



II ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INTEGRACIÓN DE POSGRADO

UNaM – UFFS



DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS AGROVOLTAICOS NAS PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS NO BRASIL: REFLEXÕES PRELIMINARES

DIEGO BERWALD ^[1], DENIZE GRZYBOVSKI ^[2]

ENISE BARTH ^[3]

1 Introdução

Os sistemas agrovoltáicos, projetos que unem atividades agropecuárias com a geração de energia solar fotovoltaica, estão sendo considerados um tipo de inovação rural, por resultar no uso mais eficiente e sustentável da terra (SVANERA; GHIDESI; KNOCHÉ, 2021). Nos Estados Unidos, os sistemas agrovoltáicos ganham espaço, derrubam barreiras em regiões mais conservadoras e incluem uma série de práticas agrícolas (agricultura, apicultura, agrofloresta, aquicultura, pastoreio solar) (THE WASHINGTON POST, 2024). No Brasil, há iniciativas que indicam os sistemas fotovoltaicos como alternativa ao modelo de produção tradicional de criação de animais e policultura de baixa eficiência, com redução no uso da água, e como uma resposta às carências produtivas regionais (LACERDA et al., 2022). Questiona-se, no entanto, quais são os desafios na implementação de sistemas agrovoltáicos em pequenas propriedades rurais no Brasil?

¹ Especialista em Controladoria. Aluno no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Políticas Públicas, na Universidade Federal Fronteira Sul, Campus Cerro Largo. Contato: diegoberwald@gmail.com

² Doutora em Administração. Aluna no curso de Especialização em Teorias e Metodologias da Educação, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Contato: denizegrzy@gmail.com

³ Doutora em Engenharia da Produção. Professora no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Políticas Públicas, na Universidade Federal Fronteira Sul, Campus Cerro Largo. Contato: enise.barth@gmail.com

2 Objetivos

O objetivo geral do estudo é compreender como os sistemas agrovoltáicos podem contribuir para o desenvolvimento rural sustentável, considerando os desafios na sua implementação em pequenas propriedades rurais.

3 Metodologia

Trata-se de uma pesquisa descritiva desenvolvida com base num levantamento de dados secundários disponibilizados em relatórios e estudos científicos disponibilizados em institutos de pesquisa no Brasil, entrevistas de especialistas no tema publicadas em revistas e jornais.

4 Resultados e Discussão

O conceito de sistema agrovoltáico foi cunhado nos anos 1980 por Adolf Goetzberger, um físico alemão e fundador do Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE). Goetzberger desenvolveu a ideia da “agrovoltáica”, que significa a colheita dupla de culturas e energia, inspirado nos “Limites do crescimento”, um estudo do Clube de Roma, e reconhecimento da finitude dos combustíveis fósseis (ISE, 2023). A tecnologia originalmente foi concebida para estabilizar os rendimentos agrícolas em regiões vulneráveis às mudanças climáticas, fornecendo proteção climática para fortalecer comunidades rurais (HISATOMI, 2024).

No Brasil, os limites dos modelos de desenvolvimento rural contribuíram para geração de tecnologias e inovação, em especial para contribuir com o desenvolvimento da região nordeste. Lacerda et al. (2022) afirmam que o projeto Ecolume, na região semiárida do Nordeste, foi o primeiro a utilizar o conceito de agrovoltáica, pelos seus altos índices de radiação solar e áreas agricultáveis. Desde então, muitas outras iniciativas demonstram viabilidade econômica, social e ambiental da tecnologia, articulando-se com as práticas ESG e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Por essa razão, afirma-se que os sistemas agrovoltáicos representam uma inovação significativa no campo do desenvolvimento rural sustentável. Combinando a geração de energia solar fotovoltaica com a agricultura, esses sistemas permitem um uso mais eficiente e sustentável da terra, trazendo benefícios consideráveis para as comunidades rurais (AGOSTINI; COLAUZZI; AMADUCCI, 2021).

O conceito de agrivoltaica foi introduzido na década de 1980 e ganhou força como uma solução para regiões vulneráveis às mudanças climáticas, ajudando a estabilizar os rendimentos agrícolas e fornecendo proteção climática para fortalecer a economia rural. Além disso, os sistemas agrivoltaicos podem aumentar a produtividade da terra em até 70%, reduzir a evaporação da água em 40% e diminuir a necessidade de irrigação, contribuindo para a gestão racional dos recursos hídricos. Essa abordagem não só otimiza o uso da terra, mas também fortalece a sustentabilidade, reduzindo a dependência de recursos finitos e minimizando o impacto ambiental.

Os sistemas fotovoltaicos representam uma tecnologia revolucionária na produção de energia limpa e renovável, transformando a luz solar em eletricidade através do efeito fotovoltaico. Esses sistemas podem ser classificados em *on-grid*, *off-grid* e híbridos, cada um adequado a diferentes necessidades e contextos. Os sistemas *on-grid* são conectados à rede elétrica pública, permitindo o uso de energia da rede quando a produção solar é insuficiente e a injeção de excedentes na rede, gerando créditos energéticos. Já os sistemas *off-grid* são independentes, armazenando energia em baterias para uso quando necessário, ideal para locais remotos sem acesso à rede elétrica. Os sistemas híbridos combinam as vantagens dos dois anteriores, garantindo maior flexibilidade e segurança energética.

Quanto ao potencial de gerar inovação rural a partir dos sistemas fotovoltaicos, a “agrivoltaica”, ou agrovoltaica, é um conceito inovador que une a geração de energia fotovoltaica com a agricultura, promovendo um uso mais eficiente do espaço e recursos. Neste modelo, os painéis solares são instalados de forma a não interferir com a agricultura, podendo até proporcionar benefícios como a redução da evaporação da água e proteção das culturas contra condições climáticas extremas. A sombra gerada pelos painéis pode melhorar o microclima para as culturas ou pastagem, enquanto a energia gerada contribui para a sustentabilidade energética da propriedade rural.

Assim, a contribuição da agrivoltaica para o desenvolvimento rural sustentável é significativa. Ao integrar a produção de energia renovável com a agricultura, os sistemas agrivoltaicos ajudam a preservar terras agrícolas, aumentar a eficiência do uso da água e reduzir o estresse hídrico. Além disso, oferecem uma fonte de renda adicional para os agricultores, que podem vender o excedente de energia, e contribuem para a segurança alimentar e energética, especialmente em regiões vulneráveis às mudanças climáticas.

Estudos indicam que a produtividade da terra pode aumentar significativamente com a implementação de sistemas agrivoltaicos, o que representa um avanço importante na busca por soluções sustentáveis para os desafios ambientais e econômicos atuais. Mesmo assim, a

implementação de sistemas agrivoltaicos enfrenta vários desafios que podem ser categorizados em técnicos, econômicos e regulatórios. Do ponto de vista técnico, um dos principais desafios é o gerenciamento da umidade do solo, que pode aumentar sob os painéis solares, favorecendo o desenvolvimento de doenças e parasitas nas plantas. Isso ocorre devido à redução da evaporação causada pelo sombreamento dos painéis. Além disso, a necessidade de estruturas elevadas para suportar os painéis pode interferir com a maquinaria agrícola e requer um *design* cuidadoso para permitir a passagem de luz e ar suficientes para o crescimento das plantas.

Economicamente, o custo inicial elevado de instalação dos sistemas agrivoltaicos pode ser uma barreira significativa, especialmente para pequenos agricultores. O investimento inicial em equipamentos e infraestrutura pode ser proibitivo sem incentivos financeiros ou modelos de negócios inovadores que possam amortizar esses custos ao longo do tempo. A capacitação profissional também é um desafio, pois a implementação e manutenção desses sistemas exigem conhecimento técnico especializado, que pode não estar prontamente disponível em todas as regiões.

No aspecto regulatório, a ausência de diretrizes específicas para a implementação de sistemas agrivoltaicos pode criar incertezas, especialmente em relação à integração com as políticas de uso do solo e produção agrícola. Os processos de qualificação e permissão ambiental podem ser complexos e demorados, o que desencoraja investimentos e inovações nessa área. Além disso, há a necessidade de estudos mais aprofundados sobre o impacto ambiental desses sistemas, para garantir que os benefícios da geração de energia renovável não sejam ofuscados por efeitos negativos não intencionais sobre o solo, a biodiversidade e a paisagem.

Portanto, para superar esses desafios e promover a adoção de sistemas agrivoltaicos, é essencial o desenvolvimento de políticas públicas que ofereçam incentivos financeiros, simplifiquem os processos regulatórios e invistam em pesquisa e desenvolvimento. Além disso, a colaboração entre governos, instituições de pesquisa, indústria e comunidade agrícola é crucial para criar soluções inovadoras que atendam às necessidades específicas de cada região e tipo de cultivo, maximizando os benefícios da agrivoltaica para o desenvolvimento rural sustentável.

5 Conclusão

Para além de uma inovação rural, os sistemas agrovoltaicos contribuem com o desenvolvimento rural sustentável pelo potencial de descarbonização da rede elétrica, redução

da evaporação da água pela sombra proveniente dos painéis solares e por representar o uso racional do solo. Contudo, há desafios na sua implementação, dentre os quais destacam-se a disputa por terras, a possível proliferação de doenças ou parasitas por causa da diminuição de evaporação da água debaixo dos painéis solares e o custo elevado das instalações solares em pequenas propriedades rurais.

Palavras-chave: Sistemas agrovoltáicos. Desenvolvimento rural sustentável. Inovação rural.

Referências Bibliográficas:

AGOSTINI, A.; COLAUZZI, M.; AMADUCCI, S. Innovative agrivoltaic systems to produce sustainable energy: An economic and environmental assessment. **Applied Energy**, v. 281, 116102, 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.116102>

HISATOMI, C. Sistema agrovoltáico: união entre agricultura e energia solar. ECycle.

Disponível em:

<https://www.ecycle.com.br/agrovoltáico/#:~:text=O%20sistema%20agrovoltáico,%20tamb%C3%A9m%20conhecido>

ISE. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems. **Prof. Dr. Adolf Goetzberger, Founder of Fraunhofer ISE Has Died.** 01 mar., 2023. Disponível em:

[https://www.ise.fraunhofer.de/en/press-media/press-releases/2023/prof-dr-adolf-goetzberger-founder-of-fraunhofer-ise-has-](https://www.ise.fraunhofer.de/en/press-media/press-releases/2023/prof-dr-adolf-goetzberger-founder-of-fraunhofer-ise-has-died.html#:~:text=The%20solar%20pioneer%20and%20founder%20of%20the)

[died.html#:~:text=The%20solar%20pioneer%20and%20founder%20of%20the](https://www.ise.fraunhofer.de/en/press-media/press-releases/2023/prof-dr-adolf-goetzberger-founder-of-fraunhofer-ise-has-died.html#:~:text=The%20solar%20pioneer%20and%20founder%20of%20the) Acesso em: 07 out., 2024.

LACERDA, F. F. *et al.* Conceito de sistemas agrovoltáicos no Nordeste: uma solução de desenvolvimento ecossustentável para o Semiárido nordestino. **Geography Department University of Sao Paulo**, v. 42, e189543, 2022. [https://doi.org/10.11606/eissn.2236-](https://doi.org/10.11606/eissn.2236-2878.rdg.2022.189543)

[2878.rdg.2022.189543](https://doi.org/10.11606/eissn.2236-2878.rdg.2022.189543)

SVANERA, L.; GHIDESI, G.; KNOCHE, R. Agrovoltáico®: 10 years design and operation experience. AIP Conference Proceedings. **Anais...AIP Conference Proceedings**, 2021.

THE WASHINGTON POST. **Under a Texas sun, agrivoltaics offer farmers a new way to make money.** 24 set. 2024. Disponível em:

<https://www.washingtonpost.com/search/?query=Matthew+Eisenson>. Acesso em 07 out. 2024.