

USO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA FABRICAÇÃO DE COLETORES TERMOSOLARES DO TIPO PLANO FECHADO PARA O AQUECIMENTO DE ÁGUA

ANDERSON MIGUEL LENZ¹, SAMUEL NELSON MELEGARI DE SOUZA²; AUREA LUCIA VENDRAMIN³; ESTOR GNOATTO¹; YURI FERRUZZI¹

¹ Professores departamento de ELÉTRICA, UTFPR, Medianeira-PR, andersonlenz@utfpr.edu.br

² Professor Mestrado Eng. De Energia na agricultura, UNIOESTE, Cascavel-PR,

³ Engenharia civil, UFPR, Curitiba-PR,

¹ Professores departamento de ELÉTRICA, UTFPR, Medianeira-PR,

¹ Professores departamento de ELÉTRICA, UTFPR, Medianeira-PR.

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Dentro do consumo energético residencial Brasileiro, a maior parcela é consumida por sistemas de aquecimento de água, para isso usa-se normalmente o chuveiro elétrico é alimentado pela energia elétrica do sistema elétrico de potência, este que tem como principal fonte a hidroeletricidade que está sujeita a variações climáticas. Visando minimizar a pressão sobre o sistema elétrico por parte do aquecimento de água, uma alternativa é o uso dos painéis termosolares. O objetivo deste trabalho é avaliar um sistema de aquecimento termosolar construído com materiais comumente encontrados em construção civil de 1 m². Os experimentos foram conduzidos em Cascavel-PR, no campus da UNIOESTE, a coleta dos dados de temperatura fora feito com auxílio de termopares do tipo J, e um Piranometro, todos acoplado a um datalogger CR-1000, que realizou leituras e coleta a cada 5 minutos durante 8 meses. Após a coleta e análise dos dados, verificou-se que o sistema apresentou eficiência mensal variando de 36,63 a 83,37%, e a energia absorvida mensal absorvida variou de 32,15 á 115,03kWh. Assim este sistema para as condições do experimento, é o mais indicado para ser utilizado em aquecimento de água residencial ou rural, reduzindo a conta de energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE: Termosolar, aquecimento, radiação solar.

USE OF ALTERNATIVE MATERIALS FOR THE MANUFACTURE OF THERMOSOLAR COLLECTORS FLAT TYPE CLOSED FOR WATER HEATING

ABSTRACT: Within the residential energy consumption Brazilian, the largest portion is consumed by water heating systems, for this is usually used the electric shower is powered by electricity from the electric power system, this whose main source hydroelectricity who is liable to climatic variations. In order to minimize the pressure on the electrical system by the water heating, an alternative is the use of solar thermal panels. The objective is to evaluate a thermosolar heating system built with materials commonly found in building construction of 1 m². The experiments were conducted in Cascavel-PR, On the campus of UNIOESTE, the collection of temperature data was made with sensors termopar tipo J, And an pyranometer, all coupled to a CR-1000 datalogger, who performed readings and collection every 5 minutes for 8 months. After collecting and analyzing data, it was found that the system presented monthly efficiency ranging from 36.63 to 83.37%, and the energy absorbed monthly absorbed varies from 32.15 will 115,03kWh. Thus this system to the experimental conditions is the most suitable for use in heating residential or rural water, reducing the electric bill.

KEYWORDS: Thermosolar, heating, solar radiation.

INTRODUÇÃO: O consumo de energia elétrica residencial no Brasil corresponde a aproximadamente 27% do consumo total de energia no ano de 2013, (EPE, 2014) sendo segundo (PENREIRO, 2010) 18,000 Gwh somente para residências. Dentro do consumo energético total das residências no Brasil o chuveiro detém a maior fatia, consumindo em torno de 24% da energia elétrica (ELETROBRÁS, PROCEL, 2012), e dentro dos sistemas de aquecimento de água utilizados nas

residências, como água para lavanderia, cozinha 73,5% foi utilizando o meio energético eletricidade, grande parte desta energia é consumida no horário de pico das 18h as 20h (EPE,2011), momento do dia caracterizado pela fim do expediente, e período do acionamento da iluminação pública, acionamento dos eletrodomésticos, o que impõe uma enorme pressão sobre o sistema elétrico de potencia (SEP). Segundo dados da EPE (2014) no ano de 2013, cerca de 68,6% da energia gerada no Brasil foi proveniente usinas hidroelétricas, estas estão sujeitas a ter seu potencial de geração diretamente afetado pela variação dos ciclos das chuvas ou variações climáticas, por utilizar para geração a energia água da chuva armazenada nos reservatórios, ou seja a nossa matriz energética é extremamente vulnerável a variação do clima, assim em uma eventual variação climática como secas plurianuais pode afetar a capacidade das usinas geradoras atender a sua demanda de energia elétrica, (SCHAEFFER E COHEN, 2007) esta situação obriga como nos últimos meses o acionamento das termelétricas a gás natural que hoje já correspondem a 12,1% da energia gerada no Brasil (EPE, 2014), sem comentar nos 2,6% de nuclear, 2,6% de carvão e 3,9% de derivados de petróleo, que além de não renováveis são as grandes responsáveis pela poluição do ar. (SOUZA, Ozair et al .2012).Com o intuito de reduzir a necessidade de se utilizar as termelétricas, e reduzir a vulnerabilidade do sistema elétrico às variações climáticas vem se adotando o uso de fontes alternativas de energia como a solar, que pode ser utilizado de várias formas, uma delas é o seu aproveitamento térmico (TOLMASQUIM, 2003). Assim o objetivo deste trabalho restringe-se ao aproveitamento da energia solar térmica, onde neste trabalho avaliou-se a quantia de energia absorvida por um sistema de aquecimento de água termossolar com placa do tipo plana fechada durante um período de 8 meses, com o intuito de verificar a quantia de energia térmica absorvida neste período bem como a eficiência do sistema. Isto representará uma base para o dimensionamento de sistema de aquecimento de água, ou uma noção da economia que o sistema poderá representar em sistemas híbridos aquecidos tanto como energia solar como energia elétrica.

MATERIAIS E MÉTODOS: Neste trabalho além da avaliação do sistema fora feita a montagem do mesmo, sendo que o principal diferencial do nosso sistema é de ser feito com materiais diferentes dos convencionais, com o intuito de facilitar a fabricação, diminuir os custos e além de tudo apresentar o mesmo desempenho de conversão solar/térmica. O coletor de placa plana (FPC), Figura 1, é composto por cinco elementos principais vistos também na figura 1, primeiro a cobertura transparente (vidro 3 mm transparente), que é encarregada de produzir o efeito estufa, reduzir as perdas por convecção e garantir a estanqueidade do coletor à água e ao ar, em união com a carcaça e as juntas, a segunda camada consiste de uma placa de alumínio com forma de omega tem em suas laterais inclinação de 45 graus a cada 2.5 cm, que tem a função de refletir a irradiação que não atingiu diretamente os tubos e refleti-los para os tubos de PVC. A terceira camada é formada por Tubos de PVC 32” (pintados com tinta preto fosco), que tem a função de absorver o calor proveniente da incidência direta do sol, e a parte refletida pela placa de alumínio pintada de preto brilhante. A quarta camada é composta por um isolante térmico (espuma de poliuretano expandido TYTAN PRO 30), tem a função de evitar que aconteçam trocas térmicas da parte inferior da carcaça com o sistema, aumentando assim a sua eficiência. Por final a carcaça é feita de uma caixa de alumínio reciclado, e possui um formato para que de sustentação ao sistema e isola-lo do meio externo, escolheu-se o alumínio por ser um material leve e resistente PERRY (1980).

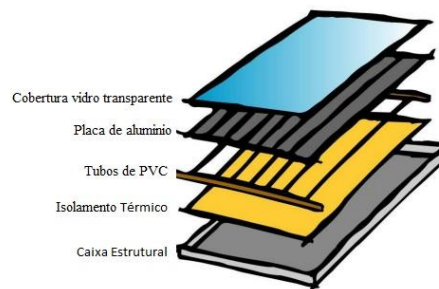


FIGURA 1 - Coletor de placa plana (FPC).

A coleta dos dados para análise foi realizada no município de Cascavel-PR, no campus da UNIOESTE com localização geográfica latitude (24 56' 26" S) e longitude (53 33' 32" O) foram coletados dados de radiação solar, temperatura da água do reservatório e temperatura ambiente. Para a coleta dos dados de radiação solar utilizou-se um piranômetro de fabricação Kipp & Zonen, modelo CMP3, com uma sensibilidade de 15,30 microvolts/watt.m2, instalado próximo ao coletor, para medição de temperatura utilizou-se dois termopares tipo J, a leitura e aquisição dos dados fora feita por um datalogger CR-1000 a qual todos os sensores foram acoplados, efetuando coletas com intervalo de 5 em 5 minutos por um período de 8 meses, de julho de 2014 a fevereiro de 2015. Para analisar o desempenho de um sistema qualquer uma das formas é analisar a sua eficiência, que é basicamente a relação da energia que deu saída e a energia que entrou no caso a eficiência. Para calcular a energia térmica absorvida pelo sistema utilizou-se a equação descrita por (S.A. KALOGIROU, 2009).

$$Qd = m Cp (TM - Tm) \quad (1)$$

Em que:

Qd – energia diária absorvida diária (cal).

M – massa de água(g).

Cp – calor específico da água(cal/g/°C).

TM – temperatura maior registrada no dia(°C).

Tm – temperatura menor registrada no dia(°C).

Para calcular a eficiência do sistema utilizou a equação descrita por (S.P. SUKHATME, 1998) e (J.A. DUFFIE, W.A., 2006).

$$\eta_c = \frac{Qd * 0,001163}{Ac * Id} * 100 \quad (2)$$

Em que:

η_c = Eficiência (%).

Qd = Calor absorvido pelo sistema(cal).

Id = Irradiação total do dia(Watts/dia).

Ac = Área coletor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Ao analisar os dados de energia solar visualizados na figura 2, ou irradiação solar total, em cada mês do período analisado em questão, é possível verificar que o mês de outubro/2014 apresentou o maior valor de irradiação total incidida no mês se comparada com os outros meses. Com um valor de 137875.3W em todo mês, e o mês de julho apresentou o menor valor com 87761,4W.

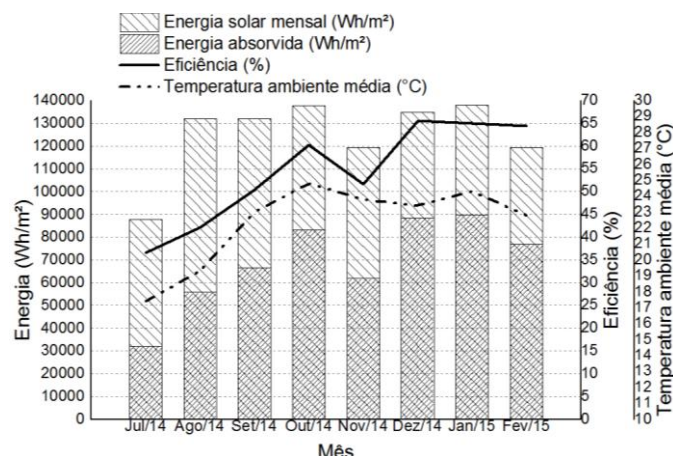


FIGURA 2. Energia solar mensal e absorvida e eficiência do sistema.

Analisando a evolução dos dados visualizados na figura 2 e tabela 1. observa-se que o mês dentro do período analisado que se teve a maior quantia de energia solar incidida foi o mês de janeiro/15 com 137978 Wh/m² de energia incidida, e neste mês houve a maior absorção de energia pelo sistema onde o mesmo absorveu 89821 Wh/m². O mês que apresentou a menor quantia de energia incidida foi o mês de julho/14 com somente 87761 Wh/m² neste mês também houve a menor absorção de energia onde

se absorveu somente 32152 Wh/m² de energia térmica, neste mês o sistema teve a menor eficiência com 36,6%, e neste mês também se teve a menor temperatura média ambiente com 17,4°C. O mês mais quente registrado foi o mês de outubro/14 com 24,8°C de média. Os valores de eficiência encontrados, ao analisar o sistema, estão na mesma faixa de variação encontrada por (L.M. Ayompe, A. Duffy.2013), com eficiências variando de 39-55%, que avaliou o desempenho de um sistema fabricado por uma empresa especializada.

TABELA 1. Dados de desempenho do sistema.

	Energia solar mensal (Wh/m ²)	Energia absorvida (Wh/m ²)	Eficiência (%)	Temperatura média (°C)
Jul/14	87761	32152	36,6	17,4
Ago/14	131994	55752	42,2	19,3
Set/14	131995	66480	50,3	23,0
Out/14	137875	83148	60,3	24,8
Nov/14	119367	61820	51,7	23,8
Dez/14	134875	88447	65,5	23,4
Jan/15	137978	89821	65	24,3
Fev/15	119367	76973	64,4	22,8

CONCLUSÃO: Após a tabulação e análise dos dados podemos verificar que o sistema como um todo apresentou uma eficiência satisfatória, variando de 36,6% no mês de menor eficiência para 65,5% no mês de maior eficiência, ficando dentro da faixa de variação de um sistema feito por uma empresa especializada, o que mostra a viabilidade da utilização de materiais alternativos que podem ser comumente encontrados em construção civil. Placas de aquecimento termossolar do tipo plano fechada como a fabricada e avaliada neste trabalho podem ser utilizadas nos mais variados processos, tanto o sistema como fonte principal de aquecimento da água, como em um sistema híbrido composto por duas fontes de aquecimento, em que a quantia de calor inserida na água pelo sistema de aquecimento solar será complementada por outro sistema, como por exemplo a gás, lenha ou energia elétrica.

REFERÊNCIAS

- J.A. DUFFIE, W.A. Beckman, Solar Engineering of Thermal Processes, Wiley, New York, 2006.
- L.M. Ayompe, A. Duffy. Analysis of the thermal performance of a solar water heating system with flat plate collectors in a temperate climate, Applied Thermal Engineering 58 (2013) 447 e 454.
- ELETROBRÁS.PROCEL. Energia Solar para aquecimento de água no Brasil: Contribuições da Eletrobrás Procel e Parceiros / Luiz Eduardo Menandro de Vasconcellos; Marcos Alexandre Couto Limberger (Organizadores). – Rio de Janeiro: Eletrobras, 2012. 240 p. : il.
- EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço energético nacional 2011: ano base 2010. Rio de Janeiro, 2011- a. Disponível
- EPE. 2014, Anuário estatístico de energia elétrica 2014.
- S.A. KALOGIROU, Solar Energy Engineering: Processes and Systems, Elsevier, London, 2009.
- SCHAEFFER, R., COHEN, C. A. (org), 2007. Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil (BRA/01/001): Simulação de Potenciais de Eficiência Energética para o Setor Residencial. Programa de Planejamento Energético - PPE/COPPE/UFRJ, 2007.
- S.P. SUKHATME, Solar Energy: Principles of Thermal Collection and Storage, second ed., Tata McGraw-Hill, New Delhi, 1998.
- SOUZA, Ozair et al . Energia alternativa de biomassa: bioetanol a partir da casca e da polpa de banana. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande , v. 16, n. 8, Aug. 2012 <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000800015>.
- TOLMASQUIM, t. Mauricio (org.). Fontes renováveis de energia no Brasil. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.