

## REGA COM ENERGIA SOLAR: QUESTÕES RELACIONADAS COM O DIMENSIONAMENTO

S. Shahidian<sup>1</sup>, R. Serralheiro<sup>1</sup>, J. Serrano<sup>1</sup>, A. Sousa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ICAAM, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrâneas/ Universidade de Évora, Departamento de Engenharia Rural, Polo da Mitra, 7000 Évora, email: [shakib@uevora.pt](mailto:shakib@uevora.pt)

### Resumo

A Energia solar pode ser utilizada com vantagem para a bombagem de água para a rega, sempre que não exista acesso à energia da rede. A grande fiabilidade destes sistemas e a reduzida manutenção permitem a sua utilização pelos pequenos e médios agricultores. No entanto existem alguns desafios próprios destes sistemas que devem ser devidamente conhecidos e aceites antes de qualquer investimento nesta área. O primeiro desafio prende-se com a reduzida eficiência destes sistemas na transformação da energia solar em fotovoltaica. Efetivamente o rendimento máximo conseguido hoje é da ordem dos 15-16%, valor esse que diminui com o aumento da temperatura dos painéis. Outro desafio prende-se com a variação do volume bombeado não só ao longo do ano, mas também ao longo do dia. Esta limitação tem sido tradicionalmente resolvido recorrendo a reservatórios para estabilizar os caudais ou a baterias para estabilizar a corrente produzida e portanto a bombagem. No entanto qualquer uma destas soluções exige investimento acrescido e redução da simplicidade e fiabilidade do sistema. Neste trabalho é proposta uma nova solução que passa pela utilização de sectores de rega assimétricos, ou seja sectores de rega adaptados ao caudal produzido em cada período de dia.

Depois do título e dos autores, deve ser incluído um Resumo da comunicação, em português e Inglês (Times New Roman 11 ptos.).

**Palavras Chave:** rega, energia solar, gestão da rega

### 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos têm-se investido fortemente na produção de eletricidade a partir da energia solar para injeção na rede. Trata-se efetivamente da forma menos eficaz de utilizar esta tecnologia, apenas viabilizada com subvenções e apoios de diversas naturezas. No entanto existem formas muito mais eficazes e rentáveis de utilização da tecnologia fotovoltaica, nomeadamente em “off grid” em zonas rurais onde não é economicamente viável utilizar a energia da rede. A utilização de energia solar para a bombagem de água em áreas afastadas da rede elétrica se apresenta como uma opção economicamente vantajosa e simples de implementar que até a data tem sido pouco explorado no nosso meio, devido à ênfase e subsídios dados a produção de energia elétrica em grande escala.

Muitas vezes os pequenos e médios agricultores são obrigados a investir em PTs e instalações elétricas caras para a bombagem de água, quando o seu problema pode facilmente ser resolvido recorrendo à energia fotovoltaica. No entanto, a falta de informação e de experiência prática nessa área tem sido um entrave à utilização dessas tecnologias em larga escala pelos agricultores. Mesmo as empresas credenciadas nesta área muitas vezes não tem a melhor informação que lhes permita optar pela solução mais rentável para o agricultor. O objetivo deste trabalho é apresentar algumas considerações e experiência sobre a rega com energia solar e permitir uma maior divulgação desta solução junto dos agricultores.

## 2. A UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR PARA A REGA

A produção de energia elétrica está intimamente associada à radiação solar. No Alentejo, a radiação solar recebida no verão é da ordem dos 4-5KWh por metro quadrado por dia. Ou seja o suficiente para aumentar a temperatura de 1 L de água em 4000 °C. No entanto a tecnologia atual de painéis fotovoltaicos permite transformar essa energia em eletricidade com uma eficiência de cerca de 14-15%, ou seja, num dia limpo, consegue-se produzir cerca de 750Wh de energia por metro quadro de células fotovoltaicas (Figura 1). A eficiência dos painéis pode parecer pouco, mas se compararmos com as alternativas existentes, talvez mudemos de opinião. Por exemplo, o milho, cultura C4 muito utilizado para a produção de biodiesel, tem uma eficiência de conversão de energia solar de cerca de 3%.



*Figura 1. Sistema fotovoltaico típico a funcionar em Évora*

Uma segunda consideração que é particularmente importante para o presente estudo é o facto, de ao longo do ano, os painéis produzirem a máxima energia quando as necessidades de rega são maiores, ou seja nos meses de maior radiação solar. Assim, a produção de energia e

portanto de água acompanha, de certa forma, as necessidades das plantas, o que é uma grande vantagem em termos de otimização da capacidade instalada (Burney et al. 2010). Esta vantagem da utilização de energia solar para a rega, é um aspeto distintivo de muitas outras aplicações, como por exemplo a iluminação, em que as necessidades são maiores no inverno, quando a produção de energia é menor, e portanto será necessário sobre-dimensionar o sistema, com o conseqüente desperdício de capacidade instalada.

Pode-se fazer um primeiro dimensionamento do sistema a instalar considerando que as culturas irão precisar de cerca de 7mm por dia de água (Allen et al. 1998). A energia necessária para a bombagem, em kWh dia<sup>-1</sup> pode ser calculada de acordo com a equação 1 (Barlow et al, 1993).

$$Eh = \frac{VH\rho g}{3.6 \times 10^6} \quad \text{ou} \quad Eh = 27.25 \times 10^{-4} VH \quad (\text{Eq. 1})$$

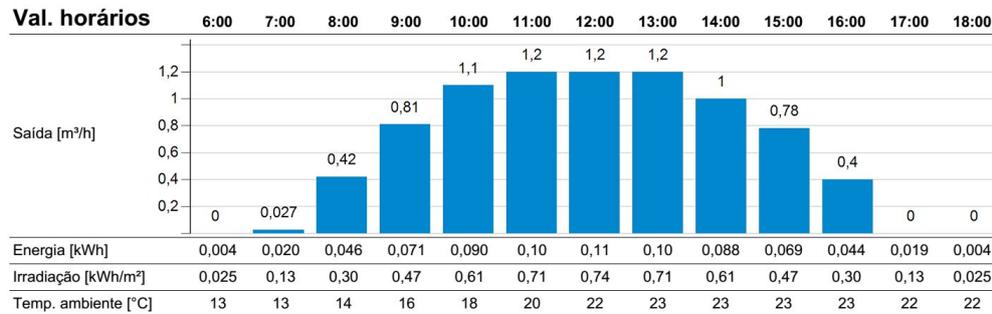
Onde V é o volume necessário em m<sup>3</sup> dia<sup>-1</sup>, H é a pressão necessária na bomba, em m, ρ é a densidade da água, e g é a aceleração da gravidade. Considerando uma necessidade de rega de 7 mm por dia, O volume necessário será de 7m<sup>3</sup> por cada 1000m<sup>2</sup> de cultura. A pressão deve ser calculada por forma a ter um mínimo de 10m de pressão nos gotejadores e deve incluir o desnível entre a bomba e o terreno a ser regado. A potência a instalar através de painéis solares, P em kWp, pode ser realizada de acordo com a equação 2:

$$P = \frac{Eh}{RsFE} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde Rs é a energia solar diária em kWhm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>, F é um factor de perdas internas normalmente considerada como 0.85 e E é a eficiência do sistema solar, normalmente considerado 0.25-0.40.

Uma terceira consideração importante é que a radiação recebida varia ao longo do dia, pelo que há um aumento da energia produzida até ao meio dia solar, que depois diminui até ao pôr do sol (Figura 2). Este facto tem implicações importantes para a bombagem da rega pois significa que irá existir um caudal variável ao longo do dia. Esta variabilidade do caudal tem sido interpretada como um problema e levado os técnicos a implementar soluções para uniformizar o caudal, tendo optado essencialmente por duas soluções. A solução mais simples tem sido a construção de reservatórios elevados, que recebem a água bombeada e que depois através de gravidade ou bombagem alimentam o sistema de rega com um caudal constante. No entanto esta solução implica a construção de um reservatório com alguma dimensão, eventualmente munido de um sistema de bombagem secundário e os custos inerentes à construção do sistema. Uma segunda solução mais sofisticada tem sido a utilização de baterias para armazenar a energia produzida e permitir assim o funcionamento da bomba com caudal constante durante algumas horas por dia. Ultimamente, este tem sido a solução preferida em muitas instalações de bombagem, permitindo a rega com um caudal constante durante algumas horas do dia.

preferida em muitas instalações de bombagem, permitindo a rega com um caudal constante durante algumas horas do dia.



*Figura 2. Variação da radiação recebida e do caudal produzido ao longo do dia (Julho)*

### 3. PROBLEMAS INERENTES À REGA COM BOMBAS SOLARES

No entanto, verifica-se que a utilização das baterias em sistemas concebidos para a rega não constitui uma solução fácil. Um dos principais problemas é o facto de uma boa parte da carga das baterias não poder ser utilizada, sob pena da vida útil das mesmas ser seriamente afetada quando a se utiliza mais do que 30% da carga, a chamada “deep discharge”. Assim, a solução óbvia de utilização diária das baterias em ciclos de carga e descarga acaba por não se materializar, sob pena de afetar a longevidade das baterias.



*Figura 3. Sistema de inversores necessários para o armazenamento de energia em baterias*

Um outro problema é as eficiências do sistema (Figura 3). Qualquer equipamento tem perdas, e os inversores e as baterias não são uma exceção. Assim, os inversores tem uma perda que

pode chegar aos 15%, e as baterias também nunca disponibilizam a mesma quantidade de energia que foi utilizada para as carregar. Para piorar a situação, o calor sentido no verão afeta negativamente as eficiências do sistema.

Assim, os autores pretendem apresentar e validar através de ensaios de campo uma terceira opção que é a rega direta com o caudal produzido pela bomba, sem recurso a armazenamento quer da água quer de energia. Nesta solução, o sistema é simplificado ao máximo, consistindo apenas nas células fotovoltaicas, o controlador e a bomba, o que minimiza os custos de instalação. No entanto, existe o problema de gerir a rega com caudais variáveis ao longo do dia. A solução proposta reside em dividir o terreno em sectores assimétricos. Ou seja, em vez da configuração habitual em sectores idênticos, exigindo débitos idênticos da bomba, utilizar sectores assimétricos, permitindo adaptar o caudal necessário ao caudal produzido. Por exemplo, assumindo que o sistema produz água durante 8 horas no verão, é possível prever 8 sectores de rega, cada um regando durante 1 hora. No entanto, a dimensão de cada um será variável, adaptada ao volume produzido pela bomba na respetiva hora de rega.

#### **4. CONCLUSÕES**

O Alentejo tem condições climáticas ótimas para a utilização da energia solar na rega. Adicionalmente a grande dispersão das explorações agrícolas, encarece muitas vezes a utilização de energia elétrica da rede, pelo que a energia fotovoltaica se apresenta como uma solução economicamente rentável. No entanto o caudal produzido por estes sistemas varia ao longo do dia, o que tem dificultado muito a sua utilização. Neste trabalho é proposta a utilização de sectores de rega assimétricos, como forma de adaptar a área dos sectores aos diferentes caudais produzidos em diferentes horas do dia. Serão realizados ensaios de campo para validar esta proposta que pode resultar em economias significativas em termos de investimento inicial e uma mais fácil utilização.

#### **5. AGRADECIMENTOS e BIBLIOGRAFIA**

Allen R. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome).

Burney J., Woltering L., Burke M., Naylor R., and Pasternak D. 2010. Solar-powered drip irrigation enhances food security in the Sudano-Sahel. PNAS 107(5) 1848-1853.

Roy Barlow, Bernard McNelis e Anthony Derrick 1993. Solar Pumping. An introduction and update on the technology, performance, costs and economics. IT Publications.