

# IMPLANTAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DE PROJETO FOTOVOLTAICO DE BOMBEAMENTO: OCORRÊNCIA DE PROBLEMAS

**Maria Cristina Fedrizzi** - fedrizzi@iee.usp.br

**Teddy Arturo Flores Melendez** - tmelendez@iee.usp.br

**Luis Roberto Valer** - robvaler@usp.br

Universidade de São Paulo, Instituto de Energia e Ambiente, Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos

**Oswaldo Soliano Pereira** - osoliano@cbem.com.br

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade

**Resumo.** *O presente artigo apresenta a experiência de implantação e acompanhamento do projeto piloto “Sistemas de bombeamento de água com sistemas fotovoltaicos e tecnologia de bombeamento nacional – zona rural de Pernambuco”, que entrou em operação em janeiro de 2014. Dedica atenção aos problemas encontrados em campo e à necessidade de capacitação técnica tanto dos usuários, como de entidades locais que possam dar suporte para a manutenção, reparos e substituição de equipamentos.*

**Palavras-chave:** Sistema Fotovoltaico de Bombeamento, Capacitação Técnica, Operação e Manutenção.

## 1. INTRODUÇÃO

Muito se tem dito sobre as potencialidades de utilização da geração fotovoltaica para o bombeamento de água e são muitos os sistemas deste tipo instalados no Brasil. O último levantamento que se tem notícia, realizado em 2002, estimou em cerca de 3.300 sistemas, sendo que destes, 2.485 foram implementados pelo Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), do Ministério de Minas e Energia (dados compilados em Fedrizzi e Sauer, 2002).

A grande maioria dos sistemas registrados são de uso coletivo, financiados a fundo perdido e visam a melhoria das condições de vida da população rural menos favorecida, propiciando maior disponibilidade e qualidade de água para consumo humano e uso doméstico, e apenas uma pequena parcela dos sistemas são dedicados ao uso produtivo, como irrigação e criação de animais de corte em maior escala.

No entanto, apesar dos esforços realizados e dos evidentes benefícios sociais que esta tecnologia proporciona, poucos projetos contemplam algum tipo de capacitação técnica e acompanhamento operacional de médio e longo prazo. Em consequência disso e dos custos envolvidos para a reposição de peças e equipamentos (geralmente não previstos), a grande maioria dos projetos fotovoltaicos de bombeamento implantados no país se encontram inoperantes. Constata-se através de avaliações de projetos em campo, que muitas vezes os sistemas são abandonados por problemas facilmente evitáveis e/ou passíveis de solução com poucos recursos financeiros, bastando um mínimo de conhecimento técnico.

Neste sentido, o presente artigo relata problemas ocorridos em um projeto piloto de bombeamento com sistemas fotovoltaicos e como foram solucionados após um curso de capacitação aos técnicos da instituição local. Além disso, são apresentadas situações encontradas neste projeto e que são de comum ocorrência em iniciativas dessa natureza, passíveis de gerar problemas e de por em risco a continuidade dos empreendimentos.

## 2. O PROJETO

Em janeiro de 2014 foi implantado o projeto piloto P&D CELPE 43-1111/2011 “Sistemas de bombeamento de água com sistemas fotovoltaicos e tecnologia de bombeamento nacional – zona rural de Pernambuco”. Este projeto contemplou a implantação de sete sistemas fotovoltaicos de bombeamento em comunidades rurais do município de Serra Talhada - PE e se caracteriza pela utilização de motobombas convencionais trifásicas com conversores de frequência (Brito e Zilles, 2006), ambos equipamentos de fabricação nacional.

O projeto coordenado pelo Centro Brasileiro de Energia e Mudança do Clima (CBEM), contou com a participação do Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos, do Instituto de Energia e Ambiente, da Universidade de São Paulo (LSF-IEE/USP) inicialmente no dimensionamento, especificação dos equipamentos e acompanhamento da implantação em campo e, num segundo momento, para a solução de problemas e capacitação de técnicos locais.

Por ocasião da implantação dos sistemas houve a capacitação dos usuários de cada comunidade para procedimentos básicos como manter limpa a superfície do gerador fotovoltaico, manter livre de vegetação alta e de animais domésticos o cercado onde se encontram os sistemas, fazer inspeções dos reservatórios e redes hidráulicas e registrar o consumo mensal de água.

Por diversos motivos a capacitação dos técnicos do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) de Serra Talhada (entidade de extensão rural local) sofreu um atraso, só ocorrendo um ano e meio após a implantação do projeto em campo. A capacitação constou de curso básico de energia solar fotovoltaica, com ênfase em bombeamento, e práticas em campo, atuando diretamente nos sistemas que apresentaram problemas e realizando inspeções gerais nos demais.

Os sistemas instalados são utilizados para abastecimento doméstico, criação de animais de corte para consumo próprio e venda de excedente, e para a irrigação de pequenas hortas, pomares e capineiras de produção de forragem. A Tabela 1 apresenta as principais características técnicas dos sistemas instalados.

Tabela 1. Principais características técnicas dos sistemas fotovoltaicos de bombeamento de Serra Talhada.

	$H_T$	$Q_R$	$P_G$	$P_{CF}$	$P_{MB}$
Localidade	(m)	(m <sup>3</sup> /h)	(Wp)	(CV)	(CV)
Sítio Jatobá Cima	39	1,0	600	1,0	0,5
Assentamento Carnaúba	61	1,2	900	1,0	0,7
Fazenda Angico Grande	39	2,8	900	1,0	0,7
Fazenda Lagoinha	65	2,4	900	1,0	1,0
Fazenda Papagaio	40	5,0	1.800	2,0	1,5
Fazenda Paus Pretos Cipós	44	4,0	1.800	2,0	1,5
Fazenda Serrinha	53	4,8	1.800	2,0	1,5

$H_T$  - Altura manométrica total.  $Q_R$  - Vazão de recarga.  $P_G$  - Potência do gerador FV.  $P_{CF}$  - Potência do conversor de frequência.  $P_{MB}$  - Potência da motobomba.

### 3. DIAGNÓSTICO DOS PROBLEMAS

Nos dois anos de funcionamento do projeto aqui relatado foram registradas somente duas ocorrências relativas aos equipamentos fotovoltaicos propriamente ditos e, ainda assim, uma delas foi resultado de um incidente de origem externa no gerador fotovoltaico, os demais problemas ocorreram com as motobombas e redes hidráulicas.

Os problemas ocorridos antes da capacitação dos técnicos do IPA levaram semanas e até meses para serem solucionados, gerando grande descontentamento dos usuários pela morosidade do processo. No entanto, no decorrer das aulas práticas do curso de capacitação em campo, todas as pendências foram resolvidas, quando equipamentos foram consertados ou substituídos pelos próprios técnicos em treinamento.

A seguir são relatadas as principais ocorrências em cada comunidade e como foram solucionadas, assim como situações que podem gerar problemas futuros.

#### 3.1 Ocorrência de problemas

Fazenda Jatobá de Cima - O sistema fotovoltaico de bombeamento de Jatobá de Cima apresentou duas falhas no primeiro ano. Inicialmente parou de funcionar cerca de três meses após sua implantação por problemas no circuito eletrônico externo ao conversor de frequência (Figura 1), foi detectada uma falha em um ponto de solda do circuito que debilitou o cabeamento interno, como solução o circuito foi substituído. Esse reparo foi executado pelos técnicos do LSF-IEE/USP.

A segunda paralisação ocorreu devido à instabilidade estrutural das paredes do poço. Segundo declaração de um usuário, "...começou a bombear água barrenta e parou". Devido a esse problema, o sistema foi realocado em outra comunidade com características de projeto semelhantes e onde o poço apresenta melhores condições estruturais.



Figura 1. Quadro de condicionamento de potência com divisor de tensão avariado (superior à esquerda).

Assentamento Moradores de Carnaúba - O sistema de bombeamento de Carnaúba apresentou o primeiro problema um ano e quatro meses após sua implantação e a causa foi o desgaste por abrasão da ponta do eixo entalhada, devido à grande quantidade de areia em suspensão na água do poço (Figura 2 e Figura 3). A ponta do eixo foi refeita em uma oficina em Serra Talhada e o sistema voltou a funcionar normalmente. Os trabalhos de retirada da motobomba, seu conserto na cidade e sua reinstalação foram realizados pelos técnicos do IPA durante o período de capacitação.



Figura 2. Retirada de sedimentos da união do motor com a bomba.



Figura 3. Detalhe da ponta do eixo desgastada.

Fazenda Angico Grande - O sistema de Angico Grande apresentou uma primeira falha quatro meses após sua implantação e foi desligado por iniciativa de terceiros, algumas semanas após o ocorrido, quando foi religado, voltou a funcionar normalmente. Não foi um diagnóstico conclusivo neste momento, mas tudo indica que tenha havido problemas na boia de nível do reservatório. Cerca de um ano após esta ocorrência o sistema parou de funcionar novamente, desta vez devido ao travamento do eixo do motor (Figura 4). Na retirada da motobomba constatou-se uma grande quantidade de raízes na grade do eixo do motor (Figura 4). A motobomba foi consertada em Serra Talhada e voltou a funcionar normalmente. Os trabalhos de retirada, envio para conserto e reinstalação dos equipamentos foram realizados pelo pessoal técnico do IPA durante o período treinamento.



Figura 4. Motobomba de Angico Grande retirada do poço para conserto.

Fazenda Lagoinha - O sistema de Lagoinha apresentou uma falha cerca de três meses após sua instalação. A conexão que une a mangueira da motobomba ao espigão plástico da boca do poço se soltou (Figura 5). Segundo os usuários, o sistema bombeava, mas a água jorrava para dentro do poço. Os próprios usuários detectaram o problema e providenciaram o reparo fixando melhor a abraçadeira ao espigão.



Figura 5. Detalhe da tampa da boca do poço com espigão plástico.

Fazenda Papagaio – Nenhum problema foi registrado no sistema de bombeamento da Fazenda Papagaio que se encontrava funcionando sem interrupções desde sua instalação.

Fazenda Paus Pretos Cipós - Em visita de inspeção ao sistema de bombeamento de Paus Pretos Cipós, um ano e meio após sua instalação, foi encontrado um módulo com o vidro quebrado (Figura 6). Sequer os usuários haviam percebido esta ocorrência e o sistema não havia apresentado problemas operacionais. Não foi possível determinar se o rompimento do vidro se deu por vandalismo ou por algum ato involuntário, como por exemplo, uma pedra que tenha sido arremessada por algum veículo que trafegasse na estrada de terra contígua ao gerador fotovoltaico. O módulo foi substituído pelos técnicos do IPA após o curso de capacitação.



Figura 6. Detalhe de módulo com vidro quebrado.

Fazenda Serrinha 5º Distrito - O sistema de Serrinha apresentou o primeiro problema um ano e três meses após sua instalação. Neste caso, a ponta do eixo encontrava-se corroída (Figura 7), provavelmente devido à salinidade da água, e o motor encontrava-se inoperante. A ponta do eixo foi consertada na cidade de Serra Talhada e o motor precisou ser encomendado em outro município e substituído. Todos os trabalhos de retirada da motobomba, gestão para encomenda do motor, substituição pelo novo e reinstalação no poço foram feitos pelos técnicos do IPA.



Figura 7. Ponta do eixo com sinais de corrosão.

### 3.2 Situações que podem afetar a operação dos sistemas

Além dos problemas acima registrados, durante as visitas de inspeção técnica do projeto nos dois primeiros anos de funcionamento foi possível detectar diversas situações que podem gerar problemas futuros. São situações de comum ocorrência no meio rural, perfeitamente contornáveis e evitáveis, se houver uma prática de inspeção periódica dos sistemas por parte dos próprios usuários.

Em diversas inspeções foram encontrados ninhos de rato nos barriletes, inclusive alguns ainda habitados (Figura 8 e Figura 9). Como roedores que são, os ratos podem danificar os equipamentos, principalmente os que contenham cabecamentos e dutos plásticos. Vistorias periódicas e vedação dos barriletes previnem estas ocorrências.



Figura 8. Ninho de rato em barrilete do hidrômetro.



Figura 9. Rato em barrilete da boca do poço.



São inúmeros os relatos da incidência de ninhos de insetos na estrutura de módulos e quadros de condicionamento de potência de sistemas fotovoltaicos, inclusive com acidentes graves ocorridos com pessoal técnico e usuários. Neste projeto foram constatadas várias ocorrências de ninhos de abelhas, marimbondos e vespas.

A ocorrência desses insetos, além de poder prejudicar o funcionamento dos sistemas quando as colônias são de grande tamanho, dificultam os trabalhos de inspeção/manutenção. O trabalho de instalação da motobomba no sistema de Angico Grande foi realizado com a utilização de fumaça para espantar os insetos (Figura 10), pois mesmo após a retirada do ninho os mesmos permaneciam em volta do sistema (Figura 11). Uma forma eficaz e simples de evitar a proliferação de ninhos de insetos neste tipo de estrutura é o fechamento dos orifícios da estrutura. Inspeções periódicas possibilitam facilmente a retirada dos insetos nos primeiros estágios de construção dos ninhos.



Figura 10. Utilização de fumaça para espantar marimbondos durante instalação da motobomba.



Figura 11. Colônia de marimbondos na estrutura tubular de sustentação dos módulos

Em outro caso foi detectada a construção de um ninho de vespas entre a tela e a grade de ventilação do quadro de condicionamento de potência, algum tempo mais e a obstrução seria completa bloqueando totalmente a circulação de ar no quadro (Figura 12).



Figura 12. Obstrução da grade de ventilação do quadro de condicionamento de potência por ninho de vespas.

Com relação à parte hidráulica, os vazamentos mais comuns ocorrem por perfuração da tubulação (Figura 13) e em conexões de baixa qualidade; registros e torneias também são itens que costumam apresentar vazamentos. Além disso, os componentes de PVC<sup>1</sup> e PE<sup>2</sup> se degradam (“ressecam”) em função da exposição solar por longos períodos (Figura 14). Nesses casos, uma atuação preventiva utilizando materiais de qualidade e protegendo-os de intempéries é o mais indicado.



Figura 13. Tubulação superficial perfurada.



Figura 14. Vazamentos em conexões de ramal de sistema de irrigação.

<sup>1</sup> Policloreto de vinila.

<sup>2</sup> Polietileno.

#### 4. CONCLUSÕES

Constatou-se que a quase totalidade dos problemas ocorridos no projeto não estavam associados à parte fotovoltaica propriamente dita, são problemas de comum ocorrência em projetos de bombeamento em geral. Um ponto positivo foi a participação efetiva dos técnicos do IPA que se envolveram na solução dos problemas. O tempo de paralisação dos sistemas pelos problemas apresentados poderia ter sido substancialmente menor se a capacitação dos técnicos tivesse ocorrido conforme planejado inicialmente, isto é, no início de implantação do projeto em campo. Dos três sistemas que se encontravam inoperantes na ocasião das atividades de capacitação, dois tiveram seu funcionamento normalizado no período de dois dias e o terceiro, que necessitou a substituição do motor, voltou a funcionar em cerca de duas semanas.

As situações relatadas com potencial de ocorrência de problemas são facilmente solucionadas com inspeções periódicas dos próprios usuários, não requerendo gastos extras.

Em função desta e de diversas outras experiências em campo com sistemas fotovoltaicos de bombeamento (Lorenzo et al. 2004, Fedrizzi et.al., 2009), pode-se afirmar que grande parte dos milhares de sistemas fotovoltaicos de bombeamento que se encontram inoperantes no país (PRODEEM, 2004) poderiam estar efetivamente em funcionamento, se esforços fossem dedicados à capacitação, operação e manutenção. Daí a importância da inclusão da logística de capacitação/manutenção nos sistemas fotovoltaicos de bombeamento de uso coletivo a serem implantados futuramente.

#### Agradecimentos

Os autores manifestam seu agradecimento ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) de Serra Talhada, tanto pelo apoio prestado na logística de implantação dos sistemas e visitas técnica, quanto pelas inspeções periódicas e registro dos dados de consumo, os quais permitem um acompanhamento da real utilização de cada sistema.

#### REFERÊNCIAS

- Brito, A. U.; Zilles, R., 2006. Systematized Procedure for Parameter Characterization of a Variable-speed Drive Used in Photovoltaic Pumping Applications, Progress in Photovoltaics, DOI: 10.1002/pip.666, v.14, n.3, p. 249-260.
- Fedrizzi, M. C., Ribeiro, F. S., Zilles, R., 2009. Lessons from Field experiences with photovoltaic pumping systems in traditional communities. Energy for Sustainable Development, v. 13, p. 64-70.
- Fedrizzi, M. C.; Sauer, I. L., 2002. Lorenzo-Piguera, E. What is wrong with those PV pumping systems in Brazil?. In: VII World Renewable Energy Congress, 2002, Colonia. Proceedings of VII World Renewable Energy Congress.
- Lorenzo, E.; Poza, F.; Narvarte-Fernández, L.; Fedrizzi, M. C., Zaoui, M., 2005. Boas práticas na implantação de sistemas de bombeamento fotovoltaico. Universidad Politécnica de Madrid. v. 1. 56p .
- PRODEEM, 2004. Guia da Revitalização de Sistemas de Bombeamento do PRODEEM, Ministério de Minas e Energia, Brasília.

#### PHOTOVOLTAIC PUMPING SYSTEMS PROJECT: A FIELD EXPERIENCE AND PROBLEMS

**Abstract.** *This article presents the experience of setting up and monitoring the pilot project "water pumping systems with photovoltaic systems and national pumping technology - Pernambuco," which became operational in January 2014. Dedicates attention to the problems that the recorded need for technical training of both users, such as local authorities, which can provide support for maintenance, repairs and equipment replacement*

**Key words:** *Photovoltaic Pumping System, Technical Training, Maintenance and Spare.*