



BOMBEAMENTO DE ÁGUA COM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Eng. Carlos Alberto Alvarenga

BOMBEAMENTO DE ÁGUA COM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

1. CARACTERÍSTICAS DO BOMBEAMENTO DE ÁGUA SOLAR

Uma das aplicações mais importantes da energia solar é o bombeamento de água. A água, como a eletricidade, é um fator de saúde e de progresso para as comunidades, principalmente aquelas situadas em locais remotos. É um dos fatores que permitem a fixação do homem no campo, evitando seu deslocamento para as cidades com todos os problemas decorrentes. Em muitas regiões do Brasil, principalmente no Nordeste, populações inteiras vivem com uma grande carência de água, impedindo seu desenvolvimento econômico e mantendo sua condição de miséria e de doença. Na época de seca, rios e córregos secam, as fontes de água ficam distantes e essas populações têm que percorrer grandes distâncias para buscar água para o próprio consumo, muitas vezes água de baixa qualidade.

Freqüentemente, essas populações estão localizadas sobre reservatórios de água de alta qualidade, situados nos lençóis subterrâneos. A falta de conhecimentos e de recursos financeiros, aliada, muitas vezes, à falta de energia, dificulta o acesso das mesmas a essa água.

Existem diversas alternativas de tecnologias para realizar esse bombeamento em locais sem rede elétrica, entre estas a bomba manual, a bomba acionada com motor diesel ou a gasolina e a bomba fotovoltaica.

A bomba manual é de tecnologia simples e limpa, tem custo baixo, não requer combustível e é de manutenção fácil. Entretanto, aplica-se a alguns tipos de poços e, normalmente, é usada para pequenos volumes de água bombeada.

As bombas acionadas com motor diesel (ou gasolina ou gás) usualmente têm grande capacidade de bombeamento de água e relativamente custam pouco, mas têm problemas de suprimento e de custo do combustível necessário à sua operação. Sua manutenção é freqüente e nem sempre feita de forma adequada, reduzindo a vida útil. Geram poluição sonora e do ar. São mais indicadas para comunidades maiores, com maior infraestrutura, capaz de manter os sistemas em operação.

O uso de sistemas de bombeamento acionados com módulos fotovoltaicos é, hoje, uma realidade. Existem milhares de sistemas em funcionamento nas mais remotas regiões do mundo. Esses sistemas são eficientes, confiáveis, necessitam de pouca manutenção e resolveram o problema de abastecimento de água dessas comunidades com um custo relativamente baixo. Mesmo no Brasil, país em que a tecnologia fotovoltaica está pouco desenvolvida, já existem centenas de sistemas, com possibilidades de aumento significativo nos próximos anos.

Uma característica muito favorável ao uso dessa tecnologia refere-se ao casamento perfeito entre a fonte energética, a radiação solar e a necessidade de água. Geralmente, as regiões mais secas e carentes de água são as mais favoráveis em termos de insolação. Em épocas de menor radiação solar, a necessidade de água, normalmente, é menor.

Outro aspecto muito favorável dessa aplicação refere-se à possibilidade de armazenamento da água bombeada em vez do armazenamento da eletricidade produzida pelos módulos fotovoltaicos. Isso diminui a importância de um grande fator limitante do uso da energia solar que é sua variabilidade no tempo e a necessidade de sistemas de armazenamento para tê-la de forma contínua. Os reservatórios de água substituem as baterias elétricas a um custo muito menor.

2. SISTEMAS DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA

São sistemas projetados especificamente para bombeamento de água de poços, lagos e rios. Uma característica deste tipo de sistema é que ele dispensa o armazenamento da energia elétrica produzida pelos módulos fotovoltaicos já que se pode armazenar a água bombeada em

reservatórios. Nos períodos noturnos ou quando não há insolação, pode-se utilizar a água armazenada em um reservatório elevado. O sistema de bombeamento solar dispensa a rede elétrica e o motor Diesel, produzindo sua própria eletricidade. É eficiente, confiável, necessita de pouca manutenção e resolve o problema de bombeamento de água com um custo relativamente baixo. Uma característica favorável ao uso dessa tecnologia refere-se ao casamento perfeito entre a fonte energética, a radiação solar, e a necessidade de água. Geralmente as regiões mais secas e carentes de água são as mais abundantes de insolação. E em épocas de maior nebulosidade a necessidade de água normalmente é menor.

O sistema de bombeamento de água fotovoltaico é semelhante aos sistemas convencionais, com a diferença básica que o acionamento do motor da bomba é feito por um conjunto de módulos fotovoltaicos. A Figura 1 apresenta diagramas esquemáticos, mostrando o funcionamento de sistemas deste tipo.

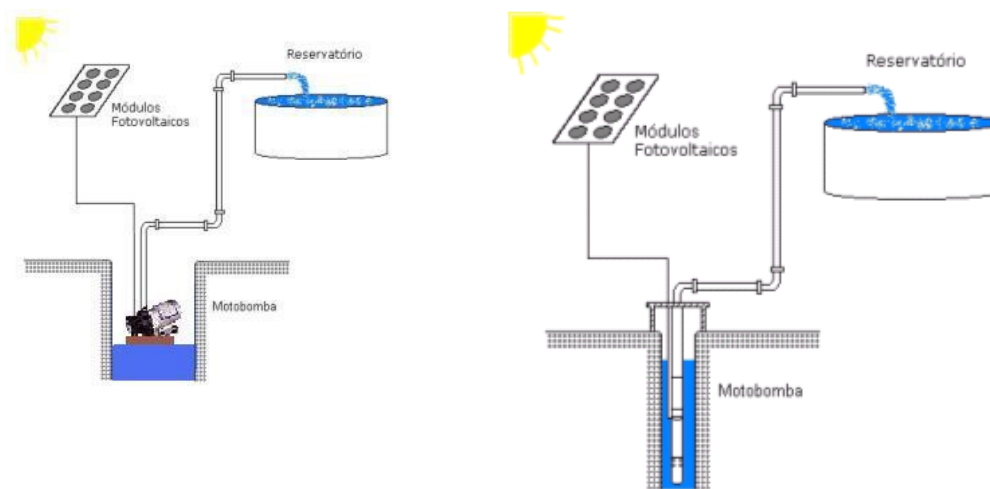


FIGURA 1: Sistema fotovoltaico de bombeamento de água.

O gerador solar somente gera energia quando há radiação solar incidindo nas placas. Como comumente não há baterias, a motobomba só funciona durante o dia, quando há insolação. Não bombeia em períodos nublados, chuvosos. A quantidade de água que bombeia depende também da posição do Sol em relação às placas. Quando o dia está claro e sem nuvens a vazão bombeada é máxima próximo ao meio dia, quando o Sol está a pino. No início da manhã e no final da tarde pouca água é bombeada. Portanto a quantidade instantânea de água bombeada varia de acordo com o nível de insolação naquele momento. O bombeamento na capacidade máxima só ocorre durante alguns poucos momentos do dia. Por isso normalmente a presença de um reservatório de água com volume adequado é normalmente necessária. E é também por isso que se especifica a capacidade do sistema de bombeamento solar em m³ (ou litros) por dia e não m³ (ou litros) por hora como nos sistemas convencionais.

Existe também uma variação na quantidade de água bombeada dependendo do local de instalação. Diferenças de latitude, frequência de dias de chuvas ou com nebulosidade mais intensa fazem muita diferença na quantidade diária bombeada. Mesmo em um local específico, ocorre uma variação durante o ano. No inverno o Sol está baixo no horizonte, no verão muitas vezes chove muito. Por isso é importante estar prevenido para estas variações normais. Durante a instalação dos módulos solares deve-se incliná-los para a direção Norte (no hemisfério sul) de forma a se ter um volume bombeado mais estável durante o ano ou então um pouco maior nas épocas de seca.

A altura do bombeamento altera a quantidade de água bombeada. Quanto maior o deslocamento vertical da água maior a quantidade de energia necessária. Quanto maior a profundidade da água e a elevação do reservatório menor será a quantidade de água bombeada, ou então maior e mais caro será o gerador solar. A distância horizontal entre o ponto de captação

da água e o reservatório também é importante. Quanto maior é esta distancia, maior é a perda de energia exigindo um gerador solar com maior capacidade de geração.

Onde o bombeamento solar é mais viável? O sistema de bombeamento solar usa um energético gratuito que é a radiação solar, mas os equipamentos utilizados têm um custo. O preço do gerador solar é praticamente proporcional á área das placas fotovoltaicas, que por sua vez é proporcional à quantidade de energia necessária para o trabalho de bombeamento. Portanto quando o sistema está localizado em um local muito nublado, quando se requer muita água com uma grande elevação de altura (altura manométrica) a viabilidade dos sistemas solares diminui em relação às demais alternativas.

As aplicações mais importantes para o sistema de bombeamento solar estão nas pequenas comunidades remotas distantes da rede elétrica, nos bebedouros para animais e na irrigação de culturas de baixo consumo de água. A fonte de água tanto pode ser subterrânea (poços tubulares ou cisternas) quanto superficial.

Existem sistemas que podem bombear capacidades desde 1 m³ por dia até 30 m³ por dia e alturas manométricas até 120 metros. Entretanto se se quer bombear simultaneamente 30 m³ por dia a uma altura de 120 metros o sistema fica muito caro. Uma forma pratica para uma avaliação prévia é multiplicar a vazão pela altura. Os sistemas são tão mais viáveis quando o produto matemático do volume a ser bombeado diariamente (m³/dia) pela altura de elevação da água (adução + recalque em metros) for inferior a 500 m⁴/dia.

3. TIPOS DE MOTOBOMBAS

Posso usar o gerador solar com a minha motobomba? O gerador solar gera em corrente continua. Para acionar uma motobomba de corrente alternada é preciso instalar adicionalmente um inversor de frequência variável, pois a motobomba vai trabalhar com maior ou menor rotação dependendo da quantidade de radiação solar disponível. É diferente do que ocorre com uma motobomba ligada ao sistema elétrico de 60 Hz da concessionária de energia, que tem uma rotação praticamente constante. Existem motobombas que já vem com este inversor de frequência embutido o que facilita a instalação.

Diferentes tipos de bombas podem ser utilizados com sistemas fotovoltaicos, podendo-se dividi-las em dois tipos básicos: as bombas volumétricas e as bombas centrífugas.

As bombas volumétricas ou bombas de deslocamento positivo atuam por meio de um pistão ou uma cavidade, movendo volumes constantes de água a cada ciclo. São muito adequadas quando se quer bombear pequenos volumes de água a grandes alturas manométricas. Sua eficiência aumenta com o aumento da altura manométrica (ver Fig. 2).

As bombas centrífugas são bombas rotativas, com pás girando em alta velocidade, criando pressão e forçando o fluxo da água. São mais adequadas para grandes volumes de água e pequenas alturas manométricas. Elas têm sido usadas para capacidades de bombeamento de até 1.200 m³/dia e alturas manométricas até 5 a 6 metros. Elas são projetadas para pressões e vazões específicas, reduzindo sua eficiência quando utilizadas fora dessa faixa de projeto. Quanto maior é a sua rotação maior é o volume de água bombeada.

Devido a essas características, as bombas centrífugas são mais sensíveis à variação da radiação solar incidente nos módulos fotovoltaicos. Pequenos decréscimos de radiação solar podem provocar grandes reduções no volume de água bombeado. Portanto, é muito importante que seja escolhida criteriosamente a bomba mais adequada às circunstancias.

Existem dois tipos principais de bombas centrífugas: as submersíveis, que trabalham dentro do poço (afogadas) e as de superfície, que aspiram a água através de um tubo de sucção e a elevam para o reservatório. Estas não são recomendadas para alturas de sucção superiores a 6 metros.

As bombas centrífugas e volumétricas podem ser acionadas tanto por motores de corrente contínua quanto por motores de corrente alternada. A seleção do motor mais adequado depende dos volumes de água envolvidos, das alturas manométricas, das características do poço etc. Os

critérios básicos são eficiência, preço, confiabilidade e disponibilidade. De maneira geral, é a potência que determina o tipo de motor.

Os motores de corrente contínua têm eficiência elevada e são compatíveis com a natureza da eletricidade contínua gerada pelos módulos fotovoltaicos. Entretanto, seu custo inicial é relativamente elevado. São mais usados em aplicações de menor potência, abaixo de 7.500 W. Existem motores de corrente contínua com escovas, que exigem uma manutenção mais freqüente, e os sem escovas.

Uma solução muito usada para cisternas e bombeamento de águas superficiais é o uso de uma motobomba de corrente contínua, montada sobre uma superfície que flutua e é ligada diretamente aos módulos fotovoltaicos. As aplicações mais importantes para esta motobomba volumétrica de baixa vazão (ver Fig. 2) estão nas residências remotas distantes da rede elétrica, nos bebedouros para animais e na irrigação de culturas de baixo consumo de água. A fonte tanto pode ser superficial quanto uma cisterna ou poço sendo que a bomba de superfície deve ser instalada ao nível de solo e no caso da cisterna sobre flutuadores. O sistema pode bombear água em qualquer região do Brasil, com capacidades desde 1.500 litros por dia até 3.000 litros por dia para alturas manométricas inferiores a 30 metros e pode ser acionado por apenas um módulo fotovoltaico de 85 a 135 Wp.



FIGURA 2: Moto bomba solar volumétrica de baixa vazão para montagem sobre superfície.

Os motores de corrente alternada são mais indicados para potências maiores, mas têm sido usados para todas as faixas de potência. São motores mais simples e baratos, mas exigem a instalação de um inversor, de custo elevado, que transforme a corrente contínua gerada pelos módulos em corrente alternada de frequência variável. O uso destes inversores permite uma eficiência maior da bomba ao controlar a frequência da corrente alternada e, portanto, a rotação da bomba e a vazão de água bombeada, de acordo com as condições de insolação.

Normalmente, é muito importante que o projetista se preocupe em alcançar uma eficiência elevada no bombeamento. Para isso, é importante que as características de tensão e corrente elétrica da motobomba se compatibilizem adequadamente com as características do gerador fotovoltaico, utilizado para diferentes condições de insolação. Em alguns casos, a instalação de baterias em pequenos sistemas pode melhorar a eficiência, ao estabilizar a fonte energética. A forma mais utilizada para essa compatibilização, no entanto, é o uso de controles eletrônicos. Eles permitem um aumento da eficiência do sistema, principalmente naquelas situações em que o nível dinâmico do poço varia significativamente. Esses dispositivos inteligentes monitoram as condições de insolação, o nível de água e a vazão, procurando colocar o sistema sempre no ponto ótimo de operação.

4. DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE BOMBEAMENTO

O dimensionamento de um sistema de bombeamento consiste, basicamente, em definir a potência de pico do gerador fotovoltaico, selecionar a motobomba e o tipo de controlador eletrônico eventualmente necessário. Para isso é necessário conhecer as necessidades de água, as

características do poço, as alturas manométricas envolvidas, as características da insolação local e outras circunstâncias do projeto.

Necessidades de água

As necessidades de água devem ser levantadas como em um sistema convencional, levando-se em conta que quanto maior é a quantidade de água bombeada maiores serão os custos, principalmente do gerador fotovoltaico. Essas necessidades devem ser criteriosamente levantadas com base nas características locais, no sistema de distribuição de água adotado e nas possibilidades de uso da água (animais, irrigação etc.).

Características do poço e alturas manométricas

É importante que sejam levantadas as características do poço, principalmente o nível estático e dinâmico, e as capacidades de fornecimento de água para as épocas mais críticas do ano, confrontando-as com as necessidades de água da comunidade. Cuidar para que as necessidades de água não sejam superiores à capacidade do poço.

Definida a posição do reservatório podem-se calcular as alturas manométricas envolvidas para os diversos níveis de água do poço.

Seleção do sistema de bombeamento e da potência do gerador fotovoltaico

Os parâmetros básicos para se selecionar o sistema de bombeamento são a altura manométrica, em metros de coluna de água e a vazão de água, em metros cúbicos por dia. Geralmente, as bombas de deslocamento positivo são mais adequadas para baixas vazões e alturas maiores e as bombas centrífugas submersíveis para vazões mais elevadas e alturas médias.

A forma mais adequada para seleção da motobomba, do controlador/inversor (quando necessário) e da capacidade do gerador fotovoltaico é trabalhar com as curvas dos fabricantes de motobombas específicas para sistemas fotovoltaicos. Na Figura 3 observa-se uma curva típica de um fabricante com o desempenho de uma motobomba para várias condições de vazão de água, altura manométrica e potência elétrica.

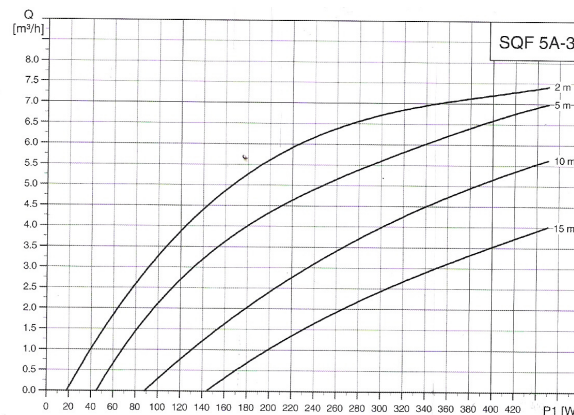


FIGURA 3: Curva relacionando a vazão d'água (m³/h), altura manométrica (m) e potência elétrica (W) de uma motobomba. Fonte Grundfos

Considerações econômicas

É muito importante que as considerações econômicas sejam criteriosamente avaliadas ao se projetar um sistema de bombeamento para uma aplicação específica. O custo do bombeamento fotovoltaico deve ser confrontado com o custo da extensão de uma rede elétrica convencional e com o uso de um sistema de bombeamento convencional elétrico. Também deve ser comparado com o sistema a diesel e, mesmo, com o sistema manual. Essa comparação deve levar em conta não apenas o investimento inicial, mas também os gastos de operação e manutenção e também as

características específicas do local, do poço e da comunidade. É importante também que seja avaliada a infraestrutura necessária para manter o poço em funcionamento.

O custo pode variar desde R\$1.500,00 (para alturas manométricas até 40 metros e vazão de 1500 l/dia) até acima de R\$20.000,00 (para alturas manométricas 30 metros e vazões de 15.000 l/dia).

Este texto pode ser reproduzido desde que citada a fonte.