

BIOCONVERSÃO DO COMPOSTO PÓS-CULTIVO DE COGUMELOS E DEJETO BOVINO EM ENERGIA

Laura Luiza Vieira Lacerda¹, Juliana Lobo Paes², Sandy Sampaio Videira³, Caroline Carvalho Pinto⁴, Natália Dias de Souza⁵, Alexia de Sousa Gomes⁶

¹ Graduanda em Engenharia Agrônoma, UFRRJ, Seropédica-RJ, lauraluizalv@gmail.com

² Engenheira Agrícola e Ambiental, Prof^a. Dr^a. Associada, Depto. de Engenharia/Instituto de Tecnologia, UFRRJ, Seropédica-RJ

³ Engenheira Agrônoma, Dra. em Agronomia - Ciência do Solo pela UFRRJ, Sócia proprietária da empresa Senhor Cogumelo Biotecnologia e Agricultura Ltda

⁴ Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRRJ, Seropédica-RJ

⁵ Engenheira Florestal, Prof^a. Dr^a. Depto. de Engenharia Florestal, UFRRJ, Seropédica-RJ

⁶ Graduanda em Medicina Veterinária, UFRRJ, Seropédica-RJ

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: Objetivou-se avaliar a digestão anaeróbica do composto pós-cultivo de cogumelo (CPC) e dejetos bovinos (DB). Utilizou-se biodigestores anaeróbios de bancada modelo indiano abastecidos de 1:5:0, 1:5:1 e 1:0,1:1 CPC:A:DB. A caracterização físico-química foi realizada pelo potencial hidrogeniônico (pH), teor de água (TA), sólidos totais (ST) e biodegradabilidade (BD) e o potencial de produção semanal, composição e teste de queima do biogás. O pH variou em função da adição de água, sendo 1:5:0 e 1:5:1 CPC:A:DB na faixa de ótima de produção de biogás. Os demais parâmetros não apresentaram diferença estatística entre si, sendo ideais para a produção de biogás. Durante a primeira semana, foi constatado o pico de produção de biogás e presença de metano em todas as relações, sendo mais proeminente para a codigestão anaeróbia. Conclui-se que é possível utilizar o CPC como codigestante do DB visando produção de biogás.

PALAVRAS-CHAVE: resíduos lignocelulósicos, biogás, codigestão anaeróbia

BIOCONVERSION OF POST-CULTIVATION MUSHROOM COMPOST AND BOVINE MANURE INTO ENERGY

ABSTRACT: The objective was to evaluate the anaerobic digestion of spent mushroom substrate (SMS) and bovine manure (BD). Anaerobic bench-scale digesters of Indian model were supplied with 1:5:0, 1:5:1, and 1:0.1:1 SMS:W:BD. The physicochemical characterization was performed by hydrogenionic potential (pH), water content (WC), total solids (TS), and biodegradability (BD), as well as the weekly production potential, composition, and biogas burning test. The pH varied depending on the addition of water, with the 1:5:0 and 1:5:1 SMS:A:BD ratios falling within the optimal biogas production range. The other parameters showed no statistical difference among them, being ideal for biogas production. During the first week, the peak of biogas production and the presence of methane were observed in all ratios, being more prominent for anaerobic co-digestion. It is concluded that it is possible to use SMS as a co-digestant of BD aiming at biogas production

KEYWORDS: lignocellulosic residues, biogas, anaerobic co-digestion

INTRODUÇÃO: O aumento na demanda mundial por cogumelo comestível tem sido evidenciado por dados de mercado, que mostram produção de 14,35 milhões de ton em 2020 e 15,25 em 2021. Estima-se para 2028 uma produção de 24,05 milhões de ton, com crescimento estimado de aproximadamente 7% para o período 2021-2028 (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2020). No entanto, juntamente com a intensificação da produção de cogumelos, uma enorme quantidade de subprodutos tem sido gerada, incluindo o composto pós-cultivo de cogumelo (CPC). No geral, estima-se que 5 kg de CPC sejam formados para cada kg de cogumelo fresco produzido (HŘEBEČKOVÁ et al., 2020; MOHD HANAFI et al., 2018). Apesar de ser um subproduto de excelente qualidade e versátil, ainda é tratado como rejeito e eliminado por incineração ou enviado para aterros sanitários (MOHD HANAFI et al., 2018; LEONG et al., 2022). Levando em consideração que o CPC é rico em matéria orgânica, celulose, hemicelulose e lignina (RAJAVAT et al., 2019), a codigestão anaeróbia (CoDA) pode ser considerado um processo eficiente na bioconversão de resíduos lignocelulósicos em energia limpa, em concomitância a redução da poluição ambiental (SILVA et al., 2024). Assim objetivou-se avaliar a codigestão anaeróbia composto pós-cultivo de cogumelo e dejetos bovinos (DB).

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado nos Laboratórios de Pesquisas Multiusuários do Grupo de Energias Renováveis e Alternativas Rurais (LabGERAR), da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Utilizou-se CPC oriundo da empresa Senhor Cogumelo Biotecnologia e Agricultura Ltda. O DB será coletado na Bovinocultura de Leite da UFRRJ por meio de raspagem com pá de pedreiro, evitando-se a retirada de materiais indesejados (solo, pasto e pedra). Os biodigestores anaeróbios modelo indiano de bancada foram abastecidos em batelada com 1,7 kg de substrato nas relações 1:5:0, 1:5:1 e 1:0,1:1 CPC:A:DB. Avaliou-se as características físico-química do substrato no biodigestor anaeróbio pelo potencial hidrogeniônico (pH), teor de água (TA), sólidos totais (ST) (APHA, 2005) e biodegradabilidade (BD) (ADRIAMANOHIARISOAMANANA et al., 2016), sendo realizados em triplicata para cada biodigestor anaeróbio. Ressalva-se que houve caracterização do CPC e DB. O biogás gerado foi analisado quanto a potencial da produção semanal (PS), em L kg⁻¹, e constatou-se a presença de metano (CH₄, %), dióxido de carbono (C₂O, %), gás sulfídrico (H₂S, ppmV) e amônia (NH₃, ppmV) pelo Kit Análise de Biogás – Alfakit e teste de queima. Adotou-se análise de variância seguido do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade pelo programa estatístico SISVAR para caracterização físico-químicas do substrato.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Observa-se que o pH do CPC apresentou menor valor, enquanto o DB maior valor quando comparado com as relações utilizadas no processo de digestão anaeróbia. O preparo do substrato com essas duas matérias-primas acarretou em pH dentro da faixa ideal para produção de biogás nas relações de 1:5:0 e 1:5:1 CPC:A:DB (Tabela 1), conforme relatado por GONÇALVES & RAMALHO (2021). Pode-se atribuir ao efeito da adição de água durante o preparo da amostra, em que para a relação de codigestão anaeróbia com menor quantidade de água (1:0,1:1 CPC:A:DB) apresentou menor valor de pH. No entanto, a adição de água em diferentes quantidades não afetou o teor de água das relações utilizadas no processo de digestão anaeróbia, mantendo estatisticamente similar ao do CPC e superior ao DB (Tabela 1). O mesmo pode ser observado para os valores médios de ST e BD, conforme apresentado na Tabela 1. O valor médio de ST obtido dos substratos utilizadas no processo de digestão anaeróbia foi superior ao recomendado na literatura (em torno de 8%). Ainda que não recomendado diante dos processos operacionais de um biodigestor anaeróbio, encontram-se na literatura autores que trabalharam com valores superiores a 10% com produção de biogás. ANDRADE et al. (2022) adotou 15% de ST ao trabalhar com restos de

alimento e dejetos bovinos e PAGANI et al. (2019) operou com ST entre 3,98% à 15,98% na MoDA de dejetos bovinos em diferentes diluições. Para a BD, todas as relações estão acima de 0,8, conforme recomendado por ADRIAMANOHIARISOAMANANA et al. (2016) para produção de biogás.

TABELA 1. Valores médios de potencial hidrogeniônico (pH), teor de água (TA, %), sólido totais (ST, %) e biodegradabilidade (BD) no substrato (S) de composto pós-cultivo de cogumelo (CPC), água (A) e dejetos bovinos (DB)

CPC:A:DB	pH	TA (%)	ST (%)	BD
0:0:1	7,24A	83,32B	16,68B	0,79B
1:0:0	3,85E	88,45A	11,55A	0,89A
1:5:0	6,16C	88,11A	11,89A	0,90A
1:5:1	6,50 B	88,73A	11,27A	0,93A
1:0,1:1	5,75D	88,21A	11,79A	0,86A

Letras maiúsculas distintas na mesma coluna representam diferenças significativas entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

O pico de produção mais proeminente em todas as relações ocorreu na primeira semana, sendo os maiores valores observados para a codigestão anaeróbia (1:5:1 e 1:0,1:1 CPC:A:DB) (Figura 1A.). Em seguida, houve queda brusca na produção de biogás, principalmente para a relação 1:5:1 CPC:A:DB. Para essa relação produção de biogás foi praticamente nula até a sétima semana com a ocorrência do segundo pico. Já para 1:0,1:1 CPC:A:DB, houve redução de produção de biogás até a quarta semana, seguido de produção nula por uma semana. Em ambas as houve ocorrência do segundo pico de produção de biogás na sétima semana, seguido de produção nula. Para a monodigestão anaeróbia (1:5:0 CPC:A:DB) pode-se verificar que houve produção constante de biogás ao longo de todo período de digestão anaeróbia, cessando a partir da oitava semana (Figura 1A.). Os maiores picos de produção inicial pode ser estar atrelado a maior adição de água e aos codigestantes DB no preparo do substrato em que favoreceu a elevação do pH quando comparado com o CPC (Tabela 1).

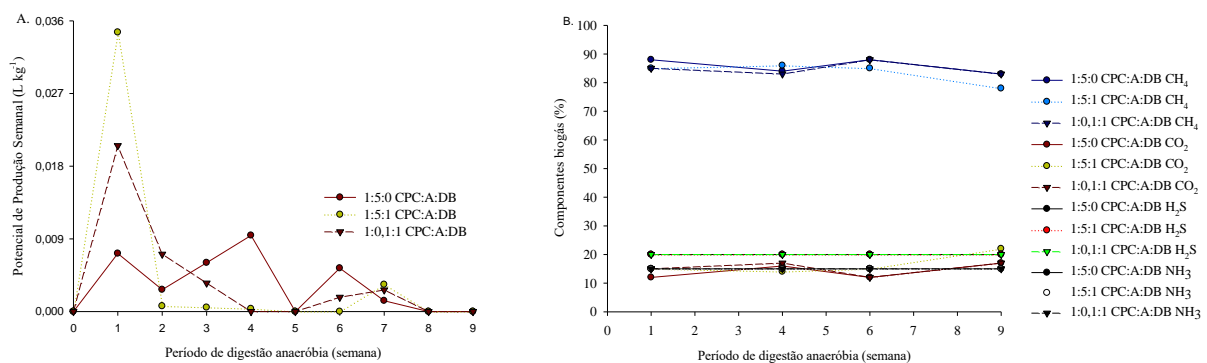


FIGURA 1. A. Potencial de produção semanal de biogás ($L_{\text{biogás}} \text{ kg}_{\text{substrato}}^{-1}$) em função do período de digestão anaeróbia (semana); B. Teor de metano (CH_4 , %), dióxido de carbono (C_2O , %), gás sulfídrico (H_2S , ppmV) e amônia (NH_3 , ppmV) presentes no biogás

No que tange as componentes do biogás não foi verificada grandes alterações ao longo do período de digestão anaeróbia e entre as relações em estudo, mantendo-se em média de 84,7% CH_4 , 15,3% C_2O , 20 ppmV de H_2S , e 15 ppmV de NH_3 (Figura 1B). No entanto, pelo teste de queima foi possível verificar a combustão até a quarta semana para 1:5:0 CPC:A:DB e apenas na primeira semana para 1:5:1 CPC:A:DB. A relação 1:0,1:1 CPC:A:DB não apresentou queima ao entrar em contato com a fonte externa de ignição. Considera-se como biogás, todo

gás que tem percentual de metano suficiente para que haja sua combustão quando em contato com uma fonte externa.

CONCLUSÕES: A bioconversão de resíduos lignocelulósicos como CPC em codigestão anaeróbia com DB pode ser considerada viável para a produção de biogás.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a FAPERJ pela bolsa concedida e a Empresa Senhor Cogumelo Biotecnologia e Agricultura Ltda.

REFERÊNCIAS: American Public Health Association - APHA. Standard methods for the examination water and wastewater. 21st ed. Washington, v. 1083, 2005.

Andrade, M.M.D.; Alencar, B.R.A.; Leite, N.P.; Firmo, A.L.B.; Dutra, E.D.; Sampaio, E.V.D.B.; Menezes, R.S.C. Biogas production from co-digestion of different proportions of food waste and fresh bovine manure. *Biomass Conversion and Biorefinery*. v.12, p. 2697–2704, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13399-020-00833-8>

Andriamanohiarisoamanana, F.J.; Yamashiro, T.; Ihara, I.; Iwasaki, M.; Nishida, T.; Umetsu, K. Farm-scale thermophilic co-digestion of dairy manure with a biodiesel byproduct in cold regions. *Energy Conversion and Management*, v. 128, p. 273–280, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.09.084>

Fortune Business Insights. The global mushroom market is projected to grow from 15.25 million tonnes in 2021 to 24.05 million tonnes in 2028 at a CAGR of 6.74% in forecast period. Disponível em: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/mushroom-market-100197>. Acesso em: 30/03/2023.

Gonçalves, F.S.; Ramalho, A.R.S. Biodigestão anaeróbia da manipueira gerada na casa de farinha no município de Branquinha/AL, Brasil. *Diversitas Journal*, v. 6, n. 1, p. 36-47, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v6i1-1408>

Hřebeřkovř, T., Wiesnerovř, L., Hanř, A. Change in agrochemical and biochemical parameters during the laboratory vermicomposting of spent mushroom substrate after cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Science of The Total Environment*, v. 739, p. 140085, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140085>

Kit, L.Y.; Ma, T.W.; Chang, J.S.; Yang, F.C. Recent advances and future directions on the valorization of spent mushroom substrate (SMS): A review, *Bioresource Technology*, v. 344, Part A, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126157>

Mohd Hanafi, F.H.; Rezanía, S.M.T.; Md Din, M. F.; Yamauchi, M.; Sakamoto, M.; Hara, H.; Park, J.; Ebrahimi, S.S. Environmentally sustainable applications of agro-based spent mushroom substrate (SMS): an overview. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, v. 20, n. 3, p.1383-1396, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10163-018-0739-0>

Pagani, G.F.; Paes, J.L.; Santos, P.T.; Valadão, R.C.; Merlo, M.A.O.; Cunha, J.P.B.; Vargas, B.C. Adição de água em dejetos bovinos como estratégia de otimização do processo de biodigestão anaeróbia. *Meio ambiente e desenvolvimento sustentável*. Atena Editora, v. 1, p. 23-33, 2019.

Rajavat, A.S.; Rai, S.; Pandiyan, K.; Kushwaha, P.; Choudhary, P.; Kumar, M.; Chakdar, H.; Singh, A.; Karthikeyan, N.; Bagul, S.Y.; Agnihotri, A.; Saxena, A.K. Sustainable use of the spent mushroom substrate of *Pleurotus florida* for production of lignocellulolytic enzymes. *Journal of Basic Microbiology*, v. 60, p. 173- 184, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/jobm.201900382>

Silva, M.; Ramos, A.C.; Lidon, F.J.; Reboredo, F.H.; Gonçalves, E.M. Pre- and postharvest strategies for *Pleurotus ostreatus* mushroom in a circular economy approach. *Foods*, v. 13, p. 1464, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13101464>