

CARACTERIZAÇÃO E PRODUÇÃO DE BIOGÁS PROVENIENTE DA CODIGESTÃO ANAERÓBIA DE RESÍDUO AGRÍCOLA E DEJETO BOVINO

**MAXMILLIAN ALVES DE OLIVEIRA MERLO¹; JULIANA LOBO PAES²; MYRNA
MARTINS SANTOS MOREIRA³; SAULO EMÍLIO GUERRIERI ARAÚJO DAMM⁴;
VIVIANNE ALVES DA SILVA³**

¹ Engenheiro Agrícola e Ambiental, UFRRJ, Seropédica- RJ. E-mail: maxmerlo2@hotmail.com.

² Enga Agrícola e Ambiental, Profa. Dra. Associada, Depto. de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica-RJ, Fone: (021) 2682-1864. E-mail: juliana.lobop@gmail.com.

³ Graduando(a) em Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, Instituto de Tecnologia, UFRRJ, Seropédica- RJ.

⁴ Mestrando em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC, Ilhéus – BA

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: A caracterização prévia e posterior do substrato gera dados estatísticos que auxiliam na verificação da produção acumulada de biogás. O objetivo do trabalho foi avaliar a caracterização e produção de biogás por meio da codigestão anaeróbica (CoDA) entre casca de café (CS) e dejetos bovinos (DB). O biodigestor anaeróbico utilizado no experimento foi baseado no modelo indiano, esses foram abastecidos com 1,7 kg de substrato em cinco relações de proporção entre 100:0 e 0:100 CS:DB, para a monodigestão anaeróbica (MoDA) e 75:25, 50:50, 25:75 CS:DB para a CoDA, com ensaios realizados em triplicata. Realizou a caracterização físico-química do substrato e digestato no biodigestor anaeróbico quanto a umidade (U), sólido total (ST), sólido total voláteis (STV) e potencial hidrogeniônico (pH). Além disso, foi analisado quanto a produção acumulada (PA). Ao avaliar o processo de digestão anaeróbica ao longo das 16 semanas, observa-se aumento do pH no digestato, quando comparado ao substrato, para as relações com maior proporção de dejetos bovinos (25:75 e 0:100 CS:DB). Ao final do TRH, aumento da umidade e redução no ST e STV no digestato para todas as relações em estudo. A proporção 25:75 CS:DB é a mais eficaz para a geração do biogás.

PALAVRAS-CHAVE: casca de café, bovinocultura leiteira, biomassa.

CHARACTERIZATION AND PRODUCTION OF BIOGAS FROM THE ANAEROBIC CODIGESTION OF AGRICULTURAL WASTE AND BOVINE DEJECT

ABSTRACT: The previous and subsequent characterization of the substrate generates statistical data that help to verify the accumulated production of biogas. The objective of this work was to evaluate the characterization and production of biogas through anaerobic codigestion (ADCo) between coffee husk (CH) and bovine manure (BM). The anaerobic digester used in the experiment was based on the Indian model, these were supplied with 1.7 kg of substrate in five proportion ratios between, 100:0 and 0:100 CS:DB, for anaerobic monodigestion (ADMo) and 75:25, 50: 50, 25:75 CH:BM for ADCo, with assays performed in triplicate. Performed the physicochemical characterization of the substrate and digestate without anaerobic biodigester regarding moisture (M), total solid (TS), total volatile solid (TVS) and hydrogenic potential (pH). In addition, it was analyzed for an accumulated

production potential. When evaluating the anaerobic digestion process over the 16 weeks, an increase in the pH of the digestate, when compared to the substrate, was observed for the ratios with a higher proportion of bovine manure (25:75 and 0:100 CH:BM). At the end of the TRH, increase in moisture and reduction in TS and TVS in the digestate for all ratios under study. The 25:75 CH:BM ratio is the most effective for biogas generation.

KEYWORDS: coffee husks, dairy cattle, biomass.

INTRODUÇÃO: A economia circular incentiva a ciclagem dos resíduos oriundos das atividades produtivas fornecendo desta forma uma alternativa que diminui os impactos ambientais causados pelos mesmos (FOSTER et al., 2016). Os resíduos provenientes da agropecuária podem ser degradados por meio da digestão anaeróbia (DA), a qual é uma forma alternativa de geração de energia devido sua capacidade de produção do biogás (LOURENÇO et al., 2018). Os resíduos da cafeicultura e bovinocultura leiteira são potenciais fontes de recuperação do biogás por meio do processo de monodigestão anaeróbia (MoDA), porém muito pouco se sabe sobre a codigestão anaeróbia (CoDA) desses substratos (ALBUQUERQUE et al., 2016; TEPERINO et al., 2017). A avaliação das características físico-químicas do material de entrada (substrato) e saída (digestato) é recomendada devido a importância de se verificar o potencial da DA na ciclagem da biomassa como biogás ou biofertilizante. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a caracterização e produção de biogás por meio da codigestão anaeróbica entre casca de café e dejetos bovinos.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no Laboratório de Eletrificação Rural e Energias Alternativas do Instituto de Tecnologia (IT)/Departamento de Engenharia (DE) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), campus Seropédica - RJ. Os substratos utilizados nos processos de MoDA e CoDA foram a casca de café seca (CS), dejetos de bovino (DB) e água mineral (AM). O biodigestor anaeróbico utilizado no experimento foi baseado no modelo indiano, sendo constituído por câmara de contenção do “selo de água”, câmara de digestão anaeróbia, manômetro de tubo em U tendo água como líquido manométrico e o gasômetro onde ficou acoplado no seu exterior uma régua e no seu interior uma mola de alumínio. A câmara de digestão anaeróbia foi utilizada para acondicionar o substrato e o gasômetro para armazenar o biogás produzido. Os biodigestores anaeróbios foram abastecidos com 1,7 kg de substrato em cinco relações (100:0 e 0:100 CS:DB, para a MoDA e 75:25, 50:50, 25:75 CS:DB para a CoDA), com ensaios realizados em triplicata. O sistema de abastecimento ocorreu em batelada, ou seja, adicionou-se o substrato no biodigestor anaeróbico apenas uma vez, na entrada do experimento. Após o tempo de retenção hidráulico (TRH) de 16 semanas de experimento, os biodigestores anaeróbios foram abertos e o digestato recolhido (resíduo do processo de DA). Para caracterização físico-química do substrato e digestato no biodigestor anaeróbico foram realizadas as análises de potencial hidrogeniônico (pH), umidade (U), teor de sólidos totais (ST), teor de sólidos totais fixo (STF) e teor de sólidos totais voláteis (STV) (Figura 1).



FIGURA 1. Amostras em triplicata para a caracterização do material em estudo.

Para a determinação dos parâmetros em estudo adotou-se a metodologia descrita pela APHA (2005), sendo realizados em triplicata para cada biodigestor anaeróbico. A água mineral foi adicionada no substrato contendo dejetos bovinos e casca de café seca a fim de que o material de entrada atingisse teor de sólido total em torno de 10%. O biogás gerado no processo de MoDA e CoDA de casca de café seca e dejetos bovinos em biodigestores anaeróbios foi analisado quanto a produção acumulada (PA), somando-se a produção semanal anterior com a obtida na semana de coleta dos dados. Para a avaliação dos resultados referentes aos ensaios de MoDA e CoDA foi adotado delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, com cinco relações (100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 CS:DB) e dois tempos de análise (substrato e digestato), cada relação em triplicata. A análise estatística das características físico-químicas do substrato (S) e digestato (D) foram submetidos à análise de variância seguido do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade pelo programa estatístico SISVAR. O resultado experimental da produção acumulada de biogás em função do tempo de retenção hidráulica foi ajustado aos modelos matemáticos pelo programa computacional Sigma Plot 2001, versão 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A seguir os valores médios da caracterização físico-química apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Valores médios de potencial hidrogeniônico (pH), umidade (U), sólido total (ST), sólido total volátil (STV) no substrato (S) e digestato (D) de casca de café seca (CS) e dejetos bovinos (DB).

Relação CS:DB	pH		U (%)		ST (%)		STV (%)	
	S	D	S	D	S	D	S	D
100:0	4,58Ac	4,62Ad	89,23Ba	97,57Aa	10,77Aa	2,43Bc	10,02Aa	1,34Bd
75:25	5,20Ab	5,06Ac	89,39Ba	95,72Ab	10,61Aa	4,28Bb	9,60Ab	3,00Bc
50:50	6,88Aa	6,70Ab	89,71Ba	90,92Ac	10,29Aa	9,27Ba	8,97Ab	7,68Ba
25:75	6,57Ba	7,24Aa	89,56Ba	91,66Ac	10,44Aa	8,34Ba	8,90Ab	6,58Bb
0:100	6,79Ba	7,04Aa	89,08Ba	91,09Ac	10,92Aa	8,91Ba	8,84Ab	6,64Bb

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si na comparação entre substrato e digestato (S;D) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma coluna representam diferenças significativas entre relações CS:DB pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Observa-se na Tabela 1, aumento do pH no digestato, quando comparado ao substrato, para as relações com maior proporção de dejetos bovinos (25:75 e 0:100 CS:DB). O aumento de pH ao longo do processo de digestão anaeróbia ocorre devido as transformações dos ácidos contidos nos substratos em produtos gasosos (MATOS et al., 2017). Embora tenha apresentado aumento, seja em comparação de substrato e digestato ou com a variação na proporção de casca de café, o pH apresentou dentro da faixa ideal, indicando a possibilidade da utilização dessas relações visando a produção de biogás. Nota-se ao final do TRH, aumento da umidade e redução no ST e STV no digestato para todas as relações em estudo (Tabela 1). Essa variação nos parâmetros de umidade, ST e STV durante a digestão anaeróbia indica a degradação da matéria orgânica por parte dos microrganismos anaeróbios (SILVA et al., 2021). Já ao avaliar as relações entre casca de café seca e dejetos bovinos observa-se que,

apesar da padronização do ST do substrato, ocorreu diferença estatística do parâmetro STV na MoDA da casca de café seca, quando comparado com a CoDA e DA de apenas dejetos bovinos. O maior potencial de produção acumulada na CoDA ao final do TRH de 16 semanas foi de 15,17 L kg⁻¹substrato para a relação 25:75 CS:DB. Esse valor foi superior ao observado por Albuquerque et al. (2016), Andriamanohiarisoamanana et al (2017) e Silva et al. (2021). Já Pagani et al. (2019), observou valores próximos na MoDA de dejetos bovinos e água na relação 75:25 DB:A.

CONCLUSÕES: Por meio desta pesquisa, pode-se constatar que na codigestão anaeróbia há uma alternativa para o descarte de resíduos agrícolas, os quais podem ser transformados em subprodutos como o biogás, sendo a relação 25:75 CS:DB a mais indicada para produção do mesmo.

AGRADECIMENTOS: Agradecemos a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pelo apoio a este projeto e ao GERAR.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, L. S.; ARAÚJO, J. C. S.; Produção de biogás por co-digestão utilizando uma mistura de dejetos bovinos e casca de café Conilon. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 2, p. 44-54, 2016.
- ANDRIAMANOHARIISOAMANANA, F. J.; SAIKAWA, A.; TARUKAWA, K.; QI, G.; PAN, Z.; YAMASHIRO, T.; IWASAKI, M.; IHARA, I.; NISHIDA, T.; UMETSU, K. Anaerobic codigestion of dairy manure, meat and bone meal, and crude glycerol under mesophilic conditions: synergistic effect and kinetic studies. **Energy for Sustainable Development**, v. 40, p. 11-18, 2017.
- APHA; AWWA; WPCF (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition. Washington. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington-DC, USA.
- FOSTER, A. S.; ROBERTO, S. S.; IGARI, A. T. XVIII ENGEMA - Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 18., 2016, São Paulo. Economia circular e resíduos sólidos: uma revisão sistemática sobre a eficiência ambiental e econômica. Anais... São Paulo: 2016.
- LOURENÇO, V. A.; SANTOS, R. de F.; PAN, G. G.; VIEIRA, B. M.; NADALETI, W. C. IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental São Bernardo do Campo/SP, 4., 2018, São Paulo. Produção de Biogás via Codigestão Anaeróbia em Temperatura Ambiente. São Paulo: 2018.
- MATOS, C. F.; PINHEIRO, E. F. M.; PAES, J. L.; LIMA, E.; CAMPOS, D. V. B., 2017b. Avaliação do potencial de uso de biofertilizante de esterco bovino resultante do sistema de manejo orgânico e convencional da produção de leite. **Revista Virtual de Química**, vol. 9, n. 5, p. 1957-1969, 2017.
- PAGANI, G. F.; PAES, J. L.; SANTOS, P. T.; VALADÃO, R. C.; MERLO, M. A. O.; CUNHA, J. P. B.; VARGAS, B. C. Meio ambiente e desenvolvimento sustentável. **Atena Editora**, v. 1, p. 23-33, 2019.
- SILVA L. M. F.; PAES J. L.; CRUZ F. A. O.; VARGAS B. C.; PEREIRA V. R.; MERLO M. A. O. Produção integrada de aquaponia e digestão anaeróbica para geração de biogás em meio urbano. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 3. p. 1-20, 2021.
- TEPERINO, D. P. M.; LADEIRA, N. M. A.; Ferrarez A. H.; GOMES, A. T.; POUBEL H. S.; Silva E. S. Desenvolvimento de digestor anaeróbio didático e testes de produção de biogás com resíduos da bovinocultura e cafeicultura. **Acta Biomedica Brasiliensia**, v. 8, n. 2, p. 1-14, 2017.