



PORTFÓLIO  
DIGITAL  
**ENERGIA  
SOLAR**



Compromisso com o  
desenvolvimento  
socioeconômico  
do Semiárido paraibano



**PaqTcPB**  
Fundação Parque  
Tecnológico da Paraíba



Universidade Federal  
de Campina Grande



**INSA**  
Instituto Nacional de Semearação  
CONGRESSO DE PESQUISA DO NORTE


MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES



**PÁTRIA AMADA  
BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL




Investindo nas populações rurais



A Energia Solar é uma energia alternativa, sustentável e renovável, tendo como fonte o Sol e podendo ser aproveitada principalmente como energia elétrica fotovoltaica e térmica. A energia fotovoltaica é a conversão direta dos raios solares em eletricidade e a energia térmica faz uso do calor do Sol para o aquecimento da água ou para a sua transformação em energia elétrica.

Os principais investimentos realizados pelo FIDA estão voltados para a implantação de sistemas fotovoltaicos em agroindústrias e comunidades no semiárido brasileiro. Os sistemas fotovoltaicos são compostos por painéis solares fotovoltaicos, que são, basicamente, dispositivos utilizados na conversão da luz do Sol em energia elétrica em células fotovoltaicas. As células solares ou fotovoltaicas são as responsáveis pela captação e conversão dos raios solares em energia elétrica. Os sistemas ainda aportam um módulo fotovoltaico que é o componente responsável por gerar a energia, sendo basicamente uma placa protegida por vidro onde as células solares são colocadas e conectadas umas às outras por fios, completando a montagem de um módulo. Para a montagem de um sistema fotovoltaico autônomo com a finalidade de utilização na irrigação de áreas agrícolas, além dos equipamentos citados acima, é necessário um regulador de carga, uma bateria ou banco de baterias e um inversor de corrente contínua para corrente alternada, a fim de atender ao conjunto motobomba e aos possíveis equipamentos elétricos do sistema de automação da irrigação alimentados com corrente alternada, havendo alguns casos em que não se utiliza bateria. Quando conectado à rede elétrica, existe a necessidade de um inversor solar para promover a inversão da energia elétrica gerada pelo painel solar de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA), demandada pela maioria dos equipamentos elétricos, além de um quadro de luz que recebe a energia que sai do inversor solar e a distribui para sua casa ou empresa, bem como de um relógio que calcula e faz com que o excesso de eletricidade produzida quando houver muito sol ou pouco consumo volte para a rede elétrica. Essa energia elétrica adicional é inserida na rede da distribuidora, se tornando "créditos de energia" que podem ser utilizados de noite, em dias nublados ou nos próximos meses. Além disso, esse relógio também mede a entrada de energia pública que é consumida quando não houver sol, calculando o saldo devedor de energia a distribuidora, nesses casos. Diferentemente dos meios convencionais na produção de eletricidade que utilizam do princípio da indução eletromagnética para gerar uma corrente alternada no circuito, a conversão fotovoltaica se dá de forma direta, em que os fótons provenientes do Sol interagem diretamente com os elétrons das células do material semicondutor, gerando uma corrente de sentido único, ou seja, uma corrente contínua.





## Qual a justificativa para ela se encaixar nesse projeto e exemplos de produtos/protótipos em desenvolvimento ou instalados (baseado nas experiências FIDA)

O Semiárido brasileiro tem um grande potencial para produção de energia solar fotovoltaica, podendo ser melhor explorado para transformar esse potencial em oportunidades reais, capazes de gerar emprego e renda, sendo que as maiores irradiações solares no Brasil estão em áreas de baixo desenvolvimento econômico, principalmente as encontradas nesta região. Outro fator importante está ligado à redução dos impactos ambientais quando comparada com os meios de produção de energia elétrica convencionais, sendo que na produção de energia fotovoltaica não há emissão de CO<sub>2</sub> e outros gases, sequer de poluentes líquidos ou sólidos durante a geração de energia elétrica. Com a grande disponibilidade de fonte energética solar no semiárido, o FIDA têm fomentado o uso da energia fotovoltaica na região por meio dos diversos projetos com os Estados.

A implantação de placas solares em sistemas agroindustriais e nas comunidades rurais vem impactando na redução no custo da energia elétrica, aumentando a competitividade dos negócios rurais e aumentando a renda e a sustentabilidade dos empreendimentos. Foram identificados 33 investimentos envolvendo sistemas fotovoltaicos nos Estados da Paraíba, Piauí e Sergipe, englobando 14 associações/cooperativas e beneficiando 5.676 famílias, sendo que todos esses projetos são financiados pelo FIDA e em parceria com outros órgãos públicos.





## Fatores que promovem ou limitam a adoção da tecnologia

A energia solar é uma fonte inesgotável e de baixo impacto ambiental, podendo complementar satisfatoriamente a oferta da energia gerada a partir das hidrelétricas, cuja oferta é diminuída pelas recorrentes baixas do nível de água nos reservatórios, impactando de forma negativa a geração de energia e requerendo o acionamento e uso das termelétricas, o que aumenta a liberação de gases de efeito estufa. Os custos para a implantação de sistemas com energia solar relativamente altos; no entanto, a economia gerada pode ser de até 5 vezes em relação ao sistema convencional, fazendo com que, apesar do entrave existente para aquisição dos sistemas solares, a sua implementação seja economicamente interessante com o passar do tempo. Desta forma, a economia gerada pode ser equivalente ao valor do investimento realizado com amortização que ocorre ao longo dos meses de uso, e com alta durabilidade e baixo custo de manutenção.



Ainda assim, além de não haver emissão de CO<sub>2</sub> e outros gases, sequer de poluentes líquidos ou sólidos durante a geração de energia elétrica, os volumes de emissão nas etapas de fabricação dos equipamentos utilizados no setor fotovoltaico são baixos e a quantidade de energia gerada ao longo da vida útil dos sistemas fotovoltaicos é de 8 a 17 vezes maior que a energia consumida em sua fabricação, sendo então uma alternativa viável nesse segmento. É importante destacar também que, no final do ciclo de vida de um sistema fotovoltaico, cerca de 85% de seus componentes podem ser reciclados e reaproveitados, de forma que os impactos ambientais, já bastante reduzidos, tendem a se tornar ainda menores no longo prazo.

## ANÁLISE DE CUSTO BENEFÍCIO

### Custos de instalação (valor em R\$):

#### DOMICILIAR

O custo de um sistema de energia solar fotovoltaica residencial (inclusos instalação e materiais) é de aproximadamente R\$19.520,05, considerando a utilização de um gerador de 3,46 kWp instalado em uma residência com o consumo médio mensal de 372,6 kWh.

#### COMERCIAL

Já com um investimento por volta de R\$ 187.495,07 sistema solar fotovoltaico é possível obter um sistema comercial com geração esperada de energia de 585,000 kWh mensal.

### Custos de manutenção (valor em R\$):

Este sistema possui uma manutenção (após 25 anos) equivalente a R\$ 5.000,00.

Tem-se o custo com manutenção, representado pela substituição de inversores no 15º ano, no valor de R\$ 22.131,40 e a depreciação de 1,5% no primeiro ano e 0,7% do custo de aquisição nos demais.

Tempo de vida útil da tecnologia (valor em anos): cerca de 25 anos.

### Impactos sociais (valor percentual): 0

Nos investimentos FIDA busca-se a priorização dos grupos produtivos com foco nas mulheres, jovens, quilombolas, indígenas, população negra e parda. Com este foco, todo investimento que considere a melhoria na geração de renda, equidade de gênero, aumento na qualidade de vida e melhoria das condições de trabalho é priorizada enquanto política pública. Observa-se a energia solar como uma tecnologia que vai além da questão ambiental, pois ela é capaz de reduzir os custos de produção com potencial para aumento de auto investimentos em outras necessidades do grupo. Tal ação impacta positivamente na capacidade de geração de renda a estes grupos prioritários, melhorando o bem estar social na coletividade.

### Adaptação à realidade da agricultura familiar

A tecnologia disponível permite vários usos para a agricultura familiar, seja para redução dos custos de produção, seja para a substituição total da fonte de energia. Como exemplos práticos pode-se citar a implantação de painéis fotovoltaicos para bombeamento de água para diversos usos, entre eles a irrigação de campos de produção. Seu uso para captação de água tem a vantagem de poder ser instalada em locais com indisponibilidade da rede elétrica convencional. A presença de agroindústrias fazendo uso desta fonte energética vem ampliando no país, melhorando a competitividade e melhor inserção nos mercados. Trata-se de tecnologia de simples manejo e requer manutenção básica para o funcionamento e com grande potencial de uso na agricultura familiar e destaque para a região do Semiárido, com grande oferta da principal matéria prima, o Sol.

## ANÁLISE DE EMISSÃO DE CO<sub>2</sub>

A redução das emissões de CO<sub>2</sub> com o uso de painéis fotovoltaicos foi calculada considerando as emissões indiretas pela compra alternativa de energia elétrica, na abordagem da escolha de compra. Sem considerar o ciclo de vida da fabricação dos painéis fotovoltaicos, existe uma redução de 99,9% nas emissões de CO<sub>2</sub> em comparação com o consumo de eletricidade da rede convencional de energia elétrica.

O cálculo foi feito comparando o consumo de energia elétrica antes e depois da utilização de energia solar fotovoltaica em uma Cooperativa de Picuí -PB. Os fatores de emissão utilizados foram baseados na matriz energética brasileira.

Mês	Consumo (MWh)	Fator Médio de Emissão	Total de emissões (tCO <sub>2</sub> e)
Agosto/2019	2206	0,01070	236,042
Agosto/2020	0,165	0,01070	0,017655

## QUANTIDADE TOTAL INSTALADA E NÚMERO DE BENEFICIÁRIOS

Quantidade Instalada (valor total): 2722

Número de beneficiários (valor total): 8.461 famílias

Municípios (valor total): 24 municípios

## TRL DA TECNOLOGIA SOCIAL

Os painéis fotovoltaicos se enquadram na TRL 9 já que os mesmos já foram testados, bem como já são comercializados e usados pela comunidade com sucesso, tendo vista que esse nível é alcançado quando as tecnologias em questão são aplicadas em sistemas que sejam bem sucedidos em uma operação real. Destaca-se ainda que a diferença fundamental entre TRL 8 e 9 está relacionado à operação do sistema, sendo um exemplo básico de que a construção de uma nova aeronave se enquadra em uma TRL 8, mas voá-la a primeira vez de forma real é TRL 9.

**TRL : 9**



## LOCALIDADE:

Fomos até Picuí e Nova palmeira visualizar as ações realizadas com financiamento FIDA. Em Picuí, visitamos a Cooperativa Agroindustrial do Seridó e Curimataú Paraibano - COOASC, que foi beneficiada com a instalação de um sistema solar fotovoltaico para redução dos custos no processamento de polpas de frutas. Já em Nova palmeira, na comunidade Saquinho, visitamos a propriedade do Sr. Euclides e família, que foram beneficiados com um kit solar fotovoltaico para fins de irrigação da sua propriedade. Todas famílias beneficiadas com as experiências se mostraram satisfeitas e agradecidas pela concessão das tecnologias.







Visitamos uma cooperativa destinada à produção de polpas e uma propriedade rural que receberam sistemas solar fotovoltaicos, através de recursos do Procase/PB e FIDA. Hoje a cooperativa localizada na cidade de Picuí tem redução nos custos de produção graças a redução nos gastos com energia elétrica, que é auxiliado pelo sistema fotovoltaico. Enquanto a propriedade rural tem parte de sua produção irrigada com a água bombeada pelo sistema fotovoltaico. As imagens retratam bem as experiências e a atual situação dos sistemas nas localidades.







## Que a energia fotovoltaica vem desde 1839?

Alexandre Edmond Becquerel descobriu o efeito fotovoltaico em 1839, enquanto realizava experiências eletroquímicas na oficina de seu pai. Em 1873 foi criada a primeira célula fotovoltaica que era feita de selênio. Atualmente quase 80% dos painéis solares são compostos por alguma variação de silício graças a Calvin Fuller que, em 1954, desenvolveu as células fotovoltaicas de silício. No ano de 1973, foi construída a primeira casa abastecida por energia solar, fato realizado pela Universidade de Delaware nos EUA. Mas foi em 2004 que foram produzidas mundialmente milhões de células com eficiência na ordem dos 16%, ultrapassando pela primeira vez a barreira de 1 gigawatt de potência elétrica anual.

## Que além da energia solar outros dispositivos são utilizados para aproveitar energia proveniente do sol?

**"Aqualuz":** tecnologia voltada para o tratamento de cisternas, usando apenas o Sol, sem haver a necessidade de usar substâncias químicas, filtros sofisticados, nem intervenções na cisterna. Sua montagem acontece em apenas 10 minutos, com uso diário por 20 anos, sendo sua baixa manutenção feita apenas com água e sabão. A tecnologia é constituída por uma caixa de inox coberta por um vidro e uma tubulação simples ligada à cisterna.

**Destilador solar:** é um protótipo (DSR) robotizado de baixo custo e de fácil operacionalização, com sistema de rastreamento solar, visando aplicações residenciais, laboratoriais e industriais, para destilação de água. O equipamento é composto por quatro partes fundamentais: calha receptora; tubo absorvedor; sistema robotizado de mobilidade da antena e sistema de arrefecimento da condensadora.

**Dessalinizador solar:** a tecnologia promove a destilação solar eliminando completamente todos os sais, metais pesados, bactérias e micróbios presentes em águas poluídas, assim também como a remoção de vários pesticidas, devido às altas temperaturas e a radiação ultravioleta. No final do processo, é feita facilmente uma reconstituição simples de sais para uso como água potável.

**Secador solar:** composto por uma peça que desempenha simultaneamente a função de coletar a energia solar e de servir como câmara de secagem, onde a radiação solar incide diretamente sobre o produto colocado no secador. O ar é aquecido e a circulação é feita por convecção natural, sendo uma secagem rápida e de baixo custo.



## REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- \_\_\_\_\_. **Balanco Energético Nacional 2017**: Ano base 2016. Rio de Janeiro: EPE, 2017.
- ABINEE, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA, 2012. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>>. Acesso em: 16 out 2020.
- ALMEIDA, E.; ROSA, A.; DIAS, F.; BRAZ, K.; LANA, L.; SANTO, O./ SACRAMENTO, T. Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica. **Artigo científico**, in: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf>, **Outubro**, 2016.
- ALVARENGA, A. C.; FERREIRA, V. H.; FORTES, M. Z. Energia solar fotovoltaica: uma aplicação na irrigação da agricultura familiar. **Sinergia**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 311–318, 2014.
- BELLEIS, A. A.; DE MELO, D. D. C. P. USO DA ENERGIA SOLAR NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO. **Educação Ambiental em Ação**, v. 67, 2019.
- BEZERRA, V. R.; LIMA, C. A. P.; LEITE, V. D.; MONTEIRO, L. R. R. Implementação de sistemas autônomos de geração de energia para a região do semiárido paraibano. **MIX Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 89–95, 2019.
- BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Resolução Normativa n 676**. 2015. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015676.pdf>. Acesso em: 28 out. 2020.
- BSW SOLAR - GERMAN SOLAR INDUSTRY ASSOCIATION. **A energia solar nos países em desenvolvimento e emergentes**. 2015. Disponível em: <<http://www.solarwirtschaft.de/en/start/english-news.html>>. Acesso em: 06 de out. 2020.
- BUX, M.; BAUER, K.; MUHLBAUER, W.; CONRAD, T. Solar-assisted drying of timber at industrial scale. **The Southern African Forestry Journal**, South Africa, v. 192, n. 1, p. 73–78, 2001.
- CASTRO, R. D. D. **Energia solar térmica e fotovoltaica em residências: estudo comparativo em diversas localidades do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 111 p. 2015.
- CEPEL – CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA; CRESEB – CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, RJ: Especial 2014.
- CUNHA KEMERICH, P. D.; FLORES, C. E. B.; BORBA, W. F.; DA SILVEIRA, R. B.; FRANÇA, J. R.; LEVANDOSKI, N. Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo. **Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 241–247, 2016.
- DANTAS, S. G. **Oportunidades e desafios da geração solar fotovoltaica no semiárido do Brasil**. 2020. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9680>>. Acesso em: 15 out. 2020.
- ELÉTRICA, ENGENHARIA. **Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes**. 2018. Disponível em: <<http://https://www.stalengenharia.com.br/PDF-fotovoltaico.pdf>> Acesso em: 15 out. 2020.
- ELLRAM, L. M. A taxonomy of total cost of ownership models. **Journal of Business Logistics**, v. 1, n. 15, p. 171–192, 1994.
- FIGUEIREDO, H. F. M.; PODOLAK, L.; SCHULTZ, L. R. K. PROJETO E. Desenvolvimento de um sistema fotovoltaico autônomo voltado a área rural. **Revista Técnico-Científica**, n. 15, 2018.
- HAGE, H. E.; HEREZ, A.; RAMADAN, M.; BAZZI, H.; KHALED, M. An investigation on solar drying: A review with economic and environmental assessment. **Energy**, v. 157, p. 815–829, 2018.
- IEEE - INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETRÔNICOS. **Energia solar fotovoltaica de terceira geração**. 2014. Disponível em: <<http://www.ieee.org.br/wpcontent/uploads/2014/05/energia-solar-fotovoltaica-terceira-geracao.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2020.
- MANKINS, J. C. Technology readiness assessments: a retrospective. **Acta Astronautica**, v. 65, n. 9, p. 1216–1223, 2009.
- MORAES, A. DE; MORANTE, F.; FEDRIZZI, M. C. Bombeamento fotovoltaico no semiárido piauiense, projeto água no berço do homem americano. Congresso Brasileiro de Energia Solar–CBENS; São Paulo–São Paulo. Versão digital em CD. **Anais...** 2012.
- NASCIMENTO, C. A. **Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica**. Monografia (Pós-Graduação Lato-Sensu em Fontes alternativas de energia) Universidade Federal de Lavras, 21 p. 2004.
- SANTOS, E.C.; SOUZA, L.C.; SOUTO, J.S.; FILHO, J.B.A. Energia Solar na Fruticultura Irrigada Familiar. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 1, n. 2, 2007, p. 1–7.
- SHAYANI, R. A.; OLIVEIRA, M. DE; CAMARGO, I. DE T. Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais. Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (V CBPE). Brasília. **Anais...** 2006.
- SILVA, B. F.; DOS SANTOS FERREIRA, J.; BENARROSH, P. F. P. M. Energia solar: benefícios das placas solares em telhas de barro sustentáveis. **Revista FARO CIENCIA**, v. 2, p. 128–131, 2015.
- SOUZA, F. F.; MALDONADO, T. V.; DA SILVA JUNIOR, S. A. Avaliação do Custo Total de Propriedade do uso de energia solar fotovoltaica e da energia elétrica convencional. Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. **Anais...** 2020.
- WWF – WORLD WIDE FUND FOR NATURE. **Desafios e oportunidades para a energia solar fotovoltaica no Brasil**: recomendações para políticas públicas. Brasília: WWF, 2015. Disponível em: <https://bit.ly>>. acesso em: 06 out. 2020.



Realização:



Parceiros:



Patrocinador:

