

## DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE BOMBEAMENTO FOTOVOLTAICO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

José Airton A. dos Santos<sup>1</sup>; Roger N. Michels<sup>2</sup>; Estor Gnoatto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, airton@utfpr.edu.br;

<sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, michels@utfpr.edu.br;

<sup>3</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, gnoatto@utfpr.edu.br

### RESUMO

Os sistemas convencionais de fornecimento de energia elétrica nem sempre constituem a melhor opção para satisfazer as demandas do setor rural, por isso existe uma constante necessidade de se pesquisar sobre a utilização de fontes alternativas de energia. Dentre estas fontes pode-se considerar a energia solar. Atendendo a essa necessidade, o trabalho aqui desenvolvido estabelece como objetivo analisar o desempenho de um sistema de bombeamento de água acionado por energia solar, realizado na cidade de Medianeira - PR. O sistema de bombeamento, por acoplamento direto, é composto por um gerador fotovoltaico, Solarex MSX-56, um motor de corrente contínua e uma bomba de diafragma SolarJack SDS-D-228.

**Palavras-Chave:** energia solar, sistemas de bombeamento, gerador fotovoltaico.

### PERFORMANCE OF A PHOTOVOLTAIC PUMPING SYSTEM IN THE WEST REGION OF PARANA STATE

#### ABSTRACT

Sometimes, the electricity power supply conventional systems is not the best option to satisfy the demands on the rural sector, therefore exists a constant necessity for researching about the use of alternative energy sources. Among those energy sources we can consider the photovoltaic solar energy. By supplying this necessity, the purpose of this work is to analyze the performance of a water pumping system supplied by solar energy, carried out in Medianeira City situated in Parana State. The pumping system, by direct coupling, consists of a Solarex MSX-56 photovoltaic power supply, one DC motor and one SolarJack SDS-D-228 diaphragm pump.

**Key-Words:** solar energy, pumping system, photovoltaic generator.

#### INTRODUÇÃO

A energia solar fotovoltaica está difundida em várias localidades do Brasil, aplicada a diversas finalidades. Por se tratar de uma fonte versátil, a energia solar pode ser utilizada em locais remotos onde a rede elétrica ou não está disponível ou torna-se muito cara, sendo, desta forma, uma boa opção para pequenos agricultores (Fedrizzi, 2007, Treble, 1991).

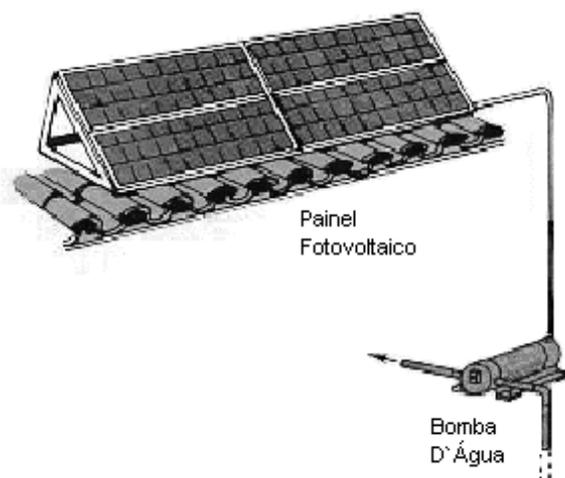
Mas para a utilização desta forma de energia é necessário realizar um dimensionamento correto dos painéis fotovoltaicos, conhecer os equipamentos que serão alimentados e o potencial solarimétrico da região. No caso do Brasil, esta preocupação só deve ser levada em consideração na região sul, uma vez que o restante do território, estando mais próximo da linha do Equador,

possui grande incidência de energia solar.

Muitas propriedades e comunidades rurais no Brasil, devido à grande distância das centrais de geração, não são atendidas pelos sistemas de energia elétrica convencional. Uma das formas de garantir o suprimento de energia nessas propriedades ou comunidades rurais isoladas, seria a implantação de sistemas energéticos baseados em fontes alternativas de energia. Dentre elas a energia solar é uma das mais promissoras, podendo ser utilizada no aquecimento de água por meio de coletores termossolares e geração de eletricidade, através de painéis fotovoltaicos, para iluminação e bombeamento de água (CEPEL/CRESESB, 1999).

Para estudos mais precisos de desempenho de um painel fotovoltaico em um determinado local, com vistas a um projeto específico, é recomendável a realização de medições locais, buscando avaliar as influências localizadas de irradiação, temperatura, relevo, poluição entre outros (Hsiao, Blevins, 2006).

O trabalho desenvolvido tem como objetivo analisar o desempenho de um sistema de bombeamento de água acionado por painéis fotovoltaicos, por acoplamento direto (Figura 1), na cidade de Medianeira - PR.



**Figura 1:** Acoplamento direto.

## MATERIAL E MÉTODOS

O sistema de bombeamento de água foi montado nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná na cidade de Medianeira, localizada na Região Oeste do Paraná com latitude 25° 17' 43" Sul e longitude 54° 05' 38" Oeste, apresentando uma altitude de 500,7 metros.

O sistema de bombeamento, avaliado neste trabalho, foi formado por:

- Painéis fotovoltaicos Solarex MSX-56;
- Bomba SolarJack SDS-D-228;
- Medidor de vazão LAO;
- Transdutor de vazão;
- Datalogger Campbell Scientific CR23X;
- Termopar do tipo K (cromo/alumínio);
- Piranômetro Kipp & Zonen CM3;
- Divisor de tensão;
- Resistor Shunt.

Foram instalados 10 painéis fotovoltaicos, porém apenas dois deles, ligados em série, foram utilizados na pesquisa; isso devido à configuração do sistema de bombeamento. Uma bomba do tipo diafragma, da marca SolarJack, modelo SDS-D-228, de trabalho submerso foi alimentada pelos painéis fotovoltaicos, bombeando água a uma altura de 20 metros, desnível existente entre a caixa d'água e a cisterna na qual foi instalada.

A vazão total, do sistema de bombeamento, foi obtida com um medidor de vazão LAO, tipo turbina, classe 1; a tensão na carga (conjunto moto-bomba) foi obtida por medida direta em paralelo com a mesma; a temperatura foi obtida por meio de um termopar, tipo K, acoplado diretamente ao painel; a radiação solar global foi obtida por meio de um piranômetro Kipp & Zonen CM3 colocado na mesma inclinação do painel.

Na aquisição de dados, foi utilizado um Datalogger da Campbell Scientific, modelo CR23X, programado para realizar a leitura

a cada segundo e armazenar a média aritmética a cada minuto dos seguintes dados: componentes de irradiação global, temperatura de operação do painel, tensão e corrente do sistema fotovoltaico.

Devido ao fato do sistema de bombeamento de água acionado por painéis fotovoltaicos trabalhar com acoplamento direto, ou seja, sem a utilização de conversores eletrônicos e/ou banco de baterias para o armazenamento da energia elétrica, o restante dos equipamentos, apresentados anteriormente, foram utilizados para a aquisição e armazenagem de dados.

Os painéis foram instalados numa estrutura metálica fixa no telhado do bloco de laboratórios J1, do Curso de Tecnologia em Alimentos, no campus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Este local foi escolhido devido à proximidade com a caixa d'água e por não apresentar árvores ou estruturas que pudessem sombrear as células fotovoltaicas, prejudicando, desta forma, o desempenho do sistema fotovoltaico.

O posicionamento do conjunto fotovoltaico foi realizado por meio de uma haste vertical projetada sobre um plano horizontal, pela localização do norte geográfico utilizando o valor do meio-dia real (12 horas, 43 minutos, 44 segundos). O ângulo de inclinação do conjunto fotovoltaico em relação ao plano horizontal foi mantido constante e idêntico à latitude do local (Vilela, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vazão obtida, do sistema de bombeamento fotovoltaico, depende da radiação solar, isto é, as variações da radiação solar repercutem na vazão do sistema. Por meio da análise do gráfico, apresentado na Figura 2, é possível distinguir três regiões delimitadas pelas curvas de radiação solar, vazão e pelos eixos cartesianos (Vera et al., 2006):

- Região 1 – Na região de radiação inicial não

há bombeamento, e representa as primeiras horas de sol do dia. Os níveis de radiação solar não são suficientes para gerar potências de saída que permitam vencer a resistência por atrito e pela altura estática da instalação em estudo.

- Região 2 – Com o passar das horas a radiação solar aumenta até chegar um valor capaz de gerar uma potência que acione o motor da bomba. Vilela (2001) se refere a este valor como o nível crítico de radiação solar para o qual a potência gerada pelos módulos fotovoltaicos permite superar as resistências e iniciar o bombeamento.

- Região 3 – Na região de radiação final não há bombeamento, e representa as horas do entardecer. Esta região é caracterizada por apresentar níveis de radiação solar decrescente. As potências fornecidas, nesta região, não são capazes de vencer o conjunto de resistências impostas pelo sistema de bombeamento.

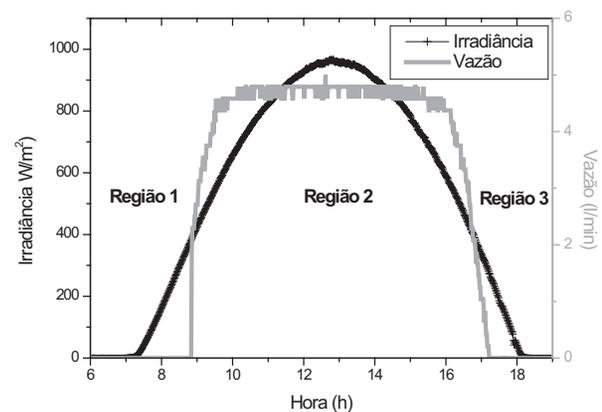


Figura 2: Curvas de vazão e irradiação.

A Figura 3 mostra o volume total de água bombeada pelo sistema de bombeamento fotovoltaico, para cada mês entre fevereiro e novembro de 2008. Pode-se observar que nos meses de verão, devido ao total de insolação existente, a quantidade de água bombeada é superior as dos meses de inverno. Observa-se que os meses de julho e agosto, devido à quantidade reduzida de chuva, apresentam

uma alta quantidade de água bombeada, mesmo possuindo dias mais curtos. O mês que apresentou maior quantidade de água bombeada foi novembro com 53.053,51 litros e o mês que apresentou à menor foi junho com 32.039,54 litros.

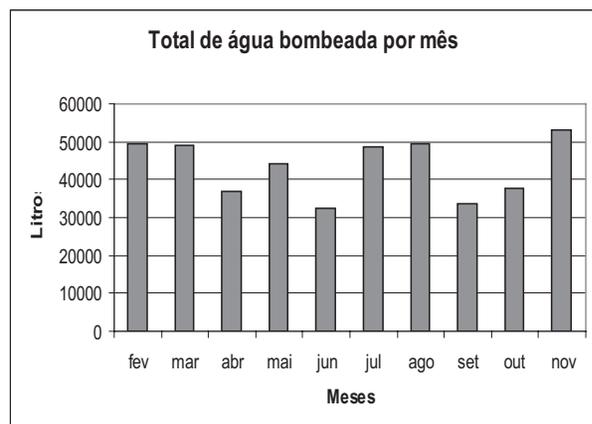


Figura 3: Total de água bombeada.

## CONCLUSÕES

Realizou-se neste trabalho uma análise do desempenho de um conjunto moto-bomba, SolarJack SDS-D-228, alimentada através de dois painéis fotovoltaicos, Solarex - modelo MSX-56. Após análise dos resultados, do experimento, pode-se concluir que:

- A temperatura máxima atingida pelo painel fotovoltaico no solstício de inverno foi de 51.1 °C. No solstício de verão o valor foi de 59.89 °C.
- A irradiação solar para os dias de inverno e verão atingiram valores máximos de 907 W/m<sup>2</sup> e 1070 W/m<sup>2</sup> respectivamente.
- A vazão apresenta uma média de 4.64 L/min para o solstício de inverno e vazão média de 4.59 L/min no solstício de verão.

- O total de água bombeada entre os meses de fevereiro e novembro foi de 435.042,20 litros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEPEL/CRESESB **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL/CRESESB, 1999.

TREBLE, F. C. (1991) **Generanting electricity from the sun**. New York: Pergamon Press, 1991.

HSIAO, R.; BLEVINS, B. **Direct coupling of photovoltaic power source to water pumping system**. Solar Energy, n.4, v.12, 2006.

FEDRIZZI, M. C. **Procedimentos para realização de ensaios com sistemas de bombeamento fotovoltaico em bancada de teste**. I Congresso Brasileiro de Energia Solar, Fortaleza, ABENS, 2007.

VERA, L. H.; STEIGLEDER, M. A.; AEBEHARD, M. R.; BENITEZ, F. **Acoplamiento directo entre generadores fotovoltaicos y bomba de agua**. Universidad Nacional Del Nordeste – Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Chaco – Corrientes, 2006.

VILELA, O. C. **Caracterização, simulação e dimensionamento de sistemas fotovoltaicos de abastecimento de água**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em tecnologias Energéticas e Nucleares – PROTEN –DEN/UFPE, 2001.