

Plano de instalação de um coletor solar residencial na cidade de Palotina-PR

Kenia Gabriela Santos¹, Eduardo de Rossi¹, Paulo André Cremonez¹, Reinaldo Aparecido Bariccatti², Caroline Thaís Eckert^{1*}

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Doutorandos do Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Engenharia Agrícola. Cascavel – PR. CEP: 85819-110.

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Docente do Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Engenharia de Energia na Agricultura. Cascavel – Pr.

carolt.eckert@gmail.com

Resumo: A radiação solar é uma das fontes de energias renováveis que pode ser utilizada para o aquecimento de água. Desta forma, objetivou-se com este trabalho a criação de um projeto apresentando a viabilidade de instalação de um coletor de energia solar em uma residência com 5 moradores na cidade de Palotina – Paraná/Brasil, possibilitando replicação dos cálculos para aplicação em outra escala ou para outro consumo. Para a geração de economia no consumo de energia elétrica é necessária uma instalação bem planejada, com isso foi possível obter o dimensionamento de painel solar, a geração de energia térmica captada e análise da economia de energia elétrica gerada pelo sistema instalado. Os resultados obtidos evidenciam economia no consumo de energia elétrica para a residência.

Palavras-chave: Energia Renovável, Coletor Solar, Consumo, Energia Elétrica, Residência.

Installation Plan f a Solar Collector in Residential City Palotina-PR

Abstract: Solar radiation is one of the renewable energy sources that can be used for heating water. Thus, the aim of this work was the creation of a project showing the feasibility of installing a solar energy collector in a residence with five residents in the city of Palotina - Parana/Brazil, enabling replication of calculations for application on another scale or to another consumer. To generate savings in electricity consumption a well-planned installation is required, thus it was possible to get the sizing solar panel, thermal power generation and analysis of the captured energy savings generated by the installed system. The results show savings in electricity consumption for the residence.

Keywords: Renewable Energy, Solar Collector, Consumption, Eletricity, Residence.

Introdução

O consumo de energia no mundo tem aumentado gradativamente com a expansão de tecnologias e isto induz aos países buscarem formas energéticas alternativas, visando suprir toda essa demanda (GANGULY et al., 2010). O Brasil é um dos países que tem se destacado pela busca de novas alternativas (SILVEIRA et al., 2013).

O desenvolvimento de um país está associado ao bom planejamento energético que visa balancear fatores de consumo de energia e a sua disponibilidade. Contudo, as preocupações ambientais geradas pela própria extração e aplicação desses recursos têm incentivado a busca por fontes alternativas de energia, limpas e de caráter renovável (BOUDRIES, 2014).

Uma das maiores soluções energéticas para o planeta Terra é a utilização de energia solar (NGOH; NGOH, 2012). Esta é considerada uma das energias mais limpas, sendo uma fonte verde totalmente livre de poluição que contribui para a preservação do meio ambiente, além de atender a todas as pessoas de forma gratuita (UCZAI, 2012; AMAN et al., 2015). Dentre todos os recursos naturais disponíveis para aproveitamento energético, o potencial energético do Sol é o maior. A energia aproveitada desta fonte é oriunda da radiação térmica (LIU et al., 2013).

Grande parte das fontes de energia como: hidráulica, biomassa, eólica e combustíveis fósseis, são advindas indiretamente da energia proveniente do sol (ALVES e CAGNON, 2010). Além disso, a radiação advinda deste astro luminoso pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para produção de potência mecânica ou até mesmo corrente elétrica. Sendo transformada neste por meio de efeitos gerados sobre alguns materiais, dentre os efeitos podemos citar o termoelétrico e o fotovoltaico (ANEEL, 2011).

O potencial energético disponível depende das condições climáticas e atmosféricas existentes, e o Brasil contém regiões altamente propícias para este aproveitamento energético, que até os locais com menores índices de radiação são considerados altamente aproveitáveis. O Brasil, com dimensões continentais e atravessado pelo Trópico de Capricórnio e pela linha do Equador, com farta insolação anual, parece elementar o uso racional de energia solar (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE).

Neste escopo, um estudo da disponibilidade de diferentes localidades e viabilidade econômica para aproveitamento da energia oriundo do sol é necessário para o desenvolvimento de novas formas de aplicação das mesmas com novas tecnologias de fácil

acesso, visando a aplicação projeções de projetos sustentáveis (CECONI, 2010; ROBINSON, 2011).

Segundo Murphy et al. (2014) as instalações solares para aquecimento de água podem ser muito significativas para algumas tecnologias. Esse sistema tem recebido muita atenção nos últimos anos por ser uma fonte alternativa para obtenção de água quente, sendo considerada uma tecnologia de baixo custo (KUMAR; ROSEN, 2011; MEKHILEFA et al., 2011).

A energia térmica para aquecimento de fluidos pode ser realizada com aplicação de coletores ou concentradores solares (D'ANTONI; SARO, 2012; MANEA, 2012; GUÉDEZ et al., 2014). Porém os coletores solares são amplamente utilizados em aplicações residenciais e comerciais (hotéis, restaurantes, clubes, hospitais) (KIM et al., 2014; SANTOS et al., 2014).

Os métodos de conversão térmica da energia solar são fundamentados na absorção da energia radiante através de uma superfície negra. Este pode ser um processo que apresenta certa complexidade dependendo do tipo de material absorvente. Aplica-se difusão, absorção de fótons, aceleração de elétrons, múltiplas colisões, sendo o efeito final desejado aquecimento (DUFFIES; BECKMAN, 2006; TEIXEIRA et al., 2011; CHUERUBIM, 2012).

A energia incidida por meio da radiação é em grande parte absorvida pelas placas coletoras (FERNANDES e GUARONGHI, 2012). As placas transmitem uma parte desta energia que é absorvida para a água que este retida no interior de uma tubulação, geralmente feita de cobre, sendo que uma pequena parte é refletida para o ar que envolve a chapa. A eficiência do coletor é dada pela proporção destas parcelas de energia, sendo absorvida, transmitida e refletida, respectivamente, relacionando-se a quantia de energia que é incidida. Assim pode-se verificar a eficiência do coletor avaliando-se a quantidade de energia transmitida para a água (KALOGIROU, 2014)

Desta forma, objetivou-se com este trabalho obter a insolação média incidente no município de Palotina, Estado do Paraná-Brasil, e montar com base nisto um projeto apresentando viabilidade de instalação de um equipamento coletor de energia solar em uma residência com 5 moradores nesta cidade, possibilitando replicação dos cálculos para aplicação em outra escala ou para outro consumo. E como objetivos específicos, visa-se dimensionar os painéis solares, calcular a geração de energia térmica captada e analisar a economia de energia elétrica gerada pelo sistema instalado.

Material e métodos

A elaboração deste projeto baseou-se no Coletor Aço Nobre de modelo Aquasol 1. A demanda de energia necessária de energia foi calculada por meio de informações como a necessidade média de água aquecida para uma residência. Sabendo-se que, no Brasil segundo o sitio de pesquisa G1, cerca de 25% da demanda energética é para aquecimento de água utilizando chuveiros elétricos. Utiliza-se como base para o atual trabalho uma residência com consumo médio de 350kW/h.mês, com 5 moradores (G1, 2012).

O dimensionamento dos painéis foi determinado pela latitude do município de Palotina, pois com este valor pode-se determinar a inclinação do coletor. Para determinar o fluxo incidente de radiação por unidade de área, utiliza-se a Equação 1, (BEZERRA, 2014).

$$E_e = \frac{dFe}{dA} \quad (\text{Equação 1})$$

Fe = Unidade de energia incidida por tempo (W)

A = Unidade de Área

Determina-se também que a quantidade de água a ser aquecida é 200 L a uma temperatura de 70 °C, utilizou-se esta temperatura objetivando excedente para que não fosse necessário o cálculo de eficiência do boiler e como coeficiente implícito de certeza de atendimento da demanda. Para saber a potência a ser gerada faz-se então a Equação 2, (BAPTISTA, 2006).

$$Q = MC_p(t_d - t_a) \quad (\text{Equação 2})$$

M = volume de água a ser aquecida igual ao desejado em litros ou Kg, já que um litro de água pesa praticamente um quilo.

C_p = calor específico da água dado em Kcal/kg°C

t_d = temperatura desejada

t_a = temperatura ambiente

Dimensiona-se as placas através do consumo diário e do rendimento do material do coletor juntamente com o fluxo incidente por unidade de área, obtido na Equação 1, através da Equação 3 (BAPTISTA, 2006).

$$S = \frac{P}{\eta \cdot E_e} \quad (\text{Equação 3})$$

S = Superfície em m²

P = Potencia Requerida

η = Eficiência do Coletor

Ee = Fluxo Incidente por unidade de área

Resultados e Discussão

Obteve-se através do sitio “db-city”, a latitude do município de Palotina, sendo este de -24.2817°. Sabendo-se que com latitudes entre 21 e 45°, utiliza-se a latitude obtida mais 10° para determinar-se a inclinação do coletor com a finalidade de que este tenha a maior incidência possível, conforme dados fornecidos em sala de aula pelo orientador do projeto. Com isso obteve-se 34° (Db City, 2014).

O fluxo de radiação incidente por unidade de área (Ee) no município de Palotina é de 500 W/m². Para o município de Palotina, obteve-se de dados históricos (1971 a 2011) (IAPAR, 2011), uma média anual de 2563 horas de insolação, transformando-se este dado para dias, temos um período de insolação diária de 7,02 horas.

Deduzindo-se que o consumo de um chuveiro é de 25% do consumo total mensal de uma residência segundo a G1 (2012), estimando-se que uma residência apresenta consumo de 350kWh/mês como a de um dos integrantes do grupo, 25% disto será 87,5kWh/mês.

Tendo que na residência em questão tem-se 5 moradores, e que segundo a ECV o consumo de água quente por pessoa em uma residência é de 45L/dia. Ou seja: 45L consumo diário x 5 pessoas = 225L consumo diário da residência.

Utilizou-se para elaboração do projeto Coletor Aço Nobre de modelo Aquasol 1 apresentando principal composição da placa, o alumínio com eficiência energética média de 54,6%, e de tamanho 1m².

Utilizando-se a Eq. 2 determinou-se potência necessária para o aquecimento da água até 70°C sabendo-se que a temperatura média ambiente do município já é de 22°C. tem-se ainda segundo ECV que 50°C é a temperatura limite ótima para reservatório para água de banho, então utilizou-se a temperatura de 70°C como fator de segurança.

$$Q = 225.1(70 - 22) = 10800\text{Kcal.}$$

Sabe-se que o rendimento térmico é de 54,6% e que a radiação convertida para horas e multiplicada por 7,02 horas é de 3008,57Kcal/dia.m². Ou seja: 500W/m² = 500J/s/m² x 4,2(fator para transformar em caloria) = 119,05Cal/s/m². Transformando segundo para hora = 119,05 x 3600 = 428.571,43Cal/h/m². Incidência de energia solar diária= 428.571,43 x 7,02 = 3.008,57 kcal/dia/m². Com este valor utiliza-se a Eq. 3 e a área de 5,84m².

$$S = \frac{10800}{0,546 \times 3008,57} = 6,57\text{m}^2$$

Tendo que o tamanho da placa é de 1m² e que a área necessária é de 6,57 extrapolase novamente para 7m², o que resulta em 7 placas coletoras.

Sabe-se que esta produção tende a minimizar até cerca de 80% dos custos, e há períodos de baixa incidência luminosa além de períodos chuvosos então faz-se os cálculos de economia monetária através dos valores de kW/h mais ICMS de 29% nos traz um valor de R\$0,62, pode-se calcular a economia em energia elétrica pela instalação do coletor solar para aquecimento na ordem dos 25% citados anteriormente multiplicados pelo fator de economia máximo anual de 0,8 (80%), resultando em um valor de 54,25 reais mensais.

Conclusões

Com o presente trabalho pode-se concluir que com uma instalação bem planejada e utilizando-se o devido equipamento, pode-se obter uma boa economia no consumo de energia elétrica. Conforme os cálculos apresentados e dados de fornecedores pode-se comprovar que o coletor apesar de não apresentar rendimento superior aos 60%, por ser também de baixo custo, é relativamente eficiente perante outras fontes de obtenção de energia.

Não houve uma relação direta entre energia térmica gerada e a energia elétrica economizada, porém ficou notória sua relação após evidências dos dados.

Referências

ALVES, A.F.; CAGNON, J.A. Desenvolvimento e avaliação de desempenho de um sistema de posicionamento automático para painéis fotovoltaicos. *Revista Energia na Agricultura*, v. 25, n. 2, p. 1-19, 2010.

AMAN, M.M.; SOLANGI, K.H.; HOSSAIN, M.S.; BADARUDIN, A.; JASMON, G.B.; MOKHLIS, H.; BAKAR, A.H.A.; KAZI, S.N. A review of Safety, Health and Environmental (SHE) issues of solar energy system. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 41, p. 1190-1204, 2015.

ANEEL. **ENERGIA SOLAR** CAP. 3. 2011. 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)> Acessado em: Junho/2014.

BAPTISTA, A.S.C. Análise da viabilidade econômica da utilização de aquecedores solares de água em resorts no nordeste do Brasil. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

BEZERRA A.M.; Energia Solar; **Vamos Calcular Um Aquecedor Solar De Água?**; Disponível em: <<http://mourabezerra.sites.uol.com.br/vamosconstruir.htm>> Acessado em: Junho/2014.

BOUDRIES, R. Hydrogen as a fuel in the transport sector in Algeria. *International Journal of Hydrogen Energy*, (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.06.014>.

CECONI, M. Avaliação do potencial solar do Sul do Brasil. Relatório final de projeto de iniciação científica (PIBIC/CNPq/INPE). Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais, 90 p. Santa Maria, 2010.

CHUERUBIM, M.L. Análise da variação da radiação solar na superfície terrestre com base no cálculo da irradiância para diferentes latitudes. *Revista Geográfica Acadêmica*, v.6, n.1, p. 75-80, 2012

D'ANTONI, M; SARO, O. Massive solar-thermal collectors: a critical literature review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.16, p. 3666–3679, 2012

Db City. **Informações Palotina**. Disponível em: <<http://pt.db-city.com/Brasil/Paran%C3%A1/Palotina>> Acessado em: Junho/2014.

DUFFIES, J.A.; Beckman, W.A. **Solar engineering of thermal processes**. Wiley, New York, 2006.

FERNANDES, C.A.O.; GUARONGHI, V.M.; **Energia Solar**. Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/esolar/esolar.html>> Acessado em: Junho/2014.

G1. **Rio Preto e Araçatuba**. Chuveiro representa 25% do gasto de energia elétrica em uma residência. **2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com>>** Acessado em: Junho/2014.

GANGULY, A.; MISRA, D.; GHOSH, S. Modeling and analysis of solar photovoltaic-electrolyzer-fuel cell hybrid power system integrated with a floriculture greenhouse. **Energy and Buildings**, v. 42, p. 2036–2043, 2010.

GUÉDEZ, R.; SPELLING, J.; LAUMET, B.; FRANSSON, T. Optimization of Thermal Energy Storage Integration Strategies for Peak Power Production by Concentrating Solar Power Plants. **Energy Procedia**, v. 49, p. 1642-1651, 2014.

IAPAR. **Medidas históricas**. 2011. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Palotina.htm> Acessado em: Junho/2014.

KALOGIROU, S.A. Solar Energy Collectors. *Solar Energy Engineering (Second Edition). Processes and Systems*, p. 125-220, 2014.

KIM, E.J.; PLESSIS, G.; HUBERT, J.L.; ROUX, J.J. Urban energy simulation: Simplification and reduction of building envelope models. *Energy and Buildings*, v. 84, p. 193-202, 2014.

KUMAR, R.; ROSEN, M.A. A critical review of photovoltaic–thermal solar collectors for air heating. *Applied Energy*, v. 88, n. 11, p. 3603-3614, 2011.

LIU, S.Y.; PERNG, Y.H.; HO, Y.F. The effect of renewable energy application on Taiwan buildings: what are the challenges and strategies for solar energy exploitation? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 28, p. 92–106, 2013.

MANEA, T.F. Desenvolvimento de uma bancada para ensaios de coletores solares de tubos de vidro a vácuo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MEKHILEFA, S.; SAIDUR, R.; SAFARI, A. A review on solar energy use in industries. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, v.15, p. 1777–1790, 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Energia solar. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/energia-solar> > Acesso em: 12 Nov. 2014.

MURPHY, D.J.; O’CONNOR, B.L.; MAYHORN, D.T.; ALMER, L.I.; BOWEN, E.E.; WHITE, E.; KIM, C. Alternative Water Resources for Utility-scale Solar Energy Development. *Energy Procedia*, v. 49, p. 2501-2511, 2014.

NGOH, S.K.; NJOMO, D. An overview of hydrogen gas production from solar energy. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, v.16, p. 6782–6792, 2012.

ROBINSON, D. **Computer Modelling for Sustainable Urban Design: Physical Principles, Methods and Applications**, Earthscan, London, 2011.

SANTOS, A.C.; VALE, J.; BORGE-DIEZ, D.; REQUENA-PÉREZ, R. Solar thermal systems for high rise buildings with high consumption demand: Case study for a 5 star hotel in Sao Paulo, Brazil. *Energy and Buildings*, v. 69, p. 481-489, 2014.

SILVEIRA, J.L.; TUNA, C.E.; LAMAS, W.Q. The need of subsidy for the implementation of photovoltaic solar energy as supporting of decentralized electrical power generation in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 20, P. 133-141, 2013.

TEIXEIRA, A.A.; CARVALHO, M.C.; LEITE, L.H.M. Análise de viabilidade para a implantação do sistema de energia solar residencial. *E-xacta*, v. 4, n. 3, p. 117-136, 2011.

UCZAI, P. **Energias Renováveis Riqueza Sustentável ao Alcance da Sociedade**. 10th ed. Série cadernos de altos estudos, 2012.