

PROJETO SOL E ÁGUA NO SERTÃO: PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE BOMBEAMENTO FOTOVOLTAICO PARA IRRIGAÇÃO DE USO FAMILIAR NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Albemerg Moura de Moraes¹, L. Roberto Valer³, Federico Morante², M. Cristina Fedrizzi³, Roberto Zilles³, Teddy A. Flores Melendez³

Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Energia Solar (GIPES). Universidade Federal do Piauí – Teresina, Piauí. Tel. +55 89 994158967 – e-mail: albemerg@ufpi.edu.br

Recibido 1/8/17, aceptado 22/09/17

RESUMO: O presente artigo apresenta os principais resultados da implantação e avaliação de um sistema fotovoltaico de bombeamento para irrigação de uso familiar no Semiárido piauiense. O diferencial desse projeto é a utilização de um dispositivo de fabricação nacional (brasileira) para acoplar o gerador fotovoltaico a uma motobomba nacional trifásica, barateando o sistema e facilitando a manutenção e troca dos equipamentos. Ao longo dos cinco anos em que o projeto foi avaliado o sistema apresentou-se robusto e tecnicamente confiável. Todavia, aspectos não técnicos relacionados às peculiaridades locais surgiram como barreiras a essa iniciativa, evidenciando a complexidade de empreendimentos dessa natureza em comunidades rurais dispersas.

Palavras-chaves: Bombeamento de água, Sistema fotovoltaico de bombeamento, Semiárido brasileiro.

INTRODUÇÃO

A região Semiárida brasileira é caracterizada pela baixa pluviometria, com escassez hídrica superficial, e pelo baixo índice de desenvolvimento humano. Em contrapartida, apresenta um potencial de recursos hídricos subterrâneos subaproveitados. Assim, são necessárias tecnologias apropriadas para obter esse essencial líquido, especialmente em localidades desprovidas do fornecimento de energia elétrica. Neste contexto, os sistemas fotovoltaicos de bombeamento apresentam-se com grande potencial para suprir essa demanda, sendo uma alternativa tecnicamente confiável e eficaz para o abastecimento de água (Moraes et al, 2011).

Ao longo das últimas décadas, no Brasil e no Mundo, foram implementados milhares de projetos destinados ao abastecimento de água em comunidades rurais utilizando a tecnologia fotovoltaica. Contudo, observa-se que muitos desses empreendimentos não lograram êxito, em grande medida, por falhas nos mecanismos de gestão. Isso ocorre principalmente após a saída dos agentes interventores/executores do projeto, que, em geral, estão associados a instituições de pesquisa ou a projetos assistenciais promovidos por entidades governamentais e não governamentais e/ou de colaboração internacional. Verifica-se que enquanto essas instituições realizam a supervisão dos projetos o sucesso é maximizado, entretanto, quando os recursos financeiros acabam e as instituições deixam de prestar assistência às comunidades, esses empreendimentos tendem a fenececer e como consequência, ocorre a perda de credibilidade nessa alternativa (Moraes, 2015).

Assim como na eletrificação rural descentralizada, não existe um modelo único que garanta o sucesso de empreendimentos de abastecimento comunitário de água através de fontes energéticas intermitentes. Cada localidade possui uma realidade própria. A dinâmica e os anseios de suas

¹ GIPES – Universidade Federal do Piauí.

² Universidade Federal do ABC

³ LSF - Universidade de São Paulo

populações variam consideravelmente mesmo em locais próximos. Não existem duas comunidades iguais, portanto, não considerar as peculiaridades locais e processos adequados de introdução e manutenção da nova tecnologia desde a concepção do projeto, aumentam consideravelmente as chances de fracasso de um empreendimento (Foster, 1964; Fedrizzi et al., 2009b). “Elementos relacionados aos aspectos sociais e humanos, como a gestão, a capacitação, ou ainda ao conhecimento da comunidade e suas necessidades, são amplamente negligenciados, o que resulta, normalmente, no fracasso dos projetos” (Seifer, 2012).

Várias experiências mostram como tecnologias energéticas bem consolidadas, como a solar fotovoltaica, não atingem níveis satisfatórios de sucesso em contextos rurais. Dentre os principais motivos, segundo Lorenzo et al. (2005), estão: não considerar a adaptação tecnológica à realidade local e às formas alternativas de abastecimento pré-existentes; não considerar questões intrínsecas à dinâmica da população local.

Nesse contexto, o presente artigo apresenta os principais resultados do projeto piloto Sol e Água no Sertão, que teve como objetivo implantar e avaliar um sistema fotovoltaico de bombeamento no Semiárido brasileiro, considerando aspectos técnicos e de gestão do sistema.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização Geográfica

O Projeto Piloto Sol e Água no Sertão foi desenvolvido no Município de Oeiras, Estado do Piauí, Brasil. O município, figura 1, situa-se no Bioma Caatinga onde predominam chapadas cobertas por vegetação de transição caatinga/cerrado. As chuvas, em geral, são de caráter torrencial sendo mal distribuídas no espaço e no tempo, com precipitação anual variando entre 600 a 1.200 mm. A criação de pequenos animais e a agricultura de sequeiro, praticadas familiarmente para subsistência, são as atividades produtivas predominantes na região. Além disso, o agronegócio focado na cajucultura e na apicultura aparece como atividade potencial e vem ganhando destaque nos últimos anos (CODEVASF, 2006).

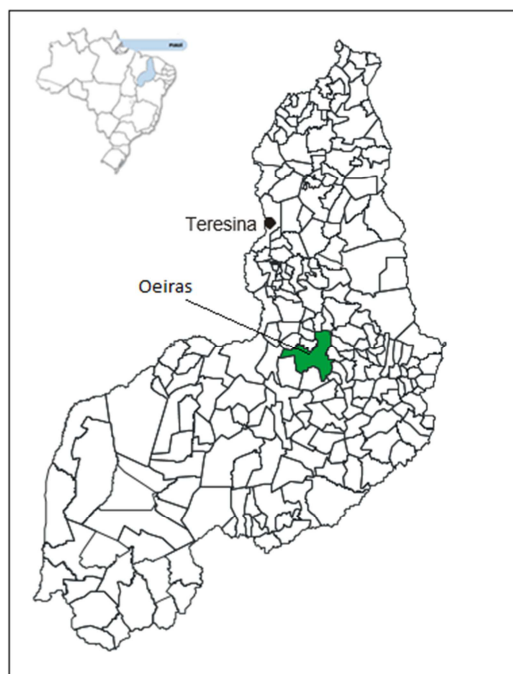


Figura 1: Mapa de localização do município de Oeiras, Estado do Piauí, Brasil (Fonte: CPRM, 2014)

O projeto foi desenvolvido entre os anos de 2011 e 2016 na comunidade Exu, que está localizada a 40 km da sede do município de Oeiras. Contou com o apoio do Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da Universidade de São Paulo e as instituições locais (Morales, 2015).

A comunidade Exu possui cerca de 80 famílias e conta com uma infraestrutura básica composta por igreja, posto de saúde, escola, casa de farinha e salão comunitário. Trata-se de uma comunidade com bom grau de organização, com representatividade através da Associação de Pequenos Produtores Rurais da Comunidade Exu e Comunidade Kolping Exu. O acesso à comunidade é feito através de estradas vicinais de razoável estado de conservação. A principal atividade econômica é a agricultura de subsistência. A piscicultura, apicultura e pecuária extensiva (ovina, caprina e bovina) também são desenvolvidas na região.

O sistema implantado é composto por gerador fotovoltaico (1.200 Wp), conversor de frequência nacional, motobomba trifásica nacional (1 CV), reservatórios com capacidade de 2,5 m³ e sistema de irrigação por gotejamento. A figura 2 apresenta uma visão geral do sistema com destaque para o gerador fotovoltaico, uma caixa d'água e parte da área de cultivo com irrigação por gotejamento.



Figura 2: SFB com destaque para a área de plantio, Comunidade Exu, Oeiras (PI), Brasil.

A comunidade foi eletrificada no ano de 2004, porém, segundo os moradores a energia elétrica fornecida é de baixa qualidade, apresentando interrupções frequentes. O abastecimento de água é realizado a partir de três poços tubulares mantidos pela prefeitura municipal equipados com motobombas monofásicas. Praticamente todos os moradores possuem água encanada em suas residências. Contudo, em alguns casos, a distribuição até as residências é feita através de mangueiras adquiridas com recursos próprios. A escolha da Comunidade Exu foi definida com o apoio das entidades locais, especialmente a Fundação Dom Edilberto Dinkelborg (FUNDED). Dentre os motivos considerados na escolha estão o grau de organização da comunidade, a motivação dos moradores, a experiência anterior com sistemas fotovoltaicos e a disponibilidade de poço tubular não equipado e situado em área não eletrificada.

Descrição das etapas de implantação do projeto

A primeira etapa do projeto refere-se à escolha da comunidade e ao estabelecimento de estratégias de implantação e gestão. Após a escolha, foram realizadas reuniões entre as entidades envolvidas e a comunidade escolhida. Nessa etapa, anterior à implantação do sistema, foram colhidas informações gerais referentes à comunidade, fonte e demanda de água, dentre outras. Para isso, utilizou-se questionário específico e entrevistas com a população local. A figura 3 apresenta imagem de uma das reuniões realizadas na comunidade Exu, em novembro de 2011.

Após essa etapa inicial, foram estabelecidas estratégias de implantação do projeto. A proposta tecnológica adotada foi a utilização de motobomba trifásica convencional com conversor de frequência, ambos de fabricação nacional. A seguir passou-se ao dimensionamento e aos testes dos equipamentos.

Em maio de 2012, foi instalado o gerador fotovoltaico composto por 10 módulos conectados em série. Na ocasião, foram realizadas algumas medidas com o intuito de parametrizar o conversor de frequência com as características específicas do local de instalação. Em junho de 2012, realizou-se a instalação da motobomba a 40 m de profundidade e o sistema começou a operar, porém, o poço sofreu um rebaixamento do nível dinâmico e foi necessário reposicionar a motobomba a uma profundidade de 60m.

Em outubro de 2012, o reservatório de água apresentou vazamentos e o funcionamento do sistema foi interrompido, somente em junho de 2013 a nova caixa d'água doada foi efetivamente implantada no local, junto do antigo reservatório. A estrutura de suporte do reservatório foi construída com madeira local, em mutirão.



Figura 3: Reunião na comunidade Exu sobre a implantação do Projeto Sol e Água no Sertão.

Inicialmente, 12 famílias manifestaram interesse em participar do projeto, tendo sido definido o cultivo em horta comunitária. Todavia, devido a problemas interpessoais, esse acordo foi descumprido e outras soluções foram buscadas. Como alternativa foi sugerido pelo Centro Educacional São Francisco de Assis (CEFAS) o cultivo em quintais produtivos, onde cada família cuidaria de sua própria área de cultivo. Em julho de 2012 foi ministrado na comunidade um curso de horticultura promovido por essa instituição. Na ocasião foram preparadas duas áreas para o plantio, no entanto, somente em uma delas ocorreu de fato a colheita. Nessa área de aproximadamente 2 mil metros quadrados, através da irrigação por gotejamento, inicialmente foram produzidas melancias e abóboras. Um hidrômetro foi instalado para registrar o consumo de água, contudo, esse dispositivo apresentou problemas e foi substituído por outro, iniciando-se o efetivo monitoramento a partir de janeiro de 2014. Os usuários do sistema receberam uma ficha de acompanhamento para a realização das anotações de consumo e eventuais ocorrências.

Um dos motivos da grande desistência da população envolvida foi uma polêmica relacionada com a utilização da água. Nas reuniões foi estabelecido que esse recurso somente fosse utilizado para fins produtivos, tendo em vista que todos já possuíam água encanada em suas residências. No entanto, muitos moradores queriam descumprir esse acordo tentando fazer ligações do sistema fotovoltaico de bombeamento para suas residências. Além disso, acredita-se que o longo período em que o sistema permaneceu inoperante pode ter desestimulado muitos dos envolvidos. Na tabela 1 se encontra uma síntese do cronograma de atividades desenvolvidas no Projeto Sol e Água no Sertão entre 2011 e 2016. Na figura 4, podem-se observar detalhes da participação da comunidade em algumas fases do projeto, tais como a instalação da motobomba e a montagem do gerador fotovoltaico.



Figura 4: Processo instalação da motobomba e instalação dos módulos fotovoltaicos com participação da comunidade.

Novembro (2011)	Reunião na comunidade
Fevereiro (2012)	Reunião com entidades locais
Março (2012)	Reforma da cisterna de 30 m ³
Abril (2012)	Retirada da motobomba danificada
Mai (2012)	Implantação dos módulos e testes
Junho (2012)	Instalação da motobomba
Julho (2012)	Curso de capacitação em Horticultura (CEFAS)
Agosto (2012)	Montagem dos kits de irrigação
Setembro (2012)	Rebaixamento do nível dinâmico do poço, sendo necessário reposicionar a motobomba a 60 metros de profundidade.
Outubro (2012)	Problemas na cisterna 30 m ³ (vazamentos)
Outubro (2012) a maio (2013)	Contatos para conseguir outra caixa d'água
Junho (2013)	Caixa d'água de 2 m ³ é doada pela SEMA.
Agosto (2013)	Primeira safra experimental (melancia colhida)
Setembro (2013)	Hidrômetro apresentou problemas
Janeiro (2014)	Início efetivo do monitoramento dos hidrômetros
Junho e julho (2014)	Safra de melancia e abóbora
Agosto (2014)	Problemas no solo inviabilizaram novo plantio de melancias
Setembro (2014) a julho (2016)	O sistema continua a ser usado para a produção de batata, inhame, banana, macaxeira, abóbora, hortaliças e árvores frutíferas, mas apenas para consumo familiar
Novembro (2016)	Visita de uma equipe da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) ao Projeto com o objetivo de tentar viabilizar a implantação da tecnologia social "Sisteminha Embrapa"

Tabela 1: Cronograma das atividades desenvolvidas no projeto.

Processo de transferência e capacitação

A introdução de uma nova tecnologia, especialmente em comunidades tradicionais, requer uma abordagem interdisciplinar, nesse sentido, o envolvimento no projeto de diversas instituições com profissionais de distintas formações tenta suprir essa demanda. A capacitação dos usuários e técnicos locais, a criação de uma associação de usuários e a implantação de um sistema de gestão são apontadas como etapas essenciais nesse processo. Além disso, é fundamental a contextualização da metodologia empregada na capacitação dos usuários locais aproveitando os conhecimentos prévios dessas populações, que, em geral, possuem baixa escolaridade (Morante et al. 2006). O processo de transferência e capacitação é, portanto, complexo e longo, devendo, assim, envolver ao máximo os beneficiados com o projeto e os agentes externos parceiros.

O planejamento para o processo de transferência e capacitação levou em consideração a experiência anterior com sistemas fotovoltaicos de bombeamento na comunidade, bem como a interação da comunidade e as instituições locais parceiras do projeto. Tendo em vista o caráter demonstrativo dessa iniciativa e com o objetivo de maximizar os resultados, em 2013 foi desenvolvido o projeto extensionista denominado “Ações de Capacitação e Difusão da Tecnologia Solar Fotovoltaica para Acesso à Água no Semiárido Piauiense”. Assim, incluiu-se a participação da escola da comunidade Exu e usuários do sistema com ações de capacitação e demonstrações, bem como outras escolas do município de Oeiras. Além disso, através de seminários e visitas técnicas, outras instituições com atuação no Semiárido piauiense foram informadas dos benefícios e limitações do uso da tecnologia fotovoltaica para o acesso à água na região.

Dentre as ações desenvolvidas, objetivando uma melhor introdução da tecnologia na comunidade, foi montado um kit didático de bombeamento fotovoltaico. O kit didático foi confeccionado com materiais de baixo custo (construído com caixa de papelão e uma pequena bomba 12 V) e simulava em pequena escala um SFB. Na figura 5 é observada a participação dos usuários do sistema e estudantes da escola da comunidade Exu com a participação dos usuários do sistema e estudantes da escola da comunidade.



Figura 5: Processo de transferência tecnológica na localidade Exu.

O processo de transferência e capacitação desenvolvido na Comunidade Exu enfrentou grandes dificuldades, principalmente na criação de uma associação de usuários e a implantação de um sistema de gestão do sistema devido aos diversos problemas interpessoais surgidos entre os usuários envolvidos no projeto. Além disso, a não disponibilidade de recursos financeiros para a compra ou troca de equipamentos e uma melhor logística de acompanhamento e monitoramento do projeto são apontadas como barreiras, além da dificuldade de pagamento de uma cota de manutenção pelos usuários. Houve uma tentativa infrutífera de estabelecer entre os usuários um valor mínimo destinado à manutenção do sistema por causa, principalmente, da forte dependência dessa população do poder público.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O poço utilizado no projeto tem 100 metros de profundidade e capacidade de bombeamento de 6 m³/h, sendo o nível estático de 27 m e o dinâmico 40 m. Os módulos fotovoltaicos foram montados em série em estrutura metálica nas proximidades do poço. O motor é de indução trifásico de 230 V e a bomba é do tipo centrífuga de 9 estágios. Como forma de utilizar motobombas de fabricação nacional, facilmente encontradas no mercado local, como dispositivo de controle foi utilizado um conversor de frequência (CF) também de fabricação nacional (Brito, 2006). Esse equipamento foi instalado em um quadro elétrico, figura 7, em conjunto com alguns elementos de proteção elétrica. Na tabela 2 observa-se as características técnicas do gerador fotovoltaico, conversor de frequência e motobomba. A figura 6 apresenta o esquema elétrico do SFB implantado.

Qtdd.	Equipamento	Modelo	Potência
10	Módulos fotovoltaicos	Solarex MSX120	1.200 Wp
01	Condicionamento de potência	Weg CFW 08	1 CV
01	Motobomba trifásica de 230 V	Leão 4R4 PP	1 CV

Tabela 2: Características técnicas dos principais equipamentos do SFB

A motobomba foi testada em laboratório e apresentou desempenho condizente com as especificações do fabricante. A figura 8 apresenta o gráfico do volume bombeado e sua relação com a irradiância. A figura 9 mostra as eficiências médias do conjunto motobomba ao longo de um dia de bombeamento. A altura manométrica total considerada no ensaio foi de 50 m. Observa-se que o volume diário bombeado para uma irradiação solar de 4,98 kWh/m².dia foi de 13,2 m³/dia, sendo a eficiência média diária do conjunto motobomba 25%.

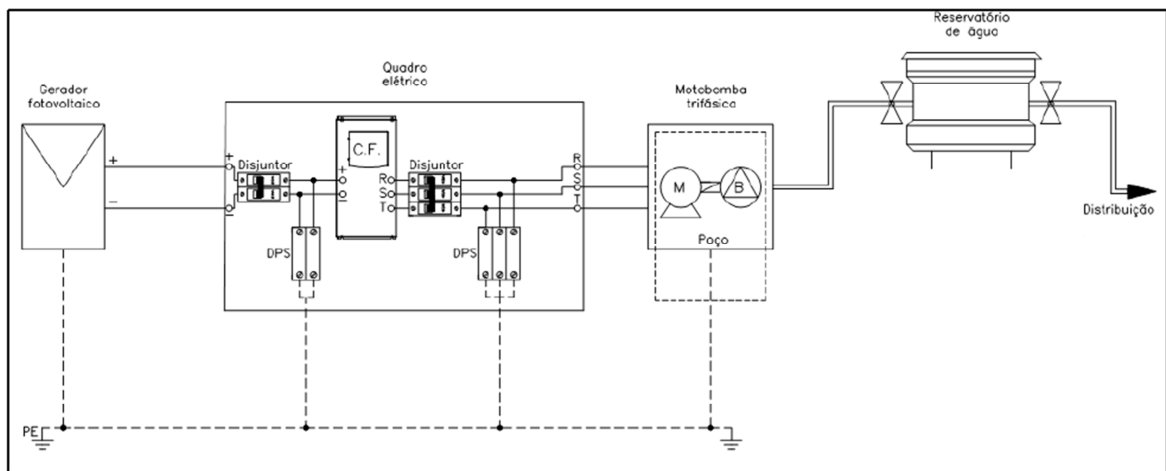


Figura 6: Esquema do SFB utilizando conversor de frequência implantado na comunidade de Exu (Fonte: Mocelin, 2014).

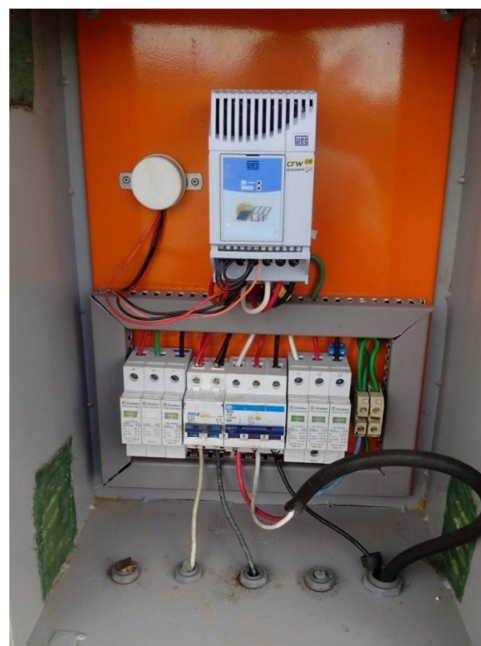


Figura 7: Quadro elétrico contendo o conversor de frequência e dispositivos de proteção.

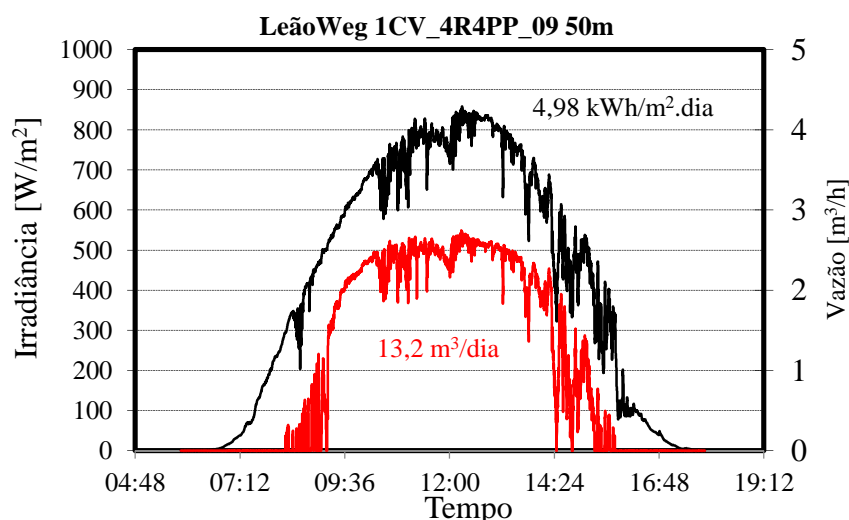


Figura 8: Volume bombeado e irradiação para um turno de bombeamento.

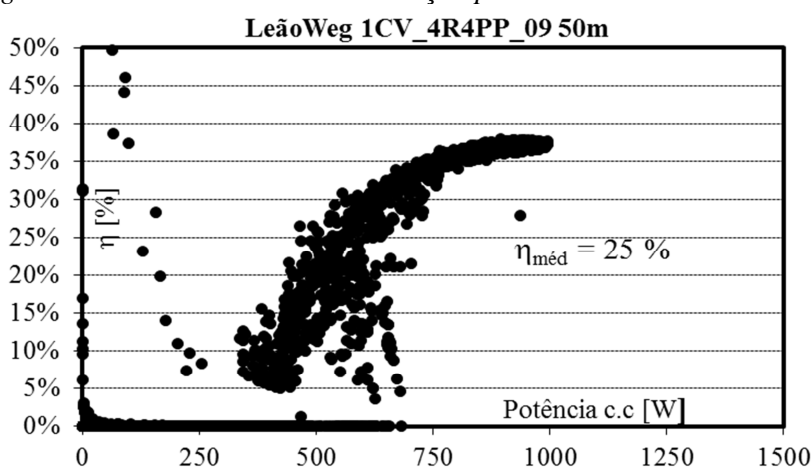


Figura 9: Eficiência média do conjunto motobomba.

O acompanhamento do projeto possibilitou verificar que o sistema fotovoltaico de bombeamento permitiu a diversificação do cultivo e a alimentação dos usuários, sendo que o excedente da produção foi comercializado na própria comunidade. Todavia, verificou-se que devido aos problemas anteriormente mencionados somente uma família está utilizando o sistema e consome, em média, cerca de 1 m³ de água por dia na pequena área de plantio, quantidade muito inferior ao que a motobomba possibilita. Portanto, o sistema está sendo subutilizado, ficando a possibilidade de aumentar a área irrigada ou utilizar a água para outras finalidades. Nesse sentido, no final de 2016 uma equipe da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) fez uma visita ao Projeto com o objetivo de tentar viabilizar a implantação da tecnologia social “Sisteminha Embrapa”⁴ no contexto do Projeto Sol e Água no Sertão.

Em síntese, a tabela 3 apresenta os principais pontos positivos e negativos observados na implantação e acompanhamento do projeto piloto na comunidade de Exu. Como pode ser notado, um aspecto positivo se relaciona com a promoção favorável da tecnologia fotovoltaica utilizada na extração de água em uma região onde existem serias dificuldades de acesso a este recurso. Em contrapartida, as dificuldades para estabelecer laços de associativismo foram uma forte barreira e resultaram na subutilização do sistema.

Principais pontos positivos	Principais pontos negativos
-----------------------------	-----------------------------

⁴ O Sisteminha Embrapa é um tecnologia social desenvolvida pela Embrapa Meio Norte que utilizar um pequeno tanque, com recirculação da água, construído com materiais de baixo custo na produção totalmente integrada e escalonada de peixes, hortifrutos, húmus de minhocas, ovos de galinha, forragem hidropônica, dentre outras. Essa tecnologia já foi implantada em milhares de comunidades rurais do Brasil e em alguns países da África.

Apoio de instituições locais e o envolvimento de uma equipe multidisciplinar na concepção e implantação do projeto.	Dificuldade em desenvolver ações coletivas e da criação de um fundo para manutenção e substituição futura de componentes.
Uso do SFB para fins produtivos e melhoria da renda dos envolvidos.	Dificuldades na consecução de aporte financeiro para execução do projeto.
Introdução de técnicas de cultivo orgânico irrigado através da capacitação com instituição local parceira.	Forte dependência da população envolvida com o poder público e entidades assistenciais.
Utilização de motobomba nacional que facilitará a realização de manutenção e substituição desse componente no futuro.	Ausência de mão de obra especializada para solução de eventuais problemas no conversor de frequência.
Existência de técnicos locais capacitados na implantação e manutenção de SFB.	Falhas no apoio logístico que dificultou o desenvolvimento de algumas etapas do projeto.
Envolvimento da comunidade através de um projeto extensionista, envolvendo a escola local.	Ausência de peças para reposição específica do sistema fotovoltaico no mercado local.
O projeto possibilita a promoção da tecnologia fotovoltaica na região.	Dependência aos fatores climáticos e a produção tradicional de sequeiro nas atividades agrícolas.

Tabela 3: Principais pontos positivos e negativos observados no projeto Sol e água no Sertão.

Dentre as principais dificuldades encontradas deve-se ressaltar o envolvimento de diversas pessoas com grau de comprometimento desigual e baixa confiança em iniciativas promovidas por agentes externos. Como aspectos negativos a isso deve-se adicionar a baixa escolaridade, o baixo poder aquisitivo e a forte dependência da população envolvida ao assistencialismo governamental. Soma-se a tudo isso a dificuldade em aceder a recursos financeiros para executar a iniciativa e os problemas logísticos na etapa de instalação dos equipamentos.

CONCLUSÕES

O projeto piloto possibilitou uma vivência na complexidade de empreendimentos dessa natureza em comunidades rurais dispersas. Durante o tempo em que foi monitorado, o sistema apresentou-se robusto e tecnicamente confiável, nenhuma ocorrência técnica comprometeu seu funcionamento. Todavia, aspectos não técnicos relacionados às peculiaridades locais surgiram como barreiras a essa iniciativa, tais como a dificuldade de trabalhar coletivamente e a forte dependência dessas populações em relação ao poder público, dentre outras. O grande desafio é saber se no longo prazo a configuração que utiliza conversor de frequência trará mais benefícios por utilizar motobombas nacionais ou adicionará mais complexidade por incluir outro componente ao sistema.

O projeto em caráter experimental foi importante para a verificação, em condições reais, dos diversos aspectos a serem considerados ao se conceber, implantar e manter sistemas dessa natureza. A observância das peculiaridades locais, a utilização de componentes de qualidade, a realização de parcerias com instituições locais, o desenvolvimento de um processo de transferência e capacitação são alguns dos fatores verificados que maximizam as chances de sucesso. Contudo, o elevado grau de complexidade e a dinâmica das populações rurais apontam que não existem soluções padronizadas para essa questão.

O resultado mais expressivo desse projeto foi a propaganda positiva da tecnologia fotovoltaica na região, principalmente, após a veiculação nacional de uma reportagem televisiva, o que motivou diversas instituições e pessoas a conhecerem a experiência através de visitas técnicas. Instituições governamentais e não governamentais manifestaram interesse em implantar sistemas fotovoltaicos de bombeamento semelhantes para o suprimento da demanda hídrica em suas respectivas linhas de atuação. Além disso, o projeto proporcionou um despertar crítico dos alunos, professores e demais envolvidos sobre as potencialidades dessa tecnologia social para a região, proporcionando resultados positivos na qualidade de vida e melhorias na renda dos pequenos agricultores. Ademais, a possível parceria com a Embrapa poderá possibilitar uma maior difusão dessa tecnologia para finalidade agrícola familiar em outras regiões.

REFERENCIAS

- Brito, A. U. Otimização do acoplamento de geradores fotovoltaicos a motores de corrente alternada através de conversores de frequência comerciais para acionar bombas centrífugas. 2006. Tese de Doutorado (Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia) - Universidade de São Paulo, 2006.
- CEPRO. Centro de Pesquisa Econômicas e Sociais do Estado do Piauí. Piauí em Números. Teresina, PI: 7ª edição, 2005.
- CODEVASF. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP: síntese executiva (Território Vale do Rio Canindé). Brasília – DF: TDA Desenhos & Artes Ltda, 2006.
- CPRM. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea – Estado do Piauí - Diagnóstico do Município de Oeiras. Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Ministério de Minas e Energia (MME). Fortaleza, CE. 2004
- ED Piauí. Relatório da administração 2014. Eletrobras Distribuição Piauí. Disponível em: http://www.eletobraspiaui.com/download/201507/CEPISA20_e73237cb57.pdf - Acesso: jul. 2015.
- Fedrizzi, M. C.; Ribeiro, F. S.; Zilles, R. Bombeamento de água no meio rural, análise econômica de duas configurações fotovoltaicas e uma elétrica convencional. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente – AVERMA*, v. 13, 2009a.
- Fedrizzi, M. C. Ribeiro, F. S. Zilles, R. Lessons from field experiences with photovoltaic pumping systems in traditional communities. *Energy for Sustainable Development*. 13 (2009) 64-70. 2009b.
- Foster, G. M. As culturas tradicionais e o impacto da tecnologia. São Paulo: Editora Fundo de Cultura, 1964.
- Lorenzo, E. P.; Poza, F. S.; Fedrizzi, M. C.; Zilles, R.; Mohamed, A.; Saadia, Z. (2005). Boas práticas na implantação de sistemas de bombeamento fotovoltaico. v. 1. 56 p. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2005.
- Moraes, A. M. A difusão do acesso à água com sistemas fotovoltaicos de bombeamento no Semiárido Brasileiro. 2015. 188 f. Tese de doutorado (Programa de Pós Graduação em Energia) - Universidade Federal do ABC, Santo André, 2015
- Moraes, A. M.; Morante, F.; Fedrizzi, M. C. La problemática de obtención de agua potable en la región semiárida brasileña utilizando sistemas fotovoltaicos para bombeo de agua. *Avances em Energías Renovables y Medio Ambiente*, v. 15, p. 04.97-04.104. 2011.
- Morante, F. Mocelin, A. R.; Zilles, R. Capacitación y transferencia tecnológica: Su importancia em las ostensibilidad de los proyectos basado sem tecnología solar fotovoltaica. *Avances em Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 10. 2006.
- Seifer, P. G. Gestão de projetos de microssistemas de geração e distribuição de energia elétrica: procurando seu sucesso e sustentabilidade. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Energia) – Universidade Federal do ABC, Santo André, 2012.
- SEPLAN. Planejamento Participativo Territorial. Secretária do Planejamento do Estado do Piauí. 2014. Disponível em: <http://www.seplan.pi.gov.br/planejamento.php>. Acesso em: julho de 2014.
- Valer, L. R. ; Melendez, T. A. ; Fedrizzi, M. C. ; Zilles, R. ; Moraes, A. M. . Variable-speed drives in photovoltaic pumping systems for irrigation in Brazil. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, v. 15, p. 20-26, 2016.

ABSTRACT

This article presents the main results of the implementation and evaluation of a photovoltaic pumping system for irrigation in family farming Piauí semiarid. The differential of this project is the use of a national system for attaching photovoltaic panels to a three-phase national pump, reducing the system and facilitating maintenance and replacement of equipment. Over the three years in which the system was evaluated the system was robust and technically reliable. However, non-technical aspects related to local peculiarities emerged as barriers to this initiative, highlighting the complexity of projects of this nature in scattered rural communities.

Keywords: Water pumping, Photovoltaic pumping system, Brazilian semiarid.