

AVALIAÇÃO DA PERDA DE CALOR EM UM AQUECEDOR SOLAR DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO AS LEIS DE FOURIER E NEWTON

Andressa Maria Guilherme Ferreira¹

Ana Carolina Querino de Faria²

João Vicente Zampieron³

Energias renováveis

RESUMO

O presente trabalho trata de uma construção de um sistema de aquecedor solar de baixo custo. Foi construído um protótipo com geometria circular. Foi acompanhado os níveis de radiação solar a fim de verificar as variações de temperatura do reservatório, boiler e canalizações que os sistemas propostos poderiam atingir. Tais dados foram tabelados e calculados através das equações da Lei de Fourier e Lei do Resfriamento de Newton, foram calculados fatores para medir a temperatura ambiente e a perda de temperatura para conhecer as quantidades de calor estocadas e perdas pelo sistema, com um baixo custo. Foram obtidos as temperaturas de 38,14°C interna e externa de 27°C e das canalizações 39,71°C. Então se obteve a quantidade de calor do boiler que foi de 752,4 kJ e as perdas ficaram em torno de 9°C, o que sugere que o sistema é altamente viável.

Palavras-chaves: Transferência de calor; materiais recicláveis; energia renovável.

INTRODUÇÃO

Pesquisas foram realizadas para dimensionamento de sistemas de aquecimento solar que, atenderam unidades rurais e urbanas sem acesso a energia elétrica convencional. Tal sistema é baseado em aquecimento de fluídos através do uso de coletores ou concentradores solares. (MOGAWER; SOUZA, 2004).

O Brasil é um país no qual a fonte de energia da população é quase que totalmente dependente da energia elétrica advinda de usinas hidrelétricas, entretanto com a crise hídrica dos últimos anos os níveis dos rios estão cada vez mais baixos, assim a importância de investimentos e pesquisas em outras fontes de energia renováveis tem sido essenciais no que diz respeito a conservação do meio ambiente (SCHUNEMANN; PIOVESAN; PIRES, 2017).

1Andressa Maria Guilherme Ferreira – Aluna do curso de Engenharia Civil, Universidade do Estado de Minas Gerais – Campus Passos, e-mail: andressam622@gmail.com

2Ana Carolina Querino de Faria – Aluna do curso de Engenharia Civil, Universidade do Estado de Minas Gerais – Campus Passos, e-mail:a.carolina.faria94@gmail.com

3 Prof. Dr. João Vicente Zampieron, Universidade do Estado de Minas Gerais – Campus Passos – Departamento de Engenharia, e-mail: jovizam@hotmail.com

Há uma grande dependência da energia elétrica gerada por usinas hidrelétricas sendo necessária a utilização de outras fontes energéticas. Uma boa alternativa são os painéis fotovoltaicos, pois o Brasil possui um grande potencial de geração de energia solar por apresentar uma irradiação solar uniforme dentro do seu território (SANCHES; TUPAN,2017).

Foram realizados pesquisas com resultado satisfatórios conseguindo atingir uma alta temperatura com aquecedor solar de baixo custo utilizando materiais recicláveis, chegando bem próximos a sistemas comerciais (FILHO et al.,2016).

Diante do exposto acima o presente trabalho pretende dar a sua contribuição desenvolvendo aquecedores solares de baixo custo com materiais alternativos com vistas à redução da perda de calor otimizando os sistemas propostos, que serão integrados em projetos de residências populares refletindo na minimização de custos na instalação e manutenção do sistema proposto.

METODOLOGIA

Montou-se um sistema de aquecedor solar utilizando uma geometria circular para coletor solar, fazendo vistas a uma maior eficiência na captação da luz solar e sua conversão em energia térmica, a partir de, materiais como, tubos de PVC, dentre outros, reduzindo custos e simplificando a montagem e manutenção em construção residencial rural e urbana popularizando o acesso a tal sistema.

Acompanhou-se a incidência de raios solares através de um luxímetro; e realizou-se uma correlação com as temperaturas obtidas com termômetros de infravermelho e de mercúrio para as medições de temperaturas dos fluidos internos do sistema, ou seja, a água, e o fluido externo que corresponde à atmosfera.

Foi medida a capacidade de armazenar a energia térmica utilizando as equações de Fourier e de Newton através da obtenção das propriedades dielétricas dos materiais envolvidos como a serragem, do recipiente utilizado para armazenar energia térmica (boiler) e as perdas da canalização.

Realizaram-se medidas diárias com intervalo de uma hora e em cada medição coletaram-se três dados, feito uma média obtendo o melhor resultado. Com o uso do

termômetro de mercúrio mediu-se a temperatura ambiente e a temperatura interna do boiler; com o termômetro de infravermelho, as temperaturas externas do boiler, do coletor e reservatório superior (figura 1).



Figura 1:- Medidas de temperaturas e intensidade de luz

Fonte: Próprio autor

De acordo com Incropera; DeWitt (1998), existem parâmetros de engenharia que são determinantes na transferência de calor, portanto podem ser descritos com a seguinte equação:

$$q_x = kA \frac{\Delta T}{\Delta x}, (1)$$

q_x = transferência de calor (W)

k = condutividade térmica (W/m*K)

A = área da seção (m²)

ΔT =variação de temperatura (°C)

Δx =espessura das paredes do boiler e das canalizações

Com o estudo do modo de transferência de calor por convecção, podemos representar pela equação da lei do resfriamento de Newton , conforme descrita abaixo :

$$q'' = h(T_{sup} - T_{\infty}), (2)$$

q'' = Fluxo de energia (W/m²)

h = Coeficiente de transferência de calor = 15W/m²*k

T_{sup} = temperatura da superfície (°C)

T_{∞} = temperatura ambiente (°C)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após coletar os dados de temperatura da superfície externa e interna do boiler, temperatura ambiente, tempo e quantidade de luz, foi montada a tabela 1 conforme mostrada abaixo.

Tabela 1: Dados de temperaturas, quantidade de luz e tempo

Dia	Temp. (coletor) [°C]	Temp. (reserv. Sup.) [°C]	Temp. (boiler ext.) [°C]	Temp. (boiler inf.) [°C]	Luxímetro [LUX]	Temp. [s]	Temp. Amb.
1º	29,5 °C	26 °C	27 °C	36 °C	9000	9,67	21°C
2º	31,5 °C	25 °C	26 °C	38 °C	27500	9,56	24°C
3º	39,5 °C	27,5 °C	31,5 °C	38 °C	25600	10,40	24°C
4º	39,5 °C	28,5 °C	35 °C	38° C	51000	10,46	25°C
5º	46,5 °C	28,5 °C	31 °C	40 °C	51150	10,72	25°C
6º	45,5 °C	26,5 °C	29,5 °C	39 °C	39160	11,22	24°C
7º	46 °C	27 °C	26 °C	38°C	36800	11,35	24°C

Fonte: Próprio autor

De acordo com Prado e Guimarães (2017) a temperatura da água de um banho confortável ao ser humano é por volta de 37 °C, sendo assim, como pode ser observado na tabela 1, a temperatura atingida pelo aquecedor solar de baixo custo foi em média de 38,14°C, o que comprova que o sistema conseguiu ser eficiente.

Posteriormente foram determinados os valores de fluxos de calor pelas equações de Fourier e Newton conforme mostrado na tabela 2:

Tabela 2: Resultados

Medição	Lei de Newton (W/m ²)	Lei de Fourier (W)
1	q"=90 W/m ²	Qx=60,75 W
2	q"=30 W/m ²	Qx=81 W
3	q"=112,5 W/m ²	Qx=43,88 W
4	q"=150 W/m ²	Qx=20,25 W
5	q"=90 W/m ²	Qx=60,75 w
6	q"=82,5 W/m ²	Qx=64,13 W
7	q"=30 W/m ²	Qx=81 W

Fonte: Próprio autor

A tabela acima mostra o maior fluxo de calor para a medição 4 devido a alta diferenças entre as temperaturas máximas e mínimas, embora a transferência de calor por condução tenha se mantido com valor menor mostrando a eficiência da serragem como material isolante. O protótipo apresentou uma praticidade e montagem de baixo custo, sendo assim, um sistema acessível para a população de baixa renda, conforme mostrado na figura 2:



Figura 2: Protótipo aquecedor de baixo custo.

Fonte: Próprio autor

CONCLUSÕES

A serragem mostrou-se um material eficiente como isolante térmico reduzindo a transferência de calor por condução mesmo quando apresentou um valor mais elevado do calor por convecção. A montagem do sistema mostrou sua viabilidade devido ao baixo custo e a praticidade na manutenção.

A maior perda registrada de temperatura foi em torno de 9°C o que mostra a viabilidade do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FILHO, L.R.A.G. Avaliação do conforto térmico de aquecedores solares compostos por embalagens reaproveitáveis utilizando modelos de regressão polinomial. **Revista Energia Agricultura**, v.31, p273-281, 2016.

INCROPERA, F.; DeWitt, D. **Fundamentos de transferência de calor e de massa**: 4. ed. Rio de Janeiro: Editora S.A, 1998.

MOGAWER, T.; SOUZA, T.M. Sistema Solar de Aquecimento de Água para Residências Populares. Anais 5º ENCONTRO ENERGIA MEIO RURAL, 2004.

PRADO, C.; GUIMARÃES, G. Banho quente-frio ou frio qual e a melhor temperatura para o seu corpo. <https://vivabem.uol.com.br/noticias/redacao/2017/09/13>. Acesso em: 25/07/2018.

SANCHES, V.F.; TUPAN, L.F.S. Aplicação da energia solar fotovoltaica em um dispositivo de baixo custo por redução nos gastos com energia elétrica. **Revista Uningá**, v.51, p48-50, 2017.

SCHUNEMAN, M.H.Z.; PIOVESAN, T.R.; PIRES, D.M. XXVIII - CONGRESSO REGIONAL DE INICIAÇÃO E TECNOLÓGICA EM ENGENHARIA, Ijuí –RS, Brasil, 2017.