



Análise do funcionamento de um sistema de bombeamento de água através de energia solar fotovoltaica utilizando motobomba de corrente contínua

Walmeran José Trindade Júnior¹, José Diniz Neto², José Artur Alves Dias¹, Ilton Luiz Barbacena¹, Cláudio Galeno Queiroga²

¹ Graduandos do curso de Engenharia Elétrica - IFPB. Bolsistas do CNPq. e-mail:josediniz@ieee.org

² Doutores do curso de Engenharia Elétrica - IFPB. e-mail:walmeran@ig.com.br

Resumo: O bombeamento de água é uma das atividades mais difundidas em relação à utilização da energia solar fotovoltaica, apesar de se apresentar como fonte alternativa de energia, o alto custo do sistema traz grandes empecilhos. A utilização da energia solar fotovoltaica traz uma das soluções a problemática dos sistemas de bombeamento isolados, onde sua utilização é dada de forma gratuita, pelo Sol. Com a análise do funcionamento do sistema de bombeamento de água com motores cc realizada nos laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba foram encontrados resultados satisfatórios, porem a proposta de utilização de motores de corrente alternada é bem interessante.

Palavras-chave: bombeamento de água, energia solar, motores cc.

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais desvantagens da utilização da energia solar é a necessidade de radiação solar por certa quantidade de tempo. O Brasil, por ser um país tropical, em sua maioria territorial, tem uma grande vantagem na utilização de várias fontes alternativas de energia, dentre elas a energia solar se destaca de forma surpreendente. Observe a figura 1.

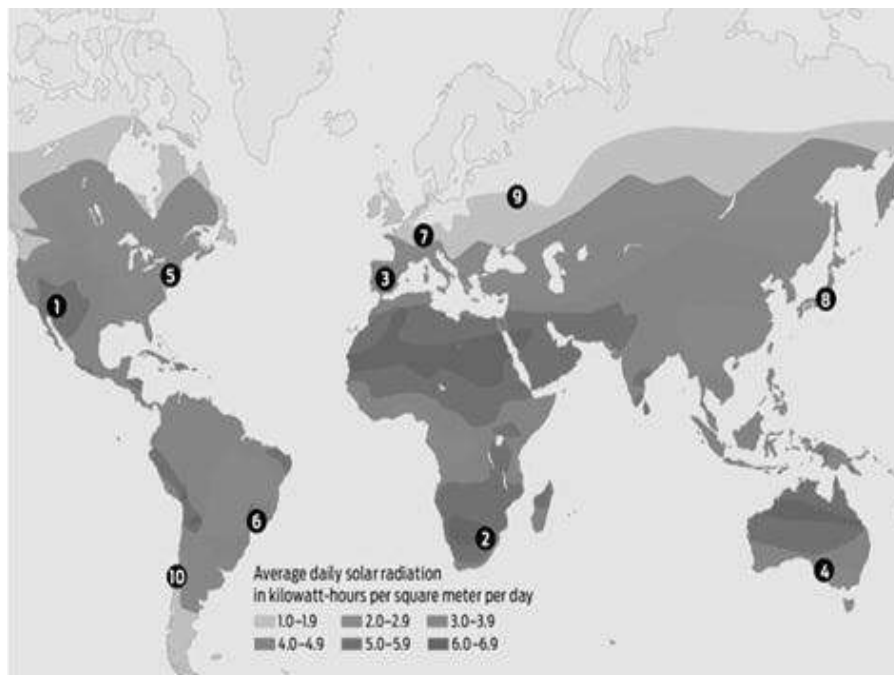


Figura 1 - Mapa de radiação solar no globo em kWh/m² (UPSON, 2008).

A eletricidade é a forma de energia mais versátil e a que melhor se adapta à sociedade tecnologicamente avançada. Não se concebe a civilização atual sem confortos e as possibilidades permitidas pelo seu uso (GOMES NETO, 2005).



Uma das aplicações da energia solar fotovoltaica está em sistemas rurais de eletricidade. Tal forma de geração de energia pode ter uma grande importância nestas áreas, sendo utilizado em sistemas de bombeamento.

Os seres vivos necessitam de água, oxigênio e alimento para se manterem vivos. Em particular, atrelado à carência de energia, está o fornecimento deficiente de água as populações rurais isoladas (LOPES, 2005).

A falta de eletricidade em alguns lugares, decorrente da difícil acessibilidade geográfica poderá resultar em um abastecimento de água precário, obrigando assim a desapropriação de determinados locais. O sistema de bombeamento, através da energia solar fotovoltaica, poderá trazer a solução desta problemática, desde que o local disponha de radiação solar necessária para o acionamento deste sistema.

Lorenzo et al. 1999 afirma que “apesar de o efeito fotovoltaico ter sido observado pela primeira vez pelo físico francês Edmond Becquerel em 1839, e de as primeiras aplicações datarem da década de 1950, o bombeamento fotovoltaico, por outro lado, somente se deu de forma comercial no final da década de 1970.”

Até 1990 não mais de 10.000 sistemas de bombeamento de água haviam sido instalados em todo o mundo. Na última década, no entanto, seu número aumentou sensivelmente e, ainda que não tenha contabilizado com precisão, o último estudo da previsão da expansão realizado pela União Europeia, mostra cifras da ordem de 150.000 sistemas de bombeamento fotovoltaico instalados até 2010 (EPIA, 2006). Esse crescimento mostra que é viável a utilização de sistemas de bombeamento através da energia solar fotovoltaica e que existe uma necessidade cada vez maior que as sociedades busquem novas fontes alternativas de energia.

Segundo trabalhos realizados por, Fronza et al. (2008). O uso da irrigação em figueira Roxo-de-Valinhos, obteve aumento de 11t de figos maduros quando se utilizou a irrigação. A produtividade passou de 21 t/ha para 32 t/ha. O sistema de irrigação no experimento tem um custo de R\$ 5.000 por ha, demonstrando a viabilidade do uso da irrigação desde que haja água e sistema de bombeamento por uso da técnica.

Os mesmos autores estudando a viabilidade do uso da irrigação de goiabeira Paluma encontraram aumento na produtividade de 28t/ha passando para 35t/ha comparando ensaios sem irrigação e irrigados, respectivamente. Os autores citam ainda a importância do desenvolvimento de novas formas de bombeamento d'água para áreas rurais onde a disponibilidade de rede elétrica é menos e ou/ distante da rede de transmissão e distribuição de energia elétrica, muitas vezes inviabilizando o uso da irrigação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para um estudo mais detalhado e minucioso do trabalho desenvolvido, foi necessário um forte embasamento teórico e técnico, através de livros, *datasheets* disponibilizados por empresas de dispositivos semicondutores, monografias e diversos arquivos adquiridos na rede mundial de computadores.

O software para a medição de potenciais energéticos de determinadas regiões foi utilizado o programa disponibilizado livremente pela internet denominado *RetScreen 4*

Após o estudo teórico, foram feitas instalações de painéis solares para montagem de um sistema de bombeamento em corrente contínua, também foi realizada a montagem de um sistema de bombeamento em corrente alternada, porém alimentado pela rede de distribuição de energia, para análise de um motor de corrente alternada monofásico. Estudaram-se também em laboratório os melhores métodos para o chaveamento de IGBT's e utilização de transformadores monofásicos.

Os principais equipamentos utilizados na produção deste trabalho foram:

- Livros acadêmicos;
- Monografias;
- Softwares;
- Canos PVC ¼ polegadas;



- Válvula hidráulica;
- Painéis solares;
- Moto-bomba submersa CC;
- Controlador de carga CC.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas de bombeamentos mais comumente usados são constituídos por gerador fotovoltaico, sistema de condicionamento de potência, conjunto motobomba e equipamentos complementares (FEDRIZZI, 1997).

Um sistema de geração fotovoltaica tem como elemento básico o módulo, que por sua vez é composto de células conectadas em arranjos com a finalidade de obtenção de tensão e corrente em níveis adequados para utilização (MOEHLECKE, 2005). Utilizando um gerador fotovoltaico com uma potência maior ou igual a do conjunto motobomba e condicionadores de potencia, pode-se descartar a utilização de baterias. Possibilitando uma redução de custos significativos no projeto, e reduzindo futuras agressões ao meio ambiente, devido aos resíduos liberados pelas baterias.

O sistema de condicionamento de potência tem como função principal garantir a confiabilidade de funcionamento e maior vida útil do sistema de bombeamento. O equipamento utilizado neste trabalho foi um controlador de carga CC, que recebe a corrente contínua dos painéis fotovoltaicos em uma tensão específica e em sua saída fornece uma tensão constante para a motobomba.

O conjunto motobomba é constituído por motor CC e uma bomba centrífuga. O motor de corrente contínua é uma máquina que converte a energia elétrica vinda controlador de carga e converte em energia mecânica, para o funcionamento da bomba centrífuga. Bombas centrífugas são bombas hidráulicas que têm como princípio de funcionamento a força centrífuga através de palhetas e impulsores que giram no interior de uma carcaça estanque, jogando líquido do centro para a periferia do conjunto girante. Observe as figuras 2 e 3.

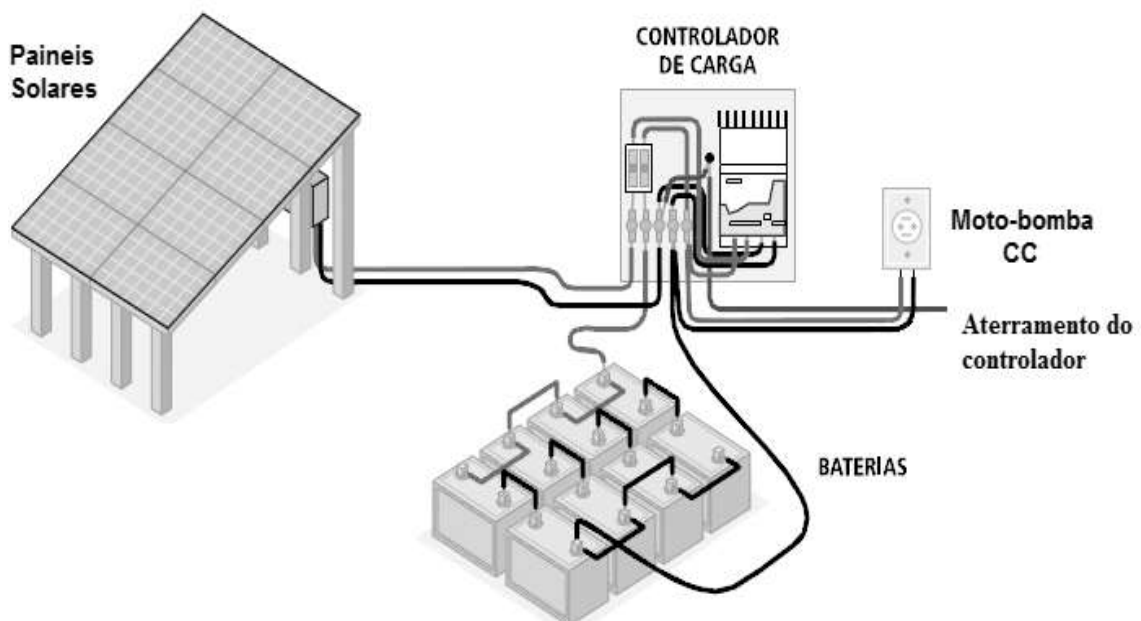


Figura 2 - Configuração de um sistema de bombeamento de água com motobomba de corrente contínua (adaptado) (CRESESB, 2000).

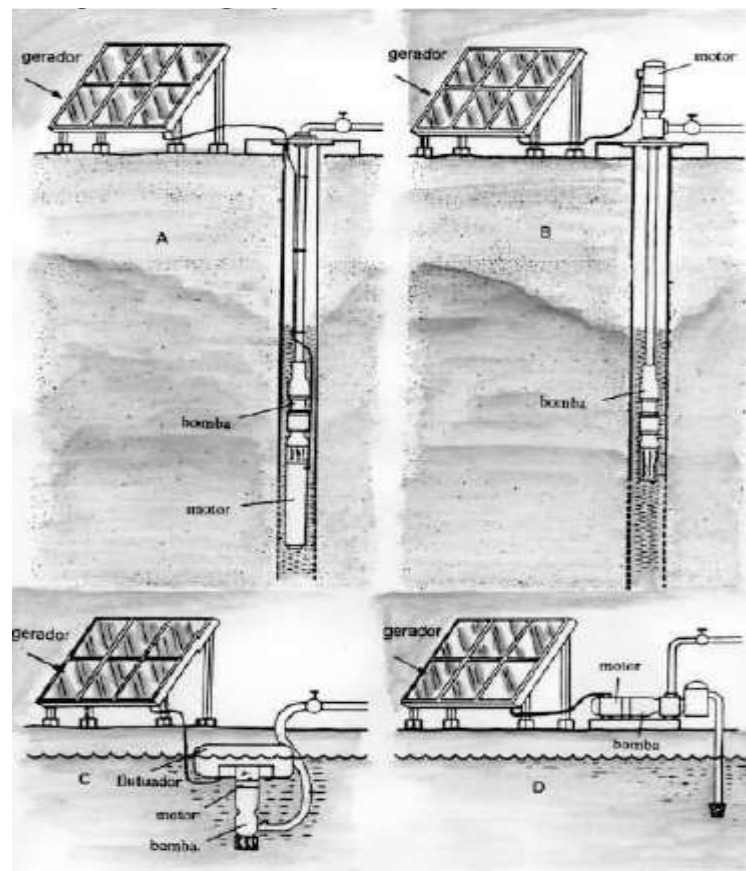


Figura 3 - Configurações de um sistema de bombeamento de água utilizando energia solar fotovoltaica (adaptado) (FRAENKEL, 1990).

Algumas das possíveis configurações utilizadas em sistemas de bombeamento utilizando energia solar podem ser observadas na figura 3, sendo que o conjunto “A” ilustra o grupo motobomba submersa, o conjunto “B” ilustra a bomba submersa e motor na superfície, o conjunto “C” ilustra grupo motobomba flutuante e o conjunto “D” ilustra grupo motobomba em superfície (FEDRIZZI, 1997). “A” configuração adotada para a montagem do sistema de bombeamento foi a opção “A”.

Após a montagem do sistema de bombeamento através da energia solar fotovoltaica nos laboratórios do IFPB utilizando uma motobomba de corrente contínua, verificou-se que para menores alturas manométricas, o sistema apresentou uma maior eficiência, porém não representam a maior eficiência do conjunto. A eficiência global do sistema é baixa devido à baixa eficiência de conversão do painel, a máxima eficiência dos painéis fotovoltaicos foi de 10%.

A eficiência geral é influenciada principalmente pelo comportamento da motobomba do sistema, cuja eficiência e variação são mais significativas que no caso do painel fotovoltaico do conjunto. Generalizando, o aumento da eficiência global com a irradiação é crescente e depois decrescente. Isso se explica pelo fato de que a potência hidráulica é limitada e a irradiação solar disponível não é, assim haverá um determinado ponto em que esse limite ocorre para um potencial de irradiação solar maior, ocasionando a diminuição da eficiência global.

A vazão, como esperado, diminuiu com a carga, porém exigiu que mais energia fosse disponibilizada para operação. O número de horas de operação também variou com a carga e, como é conhecido apesar de não tão bruscamente, também com o dia, justificando a determinação dos níveis de irradiação inicial e final de operação, por meio dos quais se podem determinar o número de horas de funcionamento do sistema. Quando sujeito a cargas maiores, o sistema operou menor tempo em um mesmo dia, visto que são exigidos níveis maiores de irradiação, o que, conseqüentemente, afeta o



volume total de água bombeado durante o dia.

6. CONCLUSÕES

Com a montagem deste sistema nos laboratórios da instituição, foram encontrados diversos resultados positivos, comprovando que a energia solar fotovoltaica pode trazer uma das soluções com relação ao abastecimento de água em localidade em que a rede transmissão e distribuição de energia elétrica não têm acesso.

Dependendo da potência dos painéis fotovoltaicos pode-se descartar a utilização do banco de baterias, trazendo redução de custo do sistema e evitando agressões ao meio ambiente. Para isto é necessário que a potência dos painéis seja maior ou igual que a potência do controlador e do motor.

A utilização da energia solar fotovoltaica como fonte de alimentação para os sistemas de bombeamento de água é viável, se comparado com sistemas alimentados pela rede de distribuição de energia. Alguns desses fatores de viabilidade são a utilização de uma fonte gratuita, o Sol e o barateamento dos equipamentos, que são produzidos cada vez mais pelas indústrias, sendo assim, oferecendo preços mais interessantes e competitivos.

O motor de corrente contínua apresenta alta eficiência e precisão, porém exige uma manutenção constante e possui um preço de fabricação elevado, tornando muitas vezes inviável o seu. Uma proposta a ser implementada seria a utilização de motores de corrente alternada, pois não exigem tantas manutenções e possui um baixo custo de fabricação e fácil localização em mercado. Para a utilização deste tipo de motor é necessário o desenvolvimento de um conversor CC/CA, mesmo com a implementação deste conversor o custo para implantação do sistema de bombeamento com motor de corrente alternada é bem mais viável do que apenas a utilização do motor de corrente contínua.

REFERÊNCIAS

Centro de Referência Para a Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito - CRESESB. 2000. Disponível em: < www.cresesb.cepel.br/cresesb.htm > Acesso em : 16/05/2010

GOMES NETO, E.H., **Hidrogênio – Evoluir sem Poluir.** Brasil H₂, 2005.

EPIA. **Photovoltaics in 2010.** Commission of the European Communities. Directorate General for Energy, Summary Report, 1996.

FREDRIZZI, M. C. **Fornecimento de água com sistemas de bombeamento fotovoltaico.** São Paulo, 1997.

FRAENKEL, P. **Water Pumping Devices: A Handbook for Users and Choosers.** Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). London, 1990

FRONZA, D. et al. **Efeito da Fertilização na Goiabeira Paluma,** in: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 20. Vitória. 2008.

_____, **Produção de Figo de Mesa Roxo de Valinhos sob Fertirrigação.** In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 20. Vitória. 2008

LOPES, A. P. J. **A Energia Solar Fotovoltaica Utilizada em Bombeamento de Água – Aplicações e Perspectivas.** Lavras-MG, 2005.

LORENZO, E. EGIDO, M. A. **La Tecnologia Europea de Bombeo de Agua Mediante Energia Solar Fotovoltaica Frente al PRS-II.** Instituto de Energia Solar - Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, 1999.



MOEHLECKE, A., **Fabricação de Células Solares e Módulos Fotovoltaicos**. Trabalho apresentado no II SNESF, 2005.

UPSON, S. **How Free is Solar Energy?** Magazine IEEE Spectrum, 2008.