



SISTEMAS AGRIVOLTAICOS NO BRASIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE O POTENCIAL DO SOMBREAMENTO DINÂMICO

Allan Lopes da Silva¹, Guilherme Gaudereto²

UNIVERSIDADE SÃO JUDAS TADEU

Engenharia Civil, Santana (gaudereto.Guilherme@gmail.com)

Introdução

A agricultura fotovoltaica (agrivoltaica) tem se destacado como estratégia promissora para integrar geração solar e produção agrícola, fortalecendo simultaneamente segurança energética e alimentar em contexto de crise climática (EBHOTA; TABAKOV, 2024; PEÑA-CALZADA et al., 2025). Evidências recentes indicam que sistemas agrivoltaicos apresentam alta eficiência no uso do solo, com LER (“Land Equivalent Ratio”) médio de 1,36, demonstrando ganho de produtividade conjunta superior ao uso isolado (STEFANI, 2024; CHOI et al., 2021). Estudos também apontam melhorias ambientais relevantes, incluindo aumento de 20–47% na eficiência do uso da água e redução média de 32,6% na evapotranspiração (OMER et al., 2025; CASAGRANDE, 2023). No Brasil, a viabilidade econômica mostra-se robusta, com VPL positivo, TIR acima da TMA e payback entre 4 e 8 anos, mesmo em diferentes cenários de investimento (VIDOTTO et al., 2024). Diante dos desafios técnicos — especialmente o sombreamento excessivo em culturas sensíveis — este estudo revisa criticamente a literatura para avaliar o potencial da agrivoltaica no país e fundamentar o conceito de sombreamento dinâmico, solução capaz de modular a radiação solar e otimizar o microclima agrícola.

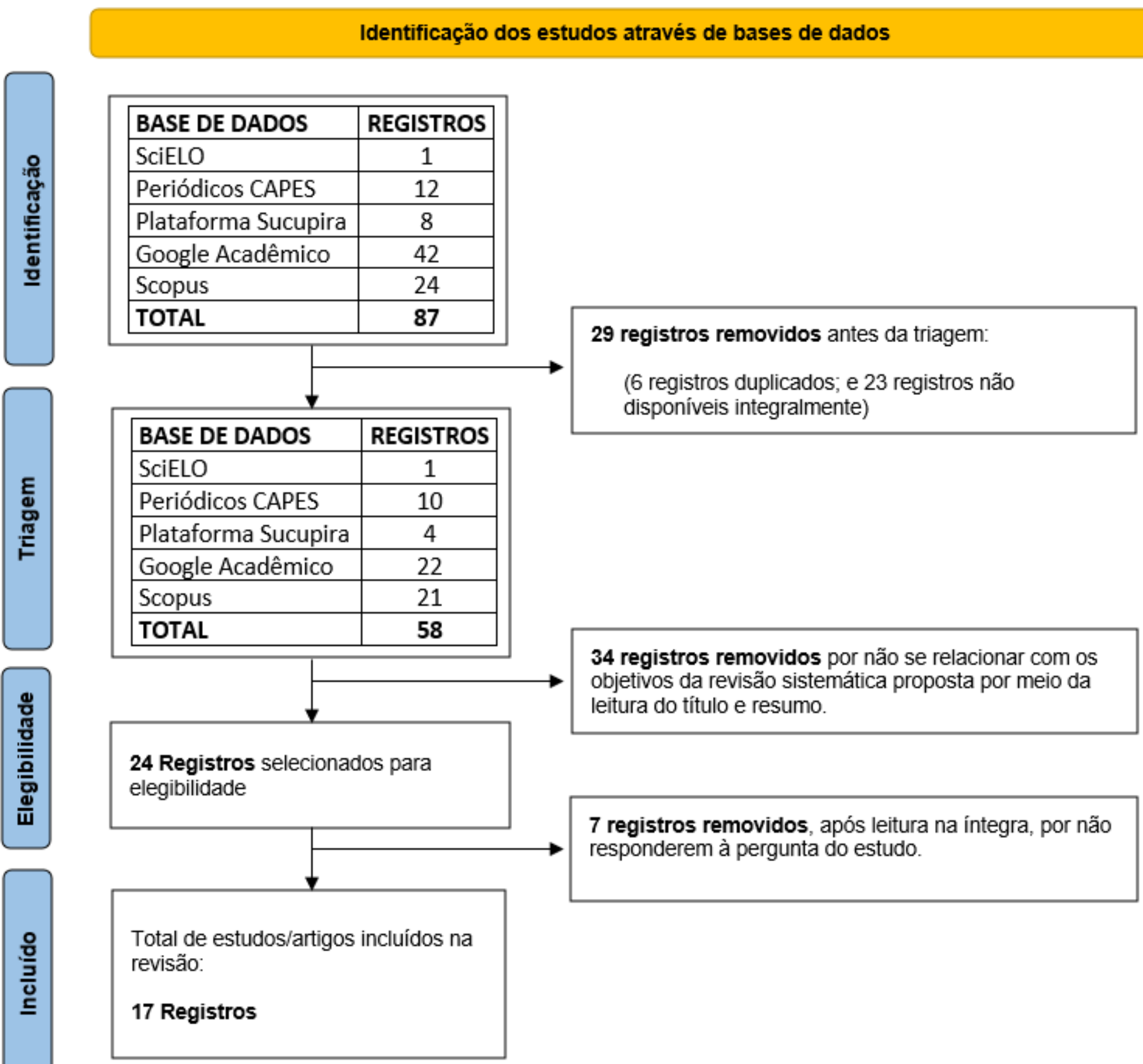
Objetivos

Objetivo geral: Realizar uma revisão sistemática da literatura sobre o desenvolvimento e a aplicação de sistemas agrovoltaicos na agricultura brasileira, com o objetivo de nivelar o conhecimento acerca dos principais benefícios, desafios e indicadores de desempenho nos aspectos energético, produtivo e ambiental. A análise considerará diferentes condições climáticas e períodos do ano, além de avaliar a contribuição dos resultados obtidos para o sistema de sombreamento dinâmico.

Objetivos específicos: (i) Apresentar os principais conceitos que serão abordados e medidos durante a análise dos registros elegíveis; (ii) Mapear estudos científicos que abordem sistemas agrivoltaicos implementados ou simulados no contexto brasileiro, ou em condições tropicais semelhantes; (iii) Analisar os indicadores de desempenho energético, produtivo e ambiental utilizados nos estudos; (iv) Identificar os principais desafios técnicos, econômicos e regulatórios apontados para a difusão da agrivoltaica no Brasil; (v) Relacionar os resultados obtidos com os objetivos e metas da Agenda 2030; e (vi) Estimar de forma empírica a viabilidade operacional e técnica do sistema de sombreamento dinâmico.

Metodologia

O estudo é de natureza teórica e descritiva, baseado em uma revisão sistemática da literatura com abordagem quali-quantitativa. As evidências foram obtidas por meio da seleção, triagem e análise crítica de estudos nacionais e internacionais sobre sistemas agrivoltaicos. Entre os indicadores avaliados, destaca-se o Land Equivalent Ratio (LER), que compara a produtividade agrícola e a geração elétrica do sistema integrado em relação aos usos isolados, permitindo estimar a eficiência combinada do uso do solo.



Fonte: Autores (2025).

Resultados



Investimento dos agricultores	VPL	TIR	Payback descontado
100%	R\$ 98.232,76	24,41%	7 anos e 10 meses
80%	R\$ 114.223,99	29,01%	5 anos e 10 meses
60%	R\$ 114.223,99	36,59%	4 anos e 1 mês

Fonte: Vidotto et al. (2024)

Eficiência do Uso da Água (WUE) Estudos destacam que os sistemas agrivoltaicos melhoram a eficiência do uso da água entre 20% e 47% (Omer et al., 2025) . A presença dos módulos fotovoltaicos pode resultar em uma redução média de 32,6% na evapotranspiração das plantas (em fazendas de uva). Essa redução indica uma melhor conservação de água e maior eficiência no uso dos recursos hídricos. (Casagrande, 2023; Jales, 2024)



Fonte: Autor.

Desafios técnicos e agronômicos Três estudos informam acerca do risco potencial de perda de produtividade agrícola devido ao sombreamento das estruturas agrivoltaicas. (Silva, 2024; Ukwu et al., 2025; Vidotto et al., 2024)

Conclusões

A literatura demonstra que os sistemas agrivoltaicos constituem uma alternativa estratégica para o Brasil ao integrarem produção agrícola e geração de energia limpa de forma eficiente. O desempenho técnico observado — com LER médio de 1,36, ganhos expressivos em eficiência do uso da água e reduções significativas na evapotranspiração — confirma a superioridade do uso combinado do solo frente aos modelos tradicionais. Esses benefícios são reforçados pela viabilidade econômica consistente, evidenciada por VPL positivo, TIR elevada e payback reduzido em diferentes cenários de investimento. Nesse contexto, o sombreamento dinâmico surge como solução promissora, capaz de modular a radiação solar conforme estágio fenológico e condições climáticas, mitigando riscos de sombreamento excessivo e ampliando a eficiência produtiva, energética e hídrica. Assim, consolida-se como um avanço conceitual relevante para a expansão sustentável da agrivoltaica no país.

Bibliografia

- CANTRELL, Sarah. LibGuides: Systematic Reviews: 2. Develop a Research Question. Disponível em: <https://guides.mcilibrary.duke.edu/sysreview/question>. Acesso em: 27 out. 2025.
- ALI ABAKER OMER, Altayeb et al. Impacts of agrivoltaic systems on microclimate, water use efficiency, and crop yield: A systematic review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 221, p. 115930, out. 2025. Acesso em: 27 out. 2025.
- AMMAPET VIJAYAN, Ramachandran; SIVANARUL, Jeevalakshmi; VARADHARAJAPERUMAL, Muthubalan. Optimizing the spectral sharing in a vertical bifacial agrivoltaics farm. Journal of Physics D: Applied Physics, v. 54, n. 30, p. 304004, 29 jul. 2021. Acesso em: 27 out. 2025.
- CARVALHO, Gabriel. Uso de sistemas agrivoltaicos para geração de renda em áreas suscetíveis a desertificação. 2023. Acesso em: 27 out. 2025.
- CASAGRANDE, Mariani Corrêa. Agrivoltaico: Aplicação e Desempenho de Sistemas Fotovoltaicos na Agricultura. 2023. Acesso em: 27 out. 2025.
- CHOI, Chong Seok et al. Combined land use of solar infrastructure and agriculture for socioeconomic and environmental co-benefits in the tropics. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 151, p. 111610, nov. 2021. Acesso em: 27 out. 2025.
- EBHOTA, W. S.; TABAKOV, P. Y. Leveraging agrivoltaics to increase food, energy, and water access in the global south: a case study Sub-Saharan Africa. Nigerian Journal of Technology, v. 43, n. 2, p. 364–380, 19 jul. 2024. Acesso em: 27 out. 2025.
- FERREIRA JUNIOR, Ricardo Araujo et al. Agrophotovoltaic systems in sugarcane crop – A Brazilian case study. Energy Conversion and Management, v. 344, p. 120307, nov. 2025. Acesso em: 27 out. 2025.
- JALES, Yan Pablo Gomes. PROPOSTA TEÓRICA DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA AGROVOLTAICO PARA A UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO CAMPUS CARAÚBAS – RN. 2024. Acesso em: 27 out. 2025.
- PAGE, Matthew J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, v. 372, p. n71, 29 mar. 2021. Acesso em: 27 out. 2025.
- PEÑA-CALZADA, Kolima et al. Advances and challenges of agrivoltaic in the Americas: a look at its current situation. Agroforestry Systems, v. 99, n. 1, p. 8, jan. 2025. Acesso em: 27 out. 2025.
- SALAMANCA FALLA, Carlos Harvey; BABATIVA TORRES, Juan Sebastian; BAHAMON SAENZ, Andrés David. VIABILIDAD ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS AGRIVOLTAICOS EN COLOMBIA. Semestre Económico, v. 27, n. 62, p. 1–20, 30 abr. 2024. Acesso em: 27 out. 2025.
- SILVA, Felipe Marques Da. AVALIAÇÃO DE SISTEMAS AGRIVOLTAICOS NA PRODUÇÃO DE CULTURAS AGRÍCOLAS. 2024. Acesso em: 27 out. 2025.
- STEFANI, Mario Antonio. Projeto Piloto de Sistema Agro Fotovoltaico Aplicado ao Setor Sucroenergético. 2024. Acesso em: 27 out. 2025.
- TAVARES, Iran Butel. Estudo da aplicação da tecnologia agrivoltaica numa comunidade rural na cidade de Manaus. 2023. Acesso em: 27 out. 2025.
- UKWU, Uchenna Noble et al. Agrivoltaics shading enhanced the microclimate, photosynthesis, growth and yields of vigna radiata genotypes in tropical Nigeria. Scientific Reports, v. 15, n. 1, p. 1190, 7 jan. 2025. Acesso em: 27 out. 2025.
- VIDOTTO, Laís Cassanta et al. An evaluation of the potential of agrivoltaic systems in Brazil. Applied Energy, v. 360, p. 122782, abr. 2024. Acesso em: 27 out. 2025.
- VU, Ngoc-Hai et al. Development and optimization of red spectrum splitting concentrated agrivoltaic system for energy generation and sustainable agriculture. PLOS One, v. 20, n. 9, p. e0332865, 22 set. 2025. Acesso em: 27 out. 2025.
- EMBRAPA. Descarbonização e Circularidade: Respostas dos Sistemas Alimentar e Agroindustrial aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Acesso em: 27 out. 2025.
- FAO. FAO alerta que desaparecimento da biodiversidade ameaça produção de alimentos | As Nações Unidas no Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/82489-fao-alerta-que-desaparecimento-da-biodiversidade-amea%C3%A7a-produ%C3%A7%C3%A3o-de-alimentos>. Acesso em: 27 out. 2025.
- HABITAT BRASIL. Eventos climáticos extremos: causas e consequências. Habitat Brasil, 11 nov. 2024. Disponível em: <https://habitatbrasil.org.br/eventos-climaticos-extremos/>. Acesso em: 27 out. 2025.
- PEREIRA, Meiri Silvia. A NECESSIDADE DE MUDANÇA DE PARADIGMA DO CONSUMO PARA A SUSTENTABILIDADE. A Necessidade de Mudança de Paradigma do Consumo para a Sustentabilidade, REVISTA FT, v. 28, n. 134, maio 2024.