

## **CARACTERIZAÇÃO DA CODIGESTÃO ANAERÓBICA ENTRE LODO DE ESGOTO E DEJETO BOVINO**

**GUILHERME ARAUJO ROCHA<sup>1</sup>, JULIANA LOBO PAES<sup>2</sup>, PRISCILLA TOJADO DOS SANTOS<sup>3</sup>, MYRNA MARTINS SANTOS MOREIRA<sup>4</sup>, SAULO EMÍLIO GUERRIERI ARAÚJO DAMM<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Mestrando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Depto. de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica – RJ, Fone: (55 21) 2682-1864, e-mail: araujorochaguilherme@gmail.com

<sup>2</sup>Enga. Agrícola e Ambiental, Profª. Adjunta, Depto. de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica – RJ

<sup>3</sup>Enga. Agrícola e Ambiental, Depto. de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica – RJ

<sup>4</sup>Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Depto. de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica – RJ

<sup>5</sup>Mestrando em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC, Ilhéus – BA

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

**RESUMO:** A codigestão anaeróbica é uma possível rota tecnológica a fim de minimizar os efeitos da poluição ambiental, apresentando como resultado final a geração de energia térmica ou elétrica. Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho a caracterização do lodo de esgoto (LE) e dejetos bovinos (DB) como codigestantes anaeróbicos. Utilizou-se biodigestores de bancada modelo indiano sob sistema de batelada com as seguintes proporções, 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100 LE: DB, durante 82 dias. Foram realizadas tanto nos afluentes quanto nos efluentes as análises de pH, umidade, sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV). Notou-se que o pH tendeu a neutralidade, enquanto a umidade aumentou com a proporção de LE. A máxima redução de ST (45%) e SV (51%) foi possibilitada pela relação 75:25 LE:DB. Contudo, pode-se aferir que o lodo de esgoto junto ao dejetos bovinos apresentam-se como possíveis codigestantes anaeróbicos a serem utilizados, atribuindo a estes resíduos, o destino correto e sustentável para a sociedade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biodigestor, físico-química, digestão anaeróbica.

## **CHARACTERIZATION OF ANAEROBIC CODIGESTION BETWEEN SEWAGE SLUDGE AND CATTLE MANURE**

**ABSTRACT:** Anaerobic codigestion is a possible technological route in order to minimize the effects of environmental pollution, with the end result of generating thermal or electric energy. Thus, the objective of this work was to characterize sewage sludge (SS) and cattle manure (CM) as anaerobic codigestants. Bench-top biodigesters of the Indian model were used under batch systems with the following proportions, 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0: 100 SS:CM, for 82 days. Analyzes of pH, humidity, total solids (TS) and volatile solids (VS) were carried out on both affluents and effluents. It was noted that the pH tended to be neutral, while the humidity increased with the proportion of SS. The maximum reduction of TS (45%) and VS (51%) was made possible by the 75:25 SS:CM ratio. However, it can be verified that the sewage sludge next to cattle manure presents itself as possible anaerobic codigestants to be used, attributing to these residues the correct and sustainable destination for society.

**KEYWORDS:** Biodigester, physical-chemical, anaerobic digestion.

**INTRODUÇÃO:** A demanda por alimentos, tal como atividade pecuária, está associada ao crescimento populacional. Junto a este crescimento apresentam-se os efeitos colaterais devido ao aumento dos impactos ambientais a partir do manejo inadequado dos dejetos gerados, bem como do esgoto produzido. No caso do dejetos animal, geralmente a destinação são as esterqueiras e corpos hídricos (RIGO et al., 2015). A partir do saneamento básico, o esgoto produzido é destinado às Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), que tem como resíduo o lodo de esgoto. Esse resíduo, material rico em matéria orgânica e nutrientes, tem como destinação final os aterros sanitários (DINIZ et al., 2016). Pesquisas desenvolvidas com dejetos bovino e lodo de esgoto confirmam seu potencial na produção de biogás, seja pelo processo de monodigestão anaeróbica (ADRIAMANOHIAISOAMANANA et al., 2016) ou codigestão anaeróbica em biodigestores (PINÃS et al., 2018). No entanto, devem-se caracterizar esse substrato, a fim de ser obter produção de biogás máxima bem como a destinação final do efluente no que condiz sua utilização como biofertilizante (MATTER et al., 2017). Diante do exposto, este estudo foi conduzido a fim de caracterizar o lodo de esgoto (LE) e dejetos bovino (DB) como codigestantes anaeróbicos.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A de digestão anaeróbica e as análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Eletrificação Rural e Energias Alternativas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Utilizou-se como codigestante lodo de esgoto proveniente de Estação de Tratamento de Esgoto e dejetos coletado na Bovinocultura de Leite da UFRRJ. O biodigestor utilizado no experimento se baseou no modelo indiano, sendo constituído por câmara de contenção do “selo de água”, câmara de fermentação, gasômetro e manômetro de tubo em U tendo água como líquido manométrico. No experimento, os biodigestores foram abastecidos com 1,7 kg de material de entrada (afluente) nas relações 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 lodo de esgoto:dejetos de bovino (LE:DB). O sistema de abastecimento ocorreu em batelada, ou seja, acondicionou-se o afluente no biodigestor apenas no início do experimento. O abastecimento dos biodigestores com o afluente ocorreu 24 h após sua coleta, a fim de evitar perda de biogás gerado devido ao precoce processo fermentativo. O tempo de retenção hidráulica foi de 12 semanas. Após esse período obteve-se o material de saída denominado como efluente. A caracterização físico-química do afluente e efluente do biodigestor foi realizada quanto ao potencial hidrogeniônico (pH), umidade (U), teor de sólidos totais (ST) e teor de sólidos voláteis (SV), de acordo com a metodologia descrita pela APHA (2005). Os procedimentos foram realizados em triplicata para cada relação LE:DB. A análise estatística das características físico-químicas (pH, U, ST e SV) do afluente e efluente, em diferentes relações, foram submetidos à análise de variância seguido do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade pelo programa estatístico SISVAR, versão 5.6.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O desenvolvimento das bactérias metanogênicas são influenciados pelo pH do meio, tendo relação com o desempenho do processo de digestão anaeróbica (SCHIRMER et al., 2014). Verifica-se na Tabela 1 que os valores médios de pH do afluente não apresentaram diferença estatística entre si ( $P > 0,05$ ), independentemente da relação estudada. O resultado aferido do pH médio para os afluentes foi de 5,10, valor inferior ao considerado como ideal (6,0 a 8,0) para o desenvolvimento da grande maioria das bactérias, incluindo as metanogênicas (CREMONEZ et al., 2015; GUERI et al., 2018). No final do processo de digestão anaeróbica verificou-se aumento significativo nos valores médios de pH do efluente quando comparado com o afluente em todas as relações. Pode-se, assim comprovar que o processo ocorrido no interior do biodigestor proporcionou alcalinização ao meio (Tabela

1). A alcalinização do efluente também foi verificada por Matos et al. (2017) ao avaliar a biodigestão anaeróbica de dejetos bovino sob sistema de criação convencional e orgânico. O aumento do pH no final do tempo de retenção hidráulica é um fenômeno esperado por conta da transformação dos ácidos contidos nos afluentes em produtos gasosos (MATOS et al., 2017).

TABELA 1. Valores médios de potencial hidrogeniônico (pH), de umidade (U), teor de sólidos totais (ST) e teor de sólidos voláteis (SV) no afluente (A) e efluente (E).

| Relações | pH     |         | U (%)   |         | ST (%)  |         | SV (%)  |         |
|----------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| LE:DB    | A      | E       | A       | E       | A       | E       | A       | E       |
| 100:0    | 5,10Aa | 7,55Ba  | 96,53Aa | 96,74Ba | 3,47Ae  | 3,25Bd  | 3,07Ae  | 2,52Be  |
| 75:25    | 5,07Aa | 7,39Bab | 91,80Ab | 95,49Ba | 8,20Ad  | 4,51Bd  | 7,00Ad  | 3,43Bd  |
| 50:50    | 5,06Aa | 7,59Ba  | 89,87Ac | 92,99Bb | 10,13Ac | 7,01Bc  | 8,55Ac  | 5,10Bc  |
| 25:75    | 5,12Aa | 7,10Bb  | 86,40Ad | 88,53Bc | 13,60Ab | 11,47Bb | 11,80Ab | 9,09Bb  |
| 0:100    | 5,15Aa | 7,67Ba  | 84,02Ae | 86,25Bd | 15,98Aa | 13,74Ba | 13,33Aa | 10,92Ba |

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

Para umidade, observou-se na Tabela 1 que todos os tratamentos diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ) entre si. Conforme esperado, a umidade do afluente e do efluente reduziu com o aumento da proporção de lodo de esgoto. No entanto, manteve dentro do recomendado por Schirmer et al. (2014), sendo para produção de biogás em torno de 90%. Em relação aos efluentes, pode-se inferir que apenas as relações 100:0 e 75:25 LE:DB não apresentaram diferença estatística entre si ( $P > 0,05$ ), que pode estar relacionado com alto teor de umidade do lodo de esgoto. Ao contrário da umidade, observou-se que ST e SV do afluente e do efluente aumentaram estatisticamente com o aumento da proporção de lodo de esgoto (Tabela 1). Ao comparar o afluente com o efluente observou-se redução de 6 e 18, 45 e 51, 31 e 40, 16 e 23 e 14 e 18% nos valores de ST e SV para as relações 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100, respectivamente. A redução nos ST para as relação de 75:25 LE:DB foi elevada quando comparada à média obtida de 34,8% por Schwingel et al. (2016) para a codigestão anaeróbica entre dejetos de suínos e glicerina bruta. Para os outros tratamentos, com exceção ao 100:0 LE:DB, os valores de redução de ST foram próximos aos resultados apresentados por González-Hermoso & Segovia (2017) que aferiram redução de ST entre 14 e 23% para sistema de remoção de nutrientes de um sistema de aquicultura. Ao estudar a codigestão anaeróbica do dejetos de bovino leiteiro com óleo de descarte em biodigestores, Orrico et al. (2016) observaram reduções de 51,28% de SV, resultado similar ao observado pelas relações 75:25 e 50:50 LE:DB. As reduções de ST e SV demonstraram eficiência do processo de codigestão anaeróbica entre LE e DB no que tange a degradação de matéria orgânica. Segundo Soares et al. (2018), a utilização de lodo de esgoto pode ser feita para acelerar a partida de biodigestores abastecidos com DB, sendo possível maiores reduções de SV como pode-se notar nas demais relações. A monodigestão anaeróbica acarretou em baixa redução de SV. Este fato pode estar atrelado ao DB possuir elevado teor de constituintes fibrosos (ADRIAMANOHIARISOAMANANA et al., 2016) associado a ausência de água para a monodigestão anaeróbica, interferindo em sua degradação.

**CONCLUSÕES:** A partir dos resultados referentes a caracterização da codigestão anaeróbica, conclui-se que o lodo de esgoto junto ao dejetos bovino apresentam-se como possíveis codigestantes anaeróbicos.

## REFERÊNCIAS:

- ADRIAMANOHARIISOAMANANA, F. J.; YAMASHIRO, T.; IHARA, I.; IWASAKI, M.; NISHIDA, T.; UMETSUA, 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.
- APHA; AWWA; WPCF (2005) **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th Edition. Washington. American Public Health Association, American Water Woks Association, Water Environment Federation. Washington-DC, USA.
- CREMONEZ, P. A.; ROSSI, E. DE; FEROLDI, M.; TELEKEN, J. G.; FEIDEN, A.; DIETER, J. Codigestão de água residual de suinocultura e vinhaça sob diferentes condições térmicas. **Revista de Ciências Agrárias**, v.38, p. 103-110, 2015.
- DINIZ, I. C. C.; MATOS, A. T.; BORGES, A. C.; AQUINO, J. M. G.; MATOS, M. P. Degradation of sewage sludge compost disposed on the soil. **Engenharia Agrícola**. v.36, n.5, p.822-829, 2016.
- GONZÁLEZ-HERMOSO J, SEGOVIA M. Effect of four different pretreatments in nitrogen and phosphorus flow and mass balance in effluents of a recirculating aquaculture system. **CICIMAR Oceánides**, v.31, n.2, p.21-34, 2016.
- GUERI, M. V. D.; SOUZA, S. N. M.; KUCZMAN, O. Parâmetros operacionais do processo de digestão anaeróbia de resíduos alimentares: uma revisão. **BIOFIX Scientific Journal**, v.3 n.1 p. 17-25, 2018.
- MATOS, C.F.; PAES, J. L.; PINHEIRO, E. F. M.; CAMPOS D. V. B. Biogas production from dairy cattle manure, under organic and conventional production systems. **Revista Engenharia Agrícola**, v.37, p.1081-1090, 2017.
- MATTER, J. M.; COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; PEREIRA, D. C.; VARENNES, A.; TESSARO, D. Anaerobic co-digestion of hatchery waste and wastewater to produce energy and biofertilizer - Batch phase. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.9, p.651-656, 2017.
- ORRICO, A. C. A.; LOPES, W. R. T.; MANARELLI, D. M.; ORRICO JUNIOR, M. A. P.; SUNADA, N. S. Anaerobic co-digestion of animal manure at different waste cooking oil concentrations **Engenharia Agrícola**, v.36, n.3, p. 537-545, 2016.
- PINÃS, J. A. V.; VENTIRURINI, O. J.; LORA, E. E. S.; ROALCABA, O. D. C. Technical assessment of mono-digestion and co-digestion systems for the production of biogas from anaerobic digestion in Brazil. **Renewable Energy journal**, v.117, p. 447-458, 2018.
- RIGO, D. S.; NEUMANN, P. S.; SILVEIRA, P. R. C. The construction of knowledge socioenvironmental in space management rural: the case of derrubadas – RS. **Revista do Desenvolvimento Regional**, v.20, n.2, p.283-307, 2015.
- SCHIRMER, W. N.; JUCÁ, J. F. T.; SCHULER, A. R. P.; HOLANDA, S.; JESUS, L. L. Methane production in anaerobic digestion of organic waste from Recife (Brazil) Landfill: evaluation in refuse of different ages. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v.31, n.02, p.373-384, 2014.
- SCHWINGEL, A.W.; ORRICO, A. C. A.; ORRICO, M. C. P.; SUNADA, N. S.; CENTURION, S. R. Desempenho da co-digestão anaeróbia de dejetos suínos com inclusão de glicerina bruta. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, n.4, p.778–783, 2016.
- SOARES, C. S. G. C.; QUEIROZ, C. K.; PAES, J. L. Utilização de lodo de esgoto como inóculo para partida de biodigestores abastecidos com dejetos bovinos. In: **VII Congresso Brasileiro de Energia Solar**, 2018, Gramado. *Anais...* CBES, 2018. v. VII. p. 1-10.