

CONVERSÃO ENERGÉTICA DO BIOGÁS GERADO PELA CODIGESTÃO ANAERÓBICA ENTRE LODO DE ESGOTO E DEJETO BOVINO

BEATRIZ COSTALONGA VARGAS¹, JULIANA LOBO PAES², PRISCILLA TOJADO DOS SANTOS³, MYRNA MARTINS SANTOS MOREIRA⁴, LUCAS ALVES FIRMINO⁵, BERNARDO MARCHON DE SOUZA ANTUNES⁶

¹Mestranda em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG, (31) 3612-4001, beatriz.vargas@ufv.br.

²Engenheira Agrícola e Ambiental, Professora Doutora, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Seropédica – RJ.

³Engenheira Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Seropédica – RJ.

⁴Graduanda de Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, UFRRJ Seropédica – RJ.

⁵Graduando de Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, UFRRJ Seropédica – RJ.

⁶Engenheiro Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Seropédica – RJ.

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

RESUMO: Diante da necessidade de suprimento descentralizado de energia elétrica limpa e renovável, o estudo de diferentes substratos para a geração de biogás se torna uma realidade. Dessa forma, objetivou-se nesse trabalho avaliar o potencial de geração de eletricidade a partir do biogás produzido pelos codigestantes lodo de esgoto e dejetos bovinos. A conversão energética do biogás produzido pela codigestão anaeróbica do lodo de esgoto e dejetos bovinos na relação 25:75 e pela monodigestão anaeróbica de cada substrato foi calculado levando em consideração o potencial de produção de biogás, quantidade média de dejetos produzidos por 200 cabeças de bovino leiteiro e equivalência de um metro cúbico de gás com eletricidade. Observou-se que a codigestão anaeróbica aumentou em 77% a produção de eletricidade quando comparado com a monodigestão anaeróbica. A energia elétrica gerada pela codigestão anaeróbica possibilita o acionamento de ordenhadeira e de lâmpadas de LED de 15 kW. Assim, conclui-se que por meio da conversão energética do biogás em energia elétrica adoção de biodigestores em propriedades rurais ser incentivada visando a independência energética e ao meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: energia elétrica, independência energética, codigestante

ENERGY CONVERSION OF BIOGAS GENERATED BY ANAEROBIC CODIGESTION BETWEEN SEWAGE SLUDGE AND BOVINE WASTE

ABSTRACT: In view of the need for decentralized supply of clean and renewable electricity, the study of different substrates for the generation of biogas becomes a reality. Thus, the objective of this work was to evaluate the potential for generating electricity from biogas produced by the codigestants of sewage sludge and cattle manure. The energy conversion of the biogas produced by the anaerobic codigestion of sewage sludge and cattle manure in the 25:75 ratio and by the anaerobic monodigestion of each substrate was calculated taking into account the biogas production potential, the average amount of waste produced by 200 cattle heads milk and equivalence of a cubic meter of gas with electricity. It was observed that anaerobic codigestion increased electricity production by 77% when compared to anaerobic monodigestion. The electrical energy generated by anaerobic codigestion enables the milking and 15 kW LED lamps to be activated. Thus, it is concluded that through the energy conversion

of biogas into electric energy, the adoption of biodigesters in rural properties should be encouraged aiming at energy independence and the environment.

KEYWORDS: Electricity, energy independence, codigestant

INTRODUÇÃO: Dejeito bovino, assim como lodo de esgoto provenientes de estação de tratamento, necessitam de formas de aproveitamento ou tratamento eficientes, reintegrando um produto de descarte ao ciclo produtivo, pois quando dispostos de forma inadequada causam sérios prejuízos ambientais e de saúde pública devido ao seu elevado potencial patogênico. No entanto, devido sua elevada carga de matéria orgânica e nutrientes (Adriamanohiarisoamanana et al., 2016; Angelo et al., 2019) podem ser viáveis em processos de digestão anaeróbica (mono e codigestão anaeróbica) visando a produção de biogás e biofertilizantes. A digestão anaeróbica, além de reduzir os impactos ambientais das atividades agrícola, tem como vantagem o rendimento energético devido ao poder calorífico do biogás produzido, podendo ser convertido em energia elétrica (Donoso-Bravo et al., 2019; Piñas et al., 2019). A conversão do biogás em energia elétrica apresenta-se como uma solução para a falta de eletricidade, demonstrando ser uma solução viável no ponto de vista econômico e ambiental (Udaeta et al., 2019). A geração de eletricidade no próprio local de consumo possibilita a redução de custos na propriedade e independência energética (Adriamanohiarisoamanana et al., 2016). Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a economia em adotar biodigestores contendo lodo de esgoto e dejeito bovino para a produção de energia elétrica.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no Laboratório de Eletrificação Rural e Energias Alternativas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), campus Seropédica – RJ. Utilizou-se os dados de produção acumulada do trabalho desenvolvido por Vargas et al. (2019). No experimento realizado por esses autores foram utilizados biodigestores modelo indiano de bancada abastecidos com 1,7 kg de material de entrada (afluente) contendo 25:75, 0:100 e 100:0 lodo de esgoto:dejeito 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 82 dias (12 semanas). A conversão energética para eletricidade foi calculada de acordo com a Equação 1.

$$CE = PPB * QA * EQB \quad (1)$$

em que,

- CE - Conversão energética, kWh;
- PPB - Potencial de produção de biogás, m³ kg⁻¹;
- QA - Quantidade de afluente; kg;
- EQB - Equivalência de 1 m³ de biogás, kWh m⁻³.

Considerou-se o potencial de produção de biogás de 0,034 m³ kg_{afluente}⁻¹ obtido com o processo de codigestão anaeróbica (25:75 LE:DB) após 12 semanas de digestão anaeróbica (Vargas et al., 2019), quantidade média de dejetos produzidos por 200 cabeças de bovino (15 kg_{dejeito} por animal diários) e equivalência de um metro cúbico de gás com eletricidade de 1,43 kWh (Barreira, 2017). Ressalta-se que a proporção de lodo de esgoto na quantidade de afluente foi baseada na massa de dejeito bovino produzido diariamente. No cálculo da economia energética, considerou-se 0,70736 R\$ kWh⁻¹ para propriedades rurais localizadas no Rio de Janeiro com consumo até 300 kWh (LIGHT, 2020).

Para efeito de comparação a conversão energética também foi calculada para o potencial de produção de biogás obtido com o processo de monodigestão anaeróbica (100:0 e 0:100 LE:DB) na 12ª semana de digestão anaeróbica. Segundo Vargas et al. (2019), o potencial de produção de biogás obtido com as relações 100:0 e 0:100 LE:DB na 12ª semana de digestão anaeróbica não diferiram entre si, sendo de $0,008 \text{ m}^3 \text{ kg}_{\text{afluente}}^{-1}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na codigestão anaeróbica, adotou-se quantidade de lodo de esgoto de 750 kg, de dejetos de bovino de 2.250 kg, totalizando 3.000 kg de afluente adicionado no biodigestor. Semelhantemente, para fins comparativos, na monodigestão anaeróbica foram feitas baseando-se em seus potenciais energéticos e na quantidade de 3000 kg de lodo de esgoto ou dejetos de bovino, e nula para água e codigestante. Para essa quantidade de afluente, produziu-se 102 m³ de biogás para codigestão anaeróbica e de 24 m³ de biogás para monodigestão anaeróbica. Isto é, aumento de 77% na produção de biogás, demonstrando a eficiência do processo de codigestão anaeróbica entre os dois substratos utilizados no presente experimento. A adoção de biodigestores, contendo lodo de esgoto e dejetos de bovino na relação de 25:75, em propriedades rurais visando energia elétrica iria gerar 146 kWh na 12ª semana. Em termos monetários, o produtor rural pode economizar cerca de R\$ 103,03. Já considerando a monodigestão anaeróbica teria a geração de 34 kWh, com economia de R\$ 24,04. Considerando a relação uma pequena propriedade com apenas 200 gados leiteiros, a quantidade de energia gerada (146 kWh) seria capaz de suprir a iluminação de uma propriedade com 9.733 lâmpadas de LED de 15 W. Outra alternativa também pode ser a substituição da energia gasta com ordenhadeira com potência de 1,471 kWh trabalhando por quatro horas (Damm et al., 2018) durante 12 dias. Em termos monetários, considerando a tarifa supracitada, seria aferida uma economia de R\$ 49,94.

CONCLUSÕES: Conclui-se que a adoção de biodigestores contendo lodo de esgoto juntamente dejetos de bovino em uma propriedade rural pode ser viável devido a produção de energia elétrica com materiais sem fins financeiros e poluentes ambientais.

REFERÊNCIAS:

ADRIAMANOHIAISOAMANANA, 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.

ANGELO, B. R.; VITAL, R. P.; ALVES, M. R.; SILVA, J. O.; PINTO, M. A.; MACENA, D. A.; SOUZA, J. G. Produção e caracterização de biocarvão a partir de biossólidos armazenados em BAG's geotêxteis no município de Rancharia – SP. **Colloquium Exactum**, v.11, n.4, p.142-155, 2019.

BARREIRA, P. **Biodigestors. Energy, fertility and sanitation for rural areas**. 1. ed. São Paulo: Ícone. 2017. 106 p.

DAMM, S. E. G. A.; PAES, J. L.; QUEIROZ, C. K.; SANTOS, P. P. A. V.; RAMOS, V. A. **Potencial energético do setor de bovinocultura de leite da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 5, 2018, Maceió. *Anais...* Maceió, 2018.

DONOSO-BRAVO, A.; ORTEGA, V.; LESTY, Y.; HUGUESVANDEN BOSSCHE, H. V.; OLIVARES, D. Assessing the stability of anaerobic co-digestion in the context of a WWTP with thermal pre-treatment of sewage sludge. Case study in Chile. **Waste Management**, v. 100, p.240-248, 2019.

LIGHT. Composição da tarifa. Disponível em: <<http://www.light.com.br/para-residencias/SuaConta/composicao-da-tarifa.aspx>>. Acesso em: 12 de março de 2020.

PIÑAS, J. A. V; VENTURINI, O. J.; LORA, E. E. S.; OLMO, O. A.; ROALCABAD, O. D. C. An economic holistic feasibility assessment of centralized and decentralized biogas plants with mono-digestion and co-digestion systems. **Renewable Energy**, v.139, p.40-51, 2019.

UDAETA, M. E. M.; MEDEIROS, G. A. de S.; SILVA, V. O.; GALVÃO, L. C. R. Basic and procedural requirements for energy potential from biogas of sewage treatment plants. **Journal of Environmental Management**, v. 236, p.380–387, 2019.

VARGAS, B. C.; PAES, J. L.; ANTUNES, B.M. S.; SANTOS, P. T. S.; BERGOSSI, A. S. **Geração de energia térmica a partir do biogás proveniente do dejetos bovino e lodo de esgoto**. In: II SIAPAS / VI SIMCRA, 2019, Lavras, *Anais...* Lavras: UFLA, p.203-411, 2019.