

Dimensionamento de coletor solar residencial no município de Palotina, PR

Edson Vanzella¹, Mireille Sato¹, Ana Claudia Cabral¹, Jair Antônio Cruz Siqueira², Mauricio Guy de Andrade³ e Matheus Rizato⁴

Resumo: A radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica. No caso de aquecimento de fluidos existem dois tipos fundamentais de coletores: coletores de concentração e coletores planos. Dentro deste contexto, o artigo tem como principal objetivo viabilizar a instalação de um equipamento coletor de energia solar no município de Palotina. Especificamente efetuar o cálculo da superfície necessária em um coletor solar plano, para gerar aquecimento d'água a fim de abastecer um chuveiro residencial, em função da irradiância média local. Além de dimensionar os painéis de acordo com o resultado da superfície necessária, observando as especificações do fabricante do material a ser utilizado e sua curva de rendimento também a irradiância do município. A irradiância solar em Palotina é igual a $14,27 \text{ MJ/m}^2$ ou $E_e = 566,27 \text{ W/m}^2$ e a superfície necessária para o painel a ser implantado é de $S = 11,61 \text{ m}^2$.

Palavras chave: energia solar, irradiância e aquecimento.

Design of residential solar collector in Palotina - PR.

Abstract: Solar radiation can be used directly as a source of thermal energy for heating and fluid environments, and to generate mechanical or electrical power. If heated fluid there are two basic types of collectors: collectors and concentrating collectors plans. Within this context, this paper aims to enable installation of a solar energy collector equipment in Palotina. Specifically perform the calculation of the required surface in a flat solar collector for generating heating water in order to supply a residential shower, depending on the local average irradiance. In addition to sizing the panels according to the result of the required surface by observing the specifications of the material manufacturer to be used and its yield curve also the irradiance of the municipality. The solar irradiance in Palotina equals 14.27 MJ/m^2 or $E_e = 566.27 \text{ W/m}^2$ and the area necessary for the panel to be deployed is $S = 11.61 \text{ m}^2$.

Key words: solar power, irradiance and heating

Introdução

Com o intuito de adaptar-se as adversidades naturais, o homem ao longo dos séculos, passou a utilizar diferentes fontes de energia responsáveis pelo desenvolvimento da civilização.

¹ Mestrandos do Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE - Cascavel-PR. edson.vanzella@hotmail.com, mireille.ss@hotmail.com e Ea.anaclaudia@gmail.com.

² Professor Dr. Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura- - Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE - Cascavel-PR. jair.siqueira@unioeste.br.

³ Professor Msc. Faculdade Assis Gurgacz- FAG- Cascavel-PR. mauricio.agro@hotmail.com.

⁴ Mestrando do Programa de Pós Graduação em Geografia – Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho – UNESP – Rio Claro-SP. mrizato@hotmail.com

Atualmente o cenário energético mundial, assim como a matriz energética brasileira, estão calcados no emprego dos combustíveis fósseis, fonte esgotável e extremamente poluente. Considerando estes intempéries, surge no país pós década de 1970, um incentivo ao desenvolvimento de novas fontes de energias renováveis, a exemplo do Programa Nacional do Álcool – PROÁLCOOL, dentre outras iniciativas incipientes como o uso da energia eólica e solar, sendo esta última, temática alvo do presente trabalho.

Quase todas as fontes de energia (hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos) são formas indiretas de energia solar. Além disso, a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica. Pode ainda ser convertida diretamente em energia elétrica, por meio de efeitos sobre determinados materiais, entre os quais se destacam o termoelétrico e o fotovoltaico (ANEEL, 2003).

A boa utilização da energia solar exige o estudo do Sol como fonte geradora, a maneira como esta energia é distribuída no espaço e principalmente sobre a Terra, além das formas mais convenientes para seu aproveitamento. O ângulo de inclinação a ser adotado na montagem de um aquecedor solar é um dos principais quesitos para que ocorra o melhor aproveitamento da incidência solar (COIMBRA, 2008).

Existem dois tipos fundamentais de coletores: coletores de concentração e coletores planos. O coletor de concentração focaliza a energia que atinge um grande refletor parabólico ou uma grande lente, para um absorvedor relativamente pequeno. O absorvedor possui água ou fluido de transferência. Em virtude da concentração de energia em um absorvedor de área diminuta, o fluido alcança elevadas temperaturas, bem maiores que as atingidas pelos coletores planos. O coletor de concentração requer a montagem sobre mecanismo motorizado de rastreamento do movimento do sol, pois o ângulo de incidência da radiação deve ser correto para a focalização no absorvedor. Apesar do melhor aproveitamento da radiação, o equipamento de rastreamento se torna dispendioso, complexo e de difícil manutenção. Já o coletor plano recebe e utiliza a radiação solar na mesma superfície, operando em temperaturas mais baixas que o coletor de concentração, atingindo no máximo cerca de 93 °C. As vantagens do coletor plano comparadas aos outros tipos de coletores são: simplicidade de construção, custo relativamente baixo, ausência de partes móveis e por fim a relativa facilidade de reparo e manutenção (SPRENGER, 2007).

Dentro deste contexto, o artigo tem como principal objetivo viabilizar a instalação de um equipamento coletor de energia solar no município de Palotina. Especificamente efetuar o cálculo da superfície necessária em um coletor solar plano, para gerar aquecimento

d'água a fim de abastecer um chuveiro residencial, em função da irradiância média local. Além de dimensionar os painéis de acordo com o resultado da superfície necessária, observando as especificações do fabricante do material a ser utilizado e sua curva de rendimento também a irradiância do município.

Metodologia

Para efetuar o dimensionamento do coletor solar, determina-se inicialmente a área coletora e o volume do sistema de armazenamento necessário para atender à demanda de energia útil de um determinado perfil de consumo. Cabe lembrar que o dimensionamento de instalações solares térmicas depende principalmente das condições climáticas locais, da demanda de calor, da fração solar desejada e do rendimento da instalação e sua configuração. (ABRAVA, 2012).

Para determinação da superfície necessária do painel do coletor solar, utilizou-se a seguinte fórmula (1):

$$S = \frac{P}{\eta \times E_e} \quad (1)$$

Onde:

S = superfície ou área à dimensionar (m²);

E_e = irradiância do Sol na região (W/m²);

η = rendimento do painel conforme tipo de material utilizado;

P = potência de um chuveiro (W);

Os valores de irradiância (E_e) do Sol em Palotina e rendimento do painel (η) foram pesquisados em sites referenciados ao final. A potência do chuveiro foi tomada de um aparelho de marca Fame – Fábrica de Aparelhos e Material Elétrico Ltda.

Devido a localização do município em questão no hemisfério sul do globo terrestre, os painéis devem ser montados voltados para o norte, pois no inverno o Sol está nesta direção.

O cálculo de inclinação está relacionado com a latitude. Latitudes de 0° até 4° devem ter o painel com inclinação de 10°; latitudes de 5° a 20° devem ter inclinação correspondente ao valor da latitude somado com 5°; latitudes de 21° a 45° devem possuir inclinação do painel de acordo com o valor da latitude somado com 10°; em latitudes de 46° a 65°, soma-se à latitude o valor de 15° e latitudes de 66° a 75° devem instalar o painel com 80° de inclinação. No caso da latitude de Palotina, o cálculo de inclinação do painel do coletor solar foi efetuado somando-se a latitude de Palotina com o valor de 10° de inclinação.

Com relação ao coletor solar utilizado, é da marca Transsen, modelo Magnum, que possui sua placa absorvedora com serpentina fabricada em cobre e aleta em alumínio extrudado. De acordo com as especificações técnicas, o rendimento (η) da placa absorvedora (painel) é de 0,791 (TRANSEN, 2012). Na tabela 1, estão listadas as especificações do modelo.

Tabela 1. Especificações do coletor solar Transsen

Modelo MAGNUM V2.0	Especificações
Largura (m)	1,0
Altura (m)	2,0
Espessura (mm)	85
Classificação INMETRO	A
Eficiência	61,6%
Prod.Mensal de Energia KWh/mês	172,6
Prod.Mensal de Energia KWh/mês.m ²	86,3
Serpentina	Cobre
Aleta	Alumínio Extrudado
Diâm.Entr/Saída (mm)	22
Peso (kg)Vazio	33,1
Peso (kg)Cheio	36,3
Peso (kg)Flex Vazio	40,2
Peso (kg)Flex Cheio	43,4

Fonte: (TRANSEN, 2012)

Nota: Termos de equação da curva de eficiência:

$Fr(ta)n=0,791$. $FrUL= 6,708$

Resultados e Discussão

A irradiância do Sol na região de Palotina-Pr. de acordo com Dallacort *et al.*, 2004, é de 14,27 MJ/m². A potência do chuveiro de marca Fame, modelo Kibanho, é de 5.200 W, conforme indicado no aparelho.

A fórmula (1) necessita do valor de irradiância na unidade de Watts/metro quadrado (W/m²), tornando necessário transformar o valor de 14,27 MJ/m² em W/m². Para isso, foi necessário saber o total de horas de insolação para a região de Palotina, que de acordo com UC.PR 2006, é de 2.558,1 horas anuais.

O valor de irradiância do Sol para Palotina (14,27 MJ/m²) reflete uma média diária, calculada segundo Dallacort *et al.*, 2004, de acordo com os valores mínimos e máximos

diários para a região. Desta forma, para conversão da unidade de megaJoule (MJ) para Watts (W), realizou-se os cálculos (2), (3) e (4).

$$\begin{array}{rcl} 2.558,1 \text{ horas de insolação} & \text{-----} & 365 \text{ dias} \\ X \text{ horas de insolação} & \text{-----} & 1 \text{ dia} \\ X = 7 \text{ horas de insolação/dia} \end{array} \quad (2)$$

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ hora} & \text{-----} & 3.600 \text{ segundos} \\ 7 \text{ horas} & \text{-----} & Y \text{ segundos} \\ Y = 25.200 \text{ segundos} \end{array} \quad (3)$$

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ Watt} & \text{-----} & 1 \text{ Joule/segundo} \\ Z \text{ Watts} & \text{-----} & \frac{14,27 \times 10^6 \text{ Joules}}{25.200 \text{ segundos}} \\ Z = 566,27 \text{ Watts} \end{array} \quad (4)$$

Assim, a irradiância solar em Palotina é igual a $14,27 \text{ MJ/m}^2$ ou $E_e = 566,27 \text{ W/m}^2$. Após definidos os valores, efetuou-se o cálculo da superfície necessária para o painel a ser implantado, através da fórmula (1).

$$S = \frac{P}{\eta \times E_e} \quad (1)$$

$$S = \frac{5.200 \text{ W}}{0,791 \times 566,27 \text{ W/m}^2} \rightarrow S = 11,61 \text{ m}^2$$

Para o cálculo da inclinação do painel solar, foi acrescido ao valor da latitude da cidade (24°) o valor de 10° , totalizando 34° de inclinação para o norte para o painel em Palotina.

Conclusões

De acordo com os cálculos efetuados, a instalação de um painel com medidas em torno de $3\text{m} \times 4\text{m}$, com as especificações de rendimento e composição de material conforme o

indicado, proporcionará condições de fornecer água aquecida para um chuveiro com potência equivalente de 5.200 Watts.

Os cálculos foram efetuados com valores médios de irradiância e insolação, podendo ocorrer variações de aquecimento em função da época do ano e do clima. No entanto, estima-se que o coletor de energia solar reduza os gastos com energia elétrica e retorne o investimento em período curto, podendo ser otimizado e aumentado, fornecendo água aquecida para mais utilizações na residência.

Referências

ABRAVA. Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento. **Projetos de sistemas de aquecimento solar**. 2012. Disponível em: <<http://www.forumclima.pr.gov.br/arquivos/File/curso2.pdf>>. Acesso em 17/06/2012.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Energia Solar**. 2003. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>. Acesso em 17/06/2012.

COIMBRA, N.; AZAMBUJA, C.; DALMAS, T.; COELHO, L. **Eficiência térmica de coletor solar de baixo custo**. 2008. Disponível em: <<http://143.54.70.55/medterm/20081/coletor%20solar%20baixo%20custo.pdf>>. Acesso em 17/06/2012.

DALLACORT, R.; FREITAS, P. S. L; GONÇALVES, A. C. A.; REZENDE, R.; BERTONHA, A.; SILVA, F. F.; TRINTINALHA, M. **Determinação dos coeficientes da equação de Angstrom para a região de Palotina, Estado do Paraná**. 2004. Disponível em: <http://www2.unemat.br/rivanildo/docs/artigos/2004_03.pdf>. Acesso em 17/06/2012.

SPRENGER, R. L. **Aplicação do sistema fechado no aquecedor solar de água de baixo custo para reservatórios residenciais isolados termicamente: concepção e comissionamento de um sistema piloto de testes**. 2007. Disponível em: <<http://www.ppgcc.ufpr.br/dissertacoes/d0087.pdf>>. Acesso em 17/06/2012.

TRANSEN. Aquecedor Solar. **Manual aquecedor solar – banho – Magnum**. 2012. Disponível em: <http://www.transsen.com.br/wp-content/themes/transsen-DEV/images/produtos/manual/Manua_Banho.pdf>. Acesso em 17/06/2012.

UC.PR. Unidade de Conservação-Paraná. **Análise da Unidade de Conservação**. 2006. Disponível em: <http://www.uc.pr.gov.br/arquivos/File/Plano_de_Manejo/Parque_Estadual_Cabeca_Cachorro/10_encarte3_analise_uc_a.pdf>. Acesso em 17/06/2012.