manter parte da água que vai ser aquecida pelo sistema, e um recipiente fechado para armazenar a água que é aquecida. O equipamento permite que os alunos compreendam o processo pelo qual ocorre a conversão de energia solar em energia térmica armazenável, bem como as funções dos principais componentes dos coletores solares planos. São apresentados resultados de medidas da variação da temperatura no reservatório térmico, em função do tempo e utilizando-se luz natural e artificial como fonte de energia solar, os quais mostram que o equipamento teve bom desempenho nas duas situações.

Palavras-chave: *Ensino de Física, energia solar, temperatura, calor.*

I. Introdução

Coletores solares planos constituem dispositivos integrados à nossa paisagem urbana. Um bom número de residências já se utilizam deles para aquecer a água, substituindo os aquecedores elétricos e a gás. Em vista disso, aumenta o interesse dos alunos em saber “como funciona” um equipamento desse tipo.

Por outro lado, os baixos recursos financeiros disponíveis, aliados a outras dificuldades existentes em nossas escolas, freqüentemente tolhem a iniciativa de professores. Desse modo, criar ou reproduzir equipamentos e/ou experimentos que venham a contribuir para a melhoria do aprendizado são atividades difíceis de serem implantadas e reconhecidas. Diante dessa problemática, estamos apresentando um sistema de aquecimento solar (coletor e reservatório térmico) que emprega um mínimo

* Publicado no Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 4, n. 2, ago. 1987.

de material em sua construção, cujo desempenho, mesmo considerando-se a sua simplicidade, é muito bom.

Seu objetivo maior é o de servir de instrumental para uma aula no ensino médio, de modo que os alunos:

- a) desenvolvam suas habilidades, construindo um coletor solar;
- b) entendam como ocorre a captação da energia solar e sua transferência para o líquido, aquecendo-o;
- c) obtenham água aquecida no reservatório térmico;
- d) proponham modificações que melhorem o desempenho do sistema construído.

Propositamente, itens de importância como isolamento térmico, medidas de temperatura, ângulo de inclinação do coletor e seu posicionamento, foram deixados de lado, para simplificar o projeto. Sua importância deverá ser discutida com os alunos.

II. Material

Os materiais necessários são os seguintes:

- uma bandeja pequena (metálica) retangular ou forma pequena para bolo (de alumínio);
- um pedaço de vidro (espessura 2 mm), de dimensões compatíveis com as da bandeja;
- uma lata vazia, do tipo das de leite em pó;
- 70 cm de mangueira plástica fina (1/4'');
- 4 pedaços (3 cm de comprimento cada) de tubinho de alumínio (vareta de antena de TV);
- tinta preto-fosca;
- Durepoxi normal (secagem lenta).

III. Método

1. Coletor

Devem ser feitos 2 furos no fundo da bandeja (ou forma), próximos às extremidades. Instalam-se 2 tubinhos de alumínio, fixando-os dentro e fora com Durepoxi.

Obs.: Para facilitar o trabalho de misturar os componentes do Durepoxi, podem ser usadas algumas gotas de água. Do mesmo modo, após a aplicação dessa massa, é possível moldá-la, umedecendo os dedos e dando melhor acabamento.

Em seguida o interior da bandeja deve ser pintado com tinta preto-fosco (2 demãos).

Observação:

Para melhorar a aderência da tinta, recomendamos que, antes da pintura, o interior seja limpo com álcool ou, preferencialmente, com thinner.

Após a pintura, instala-se o vidro, que deve ser cortado de modo a encaixar-se corretamente na bandeja. É importante que a distância entre o fundo da bandeja e o vidro seja pequena. Para obter isso, podem ser usados, como espaçadores, dois pedacinhos do próprio vidro, unidos com durex. Teremos espaçadores com cerca de 4 mm de espessura, que devem ser colocados nos cantos da bandeja. Sobre eles depositar o vidro. Este deve ser colado nas bordas da bandeja usando-se o Durepoxi. Ele deve ser bem aplicado, tomando o cuidado de evitar frestas, por onde possam ocorrer vazamentos.

Na Fig. 1 temos um esquema do nosso coletor.

2. Reservatório térmico

Para o reservatório, devem ser feitos dois furos na lateral da lata, onde serão fixados com Durepoxi os outros dois caninhos de alumínio.

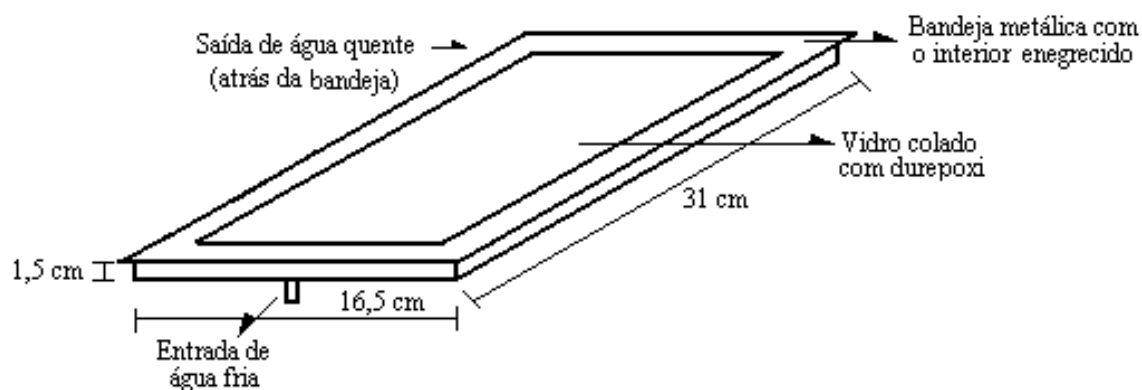


Fig. 1 - Esquema do coletor.

Um deles (o que servirá como entrada de água quente) deve ser fixado pouco acima da metade da lata, enquanto que o outro (saída de água fria), bem próximo do fundo.

A Fig. 2 mostra um esquema do reservatório.

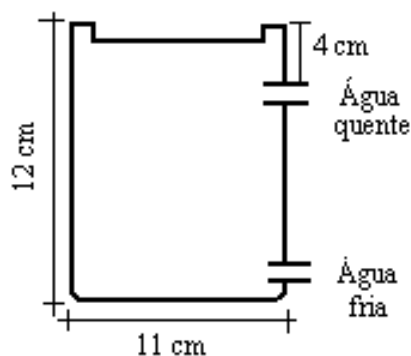


Fig. 2 - Esquema do reservatório.

3. Montagem do sistema

O coletor deve ser acoplado ao reservatório, por meio das mangueiras plásticas, ligando o caninho de cima da coletor ao de cima do reservatório (água quente) e o caninho de baixo do coletor ao de baixo do reservatório (água fria).

O reservatório deve ser posicionado um pouco acima do nível superior do coletor.

Encher o sistema com água (ele conterá pouco mais de 1 litro) e verificar se não existem bolhas de ar nas mangueiras de ligação. Se houver, devem ser eliminadas, já que podem interromper o processo de circulação da água e, conseqüentemente, o aquecimento no reservatório.

Observação:

Não é necessário que o coletor fique completamente preenchido com água. O importante é que o nível de água ultrapasse o orifício do caninho superior do coletor.

IV. Funcionamento

Os processos de troca de calor (radiação, convecção e condução), envolvidos no funcionamento do nosso sistema, podem ser resumidos com o auxílio do seguinte esquema:

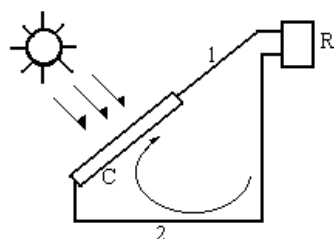


Fig. 3 - Ciclo convectivo.

C - Coletor solar plano
R - Reservatório térmico
1 - Mangueira água aquecida
2 - Mangueira água fria

A radiação solar incide na cobertura transparente do coletor. A parcela que é transmitida através dela, e da camada de água, atinge o fundo do coletor enegrecido. O fundo metálico se aquece e a água que está em contato com ele também é aquecida, por condução.

Com isso, essa água torna-se “mais leve” (menos densa) e tende a se acumular na parte superior do coletor. Por intermédio da mangueira de ligação nº 1 (saída de água quente), ela é conduzida ao reservatório, ficando armazenada na parte superior deste.

A água que é aquecida no coletor é substituída por água fria “mais pesada” (mais densa) que sai da parte inferior do reservatório (através da mangueira nº 2) e entra pela parte de baixo do coletor.

Novamente ocorre troca de calor entre o fundo do nosso coletor e a água, tornando-a “mais leve”. Dessa maneira, ela se movimenta, acumulando-se na parte superior do reservatório. Esse ciclo, que chamaremos de ciclo convectivo, repete-se continuamente. Após algum tempo, teremos uma quantidade apreciável de água quente armazenada no reservatório.

A cobertura transparente tem a função de diminuir as perdas de calor, devido à convecção. Além disso, serve para provocar o “efeito estufa” no interior do coletor. Esse efeito deve-se à propriedade apresentada pelo vidro de barrar a radiação infravermelha, retendo-a no interior do coletor. Com isso, a temperatura interna da água aumenta ainda mais, favorecendo o desempenho do sistema.

Observação:

Os coletores residenciais geralmente empregam trocadores de calor na forma de tubos, fixados em uma placa absorvedora de radiação. Seu mecanismo de funcionamento é, basicamente, o mesmo que descrevemos. A diferença está no fato de que a radiação solar incide na placa absorvedora, que, aliada ao “efeito estufa”, aquece os tubos. A água circula dentro desses tubos e “rouba calor” deles, aquecendo-se. Isso provoca alteração na sua densidade, fazendo com ela circule pelo sistema, estabelecendo o ciclo convectivo.

V. Resultados experimentais

Embora o objetivo final de nosso equipamento seja apenas o de obter água aquecida no reservatório, para um resultado quantitativo de seu desempenho, fizemos algumas medidas.

Instalamos um termômetro na tampa do reservatório, de modo que pudemos medir a temperatura média (T_R) da água do reservatório à medida que o tempo transcorria.

Na Fig. 4, apresentamos o resultado da variação de T_R em função do tempo, tendo como fonte de radiação o Sol.

O sistema mostra uma rápida resposta à radiação. Nos primeiros 30 minutos de operação, a declividade da curva fornece uma variação de $0,6^\circ\text{C}/\text{min}$. Nota-se uma tendência à estabilização na temperatura em 48°C , atingida após uma hora de exposição ao Sol. A temperatura ambiente na ocasião do teste era de 30°C .

Na Fig. 5, temos a variação temporal de T_R , usando uma lâmpada comum de 200 watts como fonte de radiação. A temperatura ambiente era de 27°C .

A resposta nessa situação foi mais lenta. A declividade da curva fornece uma variação de $0,36^\circ\text{C}/\text{min}$. A temperatura de estabilização situou-se em 38°C , atingida cerca de 50 minutos após o início das medidas.

A fotografia a seguir mostra o sistema que montamos, no qual foram feitas as medidas.

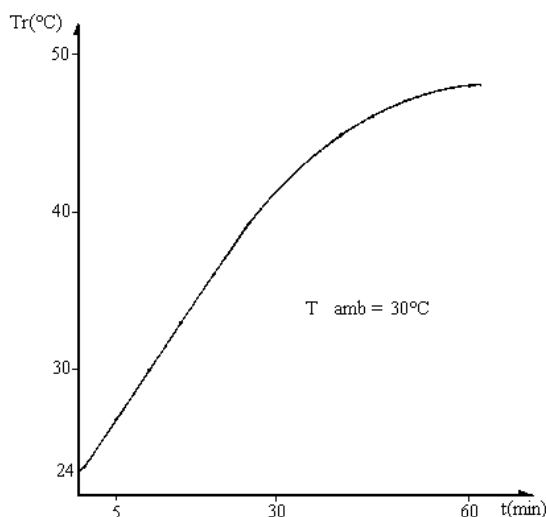


Fig. 4 - Fonte de radiação: Sol.
W.

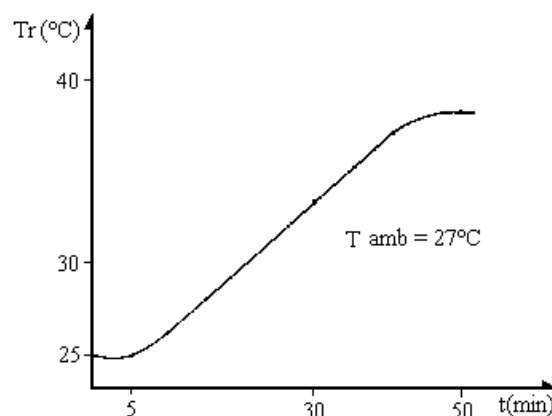


Fig. 5 - Fonte de radiação: lâmpada de 200

