DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA BIODIGESTOR DE BAIXO CUSTO PARA AGRICULTURA FAMILIAR NA AMAZÔNIA

SANTOS, Marcelo[1]; MELO, Vânia Silva de; ARAÚJO, Ana Regina da Rocha[3]; CARVALHO, Yasmim[4]; RENON, Igor[5]; FONSECA, Jenison Rodrigues[6]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia – marcelo.santos@ufra.edu.br; [2] vania.melo@ufra.edu.br; [3] aregra55@gmail.com; [4] yasyasferreiraa@gmail.com; [5] igorrenon55@gmail.com; [6] jenisonrodrigues20@gmail.com.

RESUMO

A agricultura familiar amazônica convive com dificuldades que vão desde o alto custo do gás de cozinha até o descarte inadequado de resíduos orgânicos e a dependência de fertilizantes químicos. A falta de tecnologias acessíveis agrava esses desafios, especialmente para pequenos agricultores que buscam alternativas sustentáveis para reduzir gastos e melhorar o aproveitamento dos recursos disponíveis. Diante desse cenário, o desenvolvimento de biodigestores de baixo custo surge como uma solução promissora, capaz de transformar resíduos animais e vegetais em biogás e biofertilizante, fortalecendo práticas de economia circular no campo. Este projeto é uma proposta que viabilizará a construção e avaliação de protótipos de biodigestor feitos com materiais simples e facilmente encontrados na região, como tubos de PVC, tambores plásticos (bombonas) e um sistema de purificação com palha de aço. Os protótipos serão monitorados ao longo de 120 dias, acompanhando a produção de biogás, a eficiência da digestão anaeróbia e as características do biofertilizante gerado. Esses dados serão comparados com modelos comerciais maiores para analisar o desempenho e o custo-benefício do sistema.

Palavras-Chave: Biogás; Biofertilizante; Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A agricultura familiar amazônica desempenha um papel fundamental na produção de alimentos e na manutenção das comunidades rurais, mas ainda enfrenta limitações que comprometem sua estabilidade produtiva e econômica. Entre os desafios marcantes está o manejo inadequado dos resíduos orgânicos gerados diariamente nas propriedades. Na prática, muitas famílias precisam lidar com despesas cada vez maiores, considerando, ao mesmo tempo, que descartam resíduos com potencial energético, agronômico e de valor econômico, contribuindo para impactos ambientais e desperdício de recursos.

Nesse contexto, tecnologias simples e acessíveis voltadas ao reaproveitamento de resíduos surgem como alternativas estratégicas para fortalecer a autonomia das pequenas propriedades rurais. Os biodigestores destacam-se por transformar esterco, restos vegetais e outros resíduos orgânicos em duas soluções essenciais: o biogás e o biofertilizante, que auxilia na melhoria das condições do solo e diminui a necessidade de adubos químicos. Apesar das vantagens, o uso dessa tecnologia ainda é limitado na Amazônia, principalmente pelo alto custo de modelos comerciais, pela falta de adaptação às condições regionais e pela carência de projetos educativos e demonstrativos voltados à agricultura familiar.

Diante dessa realidade, este estudo propõe o desenvolvimento e a análise da viabilidade de um biodigestor de baixo custo, construído com materiais simples, amplamente disponíveis e adequados à realidade das comunidades amazônicas. A proposta envolve não apenas a construção do protótipo, mas também o monitoramento de sua operação por 120 dias, avaliando a produção de biogás, a eficiência da digestão anaeróbia e a qualidade do biofertilizante obtido. O projeto também irá comparar o desempenho do protótipo com modelos comerciais de maior porte, permitindo estimar sua viabilidade técnica e econômica para uso doméstico e agrícola.

Assim, ao propor uma tecnologia funcional, acessível e replicável, este trabalho contribui para práticas sustentáveis no meio rural, incentiva o uso eficiente dos resíduos orgânicos e promove maior autonomia para agricultores familiares da Amazônia. A iniciativa também se alinha aos Objetivos do

Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente aqueles relacionados à energia limpa, produção responsável e fortalecimento de comunidades rurais resilientes.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo está sendo desenvolvido conjuntamente na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), campus Belém e campus Capanema, com o objetivo de construir, aprimorar e avaliar protótipos de biodigestor de baixo custo adaptados às condições da agricultura familiar amazônica. Para isso, estão sendo utilizados materiais simples e acessíveis no comércio regional, como "bombona" de PEAD de 100 e 200 litros, tubos de PVC de diferentes diâmetros, conexões roscáveis, válvulas de registros, joelhos, reduções, lixas granulométricas, bico de ar de aço galvanizado, mangueiras de PVC, abraçadeira metálica para mangueiras, tampa de esgoto de PVC, pote de vidro, fita veda-rosca de Teflon e adesivo epóxi bicomponente (durepoxi) para garantir a vedação das juntas.

O protótipo desenvolvido no campus de Capanema foi estruturado em três etapas. A primeira consistiu na câmara de biodigestão, construída a partir de uma bombona de PEAD de 100 litros equipada com misturador manual para homogeneização do substrato. Na segunda etapa, o biogás é armazenado em uma bombona de 100 litros que atua como gasômetro flutuante, posicionada dentro de outra bombona de 200 litros cheia de água, seguindo o modelo do biodigestor indiano. Mangueiras de gases interligam todas as etapas do sistema, garantindo o transporte seguro do gás. A terceira etapa corresponde ao processo de purificação, utilizando solução de hidróxido de sódio (NaOH) para remoção de gases ácidos e "palha de aço" comercial para reduzir compostos sulfurados, especialmente o sulfeto de hidrogênio (H_2S). A Figura 2 apresenta o protótipo desenvolvido para uso no meio rural.

Em relação ao protótipo desenvolvido no campus Belém, baseado no modelo americano (Figura 1) é um biodigestor de pequeno porte construído a partir de uma bombona de PEAD de 50 L, adaptada como câmara principal da digestão anaeróbia. O sistema foi montado com tubos e conexões de PVC, registros de controle, adaptadores roscáveis e vedação com silicone, fita veda-rosca e adesivo epóxi, conforme os materiais acessíveis utilizados no projeto. A alimentação do sistema é composta por resíduos vegetais fibrosos e esterco animal, representando a mistura típica disponível em pequenas propriedades rurais.

Nesta etapa, o protótipo está focado na identificação preliminar dos gases produzidos durante a digestão — como metano, dióxido de carbono e compostos sulfurados — para determinar o nível necessário de purificação antes da implantação definitiva do filtro de palha de aço. O biogás gerado é conduzido por mangueiras até o ponto de coleta e monitoramento. O sistema será acompanhado por 120 dias, avaliando produção de gás, estabilidade da biomassa e características do biofertilizante.

Após a montagem, os dois sistemas serão abastecidos com resíduos orgânicos diluídos, dando início ao processo fermentativo. O acompanhamento será realizado por 120 dias, período em que estão sendo monitorados parâmetros como temperatura, pH, formação de espuma, comportamento da biomassa e volume diário de biogás gerado. O biofertilizante produzido também será coletado para posterior análise de condutividade elétrica e teor de nutrientes, permitindo avaliar suas potencialidades agronômicas.

A avaliação dos protótipos incluirá uma comparação com um biodigestor comercial de 500 litros, considerando volume de gás produzido, potencial de substituição do GLP e custos de implantação. Essa análise permitirá estimar a viabilidade técnica e econômica do modelo proposto, identificando se ele representa uma alternativa prática e sustentável para pequenas propriedades da Amazônia. Como o estudo ainda está em andamento, os dados finais serão obtidos ao longo do período de monitoramento e analisados posteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tópico de resultados e discussão não se aplica integralmente a este trabalho, pois o projeto ainda se encontra em fase de implantação nos campi de Belém e Capanema. Até o momento, as ações concentram-se na construção, teste inicial e aperfeiçoamento dos protótipos de biodigestor (Figuras 1 e 2), além do acompanhamento das primeiras etapas do processo de digestão anaeróbia. Por ainda não

haver dados consolidados, não é possível apresentar análises técnicas completas sobre produção de biogás ou desempenho do biofertilizante.

Figura 1 - Protótipo do Biodigestor baseado no Modelo Americano, UFRA campus Belém/PA.



Figura 2 - Protótipo do Biodigestor baseado no Modelo Indiano, UFRA campus Capanema/PA.



Entretanto, o projeto estabelece resultados esperados que serão avaliados ao longo dos três anos de execução. Espera-se que os protótipos desenvolvidos e testados sejam capazes de atender às demandas de melhoria da qualidade de vida de agricultores familiares, comunidades quilombolas e assentamentos rurais, oferecendo uma alternativa acessível para o aproveitamento de resíduos orgânicos e a geração de energia renovável. Além disso, prevê-se que o uso dos biodigestores contribua para a redução de gastos com gás de cozinha, incentivo à economia circular e fortalecimento de práticas sustentáveis nas propriedades rurais participantes. Assim, a continuidade da implantação e o monitoramento dos sistemas permitirão, em etapas futuras, compreender o desempenho real dos biodigestores e discutir sua viabilidade técnica, econômica e social no contexto da agricultura familiar amazônica.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A proposta da construção de diferentes protótipos está tecnicamente alinhada às recomendações encontradas na literatura sobre digestão anaeróbia e manejo de resíduos orgânicos. Como resultado esperado, observou-se que a estrutura montada apresentou funcionamento adequado nas primeiras etapas, confirmando a viabilidade da proposta e sustentando a continuidade do experimento. Com base nos princípios descritos por Kunz & Oliveira (2006), Mata-Alvarez (2018) e Souza & Ferreira (2022),

espera-se que o sistema alcance estabilidade microbiológica e gere biogás e biofertilizante compatíveis com modelos de pequeno porte utilizados em propriedades rurais. Assim, o estudo segue validando sua hipótese inicial de que é possível desenvolver um biodigestor de baixo custo adaptado à realidade da agricultura familiar amazônica.

REFERÊNCIAS

a. Livros
Kunz, A.; Oliveira, P. A. V. Manejo e utilização de dejetos animais. Concórdia: Embrapa Suínos Aves, 2006. 152 p.

Mata-Alvarez, J. Biomethanization of the Organic Fraction of Municipal Solid Wastes. 2. ed. London: CRC Press, 2011. 472 p.

b. Capítulo de livros
Moraes, C. A. S.; Farias, R. M. Processos de digestão anaeróbia em pequena escala. In: Silva, J. P.; Pereira, M. F. (Org.). Tecnologias sociais aplicadas ao meio rural. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2017. p. 89–112.

c. Revitas
Amon, T.; Amon, B. Biogas production from agricultural substrates: methodology, optimization and environmental impact. *Bioresource Technology*, v. 99, n. 17, p. 4044–4054, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.01.015

Barros, F. M.; Lima, R. S. Manejo de resíduos orgânicos e biodigestores tipo canadense. *Revista Campo & Energia*, v. 6, n. 2, p. 15–22, 2019. Disponível em: https://revistaenergia.com.br/artigo/biodigestor-canadense

Souza, R. A.; Ferreira, C. A. Biodigestores rurais: desafios e potencialidades para a agricultura familiar. *Revista Tecnologia & Meio Ambiente*, v. 14, n. 1, p. 55–70, 2022. Disponível em: https://revistatma.ufpr.br

e. Dissertações e teses
Bandeira, D. A. Características sanitárias e produção da caprinocultura nas microrregiões do Cariri, Paraíba. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. 116 p. Tese (Doutorado).

f. Trabalhos apresentados em congressos (Anais, Resumos, Proceedings, Disquetes, CD-ROMS)
Santos, M. V. F.; Dubeux Junior, J. C. B.; Lira, M. de A.; Cunha, M. V. da. Aproveitamento de resíduos orgânicos em sistemas agropecuários: oportunidades e limitações. In: Seminário Nordestino de Sustentabilidade Rural, 12., 2018, Recife. Anais... Recife: UFRPE, 2018. v. único, p. 233–248.

g. WWW (World Wide Web) e FTP (File Transfer Protocol)
United Nations. Sustainable Development Goals (SDGs). Disponível em: https://sdgs.un.org/goals Acesso em: 20 nov. 2025.

Burka, L. P. A hypertext history of multi-user dimensions; MUD history. Disponível em: http://www.ccs.neu.edu/home/lpb/mud-history.html