



COMPROMETIDA COM A PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA ENGENHARIA E DAS CIÊNCIAS MECÂNICAS

VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

DESENVOLVIMENTO DE UMA PLANTA DE AQUECEDOR SOLAR UTILIZANDO MATERIAIS CONVENCIONAIS E DE BAIXO CUSTO

Carlos Alberto Carvalho Castro, carloscastro@varginha.cefetmg.br¹
André Luiz Rocha, andre.rocha.15@hotmail.com¹

¹CEFET-MG – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

***Resumo:** Muitos aspectos de nosso dia-a-dia envolvem o uso de energia: transporte, abastecimento de água, seu aquecimento, dentre outros. Muitos imóveis estão aderindo medidas com o objetivo de se tornarem ambientalmente corretos. O aquecedor solar de água surge como uma oportunidade de alcançar isto, devido a sua sustentabilidade. Este trabalho tem por finalidade projetar e construir uma planta de aquecimento solar utilizando conceitos de fabricação e de materiais convencionais e de baixo custo, objetivando as camadas mais carentes.*

***Palavras-chave:** Aquecimento solar, projeto, baixo custo, energia*

1. INTRODUÇÃO

Hoje em dia, basicamente, todos os aspectos da nossa vida diária envolvem o uso de energia como transporte, produção de alimentos, abastecimento de água (bombeamento), seu aquecimento, dentre outros.

Com os impactos causados pela forma em que obter esta energia, muitas casas e estabelecimentos, em geral, estão aderindo medidas positivas para se tornarem ambientalmente corretos.

Analisando este quadro, pode-se afirmar que o aquecedor solar de água surge como uma oportunidade viável e extremamente positiva, principalmente avaliando sua forma de trabalho, os materiais para sua construção e sua sustentabilidade.

Para aumentar a eficiência na coleta de energia solar e aquecimento de água, faz-se necessário um aquecimento da mesma para utilização em estabelecimentos em geral, proporcionando água quente em uma maior escala.

O aproveitamento da iluminação natural e do calor para aquecimento de ambientes, denominado aquecimento solar passivo, decorre da penetração ou absorção da radiação solar nas edificações, reduzindo-se, com isso, as necessidades de iluminação e aquecimento com a utilização de energia elétrica. Assim, um melhor aproveitamento da radiação solar pode ser feito com o auxílio de técnicas de projeto, Araújo (1982).

As primeiras experiências para entender melhor a capacidade do sol de aquecer a água foram documentadas em 1767 pelo suíço Horace de Saussure, que fez várias experiências com uma caixa revestida com isolamento térmico, Souza (1994).

Os primeiros Aquecedores Solares surgiram no Brasil nos anos 70, fruto da crise do petróleo e mesclada a muito idealismo e pouco profissionalismo. Esse quadro começou a mudar nos anos 80, com a qualidade dos produtos crescendo cada vez mais e com a entrada de equipamentos e as primeiras normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - específicas para o setor. Já na década de 90, o que se viu foi um crescente profissionalismo em resposta a um mercado cada vez mais exigente e estruturado, Souza (1994).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um aquecedor solar de água, de uma forma simples, é um protótipo onde há trocas de calor a partir da energia infravermelha irradiada pelo sol, a fim de aquecer e manter neste estado a água de uma residência, para que possa ser usada em ocasiões em que haja exigências térmicas.

Com a grande busca de métodos renováveis de aquisição de energia, o aquecedor solar se torna uma forma aplicável. Isto evita impactos ambientais, além da dificuldade de armazenamento desta, dentre outros, pois utiliza a energia solar para aquecer a água, não causando complicações ao meio ambiente como, por exemplo, as usinas hidroelétricas ou as usinas nucleares, Bezerra (2001).

2.1. A termodinâmica do aquecedor solar

A movimentação das moléculas, presentes em cada matéria, é denominada agitação térmica, a energia de movimentação associada a esta agitação é chamada de energia térmica, ou seja, cada matéria é formada por moléculas que dependendo do seu grau de agitação aumentam ou diminuem a temperatura. Sendo assim, a agitação térmica, energia térmica e temperatura são diretamente proporcionais, Bojic, et all (2000).

A agitação térmica faz com que as mesmas matérias, de mesma natureza e características, se diferenciem na densidade, quanto maior a temperatura menos densa ela se torna. Como exemplo, temos a água, quando aquecida tende a se manter sobre a água mais fria, por ter menos densidade. Isto o que explica o mecanismo de inversão de água no aquecedor Solar, ou seja, a água menos densa (quente) sobe ao reservatório isolado termicamente, já a mais densa (fria) desce em direção ao coletor onde será aquecida.

Outro aspecto importante é a transferência de energia, quando um volume de água entra em contato com outro volume da mesma matéria, porém com diferenças em temperaturas, a energia térmica transita da mais quente para a mais fria, a esta energia em movimento, atribuímos o nome calor. Este fenômeno ocorre até quando ambas as águas, ou também materiais diferentes, obtenham a mesma temperatura. Esta é a explicação para o aquecimento parcial da água presente no reservatório, até determinado tempo.

A transferência de calor de um corpo ao outro, pode ser feita por condução, convecção e por radiação. Esta transferência pode ser equacionada pela Eq. (01) fundamental calorimetria, Kaygusuz, (1995) e Máximo e Alvarenga (1997).

$$Q = m.c.\Delta\theta \quad (1)$$

Onde, Q é quantidade de calor, c é o calor específico do material e $\Delta\theta$ a variação de temperatura.

Neste mesmo intuito é necessário conhecer como será feito o dimensionamento do aquecedor solar, ou seja, qual será o tamanho mínimo para aquecer o volume de água proposto no projeto.

É importante conhecer também a insolação média da cidade, ou local, onde será instalado o aquecedor. A insolação representa o número de horas de sol por ano.

Portanto, este trabalho tem como intuito desenvolver um projeto e construir um aquecedor solar com baixo custo utilizando técnicas e materiais convencionais tendo como base as camadas mais carentes da sociedade. Esta finalidade é importante para a economia de energia elétrica.

3. METODOLOGIA

Primeiramente, se faz necessário, explanar os componentes construtivos do aquecedor para que possa entender seu princípio de funcionamento, sustentabilidade e sua aplicação.

3.1. Cálculo do coletor solar

O cálculo do coletor é a qualidade da radiação solar que chega até a superfície e também, como não poderia deixar de ser, a presença do sol durante o dia com um mínimo de interferência de nuvens para que o ganho energético seja o maior possível.

O procedimento de cálculo tem por objetivo calcular a área do aquecedor solar, isto é, quantos metros quadrados de coletor serão necessários para aquecer um determinado volume de água e a que temperatura.

Este cálculo pode ser feito de duas maneiras. Primeiro levando-se em consideração o ângulo de inclinação do coletor e segundo admitindo-se que o coletor esteja na horizontal. Na verdade a consideração do ângulo de inclinação no cálculo da área do coletor supõe que a radiação solar chegue ao coletor perpendicularmente ao plano deste, o que em última análise permite uma redução da área do coletor em relação ao cálculo, considerando o coletor posicionado na horizontal.

Ocorre que normalmente os coletores são posicionados sobre os telhados e por tanto inclinados. Mesmo que isto não ocorresse, em qualquer situação o coletor deverá sempre ser inclinado de um ângulo de no mínimo igual ao da latitude do lugar onde ele será instalado, acrescido de 10° S. No caso do Brasil, o coletor estará voltado para o NORTE uma vez que estamos no hemisfério Sul.

Por outro lado, a redução da área do coletor e o ângulo de inclinação no cálculo são pequenos (quatro placas coletoras no máximo). Salvo no caso de sistemas solares de grande porte, destinados ao aquecimento de grandes volumes de água como é o caso de hospitais, hotéis, edifícios residenciais, motéis, algumas instalações industriais etc.

O fato de não considerar a inclinação do coletor no cálculo da respectiva área significa teoricamente um pequeno acréscimo da referida área de coleção e conseqüentemente captação de mais energia, já que a inclinação do coletor segundo a latitude do lugar onde ele será instalado é uma exigência do projeto.

O exemplo abaixo mostrará como calcular a área de um coletor solar de aquecimento de água, bastando para isto que tenhamos os seguintes dados:

No cálculo da área de um coletor solar para aquecer um volume de água tomando-se por base os seguintes dados:

1 – volume de água a ser aquecido – 150 litros

- 2 – temperatura ambiente do local – 27 °C
- 3 – temperatura desejada da água a ser aquecida – 45°C
- 4 – radiação incidente no local – 516 kcal/m².h.
- 5 – rendimento térmico do coletor (arbitrado em 50%)
- 6 – horas de sol por dia, (insolação média diária) – 7 horas

Para fazer o cálculo da área do coletor para aquecer este volume de água a uma temperatura de 45°C vem dada pela seguinte Eq. (2), Montenegro (2000).

$$S = \frac{Q}{I \cdot \eta} \quad (2)$$

Onde: Q é a quantidade de calor necessária para aquecer a água, I é a intensidade de radiação solar dada por e η é o rendimento térmico, arbitrado em 50%.

3.2. Projeto do aquecedor solar

Assim que se faz o dimensionamento do aquecedor é necessário identificar os materiais que serão utilizados para a sua fabricação.

O projeto utilizará de conhecimentos de construção mecânica, de fluidos e conceitos básicos de termodinâmica. Isto é essencial para dar base ao desenvolvimento do trabalho.

O projeto contará:

- com um coletor responsável pela transferência de calor, ou seja, pela captação da energia dos raios solares. Este coletor será feito utilizando materiais convencionais, como tubulação preta, ou seja, a sua fabricação contará com produtos de fácil manejo, bem como de baixo valor comercial.
- placas laterais transparentes feitas de acrílico.
- placa inferior pintada de preto fosco de acrílico.
- conexões, em T e L de plástico preto.
- estrutura em alumínio, formato em L (15 x 15 mm).

4. RESULTADOS

Inicialmente foi necessário identificar a quantidade de água que deveria ser aquecida. Para o projeto foi considerado um volume de 150 litros (ou 150 kg). A temperatura inicial e média considerada foi de 27 a 45 °C. A radiação incidente no local considerada foi de 516 kcal/m².h. O rendimento térmico considerado foi de 50% e um total de 7 horas de sol por dia.

Utilizando a Eq. (1) foi possível calcular a quantidade de calor necessária, como apresentado na Eq. (3).

$$Q = 150kg * \frac{1kcal}{kg} * (45 - 27)^0 C = 2700kcal \quad (3)$$

Portanto, como são 7 horas de sol por dia o valor passa a ser, 3612 kcal/m².

Para o cálculo da área do coletor, Eq. (4), tem – se:

$$S = \frac{2700}{3612 * 0,5} = 1,49m^2 \quad (4)$$

Para aquecermos 150 litros de água a uma temperatura de 45°C, com uma radiação de 516 kcal/m².h e um rendimento térmico de 50% trabalhando o coletor durante 7 horas por dia, necessitamos de uma área de 1,49 m² de coletor solar. Na verdade esta área poderá ser reduzida dependendo das condições atmosféricas do lugar e do rendimento térmico do coletor que é função dos materiais empregados, isolamento térmico etc.

Apenas para conhecimento, a maneira de calcular a área da placa coletora mostrada no exemplo, poderá sofrer críticas de alguém que dela tiver conhecimento, dado a simplicidade do cálculo empregado. Na verdade podem-se levar em consideração outros fatores como o cosseno do ângulo de inclinação da placa, o tipo de cobertura (vidro, plástico ou acrílico), o tipo de isolamento térmico, o tipo de pintura da placa se seletiva ou não etc.

O resultado prático de um cálculo levando em consideração tais fatores não se distanciaria muito do cálculo empregado no exemplo já citado.

Foi construída a parte inferior feita com perfil em L e acrílico pintado de preto (absorção da luz). Parte superior em acrílico transparente, conforme Fig. (1) e Fig. (2), respectivamente.



Figura 1. Chapa acrílica inferior pintada de preto (absorção da luz).



Figura 2. Chapa acrílica superior transparente

O próximo passo foi à construção do circuito, tubulação, por onde passará a água. Esta tubulação foi feita de material utilizado na construção civil, como apresentado na Fig. (3).

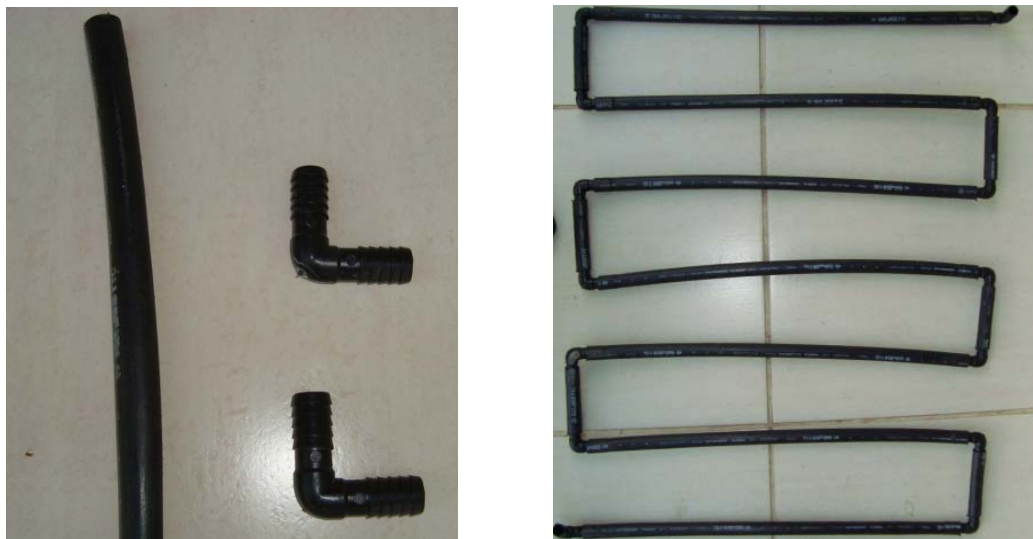


Figura 3. Tubos e conexões

Depois de montado o circuito foi necessário fazer os testes de estanqueidade, para verificar se há vazamentos, conforme Fig. (4). Nos testes verificou-se que não houve vazamentos,



Figura 4. Estes de Estanqueidade

Após os testes foi realizada a montagem do sistema, conforme Fig. (5).



Figura 5. Sistema montado

O próximo passo foi fazer a montagem do sistema em cima do telhado para verificar a sua funcionalidade, como apresentado na Fig. (6).



Figura 6. Sistema sendo montado em cima do telhado

5. CONCLUSÃO

Foi verificado que o sistema depois de montado, apresentou resultados satisfatórios em relação ao que foi proposto, pois mostrou que a água teve um aquecimento de acordo com o projeto. A temperatura média proposta e alcançada foi de 45 °C.

Pelo trabalho desenvolvido, foi possível obter resultados satisfatórios, utilizando materiais convencionais e de baixo custo.

A metodologia utilizada mostrou que é possível, para trabalhos futuros, desenvolver, outros materiais alternativos e também alcançar resultados satisfatórios.

Cumprir ressaltar que o projeto completo custou, em média, R\$ 100,00 para a sua construção.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG.

A FAPEMIG pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do trabalho

7. REFERÊNCIAS

Araújo, C. de, (1982), “Transmissão de Calor”, Editora da Puc, Rio de Janeiro/RJ – Brasil.

Bezerra, A. M., (2001), “Aplicações Térmicas da Energia Solar”, Editora Universitária da Universidade Federal da Paraíba – João Pessoa/PB – Brasil.

Bojic, M., Kalogirou, S., e Petronijevic, K., (2000), “Simulation of a solar domestic water heating system using a time marching model”, Renewable Energy, vol. 27, pp. 441-452.

Kaygusuz, K., (1995), “Experimental and theoretical investigation of latent heat storage for water based solar heating systems”, Energy Convers. Mgmt., vol. 36, no. 5, pp. 315-323..

Máximo, A., ALVARENGA, B., 1997, “Física - Volume Único”. São Paulo: Scipione, 1997.

Montenegro, A. A., (2000), “Fontes não-convencionais de energia – As tecnologias solar, eólica e de biomassa”, Laboratório de Energia Solar/Núcleo de Controle Térmico de Satélites, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC- Brasil.

Souza, A.W., (1994), “Fundamentos da Teoria da Energia Solar e de seu uso”, Ed. Fundação de Direito Econômico, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

8. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos (e inteiramente) responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

DEVELOPMENT OF ONE PLANT OF SOLAR HEATER USING MATERIAL CONVENTIONALS AND LOW COST

Carlos Alberto Carvalho Castro, carloscastro@varginha.cefetmg.br¹
André Luiz Rocha, andre.rocha.15@hotmail.com¹

¹CEFET-MG – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

***Abstract.** Many aspects of ours day-by-day involves the energy use: transport, water supply, its heating, amongst others. Many properties are adhering measured with the objective of if becoming ambient correct. The solar water heater appears as a chance to reach this, due its support. This work has for purpose to project and to construct a plant of solar heating using concepts of manufacture and conventional materials and low cost, objectifying the layers most devoid.*

***Keywords:** solar heating, project, low cost, energy*