



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS URUÇUÍ
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

JOSÉ FLÁVIO CELESTINO SOUSA SARAIVA

**UMA REVISÃO SOBRE O USO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA *OFF-GRID* EM
SISTEMAS IRRIGADOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

URUÇUÍ
2024

JOSÉ FLÁVIO CELESTINO SOUSA SARAIVA

UMA REVISÃO SOBRE O USO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA *OFF-GRID* EM
SISTEMAS IRRIGADOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência parcial para obtenção do diploma
do Curso de Bacharelado em Engenharia
Agrônoma do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Uruçuí.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Antônio Rodrigues.

Coorientador: Prof. Me. Paulo Henrique Dalto.

URUÇUÍ

2025

UMA REVISÃO SOBRE O USO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA *OFF-GRID* EM SISTEMAS IRRIGADOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

José Flávio Celestino Sousa Saraiva^{*1}

Miguel Antônio Rodrigues ^{**2}

Paulo Henrique Dalto ^{***3}

RESUMO

A energia fotovoltaica tem ganhado destaque como solução viável em diversos setores, especialmente no meio rural, onde desafios como a escassez hídrica, o acesso limitado à eletricidade em áreas remotas e a necessidade de reduzir custos energéticos são críticos. Nesse cenário, este estudo analisou o uso da energia fotovoltaica por produtores rurais do semiárido brasileiro, com foco na irrigação. A metodologia baseou-se em uma revisão bibliográfica com fontes científicas, destacando o sistema fotovoltaico off-grid como alternativa para superar barreiras estruturais. No semiárido brasileiro, caracterizado por condições climáticas adversas e baixa disponibilidade hídrica, a aplicação de sistemas fotovoltaicos tem se mostrado essencial para viabilizar práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis. A energia solar permite o funcionamento de sistemas de irrigação, promovendo o uso racional da água e contribuindo para o aumento da produtividade. Além disso, o modelo off-grid destaca-se por atender regiões isoladas, onde a expansão da rede elétrica convencional é inviável. A disseminação dessa tecnologia no setor rural do semiárido nordestino tem impacto direto no desenvolvimento socioeconômico e ambiental das comunidades locais. Além de melhorar a qualidade de vida dos agricultores, reduz a dependência de combustíveis fósseis e incentiva práticas sustentáveis, fundamentais para a convivência com as condições do semiárido. Em síntese, a adoção da energia fotovoltaica como suporte à produção rural no semiárido nordestino é de vital importância. Promove a segurança energética, melhora as condições de vida dos agricultores e fortalece o desenvolvimento sustentável, contribuindo para a transformação socioeconômica dessa região.

Palavras-chave: Energia renovável; Semiárido; Déficit Hídrico; Sistema Agrovoltáico.

¹ Graduando em Bacharelado em Engenharia Agrônoma pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Campus Uruçuí. Email: agroflaviosaraiva@gmail.com.

² Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Professor do Curso de Engenharia Agrônoma do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Campus Uruçuí. Email: miguel.rodrigues@ifpi.edu.br.

³ Docente do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Campus Uruçuí. Email: ph.dalto@ifpi.edu.br.

ABSTRACT

Photovoltaic energy has gained prominence as a viable solution in several sectors, especially in rural areas, where challenges such as water scarcity, limited access to electricity in remote areas and the need to reduce energy costs are critical. In this scenario, this study analyzed the use of photovoltaic energy by rural producers in the Brazilian semi-arid region, focusing on irrigation. The methodology was based on a bibliographic review with scientific sources, highlighting the off-grid photovoltaic system as an alternative to overcoming structural barriers. In the Brazilian semi-arid region, characterized by adverse climatic conditions and low water availability, the application of photovoltaic systems has proven essential to enable more efficient and sustainable agricultural practices.

Solar energy allows irrigation systems to operate, promoting the rational use of water and contributing to increased productivity. Furthermore, the off-grid model stands out for serving isolated regions, where the expansion of the conventional electrical grid is unfeasible. The dissemination of this technology in the rural sector of the northeastern semi-arid region has a direct impact on the socioeconomic and environmental development of local communities. In addition to improving the quality of life of farmers, it reduces dependence on fossil fuels and encourages sustainable practices, essential for living in semi-arid conditions. In summary, the adoption of photovoltaic energy to support rural production in the semiarid northeastern region is of vital importance. Promotes energy security, improves farmers' living conditions and strengthens sustainable development, contributing to the socioeconomic transformation of this region

Keywords: Renewable energy; Semi-arid; Water Deficit; Agrovoltaic System.

Data de aprovação: 24/01/2025

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento das sociedades humanas, a agricultura evoluiu significativamente. O processo de sedentarização permitiu que o homem abandonasse o nomadismo, estabelecendo-se em regiões férteis que fomentaram tanto a demanda quanto a possibilidade de cultivo nas áreas habitadas. Desde as antigas civilizações da Mesopotâmia, há evidências da prática agrícola avançada, incluindo o uso de sistemas de irrigação entre os rios Tigre e Eufrates, que permitiram a expansão da produção agrícola (Smith; Jones, 2020).

Assim, com o aumento das incertezas climáticas, a agricultura se configura como uma atividade de risco, exigindo cada vez mais o uso de tecnologias e conhecimentos que promovam a produção de alimentos em grande escala e com qualidade. A irrigação, em particular, desempenha um papel crucial nesse contexto

(Silva; Pereira, 2022).

Define-se como semiárido a região que abrange 1.427 municípios nos estados de Sergipe, Alagoas, Bahia, Pernambuco, Piauí, Paraíba, Ceará, Rio Grande do Norte, Minas Gerais e Espírito Santo, totalizando uma área de 982.563 km² (Sudene, 2023). A região é caracterizada por altas temperaturas, elevadas taxas de evapotranspiração e chuvas torrenciais. Essas condições frequentemente resultam em desastres climáticos, levando a grandes perdas sociais e econômicas (Silva; Almeida, 2023).

Por sua vez, a irrigação se faz essencial em climas secos e com escassez de água, e também podendo ser usada para melhorar a qualidade e o rendimento das plantas. No entanto, é importante usar esses sistemas de forma consciente e eficiente para evitar o desperdício de água e possíveis impactos ambientais negativos (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021).

Diante desse cenário, surge a necessidade de utilizar fontes de energia alternativas, como a energia fotovoltaica, que podem ser geradas nos próprios locais de consumo, ajudando a resolver as questões relacionadas à demanda do sistema produtivo do país (Costa *et al.*, 2023).

A produção de energia elétrica a partir dessa fonte renovável oferece um grande potencial para assegurar o acesso a uma energia acessível, segura, sustentável e moderna. Uma das aplicações em expansão dos sistemas de energia solar é sua combinação com a produção agrícola, por meio dos sistemas Agrovoltaicos, que utilizam o mesmo espaço para a geração de energia e a produção de alimentos (Martins *et al.*, 2023).

O sistema misto conhecido como 'Agrovoltaico' (AV) refere-se a uma unidade produtiva que integra painéis fotovoltaicos à produção de alimentos, otimizando o uso da terra disponível (Silva *et al.*, 2023)

O sistema é uma opção que traz grandes benefícios para o produtor do semiárido brasileiro. dentre eles: diminuição do consumo de energias convencionais no meio rural; possibilidade de produção com o uso de sistema irrigado por produtores do semiárido brasileiro; redução nos custos de produção e utilização de sistemas eficientes e mais baratos de geração própria de energia.

Com isso, o estudo buscou analisar o sistema fotovoltaico *off grid*, visando sua utilização na irrigação em propriedades rurais do semiárido brasileiro, tendo em vista sua relevância, conectando estudos especializados sobre a temática.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Segundo Campos e Rodrigues (2022) é provável que a produção da energia solar se intensifique nos próximos anos, pois é uma das formas mais limpas de se obter energia elétrica. Assim, ela não polui o ar, não influencia no efeito estufa e não necessita de gerador e turbinas, sendo seu principal impacto o visual, o que pode custar a vida de algumas aves. Uma das desvantagens do fornecimento energético a partir da energia solar é que ela ainda exige altos investimentos, além do que acaba se tornando inviável em locais onde não há grande incidência de raios solares.

O aumento da demanda por água entre pequenas famílias e produtores em áreas remotas, onde a rede convencional de distribuição não chega, gerou um interesse crescente na utilização de sistemas fotovoltaicos para bombeamento. Esse aumento na demanda também impulsionou um crescimento nos estudos relacionados a essa tecnologia (Ferreira; Lima, 2023).

A caracterização dos sistemas de energia fotovoltaica isolados (off-grid) é marcada pela ausência de conexão com a rede elétrica, sendo mais utilizados em regiões onde não há disponibilidade ou abastecimento de energia (Gomes *et al.*, 2023).

Um sistema off-grid depende exclusivamente da radiação solar para gerar energia elétrica através de painéis fotovoltaicos (Ribeiro, 2023, p. 3). Caracterizado por não estar conectado à rede elétrica, esse sistema é amplamente utilizado em áreas rurais, fazendas e regiões carentes onde a rede elétrica não está disponível (Ribeiro, 2023, p. 4).

O sistema on-grid, ou sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica, tem ampliado sua participação na matriz energética de países desenvolvidos, sendo reconhecido como uma fonte complementar ao sistema elétrico, que já atende à sua demanda energética. Nesse contexto, a rede elétrica atua como uma 'bateria' que absorve toda a energia excedente ao consumo local (Santos, 2023).

Na figura 01, pode-se observar um esquema que subdivide os sistemas de produção fotovoltaicas, sendo o isolado correspondente ao off-grid e o Conectado à rede, ao on-grid.

Figura 01: Tipos de sistemas fotovoltaicos:



2.2 SISTEMA AGROVOLTAICO

Instalação agrofotovoltaica é um sistema fotovoltaico cujos módulos estão localizados na mesma superfície de uma produção agrícola, ao qual trazem os seguintes serviços, sem causar uma degradação qualitativa e quantitativa significativa do rendimento agrícola, bem como a redução da receita gerada pela atividade agrícola. Os serviços prestados são serviço de adaptação às mudanças climáticas, serviço de proteção a eventos climáticos extremos, serviço de melhoria do bem-estar animal, serviço agrônomo para culturas específicas (Bellini, 2022^a).

Os sistemas de irrigação com painéis solares são especialmente adequados para áreas onde a demanda de água é relativamente baixa ou moderada. Eles podem ser utilizados em hortas domésticas, jardins comunitários, pequenas propriedades agrícolas ou mesmo em projetos de irrigação em áreas rurais (Neosolar, 2023b).

Segundo Shojaei e Akavan (2020), quando comparados os sistemas de bombeamento ligados à rede elétrica convencional e sistemas solares isolados, houve uma maior eficiência econômica para bombeamento de água movida por energia solar quando os sistemas estão afastados a pelo menos 500 metros da rede elétrica, sendo que, a eficiência econômica melhora com o afastamento da rede.

A energia solar pode ser convertida de forma direta em eletricidade fazendo uso das tecnologias de células fotovoltaicas. É tida como uma tecnologia do futuro, onde faz uso de uma fonte limpa e infinita que é o Sol. Na moderna condição da arte desta tecnologia, ela só encontra “probabilidade econômica em aplicabilidade de pequeno porte em sistemas rurais sozinhos (Iluminação, bombeamento de água, etc), tarefas profissionais (retransmissores de sinais, aplicações marítimas) e produtos de consumo (relógio, calculadoras)” (Fadigas, 2020, p. 2).

Atualmente, no mercado, é comercializado kits de sistemas off-grid (figura 02) com alimentação direta, sem a necessidade do uso de baterias na operação, tendo até a possibilidade do pagamento de forma parcelada.

Figura 02: Na figura abaixo temos o valor comercial de um Kit de sistema OFF-GRID com alimentação energética direta, consultado no segundo semestre de 2023.

The screenshot displays the Coliseu Ferramentas website interface. At the top, there is a navigation bar with the company logo, a search bar, and links for user registration, support, and the shopping cart. Below this is a category menu with options like 'Bombeamento Solar', 'Pet', 'Aquecedores', 'Bombas De Água', 'Automotivo e Motociclismo', 'Baterias Moura', and 'Outros'. The main content area features a product listing for a 'Kit Bomba Solar Thebe Ecaros de Superfície B-10 Ci 560w + 2 Placas 340w'. The product image shows two solar panels and a green pump unit. To the right of the image, the product name, code (29530), and brand (Thebe) are listed. The price is shown as R\$ 3.599,99, with financing options available. A green 'Comprar' button is prominently displayed, along with a WhatsApp chat icon. On the left side of the product image, there are several small thumbnail images and a video player icon labeled 'Assistir Video'.

Fonte: <https://www.coliseuferramentas.com.br/kit-bomba-solar-thebe-ecaros-de-superficie-b-10-ci-560w-2-placas-340w>

A figura 02 mostra que já em **2023**, os kits off-grid têm avançado em eficiência e custo-benefício, tornando-se uma opção viável tanto para pequenos agricultores quanto para comunidades isoladas. Eles desempenham um papel essencial na promoção de acesso à energia sustentável e na melhoria da qualidade de vida em áreas de difícil acesso.

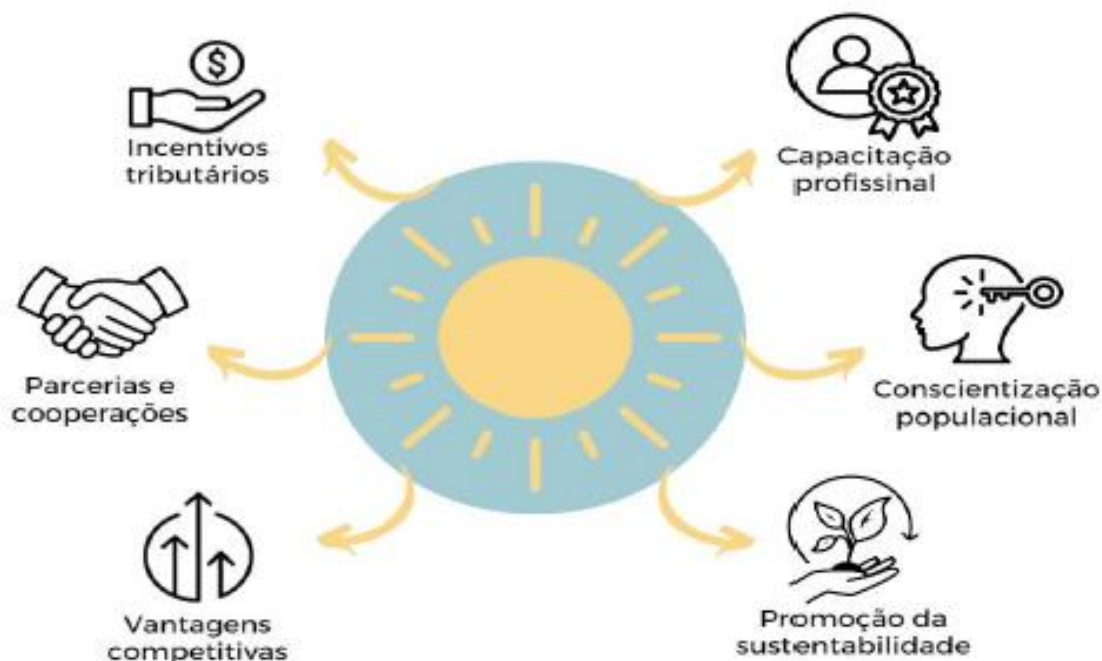
2.3 SEMIÁRIDO BRASILEIRO E SEUS PRINCIPAIS DESAFIOS

O sistema agrícola do Semiárido enfrenta diversos obstáculos para sua produção, principalmente devido à escassez de água e à utilização de sistemas de captação ineficazes. Segundo Oliveira (2023), as mudanças climáticas, as condições do solo e a falta de tecnologias eficazes estão entre os principais desafios que impactam a produtividade agrícola nas regiões semiáridas.

Uma constatação preocupante do Censo foi a diminuição da orientação técnica para os produtores brasileiros, que caiu de 22% no Censo de 2006 para apenas 20% em 2017, indicando um quadro alarmante para as regiões com alta concentração de agricultores social e economicamente vulneráveis (Silva *et al.*, 2023), especialmente no semiárido nordestino (Moura *et al.*, 2023).

Estratégias para o desenvolvimento desse tipo de matriz energética são consideradas (figura 03), fazendo-se necessária uma busca pela promoção dos mesmos, proporcionando, assim, um resultado positivo na disseminação do sistema fotovoltaico.

Figura 03: Estratégias para o desenvolvimento da energia solar.



Fonte: Viana (2023)

Barros (2023) destaca a importância da introdução de ações agrícolas sustentáveis para impulsionar a capacidade de adaptação dos povos e do sistema produtivo às condições socioambientais do Semiárido brasileiro.

Segundo Silva e Rios (2023), as práticas agrícolas no Semiárido são predominantemente conhecimentos transmitidos de geração para geração, dos quais muitos são inadequados.

O acesso e o consumo de energia são frequentemente considerados problemas secundários para a produção agrícola. No sul do Piauí, onde o acesso à

energia é mais limitado, apenas 9% dos agricultores relataram essa dificuldade. Entre aqueles que utilizam energia para irrigação, há uma grande variação nas percepções sobre o custo da energia, que se relaciona ao contexto sociopolítico local e influencia o quanto os agricultores consideram justo pagar pela energia (SILVA; COSTA, 2023, p. 30).

Com o passar dos anos, um admirável conjunto de açudes e poços foi criado em toda a região semiárida, proporcionando água suficiente para atender às demandas eventuais da população. No entanto, a sociedade civil tem enfrentado dificuldades em democratizar o acesso à água. Embora grandes obras sejam frequentemente realizadas em benefício do povo, a maioria da população rural e, mesmo de áreas urbanas ainda carece da segurança hídrica necessária para uma vida digna. Essa situação agrava-se ao se discutir o direito dos pequenos agricultores de acessar água para a produção e para saciar a sede de seus animais (SOUZA; EIRÓ; LIMA, 2023)

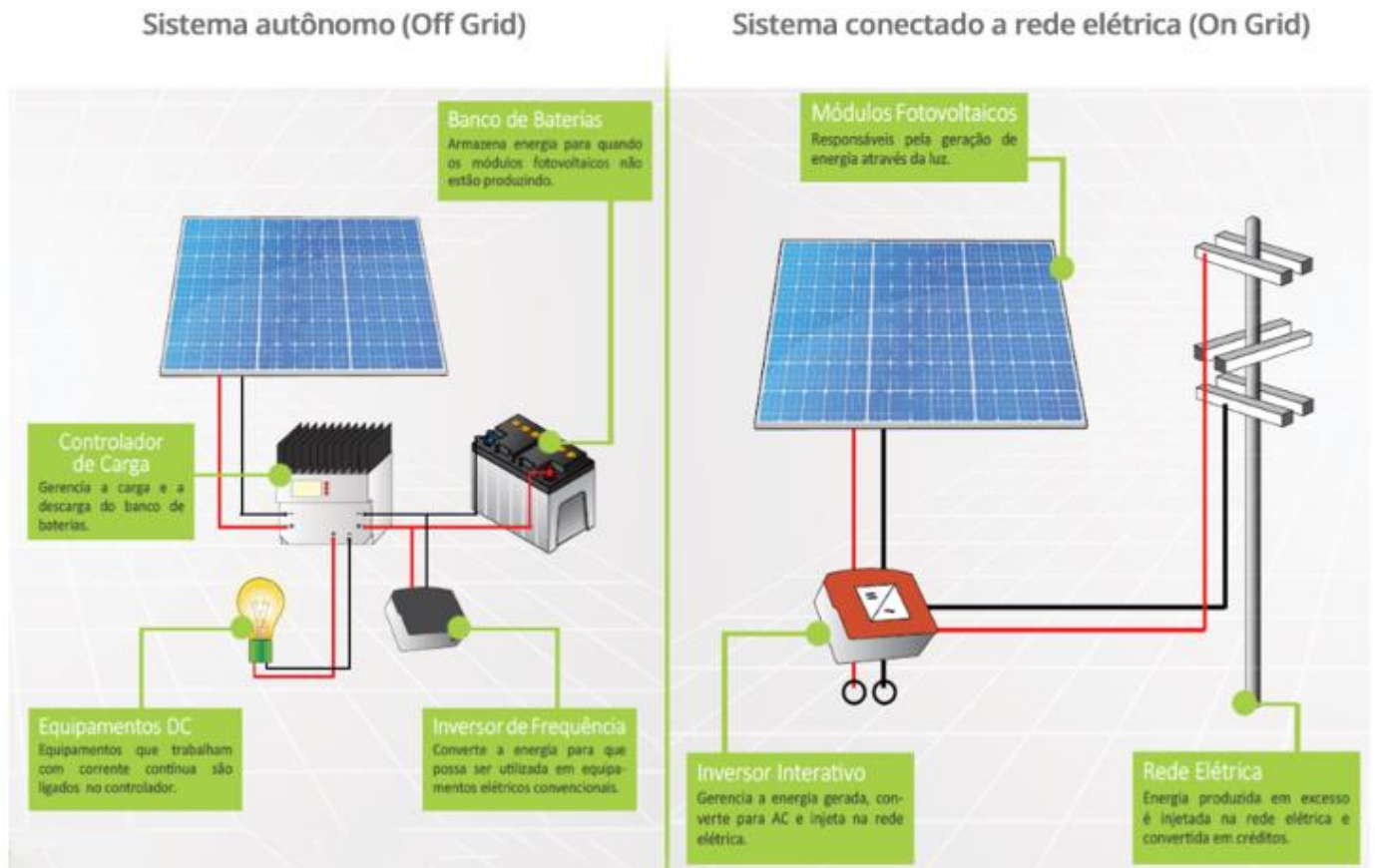
Portanto, diante desses desafios também se faz válido saber como essa realidade pode estar sendo mudada de alguma forma para que, assim, consiga-se adotar práticas que venham proporcionem a otimização produtiva e o consequente resultado positivo.

2.3.1 Componentes

Independentemente do tipo de sistema, alguns elementos são essenciais ao funcionamento de uma geração elétrica a partir da fonte solar. São eles: módulos fotovoltaicos, materiais elétricos, estrutura física, inversores, controladores de carga e baterias (Cca energia, 2020).

Os componentes dos dois tipos de sistemas são diferentes, assim como seus modos de implantação (figura 04).

Figura 04: É explícito um esquema ilustrativo com os componentes dos sistemas off-grid e on-grid, respectivamente.



Fonte: <https://solarfonte.com.br/blog/grid-x-grid>

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE ESTUDO

Este é um estudo do tipo revisão bibliográfica com abordagem qualitativa, cujo objetivo principal é reunir as percepções de diversos autores, enfatizando a interpretação, organização e definição de suas ideias defendidas nos estudos publicados (Silva; Teixeira, 2023).

3.2 LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi conduzido a partir de pesquisas em bases de dados científicas, nas quais foram utilizados artigos acadêmicos e monografias que se alinhavam à temática proposta. O objetivo foi evidenciar a aplicação da energia fotovoltaica off-grid em contextos rurais.

3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Os critérios de inclusão utilizados foram os seguintes: artigos completos e

originais, estudos publicados em português e que se relacionem diretamente com a temática abordada. Em relação aos critérios de exclusão, destacam-se: estudos duplicados, artigos escritos em inglês e espanhol, assim como cartas ao editor e editoriais.

3.4 COLETA DOS DADOS

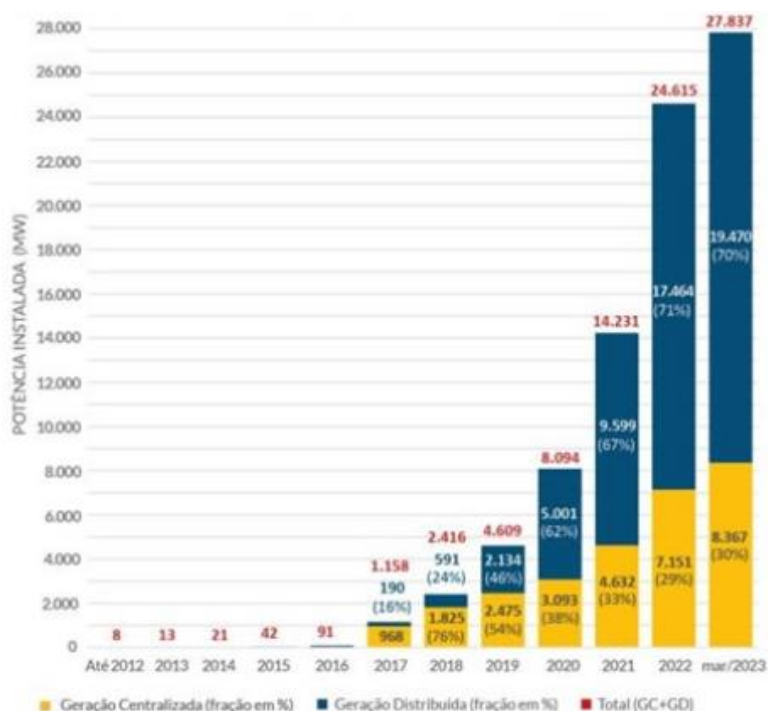
Em um primeiro momento houve a seleção dos descritores que foram utilizados para ofertar um maior amparo do estudo, conseguindo, assim, atingir um determinado número de achados nas bases pesquisadas. Em seguida, a seleção dos estudos que foram utilizados para a construção da pesquisa, por fim, o uso dos achados mais pertinentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram empregados gráficos representados em figuras que visam evidenciar aspectos relevantes para o desenvolvimento da pesquisa, fundamentando-se na obra de determinados autores.

Na figura 5, podemos observar a evolução do uso da energia fotovoltaica no Brasil comparando os crescimentos dos dois tipos de sistema, Off-grid e On-grid, onde tivemos um crescimento exponencial partindo dos anos de 2017 até março de 2023, principalmente no On-grid, com isso os dados aqui apresentados, buscam disseminar ainda mais o uso do sistema centralizado (Off-grid).

Figura 5: Evolução da fonte solar fotovoltaica no Brasil.

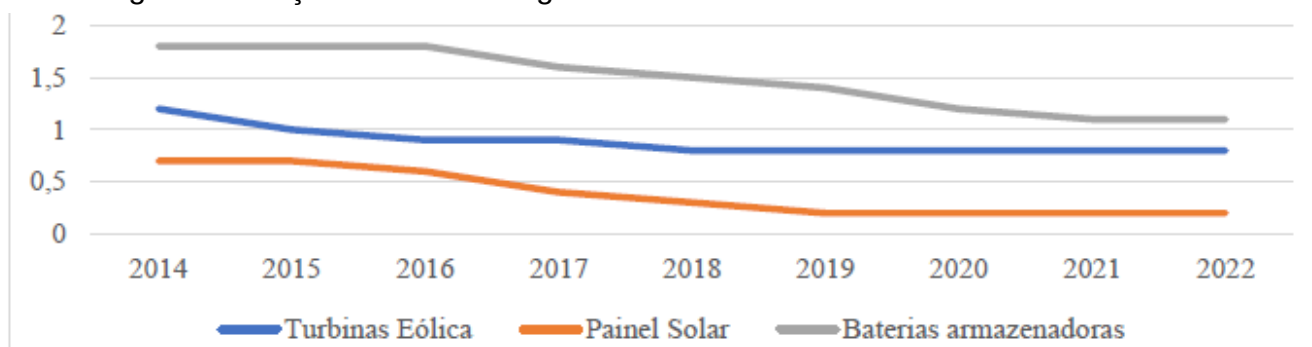


Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2023.

A figura 6 ilustra de maneira objetiva a tendência de redução dos custos associados à tecnologia fotovoltaica ao longo dos últimos anos. Dados da **International Renewable Energy Agency (IRENA)** mostram que o custo médio global de geração de energia solar fotovoltaica caiu **entre 2014 e 2022**, devido a avanços tecnológicos, economias de escala e políticas de incentivo à energia limpa.

Esse declínio nos preços impacta diretamente a viabilidade econômica dos sistemas fotovoltaicos, tornando-os uma alternativa cada vez mais acessível para pequenos e médios produtores rurais. Além disso, a redução de custos é um fator determinante para regiões como o semiárido brasileiro, onde o custo elevado da energia convencional e a limitação de infraestrutura elétrica dificultam o acesso à eletricidade.

Figura 6: Preço médio de energia no mundo em milhões de US\$/MW.



Fonte: Vianna (2023).

4.1 BENEFÍCIOS PARA O MEIO RURAL

A acessibilidade crescente dos sistemas fotovoltaicos promove benefícios tangíveis para o setor rural:

- **Redução de despesas energéticas:** O uso de energia solar pode reduzir significativamente os gastos com eletricidade, aliviando a pressão financeira sobre os produtores.

- **Aumento da autonomia energética:** Sistemas off-grid são particularmente vantajosos para regiões isoladas, permitindo o funcionamento de bombas de irrigação, iluminação e outros equipamentos essenciais.
- **Impacto ambiental positivo:** A substituição de combustíveis fósseis por energia solar contribui para a redução de emissões de gases de efeito estufa e para a mitigação das mudanças climáticas.

Em suma, a queda contínua nos preços da energia fotovoltaica reforça seu papel como uma solução estratégica para enfrentar os desafios do semiárido brasileiro, permitindo não apenas maior eficiência produtiva, mas também promovendo a sustentabilidade econômica e ambiental das comunidades locais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A popularização da tecnologia de produção energética por meio de sistemas fotovoltaicos tem o potencial de beneficiar o produtor rural, ampliando as possibilidades de produção em localidades remotas, onde não há acesso à energia elétrica. Por meio deste estudo, foi possível evidenciar o crescente uso da matriz energética solar no Brasil, detalhando as formas de implantação do sistema e a redução dos custos dos componentes dessa matriz. Isso garante a produção de energia e alimentos de maneira mais sustentável, trazendo benefícios tanto ao meio ambiente quanto ao produtor rural e à população consumidora dos produtos.

O desenvolvimento de estratégias que facilitem a ampliação do uso dos sistemas agrofotovoltaicos deve ser intensificado, para que os produtores rurais, especialmente na zona semiárida do Nordeste brasileiro, tenham maior conhecimento e acesso a essa ferramenta, que se revela fundamental para o setor. A escassez hídrica e os altos custos de energia constituem grandes barreiras produtivas e sociais nessas regiões.

Além disso, a integração da energia solar com práticas agrícolas pode não apenas otimizar o uso da terra, mas também contribuir para a diversificação da produção, possibilitando o cultivo de uma variedade de culturas. Essa diversificação é vital para aumentar a resiliência dos agricultores diante de mudanças climáticas e variações de mercado.

Por fim, é essencial promover mais estudos sobre o tema, a fim de ampliar o acervo de conhecimento disponível e aumentar as políticas públicas de incentivo à tecnologia. A disseminação de informações de forma acessível permitirá que os produtores rurais compreendam os benefícios desse sistema, contribuindo para a geração de emprego e renda em uma região tão carente do país. A energia solar representa um passo crucial para impulsionar e viabilizar a sustentabilidade no setor rural. O engajamento da comunidade, por meio de capacitações e programas de formação, é igualmente importante para que os agricultores se tornem protagonistas na transição para uma matriz energética mais limpa e sustentável, garantindo não apenas a segurança alimentar, mas também um futuro mais promissor para as próximas gerações.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Hermes Alves de; ALMEIDA, Ednaldo de Ceita Vicente de. Potencial da energia solar fotovoltaica no Semiárido nordestino. **Concilium**, v. 22, n. 2, p. 197-210, 2022.

Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. 2023. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-deve-responder-por-17-da-matriz-brasileira-ate-2023/>.

BACHA, C.J.C. **Economia e Política Agrícola no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004. VIEIRA, W. C. (Ed.). Agricultura na virada do milênio: velhos e novos desafios. Viçosa, p. 93-116, 2000. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/rpe/article/view/19820>. Acesso em: 08 fev. 2024.

BARROS, G.S.A.C. **Agronegócio**. In: Di Giovanni, G. & M.A. Nogueira. (Org.). DICIONÁRIO DE POLÍTICAS PÚBLICAS. 1ª. Ed. São Paulo: FUNDAP - Imprensa Oficial de São Paulo, 2013, v. 1, p. 76-79. Disponível em: https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/agro%20conceito%20e%20evolu%C3%A7%C3%A3o_jan22_.pdf. Acesso em: 09 fev. 2024.

BARROS, J.D. de S. **Estoques de carbono e nitrogênio em vertissolo e condições socioeconômicas e ambientais na microbacia hidrográfica do Riacho Val Paraíso (PB)**. 2014. 152 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2014. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/16798>. Acesso em: 09 fev. 2024.

BARROS, J.D.S.; PORDEUS, A.V. **Agricultura no semiárido brasileiro: desafios e potencialidades na adoção de práticas agrícolas sustentáveis**. I Congresso Internacional da Diversidade do Seminário, Editora Realize, 2016. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2016/TRABALHO_EV064_M

D1_SA3_ID54_26082016222647.pdf. Acesso em: 08 fev. 2024.

BORTOLOTO, V.A. et al. Geração de energia solar *on grid* e *off grid*. 6ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu 23 a 27 de outubro de 2017, Botucatu–São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VIJTC/VIJTC/paper/viewFile/1069/1234>. Acesso em: 08 fev. 2024.

CASTRO, C.N. de. **A agricultura no nordeste brasileiro**: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. Brasília, Rio de Janeiro: Ipea, 2012. 43 p. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1011>. Acesso em: 08 fev. 2024.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO (CRESESB). Energia solar princípios e aplicações. CEPEL, 2006. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf. Acesso em: 09 fev. 2024.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). Disponível em: <http://www.cnabrazil.org.br/>. Acesso em: 08 fev. 2024.

COSTA, Andrelise Cardoso et al. Energia solar fotovoltaica uma alternativa viável?. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 72637-72656, 2020.

FADIGAS, E.A.F.A. **Energia Solar Fotovoltaica**: Fundamentos, Conversão e Viabilidade técnico-econômica. Grupo de Energia, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/56337/mod_resource/content/2/Apostila_solar.pdf. Acesso em: 08 fev. 2024.

KASPER, Gabriel. **Dimensionamento de sistema de bombeamento de água utilizando energia solar**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MARTINS, G.A.; THEÓPHILO, C.R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009. Disponível em: https://bibliotecafea.com/2013/08/27/autor-doador/martins_1/. Acesso em: 08 fev. 2024.

MARVULLE, Isabella Victória Godonix Niz. Energias Renováveis–O Uso da Energia Solar no Brasil. 2023.

MICHELETTI, Danilo Hungaro; CORRÊIA, Arlindo Fabrício. O uso da energia solar fotovoltaica como incentivo ao desenvolvimento rural sustentável. **Conjecturas**, v. 22, n. 14, p. 650-670, 2022.

NASCIMENTO, Bruna Stefane Dias; DE JESUS SILVA, Débora Cristina; VASCONCELOS, Rebeca Lohanne Mendonça. Implementação de energia solar como estratégia de eficiência energética para o desenvolvimento sustentável no semiárido brasileiro. **Revista Multidisciplinar do Sertão**, v. 2, n. 2, p. S193-S197, 2023.

NASUTI, S.; EIRÓ, F.; LINDOSO, D. Os Desafios da Agricultura no Semiárido Brasileiro. **Sustentabilidade em Debate - Brasília**, v. 4, n. 2, p. 276-298, Jul./Dez, 2013. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/15582>. Acesso em: 09 fev. 2024.

NEOSOLAR (2018). Energia solar fotovoltaica: tudo sobre. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/energia-solar-fotovoltaica>. Acesso em: 10 fev. 2024.

RENLIGHT (2020). FAQ: Como funciona o Sistema de Energia Solar Off-Grid? Granja Viana, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://renlight.com.br/faq-questoes-frequentes-parte-2-off-grid>. Acesso em: 10 fev. 2024.

SANTOS, I.M.A. **Análise de investimentos**. 2009. Disponível em: http://vigo.ime.unicamp.br/Projeto/2009-2/MS777/ms777_jeda.pdf. Acesso em: 10 fev. 2022.

SANTOS, R.A. Estudos de caso e comparação da viabilidade econômica para a implementação de um sistema fotovoltaico *on-grid* e *off-grid*. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro Universitário UNIFACVEST, [Curso de Engenharia Elétrica], Lages, 2019. Disponível em: <https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/33936-santos,-r.-a.-estudo-de-caso-e-comparacao-da-viabilidade-economica-para-a-implementacao-de-um-sistema-fotovoltaico-on-grid-e-off-grid.-tcc,-2019..pdf>. Acesso em: 10 fev. 2024.

SILVA, Heitor Marques Francelino da; ARAÚJO, Francisco José Costa. Energia solar fotovoltaica no Brasil: uma revisão bibliográfica. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 3, p. 859-869, 2022.

SILVA, D.D.E. da.; RIOS, F.R. de A. Degradação ambiental: uma análise sobre a agricultura no Semiárido Nordeste. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 01-06, Abr./Jun, 2013.

SOLAR FONTE (2018). ON-GRID X OFF-GRID. Disponível em: <http://solarfonte.com.br/blog/grid-x-grid>. Acesso em: 10 fev. 2024.

VIANNA, Léia Maria Coelho. **Desafios e oportunidades da energia solar no Rio Grande do Sul**, Brasil. 2023.

VIANNA, Léia Maria Coelho. A aplicação da energia solar no semiárido brasileiro. **Revista de Energias Renováveis**, v. 15, n. 2, p. 45-60, 2023.