



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS URUÇUÍ
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

MYLENNNA DE NORONHA PAIVA

**ANÁLISE ESTRUTURAL E AMBIENTAL DA INSERÇÃO DE SISTEMAS DE
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM LOCALIDADES RURAIS DO
CERRADO**

**URUÇUÍ - PI
2021**

MYLENNA DE NORONHA PAIVA

**ANÁLISE ESTRUTURAL E AMBIENTAL DA INSERÇÃO DE SISTEMAS DE
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM LOCALIDADES RURAIS DO
CERRADO**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. *Campus Uruçuí*.

Orientadora: Dra. Híngara Leão Sousa.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Paiva, Mylenna de Noronha
P142a Análise estrutural e ambiental da inserção de sistemas de energia solar
fotovoltaica em localidades rurais do cerrado / Mylenna de Noronha Paiva. -
2021.
24 f.: il. color.
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) -
Instituto Federal do Piauí, Campus Uruçuí, 2021.
Orientadora : Profa. Dra. Hingara Leão Sousa.
1. Sistemas fotovoltaicos. 2. Energia solar fotovoltaicas - percepção
popular. 3. Energia limpa. I. Título.

CDD - 570

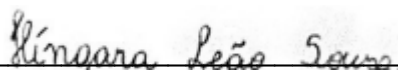
Elaborado por Aldeide Costa dos Santos Sousa CRB 3/1423

MYLENNA DE NORONHA PAIVA

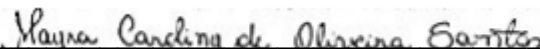
Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. *Campus Uruçuí.*

Aprovada em: 08/07/2021.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Híngara Leão Sousa (Orientadora)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)



Profa. Ma. Mayra Caroliny de Oliveira Santos (Membro interno)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)



Profa. Dra. Valesca Paula Rocha (Membro interno)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

ANÁLISE ESTRUTURAL E AMBIENTAL DA INSERÇÃO DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM LOCALIDADES RURAIS DO CERRADO

Mylenna de Noronha Paiva¹

Híngara Leão²

RESUMO

A quantidade de pessoas no planeta tem aumentado a demanda por energia elétrica, que consequentemente aumenta o uso desenfreado dos recursos naturais. Neste sentido é primordial haver cada vez mais estudos que busquem maneiras sustentáveis para melhorar esse cenário. Com base nessas informações, esse trabalho apresenta informações pertinentes sobre energia solar fotovoltaica. Para tanto buscou-se analisar as possíveis variáveis estruturais e ambientais durante o processo de instalação de sistemas fotovoltaicos, as interferências negativas no meio ambiente decorrentes das instalações e a investigação da percepção popular a respeito dessa temática. Os resultados obtidos evidenciaram inúmeras dificuldades existentes para a instalação de sistemas fotovoltaicos em perímetro rural e que o mesmo não agride negativamente o meio ambiente. A percepção popular foi muito importante para ter a compreensão da real necessidade de eletricidade para essa população, porém, houve grande dificuldade das pessoas para responder questões relacionadas ao meio ambiente. Com esse estudo pode-se concordar que a geração fotovoltaica é bastante promissora em nível estrutural e ambiental, e deve ser, cada vez mais estudada.

Palavras-chave: Educação ambiental. Sustentabilidade. Energia limpa.

¹Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Uruçuí. E-mail: mylennanoronha@gmail.com.

²Docente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Uruçuí. E-mail: hingaraleao@gmail.com.

STRUCTURAL AND ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF THE INSERTION OF SOLAR PHOTOVOLTAIC ENERGY SYSTEMS IN RURAL LOCALITIES OF THE CERRADO

Mylenna de Noronha Paiva¹

Híngara Leão²

The number of people on the planet has increased the demand for electricity, which consequently increases the unrestrained use of natural resources. In this sense, it is essential to have more and more studies that seek sustainable ways to improve this scenario. Based on this information, this work presents pertinent information about photovoltaic solar energy. Therefore, it was sought to analyze the possible structural and environmental variables during the installation process of photovoltaic systems, the negative interferences with the environment arising from the installations and the investigation of the popular perception about this theme. The results obtained evidenced numerous existing difficulties for the installation of photovoltaic systems in rural perimeter and that it does not harm the environment negatively. The popular perception was very important to understand the real need for electricity for this population, however, there was great difficulty for people to answer questions related to the environment. With this study, it is possible to agree that photovoltaic generation is very promising at a structural and environmental level, and should be increasingly studied.

Keywords: Environmental education. Sustainability. Clean energy.

DATA DE SUBMISSÃO E APROVAÇÃO:

IDENTIFICAÇÃO E DISPONIBILIDADE DO TCC:

¹ Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Uruçuí. E-mail: mylennanoronha@gmail.com.

² Docente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Uruçuí. E-mail: hingaraleao@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional no planeta impõe uma demanda crescente por energia elétrica, o que consequentemente aumenta o uso dos recursos naturais para produção de energia (PALLIS; CRUZ, 2010). Por mais que o esgotamento das fontes convencionais de energia não esteja sendo visto como um problema imediato, as reservas das principais fontes energéticas fósseis estão calculadas para, em média, mais vinte anos (KOPPE; PEREIRA, 2010). Essa questão ambiental atual revela uma problemática da própria sociedade: não é o ambiente que se apresenta em desacordo, é a civilização (GASQUES *et al.*, 2016). Neste sentido, deve haver cada vez mais estudos que contribuam para a diversificação da produção de energia renovável, sustentável e eficaz, uma vez que a humanidade está constantemente atrelada ao uso de energia elétrica para inúmeras atividades.

A grande maioria das fontes de energia utilizadas mundialmente não são renováveis, sendo separadas da seguinte maneira: 39,8% de carvão mineral; 19,6% de gás natural; 16,1% de energia hidráulica; 15,7% de energia nuclear; 6,7% de petróleo e 2,1% de outras fontes energéticas (BARROS, 2010). Já se analisarmos a matriz energética do Brasil, vemos que 15,4% não é renovável, e 84,6% provém de fontes consideradas limpas, sendo 76,9% hidráulica (70,1% de geração nacional e 6,8% de importação), 6,8% biomassa (lenha, bagaço de cana, lixo) e 0,9% eólica (BRAGA; FERREIRA, 2015).

Por mais que boa parte da matriz energética do Brasil seja renovável, cada meio de produção de energia elétrica pode vir a interferir negativamente o meio ambiente. As obras hidrelétricas, por exemplo, produzem impactos que são verificados ao longo e além do tempo de vida da usina e do projeto, bem como ao longo do espaço físico envolvido (SIQUEIRA; HENKES, 2014). Um dos grandes impactos ambientais causados pelas hidrelétricas está no advindo das inundações, uma vez que elas provocam alterações no regime das águas e contribuem para a formação de microclimas, prejudicando a diversidade biológica ali presente, podendo, inclusive, extinguir certas espécies de fauna e flora (TERRIN, BLACHET, 2019). A energia proveniente da biomassa também causa impactos negativos no ambiente, pois apresenta alta parcela de vapor d'água nos gases emitidos nas chaminés das caldeiras e alta presença de nitrogênio (N_2), gás que pode reagir com o oxigênio e produzir os óxidos de nitrogênio (NO , NO_2), que contribuem para o efeito estufa (ANALYSIS *et al.*, 2016). Por fim, a energia eólica, que corresponde a uma parte pequena da energia produzida no país, pode vir a promover a interferência em sítios arqueológicos, o que traz a necessidade de estudos técnicos precedentes, além de um monitoramento da área afetada (BARBOSA FILHO; AZEVEDO, 2013).

Com todas as adversidades mencionadas, é importante buscar alternativas sustentáveis que não afetem de maneira significativa o meio ambiente. Uma energia denominada sustentável é a que mantém um ciclo equilibrado de produção e consumo, porque é gasta em quantidade e velocidade nas quais a natureza pode repô-la (BARBOSA, 2014). Nesse cenário, temos a energia solar fotovoltaica produzida a partir da irradiação solar. Porém, pelo seu alto valor de implementação, devido a seus equipamentos, ela ainda é pouco utilizada. Em 2018, a participação dessa energia no mundo correspondia a 1,83%, enquanto o Brasil representava

apenas 0,5% desse valor (BEZERRA, 2020). Mesmo o país apresentando bom potencial de irradiação solar anual, o uso dessa fonte de energia ainda é muito discreto (NASCIMENTO, 2017). A região do Nordeste brasileiro se destaca, pois apresenta seu posicionamento geográfico bastante favorável para a possibilidade de irradiação solar forte na maior parte do ano (PESSOA, 2011).

O que torna a energia solar fotovoltaica um meio de produção de energia satisfatório é que sua fonte é inesgotável, pois a quantidade de energia que o sol fornece todos os dias à Terra é suficiente para alimentar toda a demanda energética diária do planeta diversas vezes (MACHADO; MIRANDA, 2015). Além de se ter uma fonte inesgotável, a utilização da energia solar poderia trazer benefícios também para o país viabilizando o desenvolvimento de regiões remotas onde não é possível a utilização da energia convencional, como é o caso de diversas famílias que residem na zona rural e necessitam de energia elétrica para suas atividades.

Visto que as ações dos seres humanos podem tanto intensificar os problemas ambientais como minimizá-los (PESSOA, 2011), uma maneira simples, mas útil, para atenuar essas ações negativas para com o meio ambiente, está na propagação de conhecimento sobre a utilização de energias renováveis sustentáveis através da Educação Ambiental. Essa tarefa pode ser facilitada à medida que a população assume o compromisso de proteger a natureza e o planeta, reconhecendo o papel central da educação na formação de valores para a conscientização ambiental (COLATUSO *et al.*, 2021).

É importante estudar cada meio de produção de energia e buscar formas para que haja uma diminuição dos impactos negativos no meio ambiente causados pela exploração dos recursos naturais resultante da grande demanda energética pela população. Nesse sentido, o presente trabalho torna-se útil dentro dessa temática por apresentar informações importantes sobre o processo de implementação da geração fotovoltaica em residências rurais que não possuem acesso à energia elétrica, procurando ainda conhecer a percepção popular dessas localidades sobre o recurso solar. Discussões como essas em localidades sem acesso a meios de comunicação são essenciais para propiciar a conscientização ambiental e instigar os envolvidos a terem um pensamento mais consciente sobre questões ambientais.

Neste contexto, esse trabalho teve como objetivo principal obter informações quanto à inserção de dois sistemas de energia solar fotovoltaica na região rural do Cerrado piauiense e maranhense. Os objetivos específicos para alcançar o objetivo geral proposto foram: (i) analisar os principais desafios enfrentados para a instalação solar na zona rural; (ii) identificar possíveis alterações ambientais referentes ao processo de instalação; e (iii) compreender as vantagens da aquisição de tais sistemas a partir da percepção de moradores da zona rural em localidades que possuem ou não sistemas fotovoltaicos.

2. METODOLOGIA

2.1. TIPO DE PESQUISA

A abordagem metodológica deste trabalho é quali-quantitativa, uma vez que envolve variáveis de natureza categórica e descritiva relacionadas ao processo de instalação dos sistemas de energia solar fotovoltaica, e, também, por fazer a quantificação de dados sobre as localidades rurais dos municípios

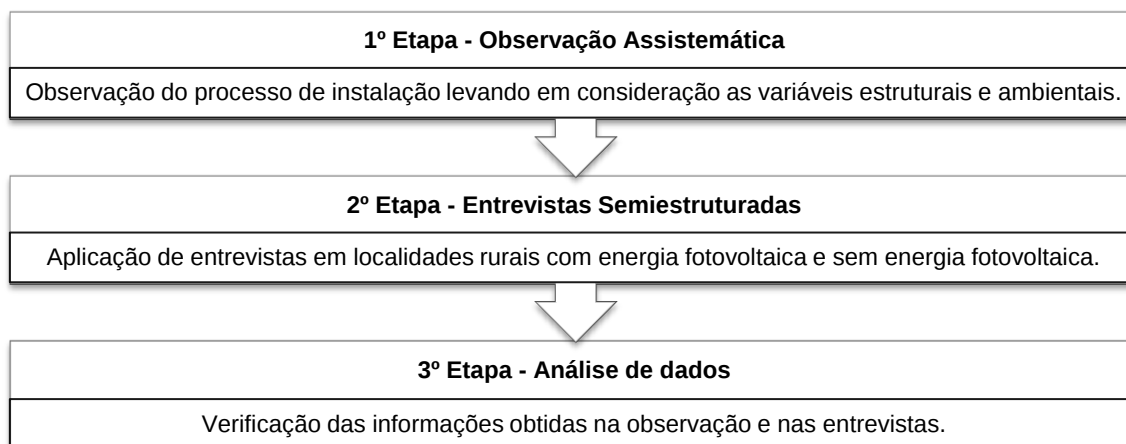
envolvidos na pesquisa. A natureza foi de cunho exploratório-descritivo, pois o trabalho buscou observar, entender e descrever, em cada localidade rural, aspectos relacionados às dificuldades impostas durante as instalações.

Para a coleta de informações com a população rural foi utilizado o objeto de estudo de casos múltiplos, uma vez que participaram dois grupos diferentes, um grupo com sistemas de energia fotovoltaica instalados em sua residência e o outro grupo sem nenhum tipo de sistema de energia fotovoltaica. Estudos de caso como esse visam analisar um objeto de estudo de maneira singular, mesmo que, posteriormente, sejam observadas semelhanças com outros casos, retratando a realidade de forma completa e profunda (OLIVEIRA, 2011).

A técnica utilizada para coleta de dados em um primeiro momento foi a observação assistemática. O que caracteriza esse tipo de observação é o fato de o conhecimento ser obtido por meio de uma experiência casual, sem que se tenha planejado quais variáveis seriam importantes para a pesquisa e quais meios deveriam ser utilizados para estudá-la (OLIVEIRA, 2011). Em um segundo momento, foram utilizadas entrevistas semiestruturadas, onde seguiu-se uma sequência de perguntas destinadas aos entrevistados, porém estes podiam explanar livremente sobre os pontos do tema em questão. No decorrer das respostas, a entrevista se torna como um procedimento que contribui significativamente na condução de estudos (SILVA, 2014).

A sequência de etapas utilizadas para a obtenção dos dados da pesquisa está esquematizada na Figura 1.

Figura 1 – Sequência de etapas utilizadas para a obtenção dos dados da pesquisa.



Fonte: Elaboração do autor.

2.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Os municípios que envolvem esta pesquisa estão localizados no Nordeste do Brasil e presentes no Bioma Cerrado (Figura 2). O município de Uruaú (PI) está presente na Mesorregião Sudoeste Piauiense e Microrregião Alto Parnaíba Piauiense, sendo o maior do estado em relação à área territorial, com cerca de 8.413,016 km² (IBGE, 2021). Residem no município aproximadamente 21.655 pessoas (IBGE, 2020), sendo a situação domiciliar cerca de 4.031 famílias na zona urbana e 1.216 famílias na zona rural (IBGE, 2010). Suas coordenadas geográficas são 07°13'48" de latitude Sul e 44°32'00" de longitude Oeste. O município de Benedito Leite (MA) está presente na Mesorregião Sul Maranhense e Microrregião Chapada das

Mangabeiras, apresentando área territorial de 1.784,640 km² (IBGE, 2020), residindo aproximadamente 5.638 pessoas (IBGE, 2020), com situação domiciliar de cerca de 709 famílias residentes na zona urbana e 710 famílias residentes da zona rural (IBGE, 2010). Suas coordenadas geográficas são 07°12'00' de latitude Sul e 44°32'00" de longitude Oeste.

Figura 2 – Mapa de localização dos municípios de Uruçuí (PI) e Benedito Leite (MA).

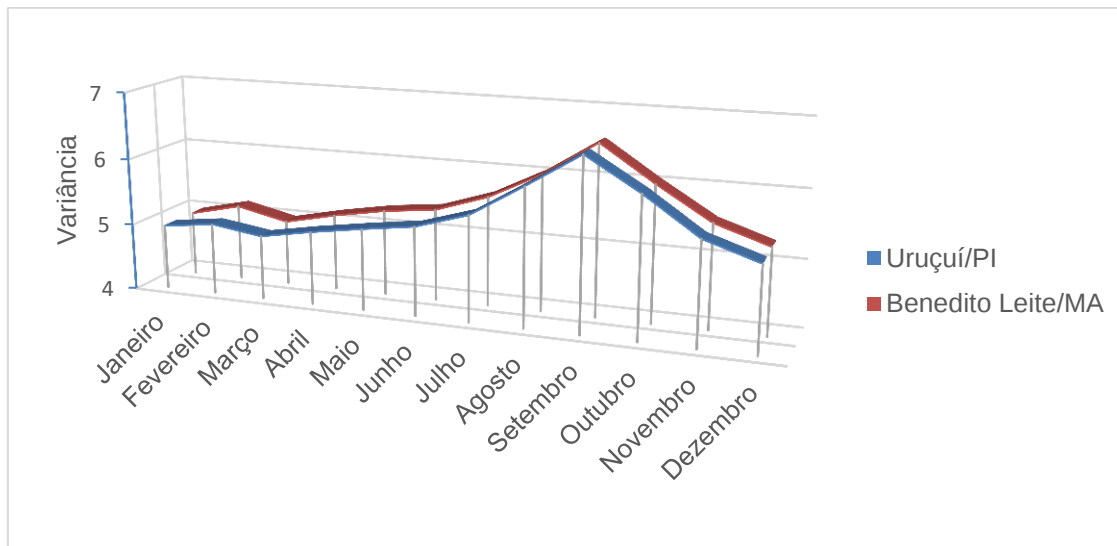


Fonte: Elaboração do autor.

Os dois municípios apresentam período chuvoso de novembro a março, com precipitação média anual variando de 800 mm a 1.400 mm, concentrando-se no trimestre mais chuvoso de janeiro a março (ANDRADE-JÚNIOR; BASTOS; SILVA, 2007). Os recursos hídricos gerados estão representados pela bacia hidrográfica do rio Parnaíba, a mais extensa dentre as 25 bacias da Vertente Nordeste, ocupando área de 330.285 km² (AGUIAR; GOMES, 2004).

Como esse estudo se destina à área de produção de energia solar fotovoltaica é imprescindível buscar informações sobre as variações de nebulosidade e irradiação solar. Com base no site de meteorologia *Weather Spark* (2021), a época menos encoberta do ano na região de ambos os municípios acontece por volta de 28 de maio e dura 4,6 meses, terminando em torno de 16 de outubro. Já a época mais encoberta começa por volta de 16 de outubro e dura 7,4 meses, terminando aproximadamente em 28 de maio. Quanto à irradiação solar, a média mensal em Uruçuí e Benedito Leite situa-se em torno de 4,96 a 6,54, com os meses de menor irradiação solar correspondentes ao período das chuvas (Figura 3), em que consta uma maior presença de nebulosidade durante o dia (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito - CRESESB).

Figura 3 – Irradiação solar média mensal nos municípios de Uruçuí (PI) e Benedito Leite (MA) [$\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$].



Fonte – Adaptação do autor (CRESESB).

2.3. PROCESSO DE INSTALAÇÃO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Para analisar os principais desafios enfrentados para a instalação solar fotovoltaica na zona rural e identificar possíveis alterações ambientais referentes ao processo de instalação, foi realizado o acompanhamento com uma empresa do ramo de energia solar fotovoltaica do município de Uruçuí nos anos de 2019 e 2020, em 15 localidades rurais situadas a uma distância de 6 a 130 km da região urbana de Uruçuí e Benedito Leite.

As informações contidas nesse tópico da pesquisa estão divididas em três etapas: (a) seleção dos sistemas, (b) instalação física e (c) manutenções. Para compreender a escolha dos tipos de sistemas avaliados neste trabalho é necessário conhecer quais são os sistemas existentes e como funcionam. Dessa maneira, nos próximos parágrafos há uma descrição a respeito da caracterização da geração de energia solar fotovoltaica.

a) Seleção dos sistemas: Os sistemas que fazem parte da energia solar fotovoltaica são capazes de gerar energia elétrica através das chamadas células fotovoltaicas. Essas células são feitas de materiais capazes de converter a irradiação solar em energia elétrica através do chamado “efeito fotovoltaico” (SCHERER *et al.*, 2015), que cria uma corrente elétrica em um material após sua exposição à luz. A geração de energia a partir do aproveitamento da energia solar em sistemas fotovoltaicos é dividida em três principais grupos: geração centralizada, geração isolada (*Off Grid*) e geração distribuída (*On Grid*).

A geração centralizada define-se pela produção de energia em larga escala e é disponibilizada no sistema elétrico através de linhas de transmissão. A geração isolada ou sistema isolado define-se pela geração local de energia e serve para abastecimento em locais

remotos. Na geração distribuída o sistema está conectado à rede pública de distribuição, junto à unidade consumidora, disponibilizando a energia gerada em excedente à rede, sendo integrantes os sistemas de micro e minigeradores distribuídos (ROSA; GASPARIN, 2016, p. 144).

Além dos três tipos de sistemas citados, existe ainda o sistema de bombeamento de água. Este, por sua vez, também aproveita a irradiação solar, porém não é comum sua classificação com os demais tipos de gerações. Esse sistema é geralmente destinado para localidades que necessitam de pequenos a grandes volumes de água, tanto de rios como de poços. Nesse caso, o painel fotovoltaico converte energia solar em corrente elétrica que alimenta o motor, o qual é acoplado a uma bomba d'água. Quando o painel supre o motor com potência elétrica suficiente, ele produz torque mecânico e a bomba começa a trabalhar (KOLLING *et al.*, 2004). Para este trabalho, foram selecionados apenas dois tipos de sistemas, o *Off Grid* e o sistema de bombeamento. Esses sistemas foram escolhidos devido a não necessidade de conexão à rede elétrica convencional.

b) Instalação física: Antes do processo de instalação, foi preciso identificar qual sistema cada localidade necessitava (*Off Grid*, bombeamento de água ou ambos). De posse desta informação, foi realizado o processo de dimensionamento de cada residência. Dimensionamento se refere basicamente ao cálculo do número de módulos fotovoltaicos necessários para suprir a demanda de energia solicitada pelas cargas de baterias, as quais armazenam a energia gerada (SUGIYONO, 2004). Para o sistema fotovoltaico *Off Grid* foram utilizadas: placas solares fotovoltaicas (Figura 4), baterias estacionárias, controladores de carga e inversor de carga (Figura 5). Enquanto no sistema de bombeamento de água, não houve a utilização de baterias estacionárias, apenas as placas solares fotovoltaicas e a bomba, que captou a água e bombeou para a residência.

Como a maioria das residências possuía telhado proveniente de palha foi necessária a confecção de estruturas de madeira capazes de suportar o peso das placas (Figura 4). A madeira foi retirada da própria localidade. O restante dos equipamentos ficava fixado internamente à residência (Figura 5).

Figura 4 - Estrutura de madeira utilizadas como suporte das placas solares.



Fonte: Elaboração do autor.

Figura 5 - Estrutura interna da residência com os equipamentos.



Fonte: Elaboração do autor.

c) Manutenções: As manutenções dos equipamentos eram realizadas quando o sistema diminuía sua eficiência, referente à quantidade de horas disponíveis para o uso diariamente. Como nessas localidades a possibilidade de comunicação por telefone ou internet é impossibilitada, as pessoas precisam se dirigir à zona urbana para comunicar a diminuição da eficiência dos sistemas, porém, em alguns casos, eles enviavam a informação por alguém que passava pela localidade. Dentre os diversos componentes que fazem parte dos dois sistemas, apenas a bateria causava esses eventuais problemas, devido elas serem descarregadas com o tempo de uso.

2.4. REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS

A fim de compreender as vantagens da aquisição dos sistemas de energia solar fotovoltaica a partir da percepção da população rural, foram feitas entrevistas de forma presencial, seguindo todas as recomendações divulgadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para o atual cenário da pandemia causada pela COVID-19. As residências entrevistadas foram alocadas em dois grupos: residências com energia fotovoltaica em sua propriedade (Grupo 1) e residências que não possuíam energia fotovoltaica (Grupo 2). As entrevistas ocorreram nos meses de maio e junho de 2021.

Anteriormente às entrevistas, os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual é considerado fundamental para um trabalho de estudo de caso. O TCLE garante ao entrevistado total anonimato e retirada de seus dados da pesquisa a qualquer momento, desde que previamente à publicação. Entretanto, em várias residências residiam pessoas idosas que não sabiam ler nem escrever. Então, para que eles tivessem conhecimento da sua liberdade de recusa e garantia de sigilo foi realizada a leitura do termo, em que foram citados os pontos importantes para a compreensão.

As perguntas feitas para o Grupo 1 tinham como foco as seguintes questões: (i) a quantidade de moradores na residência; (ii) como conseguiam

utilizar eletricidade antes de instalarem energia solar; (iii) depois da instalação, para qual foi o uso; (iv) se os sistemas apresentaram alguma falha; e (v) se tinham algum conhecimento ambiental sobre a energia solar. Enquanto para o Grupo 2, as perguntas tinham como foco: (i) a quantidade de moradores na residência; (ii) qual sistema necessitavam para suas tarefas diárias; (iii) quais as dificuldades para adquirir tais sistemas; e (iv) se tinham algum conhecimento ambiental sobre energia solar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. DESAFIOS ENFRENTADOS DURANTE AS INSTALAÇÕES

A etapa de instalação nos domicílios rurais foi marcada por uma série de adversidades. A primeira delas foi a existência de residências em locais de difícil acesso, sem a possibilidade de passagem de veículos, apresentando caminhos estreitos (Figura 6A) e com muitos elementos naturais bloqueando a passagem, como o caso de árvores grandes caídas (Figura 6B).

Por mais que a energia fotovoltaica *Off Grid* não seja conectada a cabos de alta tensão, como a energia convencional, deve ser levado em conta também os riscos que ela apresenta devido principalmente ao peso elevado dos materiais e quando essa circunstância é relacionada a perímetros rurais, o desafio se torna maior pois é necessário percorrer vários metros a pé com os equipamentos. As placas fotovoltaicas, por exemplo, podem apresentar 2 metros de comprimento com peso estimado de 22 kg, sendo que na maioria dos casos utiliza-se mais de uma placa. Já as baterias estacionárias chegam a apresentar peso ainda mais elevado do que as placas, chegando a 60 kg. Além disso, devem ser levados em conta também os riscos a que são expostos os indivíduos, relacionados com o desenvolvimento, a instalação, a operação e a manutenção de materiais fotovoltaicos (SILVA, 2020).

Figura 6 – Passagens de difícil acesso em perímetros rurais: (A) trecho de aproximadamente 200 metros à beira rio e (B) árvore caída sobre trecho.





Fonte: Elaboração do autor.

A segunda adversidade percebida e ainda mais complexa do que a anterior foi que alguns domicílios ficavam bastantes isolados sendo necessário, além de percorrer um longo caminho, também realizar a travessia em barcos com os equipamentos, o que só era possível após realizar o procedimento de alarme em que se usavam “foguetes” para que as pessoas da residência conseguissem ouvir e se dirigir à beira rio para auxiliar na travessia. No período do inverno, a água do rio torna-se mais turva e turbulenta (Figura 7), o que se torna algo perigoso para as pessoas que estão dentro do barco com os equipamentos. O rio em que eram realizadas as travessias era o rio Parnaíba, que apresenta largura relativamente grande e possui forte correnteza, exigindo do barqueiro uma certa habilidade para conseguir controlar o barco com os materiais sem danificá-los, visto que as placas possuem uma certa delicadeza.

A última adversidade observada foi referente a não obediência para o manuseio dos sistemas, porque cada sistema é dimensionado para atender uma demanda exata de eletrodomésticos. Porém, foi percebido que as pessoas não conseguem ter esse controle, o que acaba reduzindo a vida útil das baterias, pois elas foram fabricadas para suportar a quantidade ideal de eletrodomésticos. Isso se torna um problema porque por mais que os instaladores expliquem que não se deve extrapolar o uso de eletrodomésticos conectados à rede da energia solar, as pessoas não têm compreensão para evitar e fazer o controle da quantidade certa de aparelhos, o que na maioria das vezes acaba sobrecarregando os equipamentos e comprometendo os sistemas. Com isso, é importante ressaltar que um fator não previsível é o usuário do sistema, uma vez que este pode alterar completamente a condição de uso da bateria, e, na prática, o que se observa é que sua vida útil é mais curta do que o esperado (COPETTI; MACAGNAN, 2007).

Figura 7 – Rio Parnaíba em dois períodos: (A) verão e (B) inverno.



Fonte: Elaboração do autor.

3.2. ALTERAÇÕES AMBIENTAIS PROVENIENTES DAS INSTALAÇÕES

As interferências ambientais negativas detectadas durante o processo de instalação de ambos os sistemas (*Off Grid* e de bombeamento de água) foram apenas referentes à utilização da flora da propriedade, em que eram removidos troncos de árvores para servir de sustentação para os equipamentos, e a retirada de galhos grandes para que a irradiação solar chegasse completamente nas placas durante todo o período solar diário.

Não foi percebido qualquer alteração ambiental nas águas, mesmo a bomba de água ficando submersa. O impacto ambiental mais significativo do sistema fotovoltaico para geração de energia solar é provocado durante a fabricação de seus materiais e sua construção, e está mais relacionado às questões de grandes áreas de implantação (INATOMI; UDAETA, 2005).

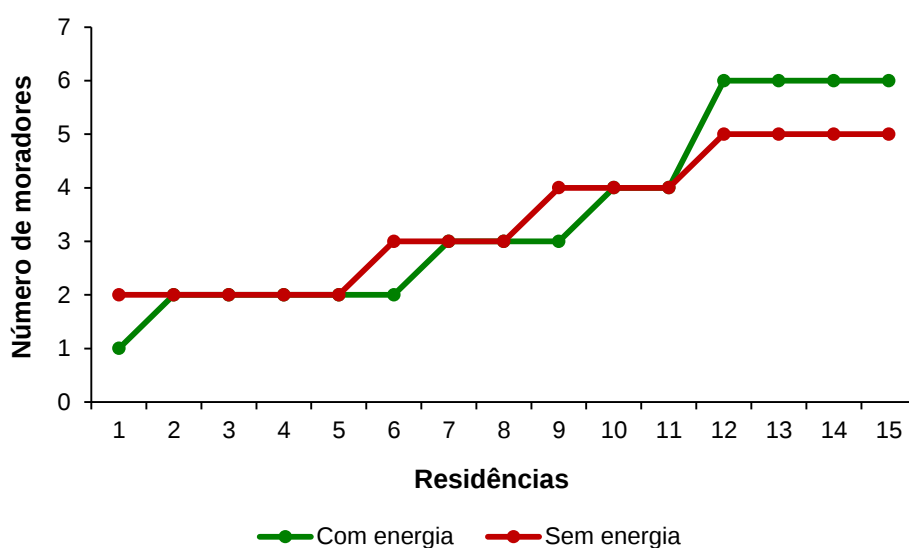
Já nas manutenções, o único material trocado foram as baterias estacionárias. Assim que elas começavam a reduzir seu desempenho era realizada a troca, que por sua vez, não era descartada no ambiente urbano, e sim, retornada à empresa de recuperação de baterias. Isso é fundamental porque esse tipo de equipamento é confeccionado com grandes quantidades de substâncias tóxicas, como por exemplo, cádmio, arsênio, chumbo e níquel, que são nocivas ao meio ambiente e à saúde humana (SEABRA; MENDONÇA, 2011). A participação das pessoas em relação a não colocarem as baterias no lixo sem um destino adequado, foi positivo, pois em nenhum momento houve descarte inadequado. A população deve ter essa maturidade para compreender o impacto que descartes inadequados de eletrônicos podem provocar ao meio ambiente a curto e longo prazo.

3.3. PERCEPÇÃO POPULAR EM RELAÇÃO À ENERGIA FOTOVOLTAICA

Para ambos os grupos (1 e 2), primeiramente foi questionado sobre a quantidade de pessoas que se beneficiavam com a utilização da energia na residência, ficando uma média de 1 a 6 pessoas por domicílio (Figura 8). Em apenas um dos domicílios residia uma pessoa do sexo feminino, que por sua vez, reside em uma localidade de difícil acesso, e ela comentou que graças à energia instalada em sua residência foi possível assistir televisão e se sentir mais acompanhada.

Figura 8 – Quantidade de moradores por residência rural para o Grupo 1 (com energia

solar) e o Grupo 2 (sem energia solar).



Fonte: Elaboração do autor.

Nesse contexto, o acesso à energia elétrica em localidades rurais isoladas não deve ser visto apenas sob aspectos técnicos e/ou econômicos, mas também como uma mudança na qualidade de vida, seja aumentando o acesso a serviços essenciais, como iluminação, comunicação e informação, mas também oferecendo entretenimento (BARBOSA *et al.*, 2017). Além disso, aparelhos como a televisão, nessas localidades em que não há acesso a meios tecnológicos, servem como atividade alternativa para as pessoas, já que passam uma boa parte do tempo envolvidas em atividades agrícolas. Conteúdos midiáticos são importantes porque intensificam os estímulos e mudam costumes e comportamentos de habitantes da zona rural, reorganizando cotidianos, maneiras de perceber a si e ao mundo além de suas fronteiras (SILVA; BARROSO, 2017).

A segunda pergunta para o Grupo 1 foi sobre como conseguiam utilizar energia e água anteriormente. Os entrevistados falaram que para conseguir usar energia precisavam comprar geradores a diesel/gasolina e para utilizar água precisavam de poços do tipo cacimbão ou do rio. As desvantagens desses métodos, conforme a opinião dos entrevistados, sobre o gerador foram: “muito caro”, “muita manutenção”, “bastante barulho”, “poucas horas funcionando” e “muita fumaça”. Além dessas desvantagens mencionadas, deve ser frisada a questão ambiental, já que esses geradores funcionam a partir da utilização de diesel/gasolina, que são derivados do petróleo. Além do petróleo ser um recurso finito, ele provoca diversos impactos ambientais como a morte direta e indireta de organismos, alteração da estrutura alimentar, interferência nos índices de reprodução e a morte de ecossistemas (ALMEIDA; LIMA; MARTINS, 2019). E sobre o rio e poço do tipo cacimbão, os entrevistados citaram como desvantagens: “caminhar muito até o rio”, “levantar muito peso” e “conseguir pouca água”.

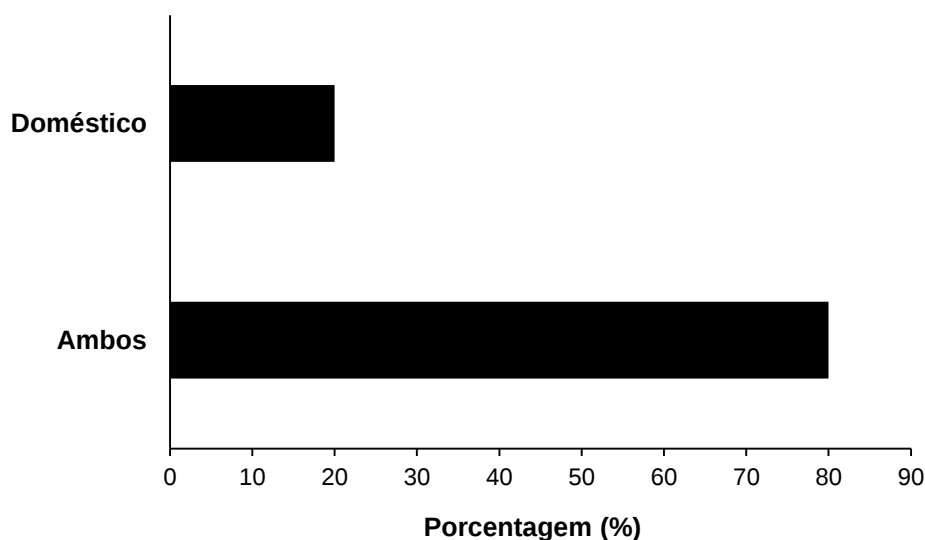
Uma das residências chamou a atenção pela existência de uma grande quantidade de animais. O entrevistado proprietário da residência citou que havia feito um poço convencional, mas que este apresentou gás e ele não teve mais como utilizá-lo, e como sua residência é distante do rio, a única alternativa

foi a utilização de um sistema de bombeamento que trouxesse a água do rio para a sua residência.

A terceira pergunta para esse grupo foi em relação aos seus sistemas serem destinados para uso doméstico, agropecuário ou ambos. As respostas ficaram divididas da seguinte maneira: 12 famílias (80%) utilizam a energia solar para ambos, tanto na sua residência como para animais e plantas, e 3 famílias (20%) utilizam apenas para uso doméstico (Figura 9). A energia elétrica fotovoltaica tem as mesmas utilidades da energia proveniente dos sistemas convencionais. Sendo assim, ela atende tanto a usuários domésticos quanto os agrícolas (QUEIRÓZ, 2013). Os benefícios citados pelos entrevistados sobre os sistemas foram: “poder usar a geladeira”, “usar lâmpadas”, “molhar plantas” e “usar liquidificador”.

A quarta pergunta para o Grupo 1 foi se os sistemas se mostraram contínuos ou apresentaram alguma falha que impossibilitava o uso na residência. Todos os entrevistados afirmaram que o sistema de bombeamento não apresentou nenhuma falha, porém 10 famílias (67%) citaram que necessitaram de manutenção no sistema *Off Grid*, devido à descarga das baterias estacionárias. O sistema de bombeamento, além de não poluir, não utiliza um banco de baterias, que diferente do sistema *Off Grid*, há uma manutenção mínima (DOMOND, 2018).

Figura 9 – Porcentagem de residências de acordo com a utilização da energia solar.



Fonte: Elaboração do autor.

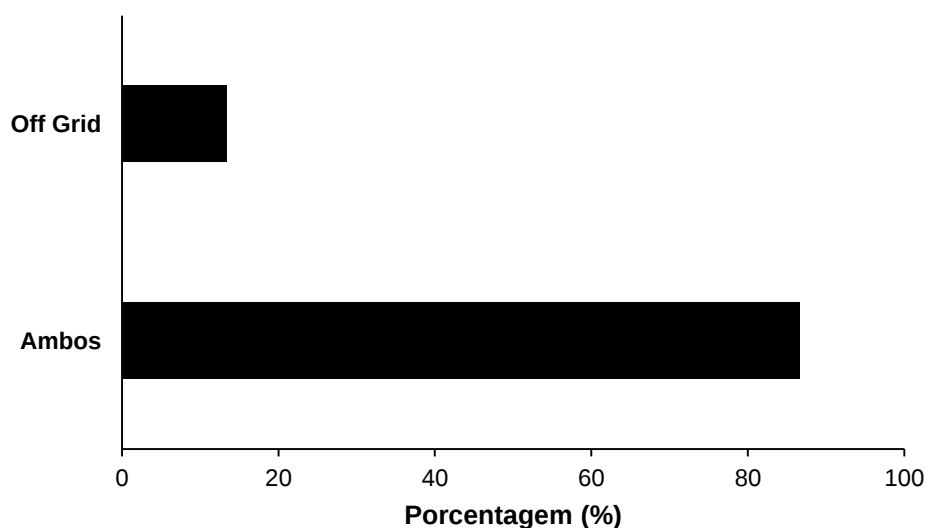
A quinta e última pergunta foi sobre o que compreendiam por vantagem da utilização dos sistemas fotovoltaicos para o meio ambiente. Do total, 10 residências (66,6%) não tinham conhecimento sobre o assunto ou não se sentiam à vontade para comentar, 2 residências (13,3%) citaram algo sobre a natureza, mas com uma certa dificuldade de assimilação com a pergunta e 2

residências (13,3%) tentaram responder citando que talvez pudesse ser pela pouca quantidade de residências que tem energia solar instaladas, por isso não afetava o meio ambiente.

Por mais que nos últimos tenha havido um aumento na escolaridade em ambientes rurais, ainda é nítido uma certa ausência de conhecimento relacionado a temas simples como meio ambiente, sendo, portanto, excelentes locais para a realização de práticas educacionais voltadas para esse tema. Devemos ter a compreensão de que o meio rural apresenta várias possibilidades de educação ambiental, permitindo a saída da sala de aula tradicional para um fascinante laboratório em ambiente natural (BOTELHO, 2017).

Para o Grupo 2 (residências sem energia solar fotovoltaica), o segundo questionamento foi referente a qual sistema de energia necessitavam para suas tarefas diárias. Apenas 2 famílias (13,3%) necessitavam de um só sistema (*Off Grid*), enquanto 13 famílias (86,7%) relataram necessitar dos dois sistemas (*Off Grid* e de bombeamento) (Figura 10). Em relação à utilização da energia, os entrevistados citaram que seriam fundamentais tanto para uso doméstico como agropecuário. Para uso doméstico alguns comentaram que devido a região ser muito quente, seria bom ter água fria para beber, e sobre o uso agropecuário, citaram ter mais água do rio para os animais e criação de peixes para a venda. Percebe-se uma necessidade grande das pessoas que não tem energia elétrica e que residem em meio rural, porque a eletricidade auxiliaria em trabalhos agrícolas para que elas conseguissem seu sustento.

Figura 10 – Porcentagem de residências de acordo com o tipo de sistema de energia solar fotovoltaica necessário.



Fonte: Elaboração do autor.

Quando questionados na terceira pergunta sobre as dificuldades para aquisição dos sistemas, todos os entrevistados responderam o mesmo motivo, sendo esse o quesito financeiro. Dentre as respostas, estas foram as mais

citadas: “não tenho dinheiro”, “não tenho como comprovar renda para fazer empréstimo no banco”, “é muito caro”, “dinheiro para a gente é difícil”. Para facilitar a aquisição de energia solar para as famílias do campo, uma maneira que seria imprescindível seriam os financiamentos. O governo teria papel importante nessa tarefa, pois programas sociais que facilitem a aquisição de geração fotovoltaica para a população ajudaria várias localidades isoladas. É necessário que haja metas mais rigorosas nos programas locais, aplicar políticas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, criar linhas de financiamento específicas com taxas de juros competitivas (PEREIRA, 2019).

O último questionamento para o Grupo 2 foi referente ao conhecimento que tinham sobre as vantagens da utilização dos sistemas fotovoltaicos para o meio ambiente. Assim como o grupo anterior, a grande maioria citou algo referente ao sol: “por causa do sol”, “por causa da luz”, e o restante não conseguiu explicar ou não sabiam responder. Neste sentido, foi facilmente percebida a necessidade de intervenções através da Educação Ambiental em localidades rurais. No Brasil, as políticas de Educação Ambiental para o público rural ainda são muito recentes, mas existem muitas pesquisas que são importantes referências neste caminho a ser trilhado (BOTELHO, 2017).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisar instalações de geração fotovoltaica em perímetros rurais foi uma tarefa complicada, teve-se que considerar os fatores estruturais, técnicos e ambientais. E se tratando de inserção de sistemas fotovoltaicos em localidades isoladas, as variáveis negativas foram exponencialmente maiores, devido ao ambiente. Neste sentido, os resultados obtidos demonstraram a significância da energia solar fotovoltaica, tanto em termos estruturais como ambientais.

Os dois sistemas de geração de energia fotovoltaico (*Off grid* e de bombeamento de água) se mostraram como fortes aliados a propagarem energia elétrica a locais onde não é possível ter a energia convencional, principalmente por não precisarem estar conectados em rede. Entretanto, há diversas dificuldades, tanto técnicas como ambientais, ocasionadas pelos equipamentos e pelas circunstâncias as quais as residências se encontravam.

Como toda forma de produção de energia existente promove, por menor que seja, algum efeito negativo no meio à qual está sendo inserida, foram observadas pequenas alterações ambientais provenientes da instalação dos sistemas fotovoltaicos. As mudanças ambientais percebidas foram relativamente mínimas se relacionadas a outros meios de produção de energia que são mais utilizadas. Desta maneira, conclui-se com esse estudo que a geração fotovoltaica é bastante promissora em nível estrutural e ambiental, já que agride minimamente o meio ambiente, apesar do seu alto valor de investimento e de dificuldade ambiental.

A participação das comunidades nas entrevistas foi de fundamental importância, pois percebeu-se o quão necessário a eletricidade é para as diversas atividades domésticas e agrícolas dos moradores, desde atividades simples como ter uma lâmpada para o período noturno, até atividades mais complexas, como o funcionamento de uma bomba de água. Propagar o incentivo a energias renováveis sustentáveis é muito útil, porém se não houver um meio de adequar ensinamentos ambientais a diversas realidades da

população, se torna algo muito mais trabalhoso.

Trabalhos como este se mostram cada vez mais necessários, uma vez que estudar a produção, utilização e propagação de energias renováveis sustentáveis está fortemente atrelado à conservação do meio ambiente, priorizando o cuidado com a geração atual e futura. Espera-se também que esta pesquisa possa servir de auxílio e norte para estudantes, pesquisadores e empresas, que pretendam realizar trabalhos nas áreas de Sustentabilidade, Educação Ambiental e Engenharia Elétrica. Para pesquisas futuras e posteriores debates, sugere-se averiguar métodos que incentivem a população a um olhar mais consciente sobre as questões ambientais.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Piauí por ter proporcionado os ensinamentos básicos para a realização deste trabalho. À empresa Mastersolar, por permitir o acompanhamento durante todas as etapas da inserção dos sistemas fotovoltaicos e às localidades rurais por contribuírem de forma prestativa com as entrevistas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. B. DE; GOMES, J. R. DE C. **Diagnóstico do município de São Luís do Piauí**. Ceará: Serviço Geológico do Brasil, 2004. 4 p.

ANDRADE-JÚNIOR, A. S. DE; BASTOS, E. A.; SILVA, C. O. **Zoneamento de Risco Climático para a Cultura da Soja no Estado do Piauí**. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária, v. 38, n. 1, p. 1–23, 2007.

BARBOSA FILHO, W. P.; AZEVEDO, A. C. S. **Impactos ambientais em usinas eólicas**. Minas Gerais: Agrener Gd, 2013. 17 p.

BARBOSA, G. G. Recursos Naturais Renováveis e Produção de Energia. **Revista Política Hoje**, v. 23, n. 1, p. 193–215, 2014.

BARBOSA, R. R et al. Energia solar fotovoltaica no semiárido: potencial, cenário atual e perspectivas. In: II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido (CONIDIS). Campina Grande, 2017.

BARROS, E. V. A Matriz Energética Mundial e a Competitividade das Nações: Bases de uma Nova Geopolítica. **Engevista**, v. 9, n. 1, p. 47–56, 2 fev. 2010.

BEZERRA, F. D. **Energia Solar**. ETENE, v. 5, n. 110, p. 1–12, 2020.

BOTELHO, M. DE C. P. **Educação ambiental para comunidades rurais: Reflexões e Práticas**. Instituto de pesquisas ecológicas, 2017.

BRAGA, C.; FERREIRA, V. C. Os impactos ambientais no setor de energia elétrica brasileiro e a sua relação com o resultado líquido do exercício. **IX Congresso Anpcont**. 2015.

COLATUSSO, R. et al. O aproveitamento da energia solar e as relações com a

Educação Ambiental em dois estudos de caso no Paraná. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (Revbea)**, v. 16, n. 2, p. 293–315, 2021.

COPETTI, J. B.; MACAGNAN, M. H. Baterias em Sistemas Solares Fotovoltaicos. **Congresso Brasileiro de Energia Solar**, p. 10, 2007.

CRESESB. **Centro de Referência para Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito – Cresesb**. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>>. Acesso em: 15 de Junho de 2021.

DOMOND, P. R. **Sistema de bombeamento fotovoltaico de água subterrânea com armazenamento hidráulico**: caso de ecole nationale de lacroix-jacmel-haiti. 2018.

FERNANDES GASQUES, A. C. et al. Educação ambiental: estudo de caso em dois colégios estaduais da cidade de Sarandi (PR). **Revbea**, v. 11, n. 5, p. 123–138, 2016.

IBGE. **Situação Domiciliar de Uruçuí (PI)**: Censo Demográfico, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/urucui/pesquisa/23/25124?tipo=grafico>>. Acesso em: 15 de junho de 2021.

IBGE. **Situação Domiciliar de Benedito Leite (MA)**: Censo Demográfico, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/benedito-leite/pesquisa/23/25124>>. Acesso: 15 de junho de 2021.

IBGE. **Mesorregião e microrregião do município de Uruçuí (PI)**, 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/urucui/panorama>>. Acesso: 15 de junho de 2021.

IBGE. **Mesorregião e microrregião do município de Benedito Leite (MA)**, 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/benedito-leite/panorama>>. Acesso em: 15 de junho de 2021.

IBGE. **População estimada de Uruçuí (PI)**, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi/urucui.html>>. Acesso em: 15 de junho de 2021.

IBGE. **População estimada de Benedito Leite (MA)**, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/benedito-leite.html>>. Acesso em: 15 de junho de 2021.

INATOMI, T. A. H.; UDAETA, M. E. M. **Análise dos Impactos Ambientais na produção de Energia dentro do Planejamento Integrado De Recursos**. Departamento de Engenharia de Construção Civil- Escola Politécnica- Universidade de São Paulo, v. 1, n. 1, p. 14, 2005.

KOLLING, E. M. ET AL. **Análise Operacional de um Sistema Fotovoltaico de Bombeamento de Água**. Engenharia Agrícola, v. 24, n. 3, p. 527–535, 2004.

LIMA, M. S. DE A. M. G. DE; MARTINS, M. DE L. Impactos ambientais causados pela a indústria petrolífera. **Revista Dissertar**, v. 1, n. 20 e 21, p. 78–82, 2014.

MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 126–143, 2015.

NASCIMENTO, R. L. **Energia solar no Brasil: situação e perspectivas**. Estudo Técnico, p. 1–46, 2017.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração**. Metodologia Científica, p. 1–73, 2011.

PALLIS, J.; CRUZ, C. H. DE B. **Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho**. FAPESP, p. 15–19, 2010.

PEREIRA*, A. O. K.; PEREIRA**, H. M. K.; CASTRO, M. F. M. **Relações de consumo: Globalização**. [s.l: s.n.].

PEREIRA, R. C. **Políticas públicas para expansão da energia solar fotovoltaica: um estudo dos principais programas de incentivo da tecnologia no brasil**. 2019.

PESSOA, V. S. **Análise do conhecimento e das atitudes frente às fontes renováveis de energia: uma contribuição da Psicologia**. p. 1–272, 2011.

QUEIROZ, L. **Energia Solar**. 2013.

ROSA, A. R. O. DA; GASPARIN, F. P. Panorama Da Energia Solar Fotovoltaica No Brasil. **Revista Brasileira de Energia Solar**, v. 7, n. 2, p. 140–147, 2016.

SCHERER, L. A. et al. **Fonte Alternativa De Energia: Energia Solar**. XX Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão, p. 12, 2015.

SEABRA, G.; MENDONÇA, I. **Educação ambiental: Responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade**. [s.l: s.n.].

SILVA, A. J. H. **Metodologias de pesquisa: conceitos gerais**. UNICENTRO, 2014.

SILVA, R. D. G. DA; BARROSO, L. M. **Reflexões sobre as relações das populações rurais com os meios massivos: estudo de caso da chegada da eletricidade na comunidade de Pau D'arco, Piauí**. v. 11, p. 5–22, 2017.

SILVA, G. D. A. **Viabilidade econômico-financeira de energia solar em pelotão especial de fronteira do exército brasileiro**. Departamento de Administração, 2020.

SIQUEIRA, J. E. DE; HENKES, J. A. Impactos Gerados Por Represas De Usinas Hidrelétricas: O Caso Da Usina Hidrelétrica De Manso. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 359, 2014.

SUGIYONO, S. **Programa computacional para dimensionamento e simulação de sistemas fotovoltaicos autônomos**. Dissertação de mestrado, p. 55, 2004.

TERRIN, K. A. P.; BLANCHET, L. A. Direito de energia e sustentabilidade: uma análise dos impactos negativos das usinas hidrelétricas no Brasil. **Revista Videre**, v. 11, n. 22, p. 47–63, 2019.

WEATHER SPARK. Disponível em:
<<https://pt.weatherspark.com/y/30527/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Uru%C3%A7u%C3%AD-Brasil-durante-o-ano#Sections-Sources>>. Acesso em: 15 de junho de 2021.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar do projeto de pesquisa intitulado de **ANÁLISE ESTRUTURAL E AMBIENTAL DA INSERÇÃO DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM REGIÃO RURAL DO CERRADO**. Pesquisadoras responsáveis: Mylenna de Noronha Paiva, aluna do curso de graduação em Ciências Biológicas do Instituto Federal do Piauí, *Campus Uruçuí*, e Híngara Leão Sousa, professora da instituição e orientadora da aluna.

Essa pesquisa tem por objetivo obter informações quanto à inserção de dois sistemas de energia solar fotovoltaica na região rural do Cerrado piauiense e maranhense. O procedimento de coleta de dados será realizado por meio de questionários semiestruturados e anônimos.

DESCONFORTOS, RISCOS E BENEFÍCIOS:

Pode haver desconforto e risco mínimo com a leitura e preenchimento das repostas. Reforça-se aqui, que se trata de uma pesquisa como adesão livre e espontânea, não havendo a intensão ou possibilidade de violação do sigilo para a autoria das respostas.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO:

Conforme exigências da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Sinta-se livre para recusar-se participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade. A pesquisadora irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA RESIDÊNCIAS RURAIS COM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (*OFF GRID* E BOMBEAMENTO)

- i. Quantos moradores se beneficiam da energia fotovoltaica?
- ii. Como conseguiam utilizar energia elétrica e água anteriormente?
- iii. Os sistemas são destinados para uso doméstico, agropecuário ou ambos?
- iv. O sistema se mostrou contínuo ou apresentou alguma falha que impossibilitou o uso na residência? Se sim, descrever qual problema e como foi revertido.
- v. Você compreende as vantagens da utilização dos sistemas fotovoltaicos para o meio ambiente?

**APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA RESIDÊNCIAS RURAIS SEM
ENERGIA SOLAR**

- I. Quantos moradores há na residência e qual sistema necessitam?
- II. Quais as dificuldades enfrentadas para adquirir o(s) sistema(s) fotovoltaico(s)?
- III. Em que funções o(s) sistema(s) seria(m) fundamental(is) uso doméstico ou agropecuário)?
- IV. Você compreende as vantagens da utilização dos sistemas fotovoltaicos para o meio ambiente?