

TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL NO CAMPO: UMA PERSPECTIVA SOBRE OS DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE BIODIGESTORES EM TOMÉ-AÇU – PA – AMAZÔNIA

SUSTAINABLE TECHNOLOGY IN THE FIELD: A PERSPECTIVE ON THE CHALLENGES FOR IMPLEMENTING BIODIGESTERS IN TOMÉ-AÇU – PA - AMAZON

Lucas Coutinho dos Santos¹
Rita de Kássya Santos Brito²
Davi Nathan Barbosa³
José Izidoro Damasceno Neto⁴
Maicon Gomes de Oliveira⁵
Liliane Ferreira do Rosário⁶
Jemilson Costa Moreira⁷

Área Temática 05: (Meio ambiente, Mudanças climáticas e Sustentabilidade)
Modalidade: Artigo Científico

Resumo

Diante dos constantes desafios impostos pelos eventos oriundos das mudanças climáticas e pela má gestão de resíduos orgânicos que podem ser reaproveitados, este estudo investigou os obstáculos enfrentados pelos pequenos produtores de zonas rurais do município de Tomé-Açu – PA na adoção de biodigestores como uma alternativa sustentável para gerar bioenergia e biofertilizante. O objetivo foi compreender o nível de conhecimento, interesse e as barreiras financeiras, técnicas e de informações que dificultam a implementação dessa tecnologia. A metodologia adotada foi a qualitativa, com aplicação de questionário semiestruturado a dez agricultores com diferentes perfis produtivos, com propriedades que variam entre 0,5 a 100 hectares. Os dados foram analisados de forma descritiva e categorizados em informações gerais, conhecimento técnico, interesses, desafios e conclusão. Os resultados mostraram que 80% dos entrevistados já ouviram falar sobre os biodigestores, mas a maioria possui pouco conhecimento a respeito. Apenas 20% informaram já ter visualizado algum modelo em funcionamento. Metade dos entrevistados demonstrou interesse direto em utilizar esse sistema, enquanto a outra metade manifestou interesse, porém, com ressalvas. Os principais obstáculos observados foram o alto custo inicial, a falta de apoio técnico, dúvidas sobre viabilidade e a ausência de conhecimento sobre os meios de financiamento. Ainda assim, todos os participantes afirmam que desejam receber mais informações sobre o tema, o que evidencia a participação potencial dos produtores, caso haja políticas públicas eficazes e assistência técnica contínua, além de programas de incentivo financeiro palpáveis. Conclui-se que a propagação dos biodigestores depende de fortalecer as ações de extensão e de capacitação com compromisso, principalmente voltada para agricultores familiares e famílias de baixa renda, viabilizando a transição para a agricultura limpa e sustentável.

¹ UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA; gerencia.acd.ta@ufra.edu.br

Palavras-Chave: Biodigestores, Sustentabilidade, Tecnologia, Agricultura Familiar, Energia Renovável

Abstract

Given the constant challenges posed by events arising from climate change and the poor management of organic waste that can be reused, this study investigated the obstacles faced by small farmers in rural areas of the municipality of Tomé-Açu, Pará, in adopting biodigesters as a sustainable alternative for generating bioenergy and biofertilizer. The objective was to understand the level of knowledge, interest, and financial, technical, and information barriers that hinder the implementation of this technology. The methodology adopted was qualitative, with a semi-structured questionnaire being applied to ten farmers with different production profiles, with properties ranging from 0.5 to 100 hectares. The data were analyzed descriptively and categorized into general information, technical knowledge, interests, challenges, and conclusion. The results showed that 80% of the interviewees had heard about biodigesters, but most had little knowledge about them. Only 20% reported having seen a model in operation. Half of the interviewees showed direct interest in using this system, while the other half expressed interest, but with reservations. The main obstacles observed were the high initial cost, lack of technical support, doubts about feasibility and lack of knowledge about financing options. Nevertheless, all participants stated that they would like to receive more information on the subject, which highlights the potential participation of producers, if there are effective public policies and ongoing technical assistance, in addition to tangible financial incentive programs. It is concluded that the spread of biodigesters depends on strengthening extension and training actions with commitment, mainly aimed at family farmers and low-income families, enabling the transition to clean and sustainable agriculture.

Key words: Biodigesters, Sustainability, Technology, Family Farming, Renewable Energy

1. Introdução

Com a atual crise climática enfrentada mundialmente, surge a necessidade de desenvolver ou aprimorar tecnologias capazes de mitigar os impactos dos fenômenos causadores desse evento. Ciente dessa realidade e com enfoque nos resíduos gerados de atividades humanas, aceita-se que a destinação incorreta desses resíduos é um dos principais problemas enfrentados, pois, seu descarte de maneira inadequada pode causar a poluição de recursos naturais, além da emissão de gases do efeito estufa (GEE), que têm contribuição significativa para o aquecimento do globo terrestre.

De Menezes et. al. 2023 aponta em sua investigação que o uso de Biodigestores tem uma variedade de benefícios ao meio ambiente, principalmente no que se trata da emissão de GEE. Tendo em vista a atual realidade e as necessidades que a cercam, os biodigestores podem ter participação ativa para a destinação da grande maioria dos resíduos de atividades agrícolas, industriais ou domésticas que não possuem destino final adequado para seu despojamento, propiciando ainda o bom cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). De acordo com a Embrapa, um biodigestor é um reator que, com suas condições sob controle, permite a ocorrência de processos biológicos que geram um o Biogás. Esse método pode contribuir economicamente com famílias de baixa renda, reduzindo os gastos com gás de

cozinha e propiciando qualidade de vida, ao eliminar possíveis ambientes propícios a vírus e bactérias.

CANALRURAL (2017) aponta uma redução significativa nos custos mensais em uma propriedade rural após aderir ao uso da biodigestão, contudo, afirma que os gastos iniciais para investir em um biodigestor de grande porte não são baratos, chegando até um milhão de reais no caso analisado. Em uma análise realizada por Arruda, 2024 afirma-se que os biodigestores de pequeno porte não se mostraram economicamente viável sem apoio financeiro, mas exaltou suas qualidades, citando o apoio governamental como uma ferramenta extremamente importante para que essa tecnologia seja realmente viável. O que revela o acesso a financiamento como um dos fatores principais para a dissipação dessa inovação sustentável.

Um estudo realizado por Salzer, et. al. 2024 concluiu que os biodigestores possuem viabilidade econômica, social e ecológica, comprovando a aptidão para disseminação dessa tecnologia. Portanto, para disseminar esse instrumento é necessário que seja propiciado o fácil acesso à informação sobre o seu funcionamento e sobre o ingresso em incentivos financeiros que permitem a sua implantação. De Moura Lampert, et. al. 2021 Apresenta um guia para o recebimento de financiamento voltado para a implantação de biodigestores, sobretudo para famílias com baixa renda, o que contribui de forma assídua para consolidar essa tecnologia de forma igualitária.

Existem diversos tipos de biodigestores eficientes, em sua pesquisa Silva, et. al. 2024 mostra que capacitar a população para construir seus próprios instrumentos de biodigestão de pequeno porte, a partir de materiais que poder ser reutilizados, também têm eficácia para a produção de energia limpa e sustentável. Para tal, faz-se necessário que haja apoio técnico a famílias tanto da zona rural quanto da zona urbana, indicando os cuidados a serem tomados para produzir biogás, além da manutenção dos biodigestores.

O enfoque em tecnologias sustentáveis palpáveis deve ser tratado como prioridade para a mitigação dos eventos climáticos extremos. Para que essa demanda seja atendida com sucesso, seguir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) torna-se de extrema importância e tecnologias como o biodigestor, podem aparecer como instrumentos imprescindíveis para tal, contribuindo para frear o aquecimento global, principalmente se os planos traçados para desenvolver essas técnicas forem executados com compromisso. Com isso, o presente estudo visa revelar os fatos quanto aos desafios enfrentados por pequenos agricultores acerca da utilização desse método de agricultura sustentável. A Discussão se fortalece ainda mais, visto

que a cidade de Tomé-Açu está imersa na região que sediará a Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (COP30).

2. Metodologia

A pesquisa foi conduzida a partir da seleção de dez produtores rurais com diferentes atividades agrícolas e idades que variam de 21 a 58 anos; o critério para a escolha foi a disponibilidade dos produtores para discutir a importância, viabilidade e interesse na implementação de biodigestores em suas propriedades. Foi garantido o consentimento informado de todos os participantes antes da aplicação do questionário. Os agricultores foram informados sobre os objetivos da pesquisa, a confidencialidade das respostas e o uso exclusivo dos dados para fins acadêmicos. Além do nome e idade, nenhuma outra informação pessoal foi coletada, e as respostas foram tratadas de maneira anônima.

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário semiestruturado, sendo aplicado de forma online, por meio da plataforma Google Forms. Foi oferecido aos entrevistados todo o suporte necessário para o preenchimento do formulário. Além disso, os questionamentos realizados foram de fácil compreensão e leitura curta. Todos os entrevistados habitam a zona rural do município de Tomé-Açu – PA e possuem plantios diversos, sendo Hortaliças hidropônicas, Horticultura convencional, Pimenta-do-reino, Fruticultura, Plantas consorciadas, monocultura, Cacau, Açaí, Pitaia, Maracujá e Mudas para plantio, o que nos permitiu acessar informações alternadas, visto que cada produção gera um tipo de resíduo que pode gerar bioenergia.

Os dados foram processados de forma qualitativa e descritiva, utilizando-se de gráficos gerados pela plataforma Google Forms. As respostas obtidas foram agrupadas por categorias de interesse, sendo: Informações gerais, conhecimento técnico, interesses e pretensões, barreiras e desafios e a pergunta conclusiva. Essas respostas foram analisadas para identificar padrões nas perspectivas dos produtores sobre os biodigestores. A variação nas respostas encontradas pode representar a realidade de grande parte da comunidade rural no município de Tomé-Açu e o presente estudo visa contribuir para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis de fácil acesso para a comunidade em geral.

3. Resultados/Discussões

3.1 Informações gerais obtidas sobre o perfil dos proprietários

| | Entrevistados | Perguntas e respostas | | | |
|---|---------------|-----------------------|--|---|--|
| | | 2.Idade | 3.Localização da Propriedade (Cidade/Estado) | 4.Tipo de produção na propriedade | 5.Tamanho da propriedade (em hectares) |
| Bloco 01: Informações Gerais | Produtor 01 | 22 | Tomé Açú / PA | Hortalças Hidropônicas, pimenta do reino | 0,5 |
| | Produtor 02 | 23 | Tomé-Açú | Consórcio e monocultura | 12 |
| | Produtor 03 | 33 | Ramal Anoera | Cacau, açaí, pimenta, produção de mudas, e outras | 53 |
| | Produtor 04 | 29 | Tomé-Açú - Pará | Fruticultura | 100 |
| | Produtor 05 | 21 | Tomé-Açú, Pará | Pimenta-do-reino, Açaí Cacau, Maracujá | 15 |
| | Produtor 06 | 49 | Tomé Açú-Pará | Subsistência | 15 |
| | Produtor 07 | 24 | Tomé-Açú/PA | Coentro, alface, jambu, couve, cebolinha e limão | 7 |
| | Produtor 08 | 34 | Tropicalha, Tomé-Açú / Pará | pimenta do reino, mandioca, feijão | 21 |
| | Produtor 09 | 58 | Tomé Açú/ Pará, água branca | pimenta do reino, pitaia | 2,5 |

| | | | | | |
|--|-------------|----|-----------------------------|--|---|
| | Produtor 10 | 55 | Água branca, Tomé Açú/ Pará | maracujá, cacau, cupuaçu, castanha de caju) de forma Sazonal | 1 |
|--|-------------|----|-----------------------------|--|---|

Tabela 1: Informações gerais (perfil) dos entrevistados

No bloco de perguntas com informações gerais, sendo a primeira anônima por conter o nome completo dos proprietários, a partir da segunda pergunta mostrada na tabela ACIMA, temos que a idade entre os produtores rurais tem uma média de 34 anos, com a menor sendo 21 e a maior de 58 anos de idade.

Na pergunta 03 pode ser visto que o trabalho apresenta ter majoritariamente 100% de propriedades analisadas na região de Tomé-Açu no estado do Pará. Isso indica o recorte geográfico concentrado da pesquisa.

Em relação à terceira pergunta pode ser visto uma predominância de diversidade entre as culturas como hortaliças hidropônicas, cacau, pimenta-do-reino, açaí, mandioca, feijão, e até mesmo produção de mudas, o que demonstra uma maior disponibilidade de resíduos com ótimo potencial para utilizar no biodigestor, de acordo com Soares et al. (2024) em um estudo da Embrapa Agroenergia.

O tamanho das propriedades varia de 0,5 hectares à 100 hectares, apresentando uma heterogeneidade significativa na geografia territorial. Isso significa que há potencial para avanços tecnológicos e sustentáveis tanto para o público de pequenos quanto para médios produtores.

3.2 Dos conhecimentos sobre os biodigestores

| Bloco 02: Conhecimento Técnico | Entrevistados | Perguntas e respostas | | | |
|-----------------------------------|---------------|---|--|--|--|
| | | 6.Você já ouviu falar em Biodigestores? | 7.Se sim, como você descreveria sua compreensão sobre o funcionamento de um Biodigestor? | 8.Você já viu ou conhece alguém que utiliza o Biodigestor? | 9.Se sim, poderia compartilhar essa experiência? |

| | | | | |
|-------------|-----|---|-----|---|
| Produtor 01 | SIM | Sistema de fonte de energia renovável, através da decomposição de esterco bovino e etc. | NÃO | NÃO |
| Produtor 02 | SIM | Entendo sobre o funcionamento na teoria. | NÃO | NÃO |
| Produtor 03 | SIM | É uma tecnologia utilizada para tratamento dejetos animais ou humanos, com a finalidade de transformar em gás, no processo de decomposição! | NÃO | NÃO |
| Produtor 04 | SIM | São mais utilizados e divulgados em propriedades voltadas para criação de animais, uma alternativa para os dejetos produzidos | NÃO | NÃO |
| Produtor 05 | SIM | Não sei | NÃO | NÃO |
| Produtor 06 | SIM | Superficial | NÃO | NÃO |
| Produtor 07 | NÃO | Não ouvir falar | NÃO | NÃO |
| Produtor 08 | SIM | É um local fechado, pode ser um tambor, que a gente põe esterco pra fermentar e produzir adubo | SIM | na associação, os técnicos ensinaram como faz |

| | | | | | |
|--|-------------|-----|--|-----|--|
| | Produtor 09 | SIM | É um recipiente vedado, onde a gente põe resíduos pra fermentar, aí gera gás (não sei nem como usar) e gera líquido que eu poso por nas plantas. | SIM | sim, na associação eles ensinaram a fazer um caseiro com barril de plástico. |
| | Produtor 10 | NÃO | não conheço | NÃO | NÃO |

Tabela 2: Conhecimento técnico dos produtores

80% dos proprietários já ouviram falar sobre biodigestores. No entanto, as respostas sobre a compreensão do funcionamento do sistema do biodigestor variam bastante, algumas se mostraram superficiais, enquanto outras se mostraram um pouco mais aprofundadas, já outras não souberam falar como funciona.

Somente 20% desses produtores relataram conhecer alguém que já utilizou o sistema. Os mesmos relataram ter conhecido o sistema por meio de evento em associações no qual foi exibido e construído modelos caseiros com barris de plástico. Para que haja eficácia dos biodigestores, é essencial que haja um acompanhamento técnico durante todo o processo e também na manutenção do sistema, trazendo à tona que o conhecimento dos produtores se torna tão necessário quanto a matéria-prima e financiamento, em concordância com Herculano (2016).

3.3 Interesses e pretensões

| Bloco 03: Interesses e pretensões | Entrevistados | Perguntas e respostas | | | | |
|--------------------------------------|---------------|---|--|---|--|--|
| | | 10.Você teria interesse de implementar um Biodigestor em sua propriedade? | 11.Se não ou talvez, qual a sua preocupação? | 12.Quais benefícios você acredita que um biodigestor poderia trazer para a sua propriedade? | 13.Você já considerou o uso de resíduos orgânicos para outras finalidades? | 14.Se sim, quais resíduos você gostaria de tratar? |
| | Produtor 01 | TALVEZ | Não ter a matéria suficiente pra produção de energia | Economia no gás | NÃO | Não possui na propriedade |

| | | | | | |
|-------------|--------|--|---|-----|---|
| Produtor 02 | SIM | N/A | Além de evitar acúmulo de resíduos que trazem pragas consigo um biofertilizante que traz economia e sustentabilidade para a minha propriedade | SIM | De todas as produções da minha propriedade |
| Produtor 03 | SIM | Sim | Um dos principais e a não contaminação do meio ambiente, é outro e a transformação produtos que seriam descartados, a maioria das vezes de forma irregular em adubos ou até mesmo em biogás | SIM | Um dos principais seria a fossa do banheiro |
| Produtor 04 | TALVEZ | Não conseguir manter, ou mesmo manutenções futuras | Um destino para possíveis resíduos, apesar de uma boa parte já ser reutilizado na própria agricultura | NÃO | Sem resposta |
| Produtor 05 | TALVEZ | Não sei ao certo o funcionamento | Aproveitamento de resíduos | NÃO | Resíduos vegetais |
| Produtor 06 | SIM | A resposta foi sim | Redução nos custos com gás de cozinha e melhor aproveitamento de resíduos orgânicos | SIM | Caroço de açaí e cacho vazio de dendê |
| Produtor 07 | SIM | Respondi sim | Traria uma maior economia no gás de cozinha e teria o aproveitamento dos resíduos orgânicos | NÃO | Respondi não |

| | | | | | | |
|--|-------------|--------|--|--|-----|--|
| | Produtor 08 | SIM | Sim | eu posso economizar com os adubos foliares | SIM | usamos um os de minhoca, esterco, usamos fertpeixe |
| | Produtor 09 | TALVEZ | Talvez, tenho medo de não saber como usar | eu posso fazer meu próprio fertilizante | SIM | uso esterco, no pé das plantas |
| | Produtor 10 | TALVEZ | Tenho medo de não ter matéria orgânica o suficiente para o funcionamento | fertilizantes orgânicos | SIM | Já faço uso de esterco bovino nas plantas |

Tabela 3: Interesses e pretensões dos entrevistados em vista a adesão do biodigestor para suas propriedades

Partindo para o bloco de perguntas sobre interesses e pretensões, a primeira pergunta se mostra com 50% de proprietários confirmando que tem interesse em implantar o sistema, e a outra metade se revela em um cenário de abertura respondendo “Talvez”. Suas principais preocupações e dúvidas manifestadas são não ter matéria suficiente e não ter conhecimento suficiente sobre o manejo e manutenção do sistema. Isso ressalta o quanto o conhecimento precisa ser levado aos produtores para haver sucesso na introdução dessa tecnologia no meio rural.

Por outra perspectiva, é evidenciado que os benefícios do biodigestor são muito reconhecidos pelos produtores. Se destaca respostas como: economia no gás de cozinha, produção de fertilizantes naturais, melhor aproveitamento de resíduos orgânicos, aporte para a sustentabilidade e controle de pragas na propriedade e diminuição na contaminação do solo. Conforme Chiarello, Mauad e Dublin (2023) os agricultores reconhecem que a aplicação do sistema sustentável de biodigestores irá diminuir a necessidade de aquisição do gás de cozinha e proporcionar adubo orgânico para a propriedade, revelando vantagens econômicas e ambientais significativas.

3.4 Barreiras e Desafios

| | Entrevistados | Perguntas e respostas | | | |
|---------------------------------------|---------------|---|---|--------------------|--|
| | | 15. Quais os principais desafios você enfrenta se pensar em instalar um Biodigestor? | 16. Você conhece possíveis financiamentos ou incentivos que poderiam ajudar na instalação de Biodigestores? | 17. Se sim, quais? | 18. Qual seria o principal fator de decisão para optar ou não pela instalação de um Biodigestor? |
| Bloco 04: Barreiras e desafios | Produtor 02 | Falta de matéria prima pra geração de gás | NÃO | Nenhum | Viabilidade do serviço |
| | Produtor 03 | Terminar e conseguir manejar | NÃO | N/A | Capital |
| | Produtor 04 | Recurso e conhecimento | NÃO | Não conheço | Transformar os dejetos em adubos e também não contaminar o meio ambiente |
| | Produtor 05 | Possíveis manutenções futuras | NÃO | Sem resposta | Talvez um benefício que fosse significativo para a propriedade |
| | Produtor 06 | Talvez custo | NÃO | Não sei | Talvez custo |
| | Produtor 07 | Custos elevados | NÃO | A resposta é não | Incentivo financeiro |
| | Produtor 08 | A assistência técnica, para ter as devidos reparos se em algum momento vir a ter um dono. | NÃO | Não conheço | Conhecer o funcionamento e saber fazer manutenção nele |
| | Produtor 09 | estamos nos organizando ainda, aumentando a quantidade de galinhas pra gerar esterco de ave | NÃO | NÃO | ainda tenho poucos animais, porém estamos aumentando a produção |

| | | | | | |
|--|-------------|---|-----|-----|---|
| | Produtor 10 | além de ser caro, eu posso não saber fazer direito e acabar jogando dinheiro fora | NÃO | NÃO | eu quase não tenho animais ou coisas pra gerar esses tais resíduos, e como eu moro sozinho o lixo orgânico também é pouco |
| | Produtor 11 | Ter orientação ou acompanhamento, pois sozinha eu não posso | NÃO | NÃO | Ter orientação ou acompanhamento, pois sozinha eu não posso |

Tabela 4: Perguntas e respostas sobre barreiras e desafios dos produtores sobre biodigestores

Ao serem questionados sobre as barreiras e desafios para obter a tecnologia sustentável, os produtores destacaram primeiramente os principais desafios para a instalação, no qual se apresentam tendo como principais o medo por não haver matéria-prima suficiente, o alto custo que é preocupação de 30% dos agricultores, mesmo com a demonstração de que de fato o sistema é relevante e interessante para esses produtores, há insegurança quanto à praticabilidade desse sistema, isso concorda com os estudos de Chiarello et al. (2023), onde produtores também citaram o “custo-benefício” como ponto decisivo para a adesão desta tecnologia, enquanto a ausência de recursos e crédito acabou limitando sua implementação. E com 50% acreditam que a delimitação de conhecimento técnico sobre a criação e manejo da tecnologia torna a adoção desse sistema muito mais complexa. Em seu estudo sobre Economia Circular, Cortez et al. (2022) apontam a incompreensão técnica e o manejo do sistema e a ausência do apoio institucional como obstáculos para adoção do biodigestor.

Os dez entrevistados afirmaram não conhecer financiamentos ou incentivos para a adoção do sistema, evidenciando uma falha na divulgação de políticas públicas ou até mesmo programas de apoio.

Partindo para a última pergunta do bloco, foi demonstrado fatores no qual influenciam na decisão para obter o biodigestor, entre eles houve prós, como a viabilidade de serviço, capacidade de transformar dejetos em insumos, como fertilizantes, os benefícios mais concretos como gerar gás de cozinha e ser sustentável. E os contras, que são em sua maioria a viabilidade de conhecimento técnico e financeiro. Salzer & Bertolini (2023) apontam que a divulgação insuficiente de programas de apoio limita o acesso para agricultores sobre essa tecnologia sustentável.

3.5 Conclusão da entrevista

| Bloco 05: Conclusão | Entrevistados | Perguntas e respostas |
|------------------------|---------------|--|
| | | 19. Você gostaria de receber mais informações sobre Biodigestores? |
| | Produtor 01 | SIM |
| | Produtor 02 | SIM |
| | Produtor 03 | SIM |
| | Produtor 04 | SIM |
| | Produtor 05 | SIM |
| | Produtor 06 | SIM |
| | Produtor 07 | SIM |
| | Produtor 08 | SIM |
| | Produtor 09 | SIM |
| | Produtor 10 | SIM |

Tabela 5: Bloco de conclusão do questionário aplicado aos produtores.

Finalizando a entrevista, 100% dos produtores entrevistados afirmaram que gostariam de receber mais informações sobre biodigestores, o que evidencia uma abertura significativa de perfis heterogêneos para a adesão desta tecnologia, apesar de barreiras e desafios nos quais foram apontados nas perguntas anteriores como a falta de acesso ao conhecimento, incentivo financeiro e não a falta de interesse, não é a resistência, mas sim carência de acesso ao conhecimento. Em análises de Mello e Queiroz (2024), “o conhecimento técnico e o apoio institucional são elementos indispensáveis para que o agricultor veja o biodigestor como uma solução prática e sustentável”.

4. Considerações Finais

Esse contexto assinala uma grande oportunidade para programas de extensão, políticas públicas voltadas para a disseminação de tecnologias sustentáveis como o biodigestor e cursos de capacitação. A pesquisa expõe que com empenho institucional direcionado aos produtores da

região, é viável superar a maior parte desses desafios apontados, e integrar o sistema de biodigestores como um aliado no manejo sustentável e geração de energia limpa no meio rural.

5. Referências Bibliográficas

DE MENEZES, Fredson Gomes *et al.* O papel dos biodigestores na agropecuária para mitigação das mudanças climáticas: uma análise dos benefícios ambientais. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Biodigestão*. Versão 3.158.0. Embrapa Suínos e Aves. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/biogafert/biogas/biodigestao>. Acesso em: 28 jun. 2025.

SALZER, E.; LAGO, S. M. S.; HOFER, E. Análise da produção científica sobre a viabilidade econômico-financeira e benefícios na instalação de biodigestores. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade*, São Paulo, v. 11, n. 3, 2024. Disponível em: <https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/1873>. Acesso em: 28 jun. 2025.

DE MOURA LAMPERT, Clarissa *et al.* Um estudo sobre o uso de biodigestores no Brasil. 2021.

CANAL RURAL. Gasto com biodigestor compensa com economia de energia, dizem produtores. *Canal Rural*, [s.d.]. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/programas/rural-noticias/gasto-com-biodigestor-compensa-com-economia-energia-dizem-produtores-68350/>. Acesso em: 9 jan. 2025.

ARRUDA, Amanda Alves. Avaliação de viabilidade e sustentabilidade de um sistema de geração de energia elétrica utilizando biogás em um biodigestor de pequeno porte. 2024.

SILVA, L. de O.; PORTO, P. P.; SILVA, M. A. A. da. Fortalecimento da agricultura familiar através da implementação de biodigestores caseiros: uma abordagem sustentável e tecnológica para o manejo de resíduos orgânicos. *Caderno Pedagógico*, v. 21, n. 13, e12485, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n13-353>. Acesso em: 28 jun. 2025.

SOARES, Bianca *et al.* *Biodigestor para pequenos estabelecimentos agropecuários: potencial de geração de renda e impacto ambiental*. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1170663>. Acesso em: 28 jun. 2025.

HERCULANO, Mariellen Cristina Rosa. *Biodigestores: cartilha de manejo*. Uberaba: IFTM – Instituto Federal do Triângulo Mineiro, 2016. Boletim Técnico IFTM, v. 2, n. 1, jan./abr. 2016. Disponível em: <https://periodicos.iftm.edu.br/index.php/boletimiftm/article/view/121>. Acesso em: 28 jun. 2025.

CHIARIELLO, Caio Luis; MAUAD, Juliana Carrijo; DUBLIM, Jackeline. A percepção dos agricultores familiares do assentamento Itamarati-MS na aplicação de biodigestores: debate teórico e empírico sobre uma tecnologia social. *Retratos de Assentamentos*, São Carlos, v. 26, n. 2, p. 125-140, set. 2023. doi:10.25059/2527-2594/retratosdeassentamentos/2023.v26i2.574. Disponível em: <https://doi.org/10.25059/2527-2594/retratosdeassentamentos/2023.v26i2.574>. Acesso em: 28 jun. 2025.

CORTEZ, S. C. O uso de biodigestores no contexto da Economia Circular: uma análise de barreiras e facilitadores. 2022. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual Paulista, Bauru.

SALZER, E.; BERTOLINI, G. R. F. Biodigestor familiar como estratégia para o saneamento rural: uma revisão sistemática. *Desenvolvimento em Questão*, Ijuí, Unijuí, v. 21, n. 59, 30 nov. 2023. DOI:10.21527/2237-6453.2023.59.12559.

MELLO, I. M. V.; QUEIROZ, E. S. A aplicação de biodigestores em áreas rurais e suas contribuições à sustentabilidade, destacando a importância do acesso à informação e assistência técnica para viabilizar a adoção dessa prática sustentável. *Engineering Sciences*, v. 1, n. 1, 2024.