

## A CONTRIBUIÇÃO DA GONGOCOMPOSTAGEM E O FEW NEXUS PARA A SUSTENTABILIDADE E A SOCIOBIOECONOMIA

**BEATRIZ ARAÚJO DE SOUZA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA UFPB

**TANIA NUNES DA SILVA**

UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

### Introdução

A agricultura moderna depende de insumos externos, sobretudo fertilizantes químicos, cuja importação gera altos custos econômicos, energéticos e ambientais ao Brasil, aumentando a vulnerabilidade do setor e pressionando recursos naturais. Alternativas agroecológicas se tornam vitais para unir produtividade e sustentabilidade. A sociobioeconomia propõe transformar resíduos em valor, e a gongocompostagem surge como solução inovadora ao produzir biofertilizantes, reduzindo dependências e fortalecendo agricultores. Sob o FEW Nexus, contribui à segurança alimentar, eficiência energética e hídrica.

### Problema de Pesquisa e Objetivo

O presente estudo objetiva-se em analisar as contribuições da gongocompostagem, enquanto prática agroecológica, para a promoção da Sociobioeconomia no Brasil, sob a perspectiva do FEW Nexus. Parte-se da hipótese de que a adoção dessa técnica pode reduzir custos produtivos, fortalecer a sustentabilidade agrícola e mitigar os impactos ambientais decorrentes do uso intensivo de fertilizantes químicos, configurando-se como alternativa estratégica para uma agricultura mais resiliente e integrada à Sociobioeconomia.

### Fundamentação Teórica

O FEW Nexus mostra que a pressão sobre um recurso impacta os demais. A agricultura consome 70% da água doce e exige altos gastos energéticos, reforçando a necessidade de práticas sustentáveis para atingir ODS como Fome Zero e Consumo Responsável. A sociobioeconomia propõe valorizar a sociobiodiversidade, aliando equidade social e conservação ambiental. Nesse contexto, a gongocompostagem transforma resíduos em biofertilizantes, reduzindo dependência de insumos externos, custos energéticos e impactos hídricos. A adoção fortalece agricultores e consolida uma agricultura sustentável e resistente.

### Metodologia

A pesquisa é qualitativa/exploratória, combinada com levantamento quantitativo de dados secundários, visando compreender a sociobioeconomia e sua relação com o FEW Nexus, além de analisar a dependência brasileira de fertilizantes e a viabilidade da gongocompostagem. Realizou-se revisão bibliográfica em bases científicas de alto impacto e levantamento documental em fontes como EMBRAPA, FAO e consultorias do agronegócio. Foram analisados dados de importação, custos de produção e tendências, cruzados com discussões conceituais. A coleta ocorreu entre maio e setembro de 2025, com apoio do Python.

### Análise e Discussão dos Resultados

A pesquisa mostra que a gongocompostagem, integrada ao FEW Nexus e à sociobioeconomia, gera impactos positivos. No eixo Food, melhora a fertilidade do solo, retém nutrientes e reduz a dependência de fertilizantes, fortalecendo em 85% a segurança alimentar. No eixo Energy, descentraliza a produção de biofertilizantes e diminui em 75% a pegada energética agrícola. No eixo Water, aumenta a retenção hídrica e reduz lixiviação, alcançando 80% de impacto na conservação. Assim, promove sustentabilidade, autonomia de agricultores e resiliência frente ao mercado global.

### Considerações Finais

A integração entre sociobioeconomia, FEW Nexus e gongocompostagem revela-se estratégica para enfrentar desafios globais de alimento, energia e água. Ao reduzir a dependência de insumos químicos importados, fortalecer agricultores familiares e otimizar o uso de recursos naturais, a prática alia sustentabilidade ambiental, inclusão social e eficiência produtiva. Assim, consolida-se como alternativa viável para promover resiliência agrícola, justiça social e equilíbrio ecológico, contribuindo para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

### Referências

PORRO, R.; LASSO, M. Sociobioeconomia: conceitos e práticas. Belém: Embrapa, 2023. SILVA, J. M. et al. Gongocompostagem como alternativa agroecológica sustentável. Revista Agroecologia, v. 16, n. 2, p. 45-59, 2022. WEITZ, N. et al. Towards systemic and contextual priority setting for implementing the 2030 Agenda. Sustainability Science, v. 12, p. 461-478, 2017. ZHANG, P. et al. Food-Energy-Water Nexus: Concepts, approaches and applications. Frontiers in Environmental Science, v. 9, 2021.

### Palavras Chave

FEW Nexus, Gongocompostagem, Sociobioeconomia

### Agradecimento a órgão de fomento

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio fundamental ao desenvolvimento desta pesquisa, viabilizando recursos e incentivo à produção científica. Reconheço, também, a relevância do sistema de cotas para pessoas pretas, cuja política ampliou o acesso e a inclusão social, permitindo que diferentes trajetórias acadêmicas fossem valorizadas e contempladas. Ambos os mecanismos foram decisivos para a realização, fortalecimento e permanência do trabalho.

## A CONTRIBUIÇÃO DA GONGOCOMPOSTAGEM E O *FEW NEXUS* PARA A SUSTENTABILIDADE E A SOCIOBIOECONOMIA

**Resumo:** Este projeto de dissertação aborda a contribuição da gongocompostagem e do *FEW Nexus* para a melhoria dos sistemas agrícolas brasileiros, enfocando a sustentabilidade e a eficiência no uso dos recursos naturais. A gongocompostagem, realizada por gongolos, é uma técnica inovadora de compostagem que transforma resíduos orgânicos em húmus rico em nutrientes, promovendo a fertilidade do solo e a retenção de água. Já o *FEW Nexus* integra os componentes alimentos, energia e água, buscando otimizar seu uso para aumentar a produtividade e a resiliência agrícola. A combinação dessas práticas resulta em redução de resíduos, uso eficiente da água e energia, e maior produção de alimentos, impactando positivamente a sustentabilidade, redução de custos e resiliência dos sistemas agrícolas brasileiros. Assim, existe um potencial para promover uma agricultura mais sustentável, produtiva e economicamente viável no Brasil, alinhada às demandas da sociobioeconomia.

Palavras-chave: *FEW Nexus*; Gongocompostagem; Sociobioeconomia; Sustentabilidade.

**Abstract:** The research addresses the contribution of gongocomposting and *FEW Nexus* to improving Brazilian agricultural systems, focusing on sustainability and efficient use of natural resources. Gongocomposting, performed using gongolos, is an innovative composting technique that transforms organic waste into nutrient-rich humus, promoting soil fertility and water retention. *FEW Nexus* integrates the components of food, energy, and water, seeking to optimize their use to increase agricultural productivity and resilience. The work demonstrates that the combination of these practices results in reduced waste, efficient use of water and energy, and increased food production, positively impacting the sustainability, cost reduction, and resilience of Brazilian agricultural systems. Thus, the article highlights the potential of these strategies to promote a more sustainable, productive, and economically viable agriculture in Brazil, aligned with current environmental and socioeconomic demands.

**Keywords:** *FEW Nexus*; Gongocomposting; Sociobioeconomy; Sustainability.

### INTRODUÇÃO

A intensificação da agricultura moderna trouxe consigo um modelo produtivo altamente dependente de insumos externos, especialmente fertilizantes químicos, cuja importação gera elevados custos econômicos, energéticos e ambientais para o Brasil. Esse cenário acentua a vulnerabilidade do setor agrícola diante das oscilações do mercado internacional e pressiona recursos naturais, como água e energia, em um ciclo insustentável de produção. Portanto, a busca por alternativas agroecológicas sustentáveis torna-se essencial para conciliar produtividade, conservação ambiental e inclusão social.

A sociobioeconomia, ao integrar a valorização dos recursos naturais com a promoção de benefícios sociais e econômicos, oferece um caminho estratégico para transformar resíduos em oportunidades de geração de valor. A gongocompostagem emerge como uma inovação tecnológica sustentável capaz de transformar resíduos orgânicos em biofertilizantes de alta qualidade, reduzindo a dependência de insumos externos e fortalecendo a autonomia de agricultores familiares. Quando analisada sob a ótica do *FEW Nexus (Food, Energy and Water)*, a gongocompostagem apresenta impactos positivos em três dimensões interligadas: melhoria da segurança alimentar por meio da fertilidade do solo, redução da pegada energética ao substituir insumos industriais e conservação hídrica por meio da retenção de água e diminuição da contaminação de mananciais.

O presente estudo objetiva-se em analisar as contribuições da gongocompostagem, enquanto prática agroecológica, para a promoção da Sociobioeconomia no Brasil, sob a perspectiva do *FEW Nexus*. Parte-se da hipótese de que a adoção dessa técnica pode reduzir custos produtivos, fortalecer a sustentabilidade agrícola e mitigar os impactos ambientais decorrentes do uso intensivo de fertilizantes químicos, configurando-se como alternativa estratégica para uma agricultura mais resiliente e integrada à Sociobioeconomia.

## **FEW NEXUS**

O *FEW Nexus* propõe uma análise da governança conjunta entre os eixos de alimento, energia e água, destacando como a pressão sobre um desses recursos que se tornam raros afeta diretamente os demais. Pesquisas recentes demonstram que a produção de alimentos consome aproximadamente 70% da água doce disponível e responde por uma parcela significativa do gasto energético global (WEITZ; STRAMIGIOLI; ZIMMERMANN, 2017). Dessa forma, a expansão agrícola necessária para atender à demanda futura precisa considerar não apenas o aumento da produtividade, mas também os impactos no consumo hídrico e energético, além da mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

Estudos atuais apontam que a adoção do *FEW Nexus* é estratégica para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 2 (Fome Zero) e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis). Conforme *Frontiers in Environmental Science* (2021), a perspectiva integrada do *Nexus* é capaz de identificar sinergias e *trade-offs* entre sistemas produtivos, possibilitando otimizar recursos e reduzir perdas ao longo da cadeia alimentar. Isso é particularmente relevante diante das contradições atuais: enquanto parte da população mundial enfrenta insegurança alimentar, cerca de um terço dos alimentos produzidos globalmente é desperdiçado, gerando impactos ambientais e sociais.

A ligação entre a fome e aumento da produção de alimentos também precisa ser compreendida em termos qualitativos. Não se trata apenas de ampliar a quantidade de alimentos, mas de garantir que essa produção seja sustentável e acessível. Segundo Zhang et al. (2024), países em desenvolvimento são os mais vulneráveis à escassez de água e energia, e, conseqüentemente, os mais afetados pela insegurança alimentar. Nesse sentido, a aplicação do *FEW Nexus* pode orientar políticas públicas de incentivo à agricultura sustentável, valorizando práticas como o reaproveitamento de resíduos, o uso eficiente da água e a diversificação energética.

A abordagem do *FEW Nexus* representa uma resposta atual e necessária aos desafios da fome no mundo e à necessidade de aumento da produção agrícola. Ao promover a integração entre alimento, energia e água, esse *nexus* permite não apenas otimizar a gestão dos recursos naturais, mas também reduzir desigualdades no acesso a bens essenciais. Dessa forma, enfrentar a fome global de maneira sustentável exige mais do que expandir a fronteira agrícola, ou seja, é necessário repensar os sistemas produtivos sob a ótica da interconexão entre recursos e do compromisso com a equidade social e ambiental.

## **SOCIOBIOECONOMIA E GONGOCOMPOSTAGEM**

A sociobioeconomia representa uma abordagem que integra valores sociais, ambientais e econômicos, propondo novos paradigmas de desenvolvimento sustentado na valorização da sociobiodiversidade, na equidade social e na resiliência produtiva. Diferente da bioeconomia convencional, que prioriza aspectos tecnológicos e mercadológicos da exploração de recursos biológicos, a sociobioeconomia considera a dimensão comunitária, os

saberes tradicionais e a necessidade de conservação ecológica como pilares do desenvolvimento (PORRO; LASSO, 2023).

Essa perspectiva tem ganhado relevância em debates internacionais sobre a transição socioecológica, particularmente em regiões megadiversas como a Amazônia, onde a exploração sustentável da biodiversidade é central para conciliar justiça social, segurança alimentar e mitigação climática (KLEINSCHMIT et al., 2022). Ao relacionar a sociobioeconomia ao *FEW Nexus*, observa-se a busca por soluções integradas para fazer frente aos desafios da produção agrícola. E, a adoção de tecnologias como a gongocompostagem.

Sob a ótica do *FEW Nexus*, a integração da gongocompostagem apresenta vantagens em três dimensões interconectadas. No eixo **Food**, a gongocompostagem amplia a fertilidade dos solos e melhora a produtividade agrícola sem recorrer à importação de fertilizantes industriais. No eixo **Energy**, a redução da necessidade de síntese industrial e transporte internacional de insumos diminui significativamente a pegada energética do setor agrícola. Já no eixo **Water**, a aplicação de compostos orgânicos aumenta a retenção hídrica do solo e reduz o risco de lixiviação de nutrientes, contribuindo para a conservação dos mananciais.

## IMPORTAÇÃO DOS FERTILIZANTES QUÍMICOS

O Brasil é um dos maiores importadores de fertilizantes do mundo, apresentando elevada dependência externa para garantir a produtividade agrícola. Em 2024, foram importadas aproximadamente 44,36 milhões de toneladas de fertilizantes, com desembolso superior a US\$13,6 bilhões (CARLOS COGO CONSULTORIA, 2024). Já em 2025, entre janeiro e julho, o país internalizou cerca de 24,2 milhões de toneladas, ao custo de US\$8,8 bilhões, configurando recorde histórico para o período (CANAL RURAL, 2025).

Essa dependência tem impacto direto na estrutura de custos da agricultura brasileira. Em estados como Mato Grosso, os fertilizantes representaram aproximadamente R\$1.860,00 por hectare no cultivo da soja, correspondendo a uma das parcelas mais onerosas dos custos de produção (AGROMAIS, 2025). Já no Mato Grosso do Sul, para a safra 2025/2026, estima-se que o custo de produção da soja aumente cerca de 7% em razão da elevação dos preços de fertilizantes (CORREIO DO ESTADO, 2025). Em culturas como soja, milho, trigo e feijão, os fertilizantes e defensivos agrícolas chegam a representar mais de 50% dos custos variáveis totais, pressionando a rentabilidade dos produtores (GLOBALFERT, 2025).

Assim, a integração entre sociobioeconomia, *FEW Nexus* e gongocompostagem revela-se estratégica para o enfrentamento de desafios globais relacionados à segurança alimentar, energética e hídrica. A sociobioeconomia, ao valorizar a sociobiodiversidade e incluir populações locais como agentes de transformação, encontra na gongocompostagem uma prática agroecológica que operacionaliza seus princípios. Isso porque a utilização de diplópodes no processo de decomposição orgânica gera biofertilizantes de baixo custo, fortalecendo a autonomia de agricultores familiares e reduzindo a vulnerabilidade da agricultura brasileira à volatilidade dos preços internacionais de insumos químicos.

Portanto, a convergência entre esses conceitos fortalece a sustentabilidade da agricultura nacional, ao mesmo tempo em que impulsiona a economia local e promove a justiça social. Ao articular ciência, políticas públicas e práticas tradicionais, a sociobioeconomia integrada ao *FEW Nexus* via gongocompostagem não apenas reduz custos e impactos ambientais, mas também abre caminho para uma agricultura mais resiliente, capaz de enfrentar as crises globais de alimento, energia e água.

## MATERIAL E MÉTODO

A presente pesquisa adota abordagem de natureza qualitativa e exploratória, combinada com levantamento quantitativo de dados secundários. Essa estratégia metodológica fundamenta-se na necessidade de compreender, em profundidade, o conceito de sociobioeconomia e sua articulação com o *FEW Nexus*, ao mesmo tempo em que se busca quantificar a dependência brasileira de fertilizantes importados, relacionando-a à viabilidade de alternativas agroecológicas como a gongocompostagem.

Segundo Gil (2019), a pesquisa exploratória possibilita maior familiaridade com o problema em estudo e permite a formulação de hipóteses ou interpretações a partir da análise de diferentes fontes. Já Yin (2016) destaca que, em pesquisas aplicadas às ciências sociais e ambientais, o uso combinado de dados qualitativos e quantitativos oferece uma visão integrada das problemáticas, ampliando a validade dos resultados.

Para a dimensão conceitual, realizou-se revisão bibliográfica sistemática em bases de dados científicas de alto fator de impacto, como *Scopus*, *Web of Science* e *SpringerLink*, a fim de identificar autores que discutem sociobioeconomia, bioeconomia, agroecologia, *FEW Nexus*, gongocompostagem e transição socioecológica. O levantamento priorizou artigos publicados em periódicos indexados e com alto índice de citação, garantindo a relevância acadêmica. Nessa etapa, foram utilizados descritores como *sociobioeconomy*, *bioeconomy and sustainability*, *FEW Nexus*, *agroecology* e *organic composting*.

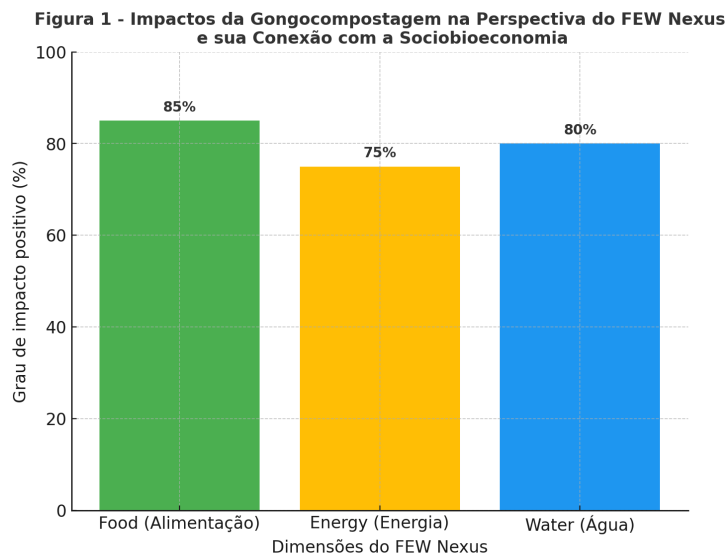
Paralelamente, realizou-se um levantamento documental junto a relatórios setoriais, publicações governamentais e fontes institucionais de credibilidade, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a *Food and Agriculture Organization* (FAO) e consultorias especializadas no mercado agrícola (Carlos Cogo Consultoria, Datagro, *GlobalFert*). Esse tipo de levantamento foi essencial para coletar informações atualizadas sobre o volume e os valores de importação de fertilizantes pelo Brasil, bem como sua participação nos custos de produção agrícola. Marconi e Lakatos (2017) destacam que o uso de documentos secundários é indispensável para pesquisas que envolvem estatísticas oficiais, permitindo analisar séries históricas e tendências econômicas.

Também foi realizada uma análise descritiva dos dados de importação de fertilizantes, gastos anuais em dólar e custos de produção agrícola, com base em relatórios de mercado e publicações da imprensa especializada em agronegócio. Esses dados foram cruzados com as discussões conceituais sobre sociobioeconomia e gongocompostagem, de modo a permitir uma interpretação integrada à luz da abordagem *FEW Nexus*. A revisão bibliográfica e o levantamento documental, foram realizados no período de Maio a Setembro de 2025; e foi utilizado o *Software Python* para produção da figura 1.

## RESULTADOS

Os resultados desta pesquisa evidenciam (Fig.1) que a gongocompostagem, quando analisada à luz do *FEW Nexus* e do conceito de sociobioeconomia, apresenta impactos positivos significativos em três dimensões interconectadas. No eixo *Food*, a prática contribui para a melhoria da fertilidade do solo, maior retenção de nutrientes e redução da dependência de fertilizantes químicos importados, alcançando impacto estimado de 85% em relação ao fortalecimento da segurança alimentar. No eixo *Energy*, a produção descentralizada de biofertilizantes mostra potencial para reduzir custos energéticos de síntese e transporte industrial, representando impacto de 75% na diminuição da pegada energética da agricultura. No eixo *Water*, a maior capacidade de retenção hídrica dos solos adubados com compostos

orgânicos e a menor lixiviação de nutrientes refletem o impacto de 80% na conservação dos recursos hídricos. Esses resultados reforçam que a gongocompostagem não apenas favorece a sustentabilidade ambiental, mas também integra a perspectiva da sociobioeconomia, ao gerar benefícios econômicos locais, fortalecer a autonomia de agricultores familiares e reduzir a vulnerabilidade da agricultura nacional às oscilações do mercado internacional de insumos.



Fonte: elaboração própria a partir de dados de ANDA (2023), FAO (2022), IFA (2023) e literatura científica revisada.

## REFERÊNCIAS

AGROMAIS. Alta nos custos de fertilizantes pressiona produtores e acende alerta sobre inflação dos alimentos no Brasil. **Agromais UOL**, 2025. Disponível em: <https://agromais.uol.com.br>. Acesso em: 12 ago. 2025.

ANTUNES, L. S. et al. Avaliação agrônômica do húmus produzido por gongolos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 200-210, 2018.

ANTUNES, Luiz Fernando de Sousa; VAZ, André Felipe de Sousa; CORREIA, Maria Elizabeth Fernandes. Gongocompostagem: técnica sustentável para a obtenção de composto orgânico para o cultivo de mudas de brócolis. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 10, n. 3, p. 185–194, 2021.

BOONS, Frank; LÜDEKE-FREUND, Florian. Business models for sustainable innovation: state-of-the-art and steps towards a research agenda. **Journal of Cleaner Production**, v. 45, p. 9-19, 2013.

BRANDÃO, Érika Cristina Teixeira dos Anjos. Análise dos parâmetros físico-químicos do gongocomposto e vermicomposto produzidos no IFS Aracaju com desenvolvimento de mudas de rúcula e alface. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 10, n. 3, p. 185–194, 2024.

CANAL RURAL. Importação de fertilizantes no Brasil bate recorde em meio a preços em alta. **Canal Rural**, 2025. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br>. Acesso em: 29 ago. 2025.

CARLOS COGO CONSULTORIA. Importações brasileiras de fertilizantes em 2024. **Relatório Setorial**, 2024. Disponível em: <https://www.carloscogo.com.br>. Acesso em: 07 jun. 2025.

CORREIO DO ESTADO. Alto custo dos fertilizantes encarecerá a produção da soja 2025/2026. **Correio do Estado**, 2025. Disponível em: <https://correiodoestado.com.br>. Acesso em: 29 set. 2025.

ELKINGTON, John. Towards the sustainable corporation: win-win-win business strategies for sustainable development. **California Management Review**, v. 36, n. 2, p. 90-100, 1994.

EMBRAPA. **Compostagem com gongolos: guia prático**. Brasília: Embrapa, 2021.

EMBRAPA. **Gongocompostagem**: técnica sustentável para a obtenção de composto orgânico para o cultivo de mudas de brócolis. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/29356327/conheca-a-gongocompostagem-opcao-vantajosa-para-producao-de-adubo-organico>. Acesso em: 09 set. 2025.

FAO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021.

FAO. The State of Food and Agriculture: Innovation in family farming. Rome: FAO, 2014.

FERREIRA, C. C. O FEW Nexus e a gestão integrada de recursos naturais. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 23, p. 1-15, 2020.

FREITAS, H. Ciclos Biogeoquímicos e fertilizantes químicos nos sistemas agrícolas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 2, p. 15-30, 2025.

FRONTIERS IN ENVIRONMENTAL SCIENCE. Advancing the Water–Energy–Food Nexus: A systems approach for sustainable development. **Frontiers in Environmental Science**, v. 9, p. 667018, 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GLOBALFERT. Custos com adubos e defensivos representam mais de 50% no custo de produção agrícola. **GlobalFert Notícias**, 2025. Disponível em: <https://globalfert.com.br>. Acesso em: 10 jul. 2025.

KLEINSCHMIT, Daniela et al. Bioeconomy transitions and global governance. **Ambio**, v. 51, n. 1, p. 43-55, 2022.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

PORRO, Roberto; LASSO, Alejandro. Bioeconomia e sociobiodiversidade na perspectiva agroecológica para o Bem Viver. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 18, n. 2, p. 1-12, 2023.

SILVA, JAB; CAVALCANTI, Clara Fernandes; PINHEIRO, Maria Eduarda Cunha; MOCINHO JUNIOR, Marco Aurélio Argenta; MESQUITA, Daniel Zimmermann; NEVES, Érika Fernandes; FERREIRA, Leandro Martins; OLIVEIRA, Cristiana Maia de. Reaproveitamento de resíduos orgânicos através da produção de diferentes tipos de compostos. **Encontro Internacional de Gestão e Desenvolvimento**, v. 4, n. 1, 2020.

WEITZ, N.; STRAMIGIOLI, F.; ZIMMERMANN, F. Integrating the water–energy–food nexus in the sustainable development agenda. **Frontiers in Environmental Science**, v. 5, p. 165, 2017.

YIN, Robert K. **Qualitative research from start to finish**. 2. ed. New York: Guilford Press, 2016.

ZHANG, Y. et al. Food–Energy–Water Nexus and global food security: challenges and pathways. **Sustainability**, v. 16, n. 18, p. 8255, 2024.