



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS**  
**CURSO DE BACHARELADO EM ADMINISTRAÇÃO**  
**PROJETO ELABORADO DE TCC II**



**A utilização do sistema fotovoltaico para a sobrevivência de famílias no Assentamento União.**

**The use of the photovoltaic system for the survival of families in the Union Settlement.**

Autores: Keliano Manoel de Moura<sup>1</sup>, Manoel José de Moura Fontes<sup>2</sup>, Janayna Arruda Barroso<sup>3</sup>

Picos-PI,  
2018

---

<sup>1</sup> Graduando em Administração pela UFPI

<sup>2</sup> Graduando em Administração pela UFPI

<sup>3</sup> Professora da UFPI, mestre, orientadora

## FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí

Biblioteca José Albano de Macêdo

**M929u** Moura, Keliano Manoel de.

A utilização do sistema fotovoltaico para a sobrevivência de famílias no Assentamento União. / Keliano Manoel de Moura, Manoel José de Moura Fontes– 2018.

CD-ROM : il.; 4 ¾ pol. ( 29f.)

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Universidade Federal do Piauí, Picos, 2018.

Orientador(A): Profª. Ma. Janayna Arruda Barroso.

1. Energias Renováveis. 2. Energia Solar fotovoltaica. 3. Assentamento União. I. Fontes, Manoel José de Moura. II. Título.

**CDD 333.7**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**  
Rua Cicero Eduardo S/N - Bairro Junco - 64.600-000 - Picos - PI.  
Fone (89) 3422-1087 - Fax (89) 3422-1045



**PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA  
DE DEFESA DE ARTIGO CIENTÍFICO DE GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

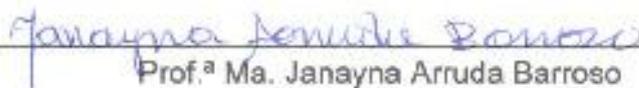
**Kelliano Manoel de Moura**  
**Manoel José de Moura Fontes**

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência da primeira, considera a discente como:

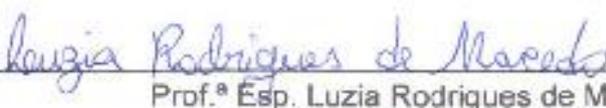
- Aprovado(a)**  
 **Aprovado(a) com restrições**

Observações: a nota está condicionada a entrega do TCC final com todas as alterações sugerida pela banca nos prazos previamente estabelecidos.

Picos (PI), 07 de dezembro de 2018.

  
Prof.ª Ma. Janayna Arruda Barroso

  
Prof. Me. Tiago Bomfim Claudino

  
Prof.ª Esp. Luzia Rodrigues de Macedo.

## RESUMO

O território brasileiro, como um todo, possui alto índice de radiação e comprovadamente o Nordeste é a região com maior captação de energia solar. É exatamente nesta região onde o maior número de pessoas não possui energia elétrica acessível porque vivem em comunidades afastadas da rede de distribuição convencional. Energia Solar Fotovoltaica é uma solução adequada e essencial para a deficiência de eletrificação dessas áreas. O presente artigo busca analisar o impacto socioambiental e o potencial de contribuição da energia solar no suprimento da demanda energética em uma zona rural da cidade de Geminiano, a partir de sistemas instalados para bombeamento de água. Vale destacar que considerações técnicas de operação destes sistemas também foram contempladas neste trabalho e a pesquisa constitui-se de um estudo de caso exploratório, com abordagem qualitativa. Para a coleta de dados utilizou-se de entrevistas com base em um roteiro semiestruturado. Com a pesquisa foi possível constatar benefícios quanto ao uso do sistema, relacionadas ao impacto ambiental, ao custo-benefício e ao aumento da produção. O sistema gera irrelevante degradação ao ambiente, demonstra ser um excelente investimento, haja visto a redução nos gastos e a possibilidade de expansão da produção.

**Palavras-chave:** Energias Renováveis. Energia solar fotovoltaica. Assentamento União.

## ABSTRACT

The Brazilian territory, as a whole, has a high radiation index and it is proven that the Northeast is the region with the greatest solar energy capture, it is precisely in this region where the largest number of people do not have accessible electricity because they live in remote communities. conventional distribution. Photovoltaic Solar Energy is an adequate and essential solution to the deficiency of electrification of these areas. The present article aims to analyze the socioenvironmental impact and potential contribution of solar energy in the supply of energy demand in a rural area of the city of Geminiano, from systems installed for water pumping. It is worth mentioning that technical considerations of operation of these systems were also contemplated in this study and the research is an exploratory case study with a qualitative approach. For data collection, interviews were used based on a semi-structured script. With the research, it was possible to verify benefits regarding the use of the system, related to environmental impact, cost-benefit and increased production. The system generates irrelevant degradation to the environment, proving to be an excellent investment, since there has been a reduction in expenses and the possibility of expansion of production.

**Keywords:** Renewable Energies. Photovoltaic solar energy. Settlement Union.

## INTRODUÇÃO

À medida que a sociedade evolui, deve ajustar-se para o equilíbrio e convívio entre pessoas e meio ambiente, visto que, a preservação da natureza com uso adequado dos recursos que este dispõe é fator primordial para manutenção da vida. Entretanto, verifica-se que por muitos anos a humanidade tem adotado práticas de uso indiscriminado desses recursos naturais tendo como risco a extinção, além do desenvolvimento de uma série de problemas ambientais.

Perante essa necessidade, tem-se buscado a utilização de meios que causem menor índice de degradação ao meio ambiente, e promovam o desenvolvimento sustentável. Uma das alternativas em torno desse tema, é a aplicação de métodos menos poluentes de produção de energia. As fontes de energias renováveis tornaram-se formas de captação muito importantes, pois se referem a energias limpas e recuperáveis, que promovem menor impacto ambiental, podendo destacar as formas de produção: hidráulica, eólica, biomassa e solar, onde as três primeiras foram abordadas neste trabalho de forma sucinta, concentrando-se no destaque para este estudo, a forma solar.

No Brasil, principalmente na região Nordeste, há um alto índice de radiação. A tecnologia fotovoltaica para geração de energia através dos raios solares, vem surgindo nessa região sobretudo no campo, onde se torna difícil o acesso a rede pública de energia elétrica, e por tratar-se de uma região que sofre com os longos períodos de seca, muitas famílias se beneficiam dessa tecnologia para o bombeamento de água.

Esse método de captação vem se tornando uma das principais expectativas para solução dos problemas causados pelas demais formas de produção de energia, o sistema fotovoltaico, gera energia limpa e renovável possibilitando a produção da própria energia e a não degradação do meio ambiente. No entanto, essa tecnologia ainda possui um investimento considerado alto, principalmente para aqueles que mais a necessitam.

Conceitos relacionados ao desenvolvimento sustentável e as energias renováveis têm sido discutidos por: Carvalho (2017), Simas e Pacca (2013), Aguiar, Oliveira e Arcanjo (2012), Martins, Guarnieri e Pereira (2007), Pacheco (2006). Esses autores explicam os aspectos gerais quanto a sustentabilidade e as energias renováveis. A disponibilidade e capacidade para produção de energia no Brasil. A contextualização do tema com as características peculiares dos sistemas, que os diferenciam e apontando suas principais vantagens e desvantagens também são discutidas. Barbosa, Jorcovich, Telles, (2014) e Lopes Júnior (2005) complementam com especificações técnicas relacionadas as tecnologias estudadas.

A partir do exposto, o presente trabalho levantou a seguinte **problemática**: Qual o impacto social, ambiental e econômico para pessoas que utilizam da energia solar fotovoltaica no bombeamento de água? E formulou-se o **objetivo geral**: Analisar o impacto socioambiental e o potencial de contribuição da energia solar no suprimento da demanda energética no Assentamento União, a partir de sistemas instalados para bombeamento de água. A pesquisa teve como **objetivos específicos**: (1) Identificar as dificuldades enfrentadas por famílias do Assentamento União para continuidade da produção no período de estiagem. (2) Citar impactos positivos e negativos quanto ao uso do sistema de energia solar, para bombeamento de água na região. (3) Avaliar a viabilidade do custo-benefício na implantação do sistema.

O tema traz características acerca de assuntos que estão inclusos nos principais debates da atualidade, sustentabilidade, crescimento da produção agrícola, continuidade da vida no campo. Dessa forma a relevância desta pesquisa contribui, diretamente, para estudos e mudanças de estratégias que auxiliarão na fixação da população em meio a zona rural, possibilitando melhoria de vida e condições de trabalho. A pesquisa também tem

como objetivo mostrar, melhores práticas com o meio ambiente tendo em vista que o cenário atual necessita de estudos e de inserções do tema ambiental nos mais diferentes ramos de trabalho e atividades em prol de um bem comum, buscando o crescimento e o desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, o presente trabalho vem abordar o uso do sistema fotovoltaico para bombeamento de água, implantado na comunidade Assentamento União, zona rural da cidade de Geminiano-PI, onde busca-se justificar a aquisição que pode ser considerada alta, mas que trouxe melhorias para o cultivo de alimentos orgânicos e um progresso que amplia a qualidade de vida e a renda dos moradores da região. Por essa razão pode ser considerado uma alternativa com ótimo custo-benefício para a produção e com impacto positivo para meio ambiente.

## **1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL;**

A cada dia que a continuação da vida dos seres humanos encontra-se dependente de certas restrições ambientais, referentes à capacidade de o meio ambiente atender às necessidades básicas presentes e futuras, por essa razão vem crescendo a discussão em torno do tema sustentabilidade.

A Organização das Nações Unidas (ONU) criou a Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD) e por meio dela busca medidas para superar a crise ambiental, levantando discussões relevantes sobre a proteção ambiental e o desenvolvimento sustentável.

No Relatório Brundtland, elaborado pela CMMAD em 1987, o desenvolvimento sustentável é conceituado como “[...] aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades”. (Apud WCED, 1987, p. 1) que o desenvolvimento sustentável se refere a: “[...] uma agenda global para a mudança [...]”; “[...] novas normas de comportamento em todos os níveis e no interesse de todos [...]”; “[...] e ao mesmo tempo social e ambientalmente sustentáveis [...]”. Entende-se que não apresenta uma solução simples para salvar o meio ambiente da degradação e escassez, mas implica uma mudança no comportamento da humanidade.

Assim o tema sustentabilidade apresenta-se cada vez mais em evidência em todo o mundo. Segundo Simas e Pacca(2013), esse fato decorre de intensas preocupações no contexto ambiental, que se tornaram mais significativas com o passar dos anos, uma das alternativas a essa problemática é a procura por métodos menos poluentes de produção de energia. O autor ainda aponta que as energias alternativas ou renováveis vêm sendo empregadas desde o ano de 1970, quando como em consequência da crise do petróleo diversos países buscaram diminuir suas dependências dos combustíveis fósseis.

Dessa forma, as fontes de energias renováveis tornaram-se formas de captação muito importantes, pois se referem a energias limpas e recuperáveis, que promovem menor impacto ambiental, podendo destacar-se as formas hidráulica, eólica, solar e biomassa.

### **1.1 ENERGIAS RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS;**

Martins, Guarnieri e Pereira (2008) afirmam que a qualidade de vida está diretamente ligada ao consumo de energia, tornando-se, assim, um dos tópicos mais importantes da atualidade. Com a crescente preocupação da preservação do meio ambiente, relacionada às mudanças climáticas e o esgotamento dos recursos naturais do planeta, a busca pela diversidade da matriz elétrica<sup>4</sup>, mostra a necessidade de se utilizar

---

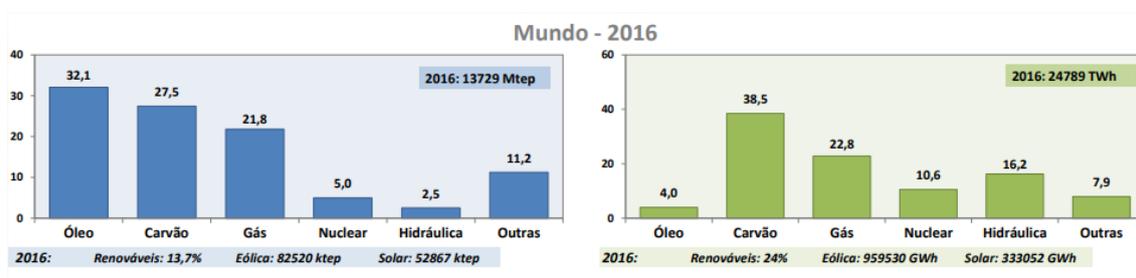
<sup>4</sup> Matriz Elétrica: Geração total de energia elétrica de um país ou região, segmentada por fonte.

novos mecanismos de produção de energia limpa e renovável, associando o desenvolvimento sustentável e humano.

A finalidade política mais urgente é encontrar meios de produzir e usar energia evitando a degradação ambiental, preservando a integridade do ecossistema e apoiando o progresso em direção a um mundo justo e humano (INTERACADEMY COUNCIL, 2010).

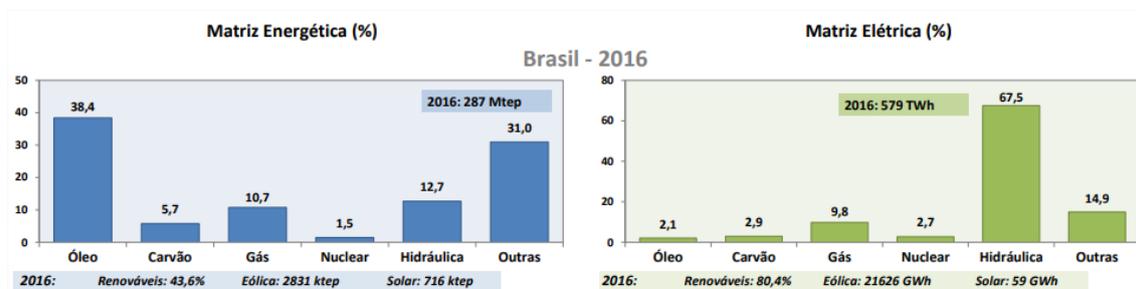
O mundo possui uma matriz energética<sup>5</sup> composta, principalmente, por fontes não renováveis, como o carvão, petróleo e gás natural; Segundo o ministério de minas e energia em 2016, a demanda total de energia no mundo foi de 81,9% de combustíveis fósseis, equivalentes a 48 vezes a demanda brasileira, está com apenas 55,1% de fósseis. A matriz mundial de geração elétrica de 2016 contou com 38,5% de carvão mineral, 22,8% de gás, 4,0% de óleo, 10,6% de urânio, 16,2% de hidráulica e 7,9% de outras não especificadas. As fontes renováveis somaram 24,1%, dos quais, 3,9 pontos percentuais de eólica e 1,4 de solar.

**FIG.1 - MATRIZ ENERGÉTICA X MATRIZ ELÉTRICA NO MUNDO.**



Fonte: Energia no mundo 2015-2016 (ministério de minas e energia).

**FIG.2 - MATRIZ ENERGÉTICA X MATRIZ ELÉTRICA NO BRASIL.**



Fonte: Energia no mundo 2015-2016 (ministério de minas e energia).

Cerca de 60 % da energia elétrica consumida no Brasil é proveniente de fontes hidráulicas (ABEEÓLICA, 2016). A energia hidráulica decorre do aproveitamento da água, objetivando produzir eletricidade, é feita de maneira articulada, sendo formada fundamentalmente pelo sistema de captação e adução da água, em uma barragem através do vertedouro ou pela casa de força, sendo essa última composta pela turbina hidráulica, um equipamento que sofre rotação pela ação da água gerando eletricidade. Apesar de ser considerada uma fonte renovável, a produção de energia através de hidrelétricas causa danos ao meio ambiente, como o alagamento de florestas, além do deslocamento de centenas de desabrigados.

A energia eólica é gerada por intermédio da energia cinética, essa é produzida

<sup>5</sup> Matriz Energética: Demanda total de energia de um país ou região, segmentada por fonte.

através do movimento das massas de ar (vento). As tecnologias que são empregadas no aproveitamento para produção de energia eólica, se dá mediante o uso de aéro geradores eólicos, cujo objetivo primordial é ampliar a captação do vento para geração de eletricidade.

Tem-se configurado como uma importante opção para compor a matriz energética de vários territórios a nível mundial. No Brasil, essa forma de energia vem se destacando como uma solução primordial, no que se refere à procura por métodos alternativos de produção de energia na região Nordeste, além de ser abundante, renovável, limpa e acessível a todas as regiões (PACHECO, 2006).

A região Nordeste é o grande destaque na produção de energia eólica, tendo a força dos ventos como seu diferencial. Os investimentos nessa produção estão transformando a vida de várias famílias da região, pois muitos dos complexos eólicos vêm sendo construídos em locais onde a distribuição de renda, a educação e a saúde são precárias, além da seca que prejudica o cultivo da agricultura e o desenvolvimento pecuário. (CARVALHO, 2017).

Outro tipo de energia renovável no âmbito da matriz energética é a biomassa, vem ganhando espaço pelo incremento de novas opções de exploração e utilização. As biomassas podem ser classificadas em “biomassas modernas” e “biomassas tradicionais” (VICHI; MANSOR, 2009; DHILLON; WUEHLISCH, 2013).

As modernas incluem os biocombustíveis (etanol e biodiesel), provenientes do bagaço de cana-de-açúcar, da madeira de reflorestamento e de outras fontes, contanto que sejam empregadas de forma sustentável e com uso de tecnologias eficientes e atuais. Já as biomassas tradicionais são aquelas que foram utilizadas de forma rústica, frequentemente empregada para abastecer a classe residencial (aquecimento de ambientes e alimentação) em comunidades isoladas. Podem-se destacar os resíduos florestais, a madeira de desflorestamento e os dejetos de animais (VICHI; MANSOR, 2009; DHILLON; WUEHLISCH, 2013).

Dentre as energias renováveis conhecidas, a energia solar é uma que merece destaque, pela sua característica de captar e aproveitar a energia oriunda do sol, conhecida como radiação solar.

De acordo Flórez (2010) a radiação solar é transmitida pelo sol, sob a forma de energias eletromagnética, cerca 49% dessa energia equivale a radiação infravermelha que tem pouca energia e só produz agitação térmica; aproximadamente 9% representa a radiação ultra violeta possui menor comprimento de onda que a luz visível e não pode ser percebida pelas pessoas, essa é uma radiação energética e, portanto, capaz de provocar a ruptura de certas ligações químicas, levando à desorganização das moléculas; A energia é emitida como luz visível ou radiação visível, compõe cerca de 42% da energia da emitida pelo sol. A radiação visível é a que contém a energia adequada para ser aproveitada pelas células solares.

O índices de radiação solar no Brasil são ótimos, principalmente na região Nordeste (SAUER et al, 2006), com destaque para o estado da Bahia, onde a energia solar já é uma alternativa para cerca de 33 mil domicílios (PACHECO, 2006). Além das grandes reservas de quartzo destinadas a produção do silício, aplicados na construção de células solares. (AGUILAR; OLIVEIRA; ARCANJO, 2012).

Esse tipo de energia pode ser utilizada diretamente no “aquecimento de ambientes, aquecimento de água e produção de eletricidade, com possibilidade de reduzir em 70% o consumo da energia convencional” (PACHECO, 2006 p. 5-6). Essa é uma tecnologia que vem evoluindo cada vez mais, podendo hoje gerar eletricidade nos telhados de casas e edifícios, sendo possível sua utilização direta ou integrada à rede elétrica (LUCON; GOLDEMBERG, 2009).

## 2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA;

A energia solar pode ser utilizada basicamente por dois tipos de processos o térmico e o fotovoltaico. No primeiro a radiação é transformada em energia térmica, que é utilizada no aquecimento da água e pode ser qualificada em baixa, média e alta temperatura. Apesar de muito comum em prédios comerciais e em indústrias, esse processo vem ganhando espaço nas residências com a inclusão compulsória dos aquecedores solares na faixa de contratações do programa federal Minha Casa, Minha Vida, dessa forma famílias de baixa renda no país obtiveram acesso ao aquecimento de água através da energia solar.

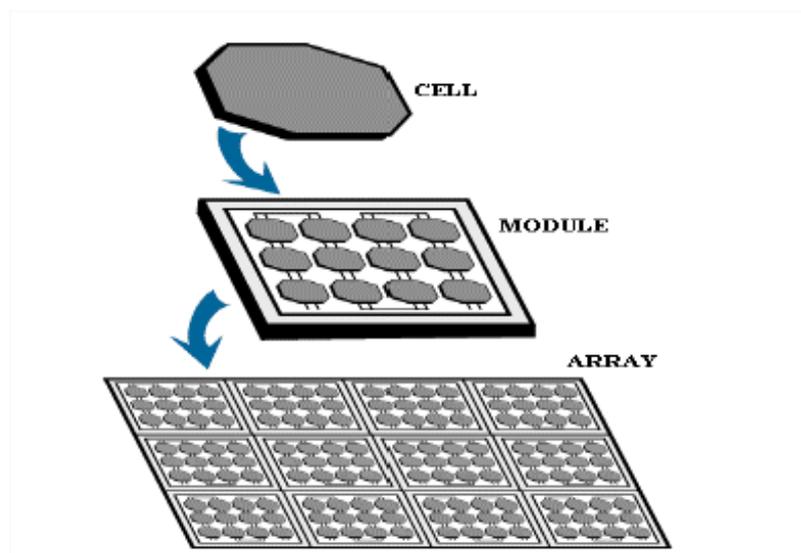
A transformação da radiação solar em energia térmica é feita através do processo de absorção da luz por meio de painéis conhecidos como coletor solar térmico. O calor é concentrado e direcionando em raios de forma a aquecerem um fluido, geralmente sódio líquido devido à sua elevada capacidade de aquecimento, com o aumento dessa temperatura, o fluido irá gerar vapor que é conduzido por tubos isolados até chegar ao depósito de água quente (reservatório térmico).

Já a conversão da energia fotovoltaica, dá-se através de uma reação fotoquímica que ocorre no interior dos painéis solares, diferente da térmica é uma tecnologia que transforma luz solar em eletricidade.

O efeito fotovoltaico foi observado pela primeira vez em 1839 pelo físico francês Edmund Becquerel, onde notou-se o aparecimento de uma tensão entre os eletrodos de solução condutora, quando esta era iluminada pela luz solar (GARCIA, 1995). Segundo o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica (CRESESB) 2006, atualmente as células fotovoltaicas são fabricadas, na sua grande maioria, usando o silício (Si) e podendo ser constituída de cristais monocristalinos, policristalinos ou de silício amorfo.

Cada célula é composta por elétrons, quando a luz do sol chega até as placas, os elétrons são liberados e se movimentam para a parte inferior da célula e assim criam uma corrente elétrica contínua que é convertida em corrente alternada, ou seja eletricidade. No entanto, estas não fazem o armazenamento da energia. A conversão é feita através de um aparelho chamado inversor de frequência e o armazenamento é feito em baterias ou na própria rede de distribuição.

FIG.3 - CONSTITUIÇÃO DE UM PAINEL SOLAR.



Fonte: Projeto FEUP 2014/2015 – Energia Solar.

Quando a luz solar atinge uma célula fotovoltaica, ela produz uma pequena corrente elétrica. Essa corrente é recolhida por fios ligados à célula, e transferida para os demais componentes do sistema, sendo assim, quanto mais células fotovoltaicas são ligadas em série ou em paralelo, maior a corrente e tensão produzidas (Pereira et al., 2006).

## 2.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E SEUS SISTEMAS;

Em 1950, nos Estados Unidos surgiu a primeira iniciativa de pesquisa para aplicações práticas da célula fotovoltaica de silício, era usada para sistemas de alimentação de satélites, vinte anos mais tarde com a crise energética que se propagava mundialmente, surgiu a necessidade de aperfeiçoar as formas de produção de energia. Dessa forma a tecnologia fotovoltaica passou a ser estudada e utilizada para integrar os sistemas de fornecimento.

A eletricidade solar fotovoltaica é considerada uma tecnologia energética promissora. As células solares convertem diretamente a energia solar - a mais abundante fonte de energia renovável - em eletricidade. O processo de geração, executado por dispositivos semicondutores, não tem partes móveis, não produz cinzas nem outros resíduos e, por não liberar calor residual, não altera o equilíbrio da biosfera. Como não envolve queima de combustíveis, evita por completo o efeito estufa (Braga, 2008).

Os sistemas fotovoltaicos são modulares, o aumento da potência pode ser rapidamente adquirida pela simples adição de módulos, formados por placas solares, estrutura para sua ancoragem, cabeamentos, conectores e inversor. Estes podem ser divididos em dois grandes grupos: sistemas isolados também conhecido como *off-grid* e sistemas conectados à rede conhecidos como *on-grid* ou *grid-tie*.

Os sistemas *off-grid* são aqueles que não se integram a rede elétrica e geralmente são utilizados em locais remotos ou onde o custo de acesso a rede é maior que o custo do próprio sistema. Normalmente utilizam bateria para armazenar a energia (Fig.4).

FIG.4 - ILUSTRAÇÃO DO SISTEMA OFF-GRID.



Já os sistemas *on-grid* são ligados diretamente na rede de distribuição da companhia de energia da cidade (Fig.5). Neste caso não há necessidade de armazenamento, dessa forma toda energia que não é utilizada é enviada de volta à rede elétrica. Em 2012, a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), determinou que qualquer pessoa possa produzir e injetar eletricidade na rede, desde que a energia produzida venha de fontes renováveis.

**FIG.5 - ILUSTRAÇÃO DO SISTEMA ON-GRID.**



Fonte: [www.enelx.com.br](http://www.enelx.com.br).

Os sistemas on-grid dispensam o uso de baterias e dos controladores de carga. O inversor, além de converter a corrente contínua em corrente alternada, vai sincronizar o sistema com a rede pública, dando a possibilidade de utilização da energia produzida em outro ponto da rede.

Já os sistemas autônomos ou off-grid são caracterizados por não dependerem da rede elétrica. Geralmente são sustentados por baterias que servem como dispositivo de armazenamento ou para uso local e específico, fornecendo diretamente os aparelhos que utilizarão a energia. É necessário que o espaço de armazenamento das baterias seja o suficiente para a demanda de abastecimento. Este recurso é bastante utilizado em locais afastados que não possuem ligação com distribuidoras de energia.

### 3 ENERGIA SOLAR NO MUNDO

De acordo com a ANEEL (2012), com o passar dos tempos, muitos países começaram a demandar a implantação da energia solar, começando com Israel e posteriormente a Espanha, no ano de 2006, que exigiu um percentual mínimo de produção de energia solar em novas edificações. Em 2007, a ação foi acompanhada por países como Índia, Coreia do Sul, China e Alemanha, onde os taxas exigidas variam de 30% a 70%, dependendo do clima, nível de consumo e disponibilidade de outras fontes de energia.

O aproveitamento da energia solar, considerada abundante em algumas localidades e inesgotável na escala de tempo terrestre, vem se tornando uma das mais promissoras opções para preencher a grande e crescente demanda energética mundial.

A eficiência energética consiste em diminuir perdas e acabar com desperdícios, o que é, atualmente, uma questão crucial para a humanidade, pois as atuais fontes de energia

disponíveis são insustentáveis para os padrões de uso atuais, de forma que a eficiência energética crescente, pautada em fontes energéticas ditas renováveis, pode contribuir com a mitigação dos efeitos decorrentes do uso “compulsivo” e “despreocupado” historicamente empregado ao uso da energia pela sociedade desde o início da era industrial (GELLER, 2003, p.299; GARCIA, 2008, p.186).

A radiação solar no âmbito global possui variações em diferentes locais. Enquanto uma superfície horizontal no sul da Europa Ocidental (sul da França) recebe em média, por ano, uma radiação de 1600 kWh/m<sup>2</sup> ou mais e no norte a energia varia entre 800 e 1200 kWh/m<sup>2</sup>, uma superfície no deserto do Saara recebe 2600 kWh/m<sup>2</sup> por ano, praticamente o dobro da média europeia.

O Brasil é um dos países de maior índice de radiação solar, principalmente no Nordeste brasileiro. A região é considerada um dos locais do mundo com maior potencial de energia solar. Na região do semiárido está o maior índice, com estimações de 200 a 250 W/m<sup>2</sup> de potência contínua, o que equivale de 1752 a 2190 kWh/m<sup>2</sup> por ano de radiação incidente.

### 3.1 CARACTERÍSTICAS DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL;

O Brasil possui um excelente recurso solar, os valores máximos de radiação solar no país (Fig. 6) são observados em regiões do estado do Nordeste (5,9 kWh m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup>), é a região de maior radiação solar, apresentando as melhores condições para o aproveitamento fotovoltaico. Há, durante todo o ano, condições climáticas que conferem um regime estável de baixa nebulosidade e alta incidência de radiação solar para essa região semiárida (PEREIRA et al., 2006).

Em particular, a região Centro-Oeste do país ocupa a segunda melhor região do país quando se considera índice de radiação média global (5,7 kWh m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup>), e divide o posto de melhor região quando se trata de radiação média global sob o plano inclinado.

FIG. 6 - RADIAÇÃO GLOBAL MÉDIA DAS REGIÕES BRASILEIRAS.



Fonte: (PEREIRA et al., 2006)



água, impedindo seu desenvolvimento econômico e mantendo sua condição de miséria (ALVARENGA, 2001, apud DA SILVA, 2005). Dada às condições climáticas adversas com concentração em um período curto ao longo do ano, a prática da irrigação se torna imprescindível para o desenvolvimento da agricultura e da pecuária. (ALMEIDA; NETTO; MONTENEGRO; BRANCO, 2004)

Segundo Alvarenga (2001) o bombeamento de água por sistemas fotovoltaicos é, talvez, a mais nobre das aplicações da energia solar. É um dos fatores que facilitam a sobrevivência do homem no campo, evitando seu deslocamento para as cidades com todos os problemas decorrentes. Em época de seca, rios e córregos secam, as fontes de água ficam distantes e a população tem que pagar um valor alto para conseguir água para o próprio consumo, muitas vezes água de baixa qualidade. Uma característica a favor do uso dessa tecnologia refere-se à junção perfeita entre a necessidade de água e a fonte energética.

Podem ser considerados dois métodos para a instalação do sistema de bombeamento: direto e indireto. No método direto o painel fornece energia diretamente à bomba, permitindo o seu funcionamento continuado enquanto houver luz solar acertando os painéis fotovoltaicos (BARBOSA, JORCUVICH, TELLES, 2014).

Os autores ainda apontam que para esse tipo de sistema o investimento para implantação é menor, haja visto que o painel fotovoltaico liga-se diretamente à bomba, abstraindo a inclusão de baterias e controladores de carga. Entretanto, a capacidade de bombeamento estará sujeita à variação das condições climáticas, a quantidade instantânea de água bombeada irá depender da posição do sol em relação às placas, a rotação do bombeamento varia de acordo com o nível de insolação naquele momento. A capacidade máxima só ocorre durante o dia, entre as 10h e as 15h.

A dispensa do armazenamento da energia elétrica produzida pelos módulos fotovoltaicos é capaz de ser feita, porém, recomenda-se armazenar a água bombeada em reservatórios para uma utilização posterior em períodos noturnos ou de insolação não-acentuada (Fig. 8). Dessa maneira, torna-se um sistema eficiente, de pouca necessidade de manutenção e que sana o problema de bombeamento de água com um custo relativamente baixo para produtores de médio ou grande porte (LOPES JUNIOR, 2005).

**FIG. 8 – SISTEMA FOTOVOLTAICO DE BOMBEAMENTO PARA CONSUMO HUMANO, ANIMAIS E IRRIGAÇÃO.**



Fonte: Adaptado de Valer Morales (2011)

No método indireto há a adição de baterias ao sistema, o que permite que a energia produzida pelo sistema seja armazenada para uso posterior, quando tiver insuficiência solar (BARBOSA, JORCUVICH, TELLES, 2014).

Segundo o Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENEO) o custo para implantação do sistema de bombeamento através da energia solar pode variar entre R\$ 3.000,00 até valores acima de R\$ 15.000,00 dependendo da infraestrutura necessária para manter o poço em funcionamento e da quantidade de água requisitada.

## 5 METODOLOGIA

A utilização de energia solar por meio de sistemas fotovoltaicos, demonstra-se como uma excelente alternativa para combater problemas ambientais e para expandir o desenvolvimento sustentável. Com base nisso o presente trabalho busca analisar a utilização da energia solar no bombeamento de água para sobrevivência e desenvolvimento de famílias residentes no Assentamento União localizado na zona rural de Geminiano.

A metodologia proposta consiste em um estudo exploratório, com abordagem qualitativa. A pesquisa exploratória, segundo Cervo e Bervian (2002) requer um planejamento bastante flexível para possibilitar a consideração dos mais diversos aspectos de um problema ou situação. Silva (2003) salienta que a pesquisa exploratória é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado. De acordo com o mesmo autor, tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com o escopo de torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.

No que se relaciona a abordagem qualitativa Gil (1999), afirma que a mesma propicia o aprofundamento da investigação das questões relacionadas ao fenômeno em estudo e das suas relações, mediante a máxima valorização do contato direto com a situação estudada, buscando-se o que era comum, mas permanecendo, entretanto, aberta para perceber a individualidade e os significados múltiplos.

Em relação aos procedimentos técnicos de coleta de dados a referida pesquisa deu-se através de entrevista, registros fotográficos e observação do ambiente em estudo. Nas entrevistas utilizou-se de um roteiro semiestruturado previamente elaborado pelos pesquisadores, a partir de indagações acerca dos impactos socioambientais gerados pela implantação de sistemas fotovoltaicos para bombeamento de água e demais questões relacionados aos objetivos da pesquisa.

Incumbe ressaltar que algumas limitações foram encontradas ao longo do desenvolvimento da pesquisa, decorrente da dificuldade no levantamento de dados no campo, considerando os recursos financeiros disponíveis para a coleta de dados. Também, notou-se uma dificuldade para obtenção das informações necessárias, na conciliação do tempo entre os pesquisadores e os moradores participantes.

Essa pesquisa utilizou-se da técnica de amostragem não probabilística por acessibilidade, onde (VERGARA, 2007 p.51) diz: longe de qualquer procedimento estatístico, seleciona elementos pela facilidade de acesso a eles; e recomendação, uma vez que, quando a escolha dos sujeitos se dá através de indicação entre as pessoas. Este tipo de abordagem torna-se eficaz quando se observa as limitações de recursos humanos e financeiros para a realização da pesquisa. Portanto, esse roteiro foi destinado a 17 moradores, retirados de um universo de 48 que passam por dificuldades devido a indisponibilidade de energia e água em suas propriedades. Também a 3 funcionários da empresa responsável pela instalação dos sistemas visitados. No quadro seguinte estão dispostos os sujeitos das pesquisas:

**QUADRO 1 – SUJEITOS DA PESQUISA.**

Sujeito entrevistado	Quantidade	Código de entrevistado
Moradores que usam há mais de 01 ano	11	M 1 a 11
Moradores que usam há menos de 01 ano	6	M 12 a 17
Funcionários	3	F 1 a 3
<b>TOTAL</b>		20

Fonte: dados da pesquisa

Após a realização das entrevistas, foram visitadas as áreas onde se encontram instalado os sistemas fotovoltaicos e as propriedades onde se faz uso da água adquirida através desse tipo de bombeamento, a fim de realizar registros fotográficos e de conhecer a estrutura do sistema e os benefícios produzidos.

## **6 CONTEXTO INSTITUCIONAL DA PESQUISA: ASSENTAMENTO UNIÃO NA CIDADE DE GEMINIANO-PI**

O Assentamento União, está localizada na zona rural da cidade de Geminiano, município localizado na microrregião de Picos-PI, a 329 Km de Teresina, compreende uma área de aproximadamente 464,77 km<sup>2</sup>.

Com uma população de 595 habitantes, o Assentamento União surgiu por meio de programas governamentais, relacionado à instalação de novas propriedades agrícolas, como resultado de políticas públicas, objetivando uma redistribuição de terras menos concentradora, cujos envolvidos são os trabalhadores rurais, sem-terra e aqueles com pouca terra. Esse programa trata-se de um projeto de intervenção com uma metodologia de capacitação para o desenvolvimento local sustentável.

## **7 ANÁLISE DE RESULTADOS**

A pesquisa buscou analisar a utilização da energia solar no bombeamento de água para sobrevivência e desenvolvimento de famílias residentes no Assentamento União, foi escolhido pelo fato de ser reconhecida como uma região sofrida com a inexistência de energia através da rede de distribuição convencional;

Foram realizadas visitas em propriedades com o sistema implantado e coletou-se informações com a empresa fornecedora, com a finalidade de conhecer a tecnologia e o impacto do projeto na localidade, bem como dos benefícios adquiridos ao desenvolvimento sustentável, econômico e social do município.

Adotando como base o referencial teórico estudado sobre energias renováveis e os conceitos de sustentabilidade, onde Simas e Pacca (2013) defendem a procura por métodos menos poluentes de produção de energia, como alternativa para diminuir as dependências dos combustíveis fósseis, foi possível compreender a eficiência do sistema fotovoltaico na vida da população do Assentamento União sem que haja maiores colisões ao meio ambiente.

Para uma melhor apreciação dos questionários foram criadas algumas categorias de análise, baseando-se nos roteiros de entrevistas aplicados aos moradores do referido assentamento:

**QUADRO 2 – CATEGORIAS DE ANÁLISES.**

<b>Categorias</b>	<b>Descrição sumária dos resultados</b>
Indisponibilidade de recursos	Falta de recursos básicos para sobrevivência (água e energia); Obrigação de redução da produção em período de estiagem.
Implantação do Sistema Fotovoltaico (Custo-benefício)	Alto investimento inicial; Falta de incentivo do governo.
Impactos Positivos e Negativos	Aumento da produção (positivo); Pouca necessidade de manutenção (positivo); Desgaste mínimo ao meio ambiente (positivo);

Fonte: dados da pesquisa.

### **7.1 INDISPONIBILIDADE DE RECURSOS**

A região vem sendo castigada pela seca nos últimos anos, as chuvas não eram suficientes para manter os reservatórios abastecidos no período de estiagem. Assim alguns moradores se viram obrigados a comprar água em caminhões pipas, para consumo e irrigação de suas plantas.

[...] antes eu pagava uma carrada de água no carro pipa por semana que custava 70,00, só assim dava para sobreviver. (M2)

Rapaz, tinha dia aqui que eu pegava a moto e se tacava lá para Picos atrás de carro para trazer água, se não morria tudo de sede, as plantas os bichos, só não morria a gente por que, tomava emprestado uma garrafa com os parentes e os amigos lá da beira [...]. (M8)

[...] a gente que mora aqui afastado comprava água o ano todo, e todo ano aumenta, que as águas das chuvas vão ficando cada vez mais poucas, aí eles aproveitam. (M15)

A grande parte dos moradores sobrevivem da agricultura, alguns conseguiram a aquisição de poços para irrigação, no entanto, outros além de sofrerem pela falta de água, também sofrem pela falta de energia, dificultando assim o uso do poço para irrigação de seu plantio e para obtenção de água para consumo próprio, o que reforça o que foi mencionado por Martins, Guarnieri e Pereira (2008) quando afirmam que a qualidade de vida está diretamente ligada ao consumo de energia, tornando-se, assim um dos tópicos mais importantes da atualidade.

Alguns moradores se viam necessário a usar gerador de energia a combustível. Porém o custo para manter o gerador funcionando era alto, devido ao alto custo do combustível e a manutenção, com isso o investimento no cultivo era limitado.

Meu objetivo era produzir no tempo da seca, porque aqui não tinha energia pra puxar agua de um posso. E nesses períodos secos não tem de onde tirar água. (M2)

O que a gente plantava só dava para comer e vender um pouco. Não dava para plantar muito porque não tinha como aguar, terra tinha muita faltava era água (M7)

Tinha que manter água para os bichos, além de plantar as verduras para vender. Feijão, arroz, milho só plantava no inverno quando chovia. (M13)

A produção era feita em uma pequena parte da terra, devido a limitação de recursos e o alto investimento para mantê-los era necessário limitar os investimentos no plantio, plantar apenas o necessário para comer e um pouco para vender.

## **7.2 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO (CUSTO-BENEFÍCIO)**

É notável pontos em comum entre os entrevistados, quanto em relação ao custo do investimento para adquirir o sistema de energia solar. Todos afirmam que é um investimento alto, o que acaba impossibilitando o acesso à demanda de alguns consumidores com poder aquisitivo um pouco menor. Uma observação citada entre os entrevistados é falta de incentivo do governo.

Como apresentado no referencial teórico, quanto aos níveis de radiação no Brasil, expostos por Pereira (2006), na disponibilização 5,9 kWh no Nordeste e as grandes reservas de silício, material usado para construção de células solares mencionado por Aguilar, Oliveira e Arcanjo (2012), o Brasil tem potencial para desenvolvimento da energia solar acima de outras nações em que já utilizam a tecnologia. No entanto, os incentivos existentes no País, são insuficientes para torná-la viável, há ainda alguns obstáculos institucionais e tributários que atrapalham no desenvolvimento dessa fonte de energia, por exemplo, o prazo de maturação do investimento é um obstáculo. Embora, no médio prazo, a redução na despesa com energia elétrica supere o investimento inicial, obter os recursos para promover a instalação dos equipamentos é um limitador para boa parte dos brasileiros. Ou seja, não basta que a cotação da distribuidora justifique o investimento pelo consumidor; é necessário financiamento em condições favoráveis.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), afirma em seu plano decenal de expansão de energia 2026, e destaca ainda como um dos principais fatores para o avanço desse mercado, as isenções tributárias sobre a energia compensada pela unidade consumidora, legitimadas na alteração da REN 482/2012, onde isenta do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) as operações envolvendo projetos à destinados à geração de energia elétrica por meio de painéis solares.

O Convênio ICMS nº 6, de 2015, autorizou estados a conceder isenção do ICMS incidente sobre a energia elétrica fornecida pela distribuidora à unidade consumidora, na quantidade correspondente à soma da energia elétrica injetada na rede de distribuição pela mesma unidade consumidora, ou seja, sobre o consumo líquido da unidade consumidora e não do consumo bruto conforme havia estabelecido anteriormente no Convênio de 2013, o que aumentava indevidamente a arrecadação de ICMS dos estados, conforme PSR (2013).

Desde então, 22 estados, ficando de fora Amazonas, Espírito Santos, Paraná e Santa Catarina, os demais estabeleceram a legislação no sentido de aplicar as alíquotas de ICMS apenas no consumo líquido das unidades consumidoras. No entanto não abrange todos os equipamentos utilizados pela geração solar, como por exemplo inversores e medidores. Dessa forma, a desequilibrada e injusta tributação sobre a energia solar, caracteriza-se ainda como um dos grandes desafios. Os tributos que incidem sobre os equipamentos e insumos produtivos são muito elevados. Isso faz com que a energia solar fotovoltaica chegue à população a um preço mais elevado do que poderia chegar.

Em entrevista aos funcionários da empresa pode-se notar, uma concordância com o apresentado anteriormente em relação à procura e instalação do sistema, é possível observar que mesmo a procura sendo feita a proporção de instalação é baixíssima, o que segundo eles se deve ao investimento inicial no sistema, o que muitos usuários não estão dispostos a fazer.

[...] pagamos imposto altíssimo para que esse produto chegue até o nordeste o que acaba encarecendo o projeto, fazendo com que muitos não saiam do papel. O cliente vem, faz o orçamento, não tem esse valor disponível e acaba desistindo. **(F2)**

[...] acho que deveria ter mais incentivo por parte do governo para a população de baixa renda, a gente até fecha muito projeto mais a maioria é para quem tem muito dinheiro, cerca de 80% é só para quem tem dinheiro. **(F1)**

[...] Nossa maior dificuldade ainda é na aprovação de financiamentos, dificilmente alguém tem o valor para a compra à vista e como falei a população de baixa renda que são os que mais precisam, não conseguem aprovação de financiamento no banco. **(F1)**

[...] a única questão seria se tivesse mais acesso a um crédito para o produtor ter o sistema, mas não algo do sistema. **(M1)**

Eu tentei fazer o empréstimo no banco mais não deu certo. Ai vendi uns bens pra poder comprar. E eu não me arrependo. **(M5)**

É perceptível nas afirmações dos entrevistados que a grande maioria das instalações é destinada quem está em um nível aquisitivo mais elevado, levantando novamente a questão de que ainda o sistema não pode ser utilizado pela maioria da população. Com o depoimento dos funcionários 1 e 2 e dos moradores 1 e 5, fortalece ainda mais a ideia de que existe uma necessidade de melhoria quanto as aprovações de crédito para esta modalidade de financiamento.

Ainda assim, outro ponto comum encontrado entre os envolvidos foi o benefício que o uso de um sistema de aproveitamento das energias renováveis possibilita, tanto em relação a economia quanto a sustentabilidade.

No meu ponto de vista, eu acho que valeu apenas sim o investimento porque a gente está se tratando a princípio de energia renovável, e aqui ela não agride o ambiente, certo que existe uma agressão só que muito pouca em relação aos fosséis ou a rede hidrelétrica que seria necessário para mover uma bomba, então questão do custo benefício é muito viável porque a partir de três anos estarei produzindo sem nenhum custo adicional, e a gente então, que mora numa região que tem muito sol, então não vou me preocupar, além disso terei 25 anos de utilização desse equipamento. **(M1)**

Já sim, em poucos meses consegui produzir o bastante para pagar o sistema e não faltar nada em casa. **(M4)**

Valeu sim, vendi umas cabeça de gado e o carrinho que tinha e já paguei o sistema e não gastei mais nada para manter. Agora é só trabalhar e produzir pra comprar outro carro. **(M5)**

Comparando gastos de um gerador a combustível com o sistema de bombeamento fotovoltaico, podemos observar que o custo inicial da energia solar é mais alto, no entanto, durante a vida útil do sistema de bombeamento solar, os custos são menores com trocas de peças e manutenções. No que diz respeito ao combustível, o gerador consome diesel, que possui um alto custo para abastecimento diário além de serem emissores de dióxido de carbono, enquanto os painéis solares funcionam a base de radiação solar, matéria prima gratuita fornecida pelo sol.

Os sistemas utilizados pela comunidade são os *off-grid* e não fazem o armazenamento da energia, dessa forma provocam a necessidade do uso de reservatórios onde guardam a água para usar depois, a noite por exemplo quando não é possível a produção da energia. O que reforça a ideia de Lopes Junior (2005) onde menciona que a dispensa do armazenamento da energia elétrica produzida pelos módulos fotovoltaicos é capaz de ser feita e recomenda armazenar a água bombeada em reservatórios para uma utilização posterior. Percebe-se que vantagem por esse tipo de sistema é pelo seu baixo custo em relação aos conectados a redes ou mesmo os ligados à baterias - os moradores teriam que arcar com a adição desses equipamentos - também pela baixa necessidade de manutenção, mantendo concordância com o mesmo autor onde o mesmo elucida que esse tipo de sistema torna-se eficiente, de pouca necessidade de manutenção e que sana o problema de bombeamento de água com um custo relativamente baixo para produtores de médio e grande porte.

Os entrevistados demonstraram-se contentes com o funcionamento do sistema fotovoltaico, devido ao aumento na produção e à economia que é representada pela extinção da necessidade da compra de água e a redução de consumo de diesel para o bombeamento.

### 7.3 IMPACTOS POSITIVOS E NEGATIVOS

O sistema é visto pelos entrevistados como de fácil utilização, apresentando mínima ou nenhuma manutenção, o que repassa confiança, uma das principais características buscadas pelos clientes.

Nunca quebrou nada, o sistema tem 25 anos de garantia com 80% de eficiência nesse período. (M1)

[...] até agora o sistema não me deu nenhum problema, o único ponto trabalhoso é a cada 15 dias eu passar um paninho limpando as placas. (M1)

Tem durabilidade de mais ou menos 25 anos, e até agora não foi necessário repor nenhuma peça e nenhum equipamento. (M7)

Meu filho, até agora está funcionando bom danado, não precisei consertar nada. Eles falam que dura mais de 20 anos, que era pra gente só deixar os aparelhos limpos, que não ia ter problema, ai todo dia a gente passa um paninho e tá resolvido. (M17)

Repassamos uma garantia de 25 anos, e dificilmente temos problemas com isso, mais não significa que deve abandonar o sistema durante todo esse tempo é preciso manter uma manutenção preventiva, tanto pelo usuário como pela empresa, o usuário tem que ter o cuidado de manter as placas limpas e os equipamentos protegidos da água, nós oferecemos manutenção completa de ano em ano. [...] o valor da manutenção é com base em orçamento, precisamos levar em consideração alguns fatores,

por exemplo, a distância, a quantidade de projetos que vai ser feita a manutenção naquela região, enfim, e mais alguma dificuldade que a empresa possa vir a ter. **(F2)**

O único problema que pode ter é o cliente ficar mudando de um lado para o outro sem saber, pode ligar alguma coisa errada e danificar o equipamento. Se não for isso não dá problema não. **(F1)**

A respeito da manutenção, foi citado pelos funcionários uma necessidade de manutenção preventiva anual, para que se mantenha o bom funcionamento dos mesmos, entre os usuários entrevistados não houve ainda ocorrência de problema com o sistema, mesmo aqueles que já usam a mais de 01 (um) ano, afirmam que a única coisa a ser feita é manter a limpeza nos equipamentos, o que indica que um possível problema só acontecerá se for por problema na instalação ou por uso inapropriado ou descuidado do sistema.

Um segundo ponto positivo bastante apontado pelos entrevistados, foi em relação à fonte, o fato da energia ser gerada através da captação de raios solares, matéria prima em abundância na região, faz com que o gasto para o plantio seja baixo, proporcionando um aumento na produção e uma lucratividade maior para os moradores que utilizam esse sistema. A geração de eletricidade a partir da energia solar fotovoltaica tem-se mostrado convidativa, seja por constituir o aproveitamento de uma fonte renovável, seja por não apresentar a intensidade nos impactos ambientais.

O meu objetivo era ter de maneira fácil produção durante o período de estiagem sem ter muito custo e sem ter insegurança no sistema, e eu percebi que a energia fotovoltaica era a opção exata, até porque onde eu moro não tenho energia elétrica, eu usava um gerador a óleo, mais o preço do combustível está muito caro para manter e ele vivia quebrando e comendo peças. **(M1)**

Agora eu posso aumentar meu rebanho dando água e capim para meu gado, além de plantar milho, feijão, melancia isso o ano todo, coisa que só dava antes no inverno. **(M6)**

Pontos positivos que agora consigo puxar a água necessária para minha produção dá até para aumentar mais, dá para plantar coentro, tomate, melancia. Eu não vejo nenhum ponto negativo não, só positivo. É só coisa boa. **(M2)**

[...] antes quando era o motor a diesel, era um trabalho danado o bicho velho vivia quebrando e não dava conta, era uma fumaça danada, quando vazava óleo, matava a planta. **(M2)**

Como impacto socioambiental pode-se entender qualquer ação que possa provocar alterações das características do sistema ambiental ou social, seja esta física, química, biológica ou econômica. Responsabilidade socioambiental ocorre quando todos são responsáveis pela preservação ambiental: governos, empresas e cada cidadão. Quando as atuações destas tenham como um dos principais objetivos a sustentabilidade.

Os impactos ambientais gerados estão estreitamente relacionados à sua localização, às características físico-climáticas do local de implantação e às características dos ecossistemas locais, o que o nos projetos estudados não teve grandes alterações. Os impactos negativos se resumem sobre o meio físico a degradação de uma

pequena área afetada como a terraplenagem e retirada e soterramento da cobertura vegetal. Contudo, sob uma análise generalizada, os impactos negativos apresentados na implantação dos sistemas fotovoltaicos são bastante reduzidos quando comparados com os impactos positivos e as vantagens de sua implantação.

**FIG. 9 – PLACAS FOTOVOLTAICAS EM SISTEMA DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA (FEITO RETIRADA E SOTERRAMENTO DA COBERTURA VEGETAL).**



Fonte: Pesquisa (2018).

**FIG. 10 – PLACAS FOTOVOLTAICAS EM SISTEMA DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA (FEITO RETIRADA E SOTERRAMENTO DA COBERTURA VEGETAL).**



Fonte: Pesquisa (2018).

**FIG. 11 – PLACAS FOTOVOLTAICAS EM SISTEMA DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA (DEGRADAÇÃO DO SOLO).**



Fonte: Pesquisa (2018).

**FIG. 12 – POÇO BOMBEADO COM SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICO.**



Fonte: Pesquisa (2018).

Entre os usuários a utilização do sistema tem sido bem vista, já que todos ressaltaram que recomendariam e utilizariam o sistema novamente em outra propriedade e se mostraram satisfeitos.

Estou satisfeito com o sistema e para muitos da comunidade que ainda não tem eu recomendo, pois, a produção tende a crescer. (M16)

Estou sim, recomendo para todos os que precisam pagar carro pipa para manter sua produção. (M5)

Sim muito satisfeito, eu já recomendei para meus irmãos, para os amigos, eu tenho um primo lá de Oeiras e recomendei a ele também, todo mundo que chega aqui para ver eu recomendo. (M3)

Estou sim e recomendo para as pessoas que moram em localidades e que vive da roca. Pois nossa produção aumento muito depois da instalação do sistema. (M12)

Na visão de cada um dos entrevistados foi possível distinguir claramente o interesse de cada um. Os moradores pretendendo aumentar a sua produção ao mesmo tempo que reduzem os custos, também uma esperança de fugir da dependência de compra de água para o plantio e sobrevivência. Os funcionários visando o lucro através do aumento nas vendas do seu produto e ambos buscando um diferencial, como uma alternativa para a redução do consumo de energia elétrica e uma forma de diminuir possíveis impactos ambientais causados por outros meios de obtenção de energia, também assim buscando uma alternativa sustentável.

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo teve como objetivo de pesquisa analisar o impacto social, ambiental e econômico para as pessoas que necessitam da energia solar fotovoltaica no bombeamento de água para sua produção e consumo. No decorrer da pesquisa é perceptível as dificuldades enfrentadas por parte dos moradores do Assentamento União, por indisponibilidade de recursos básicos de sobrevivência. O acesso à energia e a água é um fator importante e indispensável para o desenvolvimento humano.

Com base no primeiro objetivo específico pode se afirmar que está indisponibilidade de recursos desaceleram o crescimento econômico das zonas rurais, a escassez de água reduz a capacidade de produção dos campos, o custo para cultivo e a criação no período de estiagem se torna alto, inviabilizando o investimento na produção onde a precisão de redução sobressai a de crescimento. Nas regiões rurais, as formas de geração, transmissão e distribuição convencionais são muitas vezes inviáveis por razões econômicas, técnicas e ambientais.

Sabendo que o abastecimento de água está diretamente relacionado com o acesso à energia, foi observado que as formas de geração autônoma podem contribuir significativamente para a solução deste problema em muitos casos. O bombeamento fotovoltaico já é uma realidade e se destaca como excelente opção para sanar essas dificuldades.

Em resposta ao segundo objetivo específico nota-se que dentre as várias aplicações, a energia solar é uma das mais interessantes no ponto de vista econômico, técnico, ambiental ou humanitário. Como vimos o Brasil apresenta várias condições que favorecem a adoção desse sistema e tem um grande potencial de utilização, no entanto ainda existem barreiras que impossibilitam o crescimento dessa tecnologia. Tem como principal desafio a redução do preço e a acessibilidade a pessoas de baixa renda. Para tanto, se faz necessário melhorias em políticas de crédito e uma maior participação do estado e das instituições afins as atividades agrícolas e de desenvolvimento rural.

É importante garantir o aumento da renda dos produtores rurais, nos casos estudados mostraram diversos benefícios nas economias dos moradores, como

consequência do aumento da produção por hectares e do tamanho da área de cultivo, a diversificação de culturas e a mudança de produção para produtos de melhor valor no mercado, a redução do custo e do tempo necessário para bombear água entre outros fatores.

No terceiro objetivo específico é oportuno mencionar que as experiências de implementação desta tecnologia na região estão gerando resultados positivos, pode-se afirmar que apresentam uma enorme potencialidade de uso, apesar das dificuldades enfrentadas como o custo para investimento inicial, em suas expectativas de retorno no aumento da produção o tornam viável. Além disso os sistemas fotovoltaicos de irrigação mostraram que a tecnologia apresenta bom desempenho, simplicidade de uso e compatibilidade com as técnicas agrícolas locais. A análise dos casos apresentados mostra que a pouca ou nenhuma necessidade de reposição e manutenção, transmite confiança e sensação de conforto aos usuários em relação ao custo para se manter funcionando o sistema.

No decorrer do trabalho foram identificadas outras linhas de pesquisas que poderiam ampliar e complementar o presente trabalho, dentre elas: (1) Impacto econômico a famílias que utilizam o sistema fotovoltaico há mais de 5 anos; (2) Avaliar o aproveitamento térmico da energia solar em Picos; (3) Impactos com a instalação do Parque Nova Olinda na cidade de Ribeira Piauí; (4) Analisar o uso do sistema fotovoltaico na oxigenação de peixes em criatórios na barragem de Bocaina-PI;

Contudo, apesar da eficiência e da confiabilidade, é importante que haja uma consciência das pessoas para que o consumo de água seja feito de forma racional, evitando desperdício.

## REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. Ed. Brasília, 2012.

AGUILAR, R.S; OLIVEIRA, L.C.S; ARCANJO, G.L.F. Energia Renovável: Os Ganhos E Os Impactos Sociais, Ambientais E Econômicos Nas Indústrias Brasileiras. In: XXXII Encontro Nacional De Engenharia De Produção. **UFRGS**, Rio Grande do Sul, 2012.

ALVARENGA, Carlos Alberto. Energia Solar – **UFLA / FAEPE**, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEÓLICA). **Boletim Anual de Geração de Energia Eólica – 2015**. São Paulo, 2016.

BRAGA, Renata Pereira; Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações – **UFRJ**, Rio de Janeiro, 2008.

BRUNDTLAND, G. H. (Org.) Nosso futuro comum. **FGV**, Rio de Janeiro, 1987.

CARVALHO, Francisco Antônio Gonçalves de. Impactos da instalação do Parque Eólico Ventos do Araripe, na cidade de Araripina-PE – **UFPI**; Picos; 2017.

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. Alternativas energéticas: Uma visão da Cemig. **CEMIG**, Belo Horizonte, 2012.

CERVO, Amado I.; BERVIAN, Pedro A. Metodologia científica. **PrenticeHall**, São Paulo, 5. Ed. 2002.

DA SILVA, Jorge José Barbosa. Análise técnica e econômica de um sistema fotovoltaico como fonte de energia para agricultura familiar. **UFLA / FAEPE**, 2014.

DANIEL P et al. 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.

DHILLON, R. S.; WUEHLISCH, G. V. Mitigation of global warming through renewable biomass. **Biomass and Bioenergy**, v. 48, p. 75-89, 2013.

FLÓREZ, J. S. A energia renovável é o futuro. Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe Departamento de Geodésia – **IG/UFRGS**. Porto Alegre. 2010.

GARCIA, A. G. P. 2008. Leilão de Eficiência Energética no Brasil. **Tese de Doutorado**, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p.186.

GARCIA, Pedro Donoso; Uma Visão Sobre Energia Fotovoltaica - **DEELT-UFMG**, Belo Horizonte, 1995.

GELLER, H. S. Revolução Energética – Políticas para um futuro sustentável. Ed. **Relume Dumará**. Rio de Janeiro, 2003. p.299.

INTER ACADEMY COUNCIL. Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho. Tradução: Maria Cristina Vidal Borba e Neide Ferreira Gaspar. **FAPESP**, São Paulo, 2007.

JÚNIOR, O. M.; BARBOSA, T. M.; JORCUVICH, B. I.; TELLES, G. P. Estudo de caso de um sistema de fornecimento de água através de bombeamento fotovoltaico para aplicação no assentamento eldorado II – **ENEPEX**, 2006. p.3.

LOPES JÚNIOR, Álvaro Polido; A energia solar fotovoltaica utilizada em bombeamentos de água – aplicações e perspectivas. **Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras**. Minas Gerais, 2005.

LUCON, O. GOLDEMBERG, J. Crise financeira, energia e sustentabilidade no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 23, n. 65, p. 121-130. 2009.

MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; PEREIRA, E. B. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p.1304-1 a 1304-13, 2008.

PACHECO, F. Energias Renováveis: breves conceitos. **Conjuntura e Planejamento**, Salvador: SEI, n.149, p.4-11, 2006.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L. de. RÜTHER, R. Atlas Brasileiro De Energia Solar – **INPE**, São José dos Campos, 2006. p.60.

RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482/2012. **Agência Nacional de Energia Elétrica** (Aneel).

SAUER, I. L. et al. Energias renováveis: ações e perspectivas da Petrobras. Bahia – **Análises & Dados**. v. 16, n. 1, p. 9-22, jun. 2006.

SILVA, Antônio Carlos Ribeiro da. Metodologia da pesquisa aplicada à contabilidade - **orientações de estudos, projetos, artigos, relatórios, monografias, dissertações, teses**. São Paulo: Atlas, 2003.

SIMAS, M., PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Rev. Estud. av.**, v. 27, n, 77, 2013.

SOUZA, Ithalo Hespanhol de. Energias renováveis no âmbito das edificações residenciais: uma avaliação das percepções dos usuários, projetistas e instaladores. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR**, Pato Branco, 2014.

VICHI, F. M.; MANSOR, M. T. C. Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 757-767, 2009.

WCED - WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our Common Future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS**  
**CURSO DE BACHARELADO EM ADMINISTRAÇÃO**  
**PROJETO ELABORADO DE TCC II**



**APÊNDICE A – ROTEIRO I – DESTINADO AOS USUÁRIOS;**

**1) DADOS PESSOAIS:**

- a) Nome?
- b) Idade?
- c) Escolaridade?
- d) Qual a sua profissão?
- e) Quantas pessoas fazem parte da sua família?

**2) DADOS DA PROPRIEDADE (abrangência da utilização do sistema):**

- a) Endereço?
- b) Área aproximada?
- c) Quais os tipos de atividades desenvolvidas?
- d) Quantas pessoas usam normalmente as propriedades?
- e) Quais as formas de energia são utilizadas na sua propriedade?
- f) Em quais atividades desenvolvidas na sua propriedade é usada a fonte de energia renovável?

**3) DADOS DA RESIDÊNCIA (utilização do sistema):**

- a) Endereço?
- b) Área aproximada? Número de cômodos?
- c) Quantas pessoas usam normalmente a residência?
- d) Quais as formas de energia são utilizadas na sua residência?
- e) Em quais áreas da residência é usada a fonte de energia renovável?

**4) SOBRE O SISTEMA DE ENERGIA:**

- a) Há quanto tempo está em funcionamento o sistema de energia renovável?
- b) Propriedade:
- c) Residência:
- d) Quanto foi gasto aproximadamente no investimento da implantação da energia renovável na sua residência? (Quanto o Sr. gastou para colocar o sistema?)
- e) Qual a durabilidade aproximada do sistema de energia renovável utilizado? (Nesse período em que está utilizando, já houve reposição de alguma peça por mal funcionamento, ou por ter quebrado?)
- f) Do ponto de vista econômico (dinheiro), o sistema implantado já “se pagou”, valeu o investimento?
- g) Já conhecia essa tecnologia anteriormente? De que forma você ficou sabendo sobre as energias renováveis? Quem tomou a iniciativa de utilização?

**5) SOBRE EXPECTATIVAS E SATISFAÇÃO:**

- a) Quais seus objetivos ao adquirir um sistema de energia renovável?
- b) Atendeu às suas expectativas?
- c) Quais pontos positivos e negativos?
- d) Quando você foi instalar o sistema, lhe foi dado algum tipo de informação sobre manutenção, riscos e durabilidade?

- e) O sistema já apresentou falhas alguma vez?
- f) Acha que deveria ser melhorado? Em que por exemplo?
- g) Quanto à instalação e manutenção, teve ou tem algum problema?
- h) Está satisfeito com o sistema? E recomendaria a outras pessoas?
- i) Fale uma nota de 0 a 10 a respeito de sua satisfação quanto custo benefício? (Gasto instalação x economia).
- j) Fale uma nota de 0 a 10 a respeito de sua satisfação quanto à sua economia de energia? (Atendendo às expectativas?).



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS**  
**CURSO DE BACHARELADO EM ADMINISTRAÇÃO**  
**PROJETO ELABORADO DE TCC II**



**APÊNDICE B – ROTEIRO I – DESTINADO A EMPRESA FORNECEDORA DO SISTEMA;**

**1) DADOS;**

- a) Nome da empresa?
- b) Tempo de mercado?
- c) Nome do entrevistado?
- d) Cargo que ocupa?
- e) Formação profissional?

**2) SOBRE PRODUTOS E SERVIÇOS OFERECIDOS;**

- a) Quais formas de energias renováveis disponibilizam a seus clientes?
- b) Qual a mais procurada e por quê?
- c) Quando um cliente vem até vocês, recomendam a eles um determinado tipo de energia? Qual é o critério de recomendação?
- d) Quando o cliente procura por um sistema, ele na maioria das vezes já tem alguma noção sobre o que está procurando?
- e) Vocês mesmo são responsáveis pelo projeto possui engenheiro ou arquiteto na empresa para a aprovação ou é um serviço terceirizado?
- f) Em sua própria residência, tem algum sistema instalado? Se sim, como é sua experiência e satisfação como usuário? Se não, por que não faz uso de seu próprio produto?

**3) SOBRE PRECAUÇÕES TOMADAS PELA EMPRESA;**

- a) É explicado ao cliente as restrições, problemas que pode apresentar o sistema por ocasião da sua venda ou instalação?
- b) Quais principais fatores que influenciam na decisão de implantar ou não um sistema? (Ex. custo, instabilidade, etc.). Você acha que se o sistema pudesse ser oferecido a um custo mais baixo, teria uma maior procura?
- c) Quais são as dificuldades que a empresa aponta para a ocupação destes sistemas?
- d) Curso de treinamento e capacitação de sua equipe são realizados? Por iniciativa própria da empresa ou pelos fabricantes?

**4) SOBRE A VENDA;**

- a) Para instalar os equipamentos necessários para a produção de energia, além do consumo de kilowatt (kW), o que mais considerado para escolha do projeto adequado?
- b) Aproximadamente, hoje qual é valor para a instalação de um sistema em uma residência familiar com 4 habitantes? (Média de moradores em domicílios particulares permanentes (Pessoas), no Nordeste).
- c) Existem variações de valores para um mesmo sistema? Quais e o que é levado em consideração para essa variação de valores?
- d) Aproximadamente quantos sistemas são instalados por vocês mensalmente?
- e) A resolução (482) lançada pela ANEEL em 2012 que ampara a utilização das energias renováveis, acreditam que com isso tenha crescido a procura e que possa vir a

aumentar ainda mais, e com isso uma diminuição no valor do sistema?

- f) Na sua opinião, o que pode ser feito para somar ainda mais a procura e utilização das fontes alternativas?

**5) SOBRE A GARANTIA DO PRODUTO E SERVIÇO:**

- a) O que se é necessário para ter um bom funcionamento e um bom aproveitamento dos sistemas instalados pela sua empresa?
- b) É realizada ou deve ser realizada uma manutenção preventiva?
- c) Se sim, a manutenção é realizada pelo usuário ou pela empresa?
- d) Aproximadamente de quanto em quanto tempo?
- e) Qual a vida útil das principais peças?
- f) Mensalmente, qual o número aproximado de manutenção dada pela empresa?
- g) Os sistemas em que realizaram a manutenção estava com defeito ou foi apenas de rotina?
- h) Possui problemas no pós venda com clientes? Tem conhecimento de clientes que desistiram o sistema após instalado? (Se sim, qual a o % e por que desistiram)

**6) SOBRE SATISFAÇÃO DO CLIENTE:**

- a) Já tiveram reclamações, apresentadas pelos clientes de que o sistema não estar atendendo as expectativas?
- b) Nota de 0 a 10, qual nível de satisfação dos clientes atendidos pela empresa, quanto ao sistema que utilizam?
- c) Nota de 0 a 10, quanto sua perspectiva de crescimento futuro da empresa neste ramo?
- d) Nota de 0 a 10, quanto ao custo benefício que você acredita estar proporcionando com este sistema?
- e) Em relação aos cliente que possam estar descontente com o sistema instalado, por qual motivo a empresa acredita que seja o real motivo desse descontentamento? (Não conhece o seu funcionamento, não obteve a economia almejada em função do custo, não consegue obter o melhor rendimento e aproveitamento, etc.)



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA  
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”**

**Identificação do Tipo de Documento**

- ( ) Tese
- ( ) Dissertação
- ( ) Monografia
- ( x ) Artigo

Eu, **KELIANO MANOEL DE MOURA E MANOEL JOSÉ DE MOURA FONTES**, autorizamos com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar, gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação A utilização do sistema fotovoltaico para a sobrevivência de famílias no Assentamento União, de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 20 de dezembro de 2018.

  
Assinatura

  
Assinatura