

INTEGRAÇÃO ENTRE ENERGIA SOLAR E BIOENERGIA NA AGROINDÚSTRIA: TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA (2009–2025)

Yvo Borges da Silva¹, Nagielie Muara Silva Mezzomo¹, Murilo José Pereira de Macedo¹
Agnes Cristina Oliveira Mafra²

¹Faculdade de Engenharia de Várzea Grande, Cuiabá, Brasil

²Faculdade de Ciência e Tecnologia, Cuiabá, Brasil (agnes.mafra@ufmt.br)

Resumo: Este estudo realizou uma análise bibliométrica da produção científica sobre energia solar e bioenergia aplicadas à agroindústria entre 2009 e 2025, utilizando dados das bases Scopus e Web of Science. Os resultados indicaram crescimento anual de 7,11%, baixa colaboração internacional e predominância de estudos voltados à biomassa e sistemas agrivoltaicos. Observou-se potencial estratégico da integração solar-biomassa para a sustentabilidade e descarbonização do agronegócio brasileiro.

Palavras-chave: energia solar; bioenergia; agroindústria; bibliometria; energias renováveis.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda global por energia, associada à intensificação das mudanças climáticas e à necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), tem impulsionado a busca por fontes energéticas renováveis e sustentáveis. Nesse contexto, a transição energética tornou-se um dos principais desafios estratégicos do século XXI,

exigindo a substituição progressiva de combustíveis fósseis por tecnologias de baixo carbono capazes de atender simultaneamente às demandas ambientais, econômicas e sociais. Entre as alternativas disponíveis, destacam-se a energia solar fotovoltaica e a bioenergia, especialmente pela elevada disponibilidade de recursos naturais em países com forte vocação agroindustrial, como o Brasil.

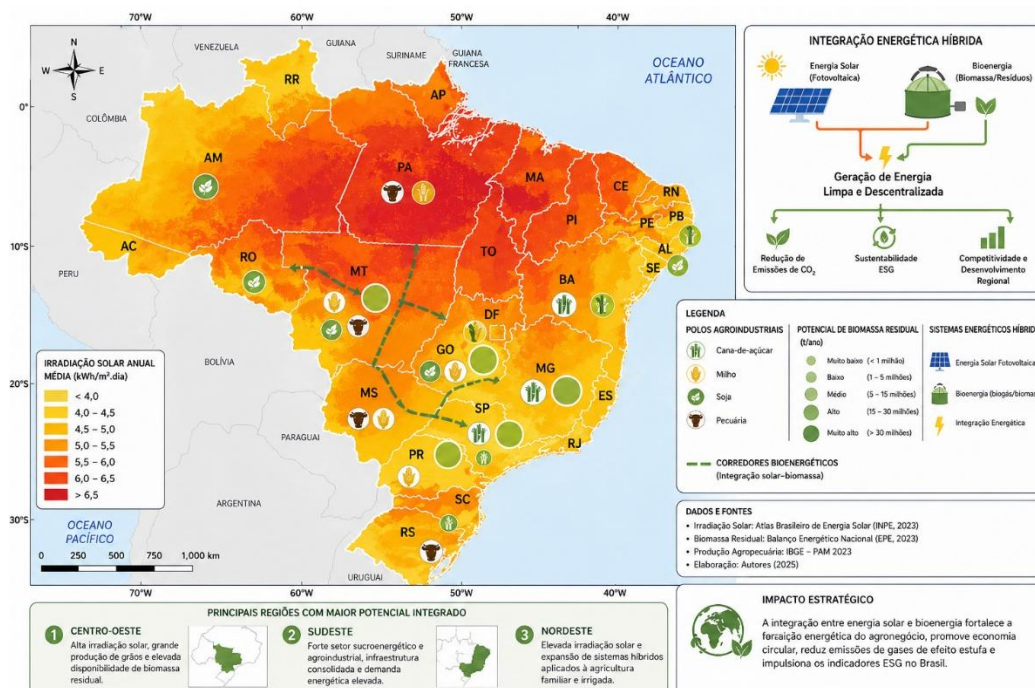


Figura 1 – Distribuição espacial das regiões estratégicas para sistemas híbridos solar-biomassa no Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores com auxílio de Inteligência Artificial generativa para organização conceitual e composição gráfica, com base em dados do Plano Nacional de Energia 2050 (BRASIL, 2023), Atlas Brasileiro de Energia Solar e literatura científica analisada (2025).



A agroindústria brasileira apresenta condições favoráveis para o desenvolvimento de sistemas energéticos híbridos devido à combinação entre elevada incidência solar e abundante geração de resíduos agrícolas e agroindustriais. A biomassa residual proveniente da produção de cana-de-açúcar, milho, soja e pecuária representa uma importante fonte para produção de biogás, bioetanol e bioeletricidade, enquanto os sistemas fotovoltaicos vêm ampliando sua participação na matriz energética rural em função da redução dos custos de implantação e da crescente demanda por autonomia energética. Segundo o Plano Nacional de Energia 2050 (BRASIL, 2023), a integração entre diferentes fontes renováveis constitui um dos pilares estratégicos para a descarbonização da economia brasileira. A Figura 1 apresenta a distribuição espacial das regiões brasileiras com maior potencial para integração entre energia solar fotovoltaica e bioenergia no contexto agroindustrial. Observa-se predominância estratégica das regiões Centro-Oeste e Sudeste, associada à elevada incidência solar, forte atividade agropecuária e elevada disponibilidade de biomassa residual, fatores que favorecem a implementação de sistemas energéticos híbridos voltados à sustentabilidade e descarbonização do agronegócio.

Nos últimos anos, pesquisas envolvendo sistemas híbridos solar-biomassa passaram a ganhar destaque na literatura científica internacional, sobretudo em estudos voltados à eficiência energética, aproveitamento de resíduos agroindustriais e sustentabilidade da produção agrícola. Trabalhos recentes apontam que a combinação entre biodigestores e sistemas fotovoltaicos pode reduzir significativamente os custos operacionais e as emissões de carbono em propriedades rurais e unidades agroindustriais (BRITO; MATAI; SANTOS, 2023). Além disso, conceitos emergentes como agrivoltaics e agro-photovoltaic systems têm ampliado as discussões sobre o uso simultâneo do solo para produção agrícola e geração de energia renovável.

Apesar do crescimento das pesquisas na área, observa-se que a produção científica ainda apresenta forte fragmentação temática e metodológica. Grande parte dos estudos concentra-se na avaliação tecnológica e energética dos sistemas, enquanto aspectos relacionados à governança, impactos sociais, viabilidade econômica e indicadores ESG permanecem limitados ou secundarizados. Moraes Júnior (2022) destaca que a ausência de abordagens integradas compromete análises mais abrangentes sobre sustentabilidade no setor bioenergético, dificultando a compreensão dos fatores que influenciam a adoção prática dessas tecnologias no contexto agroindustrial.

Nesse cenário, estudos bibliométricos tornam-se ferramentas relevantes para compreender a evolução da produção científica, identificar tendências emergentes, mapear redes de colaboração e reconhecer lacunas de pesquisa. Conforme discutido por Aria e Cuccurullo (2017), técnicas bibliométricas associadas ao pacote Bibliometrix permitem análises quantitativas robustas sobre o comportamento da literatura científica, contribuindo para a identificação de áreas estratégicas de desenvolvimento tecnológico. De forma complementar, Passas (2024) ressalta que a aplicação de métodos de science mapping favorece a visualização das conexões entre autores, instituições, países e temas emergentes.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo realizar uma análise bibliométrica da produção científica relacionada à energia solar e bioenergia no contexto agroindustrial, considerando publicações indexadas nas bases Web of Science e Scopus entre 2009 e 2025. Busca-se identificar tendências de crescimento, principais áreas temáticas, redes de colaboração científica, autores mais influentes e lacunas de pesquisa, contribuindo para o fortalecimento do debate sobre sustentabilidade energética e inovação tecnológica no agronegócio.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliométrica de abordagem quantitativa, desenvolvida com o objetivo de analisar a evolução da produção científica relacionada à integração entre energia solar e bioenergia no contexto agroindustrial. A bibliometria foi empregada como ferramenta de investigação científica por permitir a identificação de tendências de publicação, redes de colaboração, impacto de autores, periódicos e temas emergentes, contribuindo para a compreensão estrutural do campo de pesquisa (ARIA; CUCCURULLO, 2017; PASSAS, 2024).

Estratégia de Busca e Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada em 12 de outubro de 2025 nas bases internacionais Scopus e Web of Science, selecionadas devido à ampla cobertura multidisciplinar, relevância acadêmica e elevada confiabilidade científica. A estratégia de busca foi construída em língua inglesa utilizando operadores booleanos, com aplicação nos campos de título, resumo e palavras-chave (TITLE-ABS-KEY / Topic).

A expressão utilizada foi:

("Solar energy" OR Photovoltaic OR "Solar power") AND ("Bioenergy" OR Biofuel OR Biomass OR "Biofuel production") AND (Agroindustry OR Agribusiness OR "Agri-food" OR "Agro-industrial")



Foram considerados apenas artigos científicos e trabalhos publicados em anais de eventos, sem restrição inicial de país de origem. O recorte temporal compreendeu o período de 2009 a 2025, visando identificar a evolução histórica das pesquisas associadas às energias renováveis aplicadas à agroindústria.

Como critérios de inclusão, os estudos deveriam abordar simultaneamente os três eixos temáticos centrais da pesquisa: energia solar, bioenergia e agroindústria. Trabalhos que discutiam apenas uma ou duas dessas dimensões de forma isolada foram excluídos da análise.

Tratamento e Normalização dos Dados

Os arquivos exportados das bases de dados foram processados no ambiente RStudio utilizando o pacote Bibliometrix, amplamente empregado em estudos de análise bibliométrica e science mapping (ARIA; CUCCURULLO, 2017). Os registros provenientes da Scopus foram exportados em formato CSV, enquanto os dados da Web of Science foram obtidos em formato texto contendo referências citadas e registro completo.

Inicialmente, os arquivos foram convertidos para dataframes compatíveis por meio da função *convert2df()*. Posteriormente, realizou-se a integração das bases utilizando a função *mergeDbSources()*, com remoção automática de registros duplicados. Após o tratamento dos dados, obteve-se uma coleção final composta por 36 documentos científicos.

A etapa de normalização envolveu a padronização de nomes de autores, palavras-chave e periódicos, reduzindo inconsistências relacionadas à grafia, abreviações e duplicidades terminológicas. Esse procedimento foi fundamental para aumentar a confiabilidade das análises de produtividade científica e redes de colaboração.

Análise Bibliométrica

A análise bibliométrica foi conduzida utilizando funções estatísticas e gráficas do pacote Bibliometrix, complementadas pela interface gráfica Biblioshiny. Foram avaliados indicadores relacionados à:

- evolução temporal das publicações;
- produtividade científica por país;
- impacto de autores e periódicos;
- médias de citações;
- redes de coautoria;
- colaboração internacional;
- frequência de palavras-chave;
- tendências temáticas emergentes.

Além das estatísticas descritivas, foram realizadas análises interpretativas voltadas à identificação de lacunas científicas e oportunidades de desenvolvimento tecnológico no contexto da integração entre sistemas solares e bioenergéticos aplicados à agroindústria.

A interpretação dos resultados considerou ainda aspectos relacionados à sustentabilidade energética, inovação tecnológica e métricas ESG, buscando ampliar a discussão para além das abordagens exclusivamente tecnológicas presentes na literatura recente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise bibliométrica da produção científica relacionada à integração entre energia solar e bioenergia no contexto agroindustrial permitiu identificar tendências de crescimento, padrões de colaboração científica e áreas temáticas emergentes associadas às energias renováveis aplicadas ao agronegócio. Após o processo de coleta, tratamento e remoção de duplicidades, a base final foi composta por 36 documentos publicados entre 2009 e 2025, provenientes das bases Scopus e Web of Science.

Os resultados demonstram que o campo científico analisado ainda apresenta caráter emergente, porém com crescimento progressivo ao longo dos últimos anos. A taxa média de crescimento anual observada foi de 7,11%, indicando ampliação gradual do interesse acadêmico em sistemas energéticos sustentáveis aplicados à agroindústria. Esse comportamento acompanha o fortalecimento das discussões globais relacionadas à descarbonização, segurança energética e economia circular, especialmente após a consolidação das agendas internacionais de sustentabilidade e transição energética.

A Figura 2 apresenta a evolução anual das publicações científicas relacionadas à integração entre energia solar e bioenergia no contexto agroindustrial. A distribuição temporal das publicações evidencia um crescimento mais acentuado a partir de 2022, culminando em um pico de produção científica em 2024. Esse avanço pode estar associado à expansão das pesquisas em agrivoltaicos, valorização energética de resíduos agroindustriais e integração de sistemas híbridos solar-biomassa. Estudos recentes apontam que a busca por autonomia energética no setor rural e a redução dos custos dos sistemas fotovoltaicos têm contribuído significativamente para a ampliação das investigações científicas na área (BRASIL, 2023).

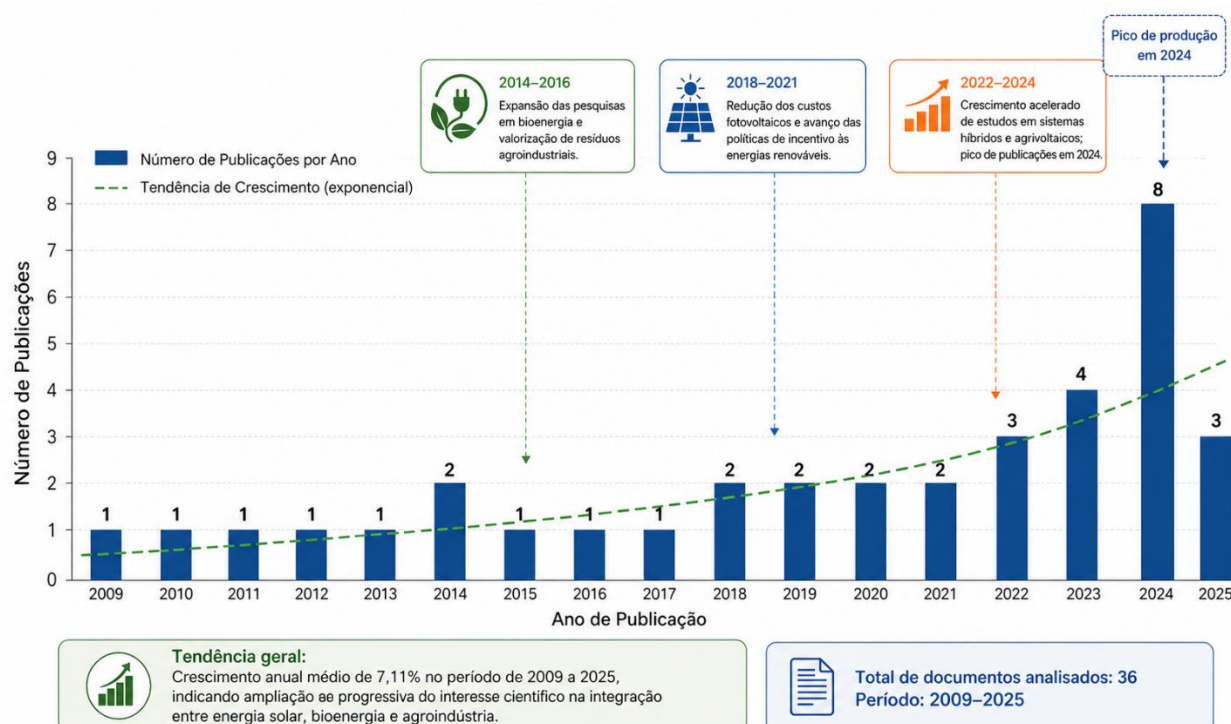


Figura 2 – Evolução temporal da produção científica sobre energia solar e bioenergia aplicadas à agroindústria (2009–2025)

Fonte: Elaborado pelos autores com auxílio de Inteligência Artificial generativa para organização conceitual e composição gráfica, com base em dados da Scopus e Web of Science.

Caracterização da Produção Científica

A base analisada apresentou predominância de artigos científicos originais, seguidos por artigos de revisão, capítulos de livros e trabalhos publicados em anais de eventos. Esse perfil evidencia que a temática possui forte inserção acadêmica e crescente consolidação científica, embora ainda apresente reduzido volume de estudos experimentais em escala real.

A média de 19,44 citações por documento indica impacto científico moderado, considerando tratar-se de um campo relativamente recente e interdisciplinar. Os trabalhos mais influentes concentram-se principalmente em 2011, período marcado pela expansão das pesquisas em bioenergia e pelo fortalecimento internacional das políticas voltadas às energias renováveis. O artigo de Markou (2011), publicado no periódico *Applied Energy*, destacou-se como o documento mais citado da coleção, consolidando-se como referência para pesquisas envolvendo biomassa e sustentabilidade energética.

Esse comportamento também foi identificado por Morgan e Ribeiro (2021), que observaram forte crescimento das pesquisas em energias renováveis durante o período de expansão das políticas globais

de incentivo à produção de biocombustíveis e redução das emissões de carbono. A concentração de citações em trabalhos mais antigos sugere que o campo científico ainda se apoia fortemente em bases conceituais consolidadas, evidenciando a necessidade de renovação temática e ampliação de estudos empíricos.

Colaboração Científica e Internacionalização

A análise de coautoria revelou elevado nível de colaboração entre pesquisadores, com média de 6,31 autores por documento, característica típica de áreas multidisciplinares envolvendo engenharia, sustentabilidade, agronomia e energia. Em contrapartida, a colaboração internacional mostrou-se limitada, atingindo apenas 11,11% das publicações.

A Figura 3 apresenta a rede de colaboração científica internacional identificada na análise bibliométrica. O Brasil destacou-se como o principal produtor científico da amostra, representando aproximadamente 21% da produção analisada. Entretanto, a maior parte das publicações brasileiras ocorreu em redes nacionais de pesquisa, com baixa participação em colaborações multinacionais. Esse resultado evidencia uma limitação estrutural da

produção científica brasileira, frequentemente associada à reduzida internacionalização e menor

inserção em redes globais de inovação tecnológica.

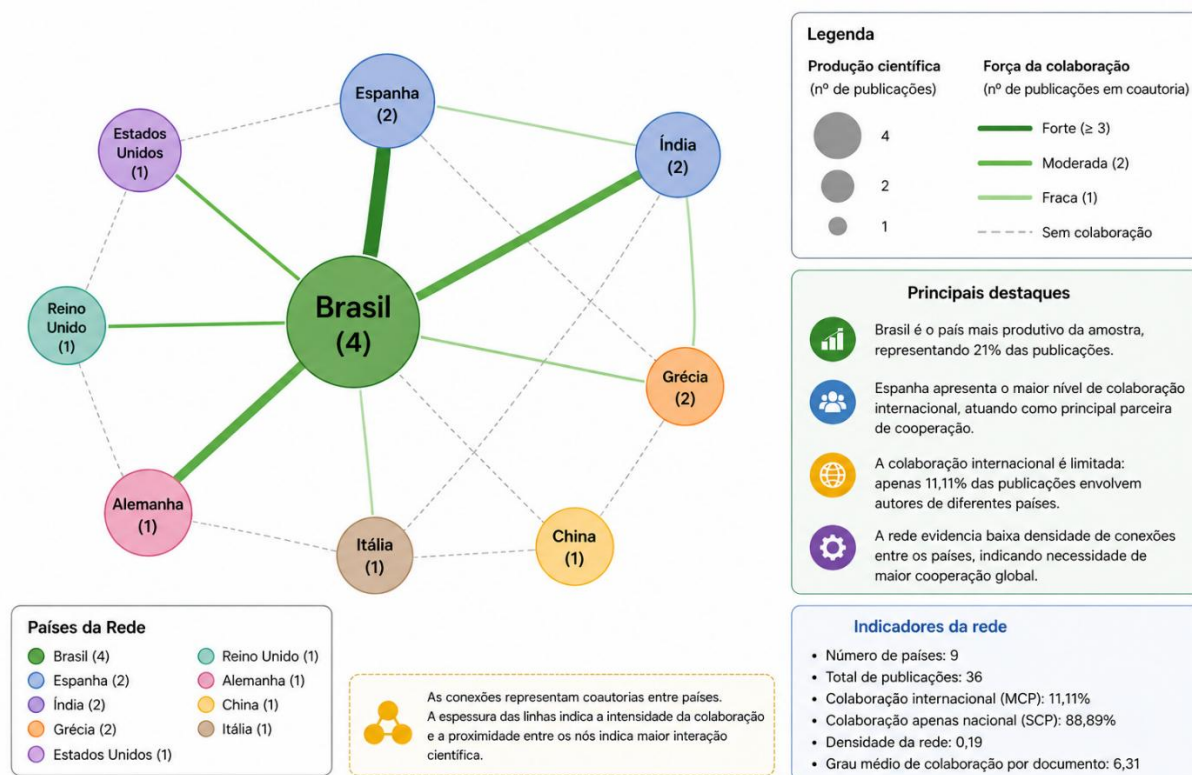


Figura 3 – Rede de colaboração científica internacional na produção científica sobre energia solar e bioenergia aplicadas à agroindústria

Fonte: Elaborado pelos autores com auxílio de Inteligência Artificial generativa para organização conceitual e composição gráfica, com base em dados bibliométricos obtidos das bases Scopus e Web of Science, processados no Bibliometrix/Biblioshiny.

Por outro lado, países como Espanha e Índia apresentaram maior participação em colaborações internacionais, demonstrando que a cooperação científica transnacional contribui diretamente para o aumento da visibilidade e impacto das pesquisas. Segundo Passas (2024), redes internacionais de coautoria favorecem a circulação do conhecimento, ampliam o compartilhamento de infraestrutura científica e fortalecem a consolidação de áreas emergentes de pesquisa.

A concentração das citações em poucos países também evidencia desigualdade na distribuição do impacto científico global. Embora o Brasil lidere em volume de produção, países europeus apresentam maior média de citações por artigo, indicando que quantidade de publicações não necessariamente se traduz em maior influência científica internacional.

Tendências Temáticas e Tecnológicas

A Figura 4 apresenta a distribuição e a coocorrência das principais palavras-chave identificadas na literatura científica analisada. A análise das palavras-chave revelou predominância dos termos biomass, agrivoltaics e sustainable, evidenciando que as pesquisas estão fortemente direcionadas à integração entre produção agrícola, geração energética e sustentabilidade ambiental. O crescimento da temática agrivoltaica demonstra uma mudança importante na literatura recente, que passa a considerar o uso simultâneo do solo para produção agrícola e geração de energia solar.

A elevada frequência do termo biomass confirma o protagonismo da biomassa residual como fonte energética estratégica para a agroindústria. Esse resultado é particularmente relevante para o contexto brasileiro, considerando o elevado volume de resíduos gerados pelas cadeias produtivas da cana-de-açúcar, milho, soja e pecuária.

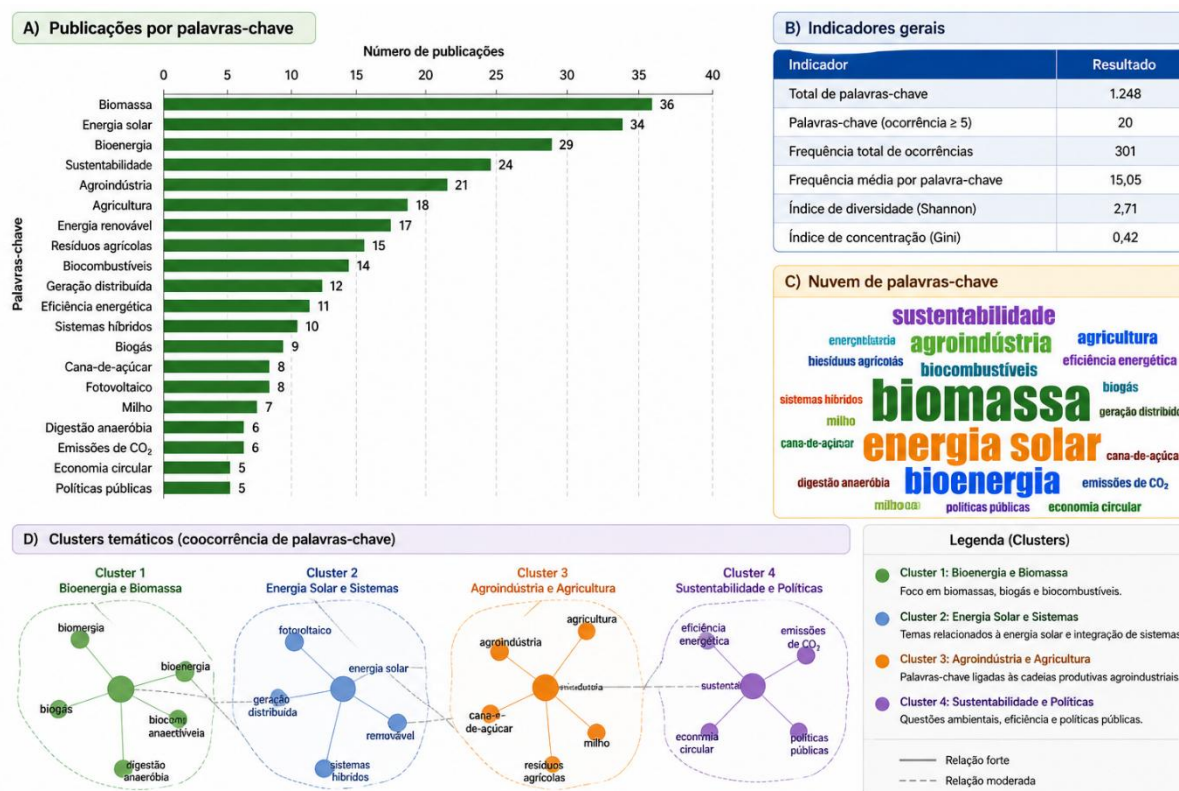


Figura 4 – Análise temática das palavras-chave na produção científica sobre energia solar e bioenergia aplicadas à agroindústria

Fonte: Elaborado pelos autores com auxílio de Inteligência Artificial generativa para organização conceitual e composição gráfica, com base em dados bibliométricos obtidos das bases Scopus e Web of Science, processados no Bibliometrix/Biblioshiny.

Além disso, observou-se crescimento de estudos voltados à integração entre biodigestores e sistemas fotovoltaicos, sobretudo em aplicações relacionadas à geração distribuída e autonomia energética rural. Brito, Matai e Santos (2023) destacam que sistemas híbridos solar-biomassa apresentam elevada eficiência energética e potencial significativo para redução das emissões de gases de efeito estufa.

Entretanto, apesar do avanço tecnológico identificado, a literatura ainda apresenta forte predominância de abordagens centradas em eficiência energética e desempenho operacional. Aspectos relacionados à viabilidade econômica, governança institucional, impactos sociais e políticas públicas aparecem de forma secundária, demonstrando um viés tecnocêntrico consolidado nas pesquisas da área.

Sustentabilidade e Lacunas ESG

A análise crítica da literatura permitiu identificar uma lacuna importante relacionada à incorporação de métricas ESG (Environmental, Social and Governance) nas pesquisas sobre energias renováveis

aplicadas à agroindústria. A maior parte dos estudos concentra-se no pilar ambiental, especialmente em indicadores de redução de emissões, eficiência energética e reaproveitamento de resíduos.

Em contrapartida, dimensões sociais e de governança permanecem pouco exploradas. Questões relacionadas à qualificação da mão de obra rural, acesso a financiamento, governança energética, inclusão produtiva e impactos territoriais aparecem de forma limitada na produção científica analisada.

Moraes Júnior (2022) ressalta que a ausência de métricas integradas de governança compromete avaliações mais abrangentes da sustentabilidade, reduzindo a capacidade de compreensão dos fatores que condicionam a adoção prática das tecnologias renováveis no setor agroindustrial. De forma semelhante, Brito, Matai e Santos (2023) apontam que o excesso de abordagens exclusivamente técnicas limita o desenvolvimento de estratégias sustentáveis efetivamente aplicáveis ao contexto rural.

Nesse sentido, os resultados obtidos demonstram que a evolução científica da área depende não apenas do avanço tecnológico, mas também da ampliação de abordagens interdisciplinares capazes de integrar

aspectos energéticos, sociais, econômicos e institucionais.

Perspectivas Tecnológicas e Desafios Futuros

Os resultados obtidos evidenciam que a integração entre energia solar e bioenergia representa uma das abordagens mais promissoras para a modernização energética da agroindústria, especialmente em países

com elevada disponibilidade de biomassa residual e alto potencial solar, como o Brasil. O avanço de sistemas híbridos solar-biomassa demonstra potencial significativo para ampliar a eficiência energética, reduzir custos operacionais e fortalecer estratégias de descarbonização do setor agroindustrial.

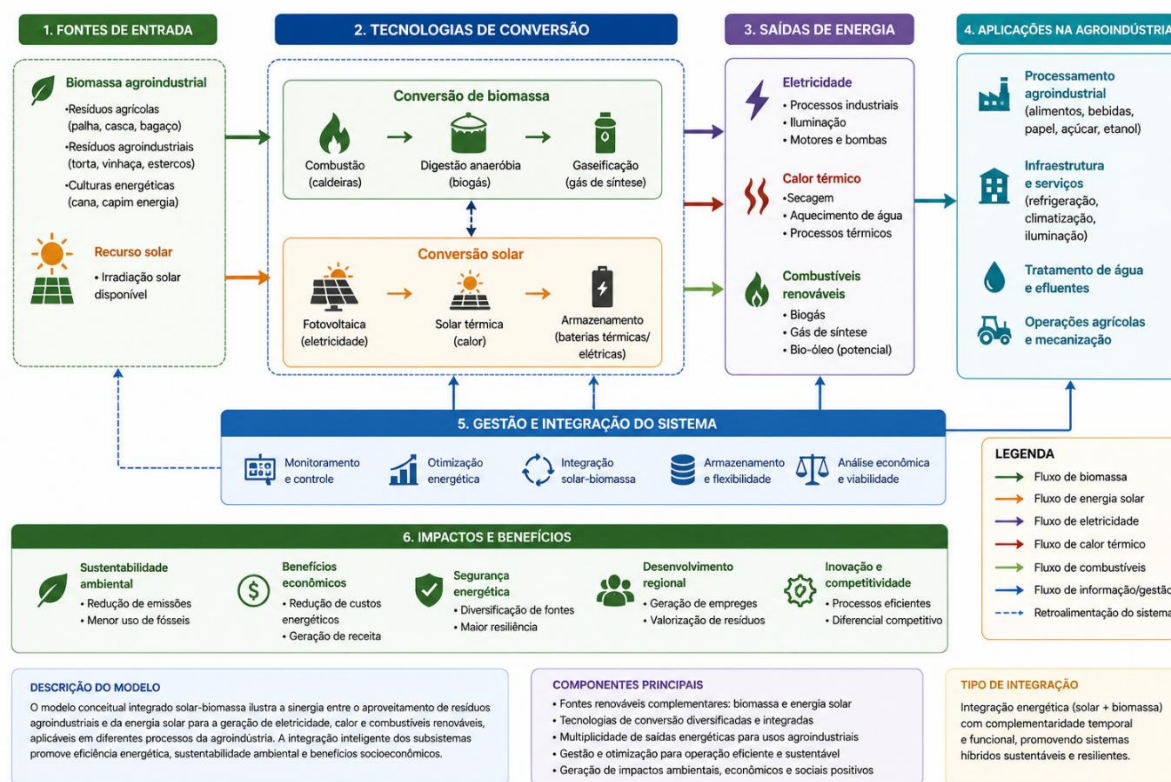


Figura 5 – Modelo conceitual integrado entre energia solar e biomassa aplicado à agroindústria.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026) com auxílio de inteligência artificial, com base na literatura científica analisada e em conceitos de integração energética solar-biomassa aplicados à agroindústria.

Nesse contexto, tecnologias associadas à geração distribuída, biodigestores anaeróbios, sistemas agrivoltaicos e armazenamento energético vêm assumindo papel estratégico na construção de modelos produtivos mais resilientes e sustentáveis. A crescente digitalização do setor energético, associada ao uso de sensores inteligentes, automação e monitoramento em tempo real, também tende a impulsionar sistemas integrados capazes de otimizar a gestão energética em propriedades rurais e unidades agroindustriais.

A Figura 5 apresenta um modelo conceitual integrado entre energia solar e biomassa aplicado à agroindústria, evidenciando os fluxos de entrada, conversão e utilização da energia em sistemas híbridos. O esquema demonstra como a

complementaridade entre recursos solares e biomassa residual pode favorecer a geração simultânea de eletricidade, energia térmica e combustíveis renováveis, promovendo maior eficiência operacional, valorização de resíduos e fortalecimento da economia circular no meio rural.

Apesar do elevado potencial tecnológico identificado, a literatura ainda revela importantes limitações estruturais para consolidação desses sistemas em larga escala. Entre os principais desafios observados destacam-se a insuficiência de políticas públicas específicas, dificuldades de acesso a financiamento para pequenos e médios produtores, carência de infraestrutura técnica especializada e reduzida integração entre universidades, centros de pesquisa e setor produtivo.



Adicionalmente, observa-se que grande parte das pesquisas permanece concentrada em análises teóricas ou modelos computacionais, havendo escassez de estudos experimentais em escala real capazes de validar a viabilidade técnica, econômica e socioambiental dos sistemas híbridos solar-biomassa. Essa lacuna limita a transferência tecnológica e reduz a capacidade de aplicação prática das soluções propostas na literatura científica.

Outro aspecto crítico refere-se à limitada incorporação de indicadores ESG nas avaliações dos sistemas energéticos agroindustriais. Embora os benefícios ambientais sejam amplamente discutidos, fatores relacionados à governança energética, impactos sociais, capacitação profissional e desenvolvimento territorial sustentável ainda aparecem de forma secundária nas pesquisas. Dessa forma, o avanço científico da área depende da adoção de abordagens interdisciplinares capazes de integrar dimensões tecnológicas, econômicas, ambientais e sociais em modelos analíticos mais abrangentes.

Sob perspectiva futura, recomenda-se o fortalecimento de redes internacionais de colaboração científica, ampliação de investimentos em pesquisa aplicada e desenvolvimento de projetos-piloto voltados à implementação de sistemas híbridos em regiões agrícolas estratégicas, especialmente no Centro-Oeste brasileiro. A integração entre bioenergia, energia solar e ferramentas de gestão inteligente poderá desempenhar papel decisivo na construção de uma agroindústria energeticamente sustentável, competitiva e alinhada às metas globais de transição energética.

CONCLUSÃO

A presente análise bibliométrica permitiu compreender a evolução da produção científica relacionada à integração entre energia solar e bioenergia no contexto agroindustrial, evidenciando um campo de pesquisa em expansão e diretamente associado às discussões contemporâneas sobre transição energética, sustentabilidade e descarbonização do setor produtivo. Os resultados demonstraram crescimento progressivo das publicações ao longo do período analisado, com destaque para o avanço recente das pesquisas envolvendo sistemas híbridos solar-biomassa, agrivoltaicos e aproveitamento energético de resíduos agroindustriais.

O Brasil destacou-se como principal produtor científico da amostra, reflexo de sua elevada disponibilidade de biomassa residual e potencial solar estratégico. Entretanto, observou-se baixa colaboração científica internacional, indicando a necessidade de fortalecimento das redes globais de

cooperação e maior inserção da produção brasileira em ambientes internacionais de inovação tecnológica.

A análise temática revelou predominância de estudos voltados à eficiência energética e sustentabilidade ambiental, enquanto aspectos relacionados à governança, impactos sociais e indicadores ESG ainda permanecem subexplorados. Essa limitação evidencia um viés tecnocêntrico consolidado na literatura e reforça a necessidade de abordagens mais integradas e interdisciplinares capazes de contemplar dimensões econômicas, sociais, ambientais e institucionais da sustentabilidade energética.

Do ponto de vista tecnológico, verificou-se que a integração entre sistemas fotovoltaicos e bioenergia apresenta elevado potencial para reduzir emissões de gases de efeito estufa, ampliar a eficiência energética e fortalecer a economia circular na agroindústria. Nesse contexto, sistemas híbridos capazes de combinar geração elétrica, aproveitamento térmico e valorização de resíduos agrícolas surgem como alternativas promissoras para aumentar a competitividade e a resiliência energética do setor rural.

Por fim, conclui-se que o avanço sustentável da agroindústria depende não apenas da expansão das tecnologias renováveis, mas também do fortalecimento de políticas públicas, investimentos em pesquisa aplicada, cooperação científica internacional e incorporação efetiva de métricas ESG nos modelos energéticos futuros. Dessa forma, a integração entre energia solar e biomassa consolida-se como uma estratégia relevante para apoiar a transição energética e promover o desenvolvimento sustentável do agronegócio brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Universidade Aberta do Brasil (UAB) e à Universidade Federal de Mato Grosso – Campus Universitário de Várzea Grande, pelo apoio institucional, científico e acadêmico que contribuiu para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

Referências

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, v. 11, n. 4, p. 959–975, 2017. DOI: 10.1016/j.joi.2017.08.007.



BRASIL. *Plano Nacional de Energia 2050*. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2023.

BRITO, J. L. R.; MATAI, P. H. L. S.; SANTOS, M. R. Produção de etanol da cana-de-açúcar associada às práticas de ESG. *Brazilian Journal of Development*, v. 9, n. 10, p. 27949–27968, 2023. DOI: 10.34117/bjdv9n10-068.

CLARIVATE ANALYTICS. *Web of Science Core Collection*. Filadélfia, 2025. Disponível em: <https://www.webofscience.com>. Acesso em: 12 out. 2025.

ELSEVIER B.V. *Scopus*. Amsterdã, 2025. Disponível em: <https://www.scopus.com>. Acesso em: 12 out. 2025.

MORAES JÚNIOR, V. F. *Bioenergia sucroenergética: aspectos da sustentabilidade empresarial*. 2022. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022.

MORGAN, A. P.; RIBEIRO, L. T. Análise bibliométrica das pesquisas em energias renováveis no Brasil: tendências e perspectivas. *Revista Brasileira de Energia Sustentável*, v. 10, n. 2, p. 45–62, 2021.

PASSAS, I. Bibliometric analysis: the main steps. *Encyclopedia*, v. 4, n. 2, p. 1014–1025, 2024. DOI: 10.3390/encyclopedia4020065.

POSIT TEAM. *RStudio: Integrated Development Environment for R*. Boston: Posit PBC, 2025. Disponível em: <https://posit.co>. Acesso em: 12 out. 2025.

SILVA, R. A.; MOURA, C. F.; SANTOS, D. R. Produção científica em energia solar e bioenergia: uma análise bibliométrica. *Revista de Pesquisa em Energia e Meio Ambiente*, v. 15, n. 3, p. 101–118, 2022.