ENERGIA TÉRMICA PROVENIENTE DE BIOGÁS ADVINDO DE LODO DE ESGOTO, DEJETO BOVINO E ÁGUA

BEATRIZ COSTALONGA VARGAS[1], JULIANA LOBO PAES[2], PRISCILLA TOJADO DOS SANTOS[3], MYRNA MARTINS SANTOS MOREIRA[4], LUCAS ALVES FIRMINO[5]

[1]Mestranda em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG, (31) 3612-4001, beatriz.vargas@ufv.br.
[2]Engenheira Agrícola e Ambiental, Professora Doutora, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Seropédica – RJ.
[3] Engenheira Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Seropédica - RJ.
[4] Graduanda de Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, UFRRJ Seropédica – RJ.
[5] Graduando de Engenharia 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: A utilização de biogás proveniente de biodigestores pode ser solução para um problema de saúde pública, advindo do uso da lenha em propriedades rurais, e também, para o alto custo do gás de cozinha (GLP) no país. De tal modo, objetivou-se avaliar o potencial de substituição das duas fontes energéticas por biogás. Para a produção de biogás, foram utilizados biodigestores de bancada modelo indiano, em sistema de abastecimento por batelada. Estes foram abastecidos com as proporções de 25:50:25, 0:100:0 e 100:0:0 para lodo de esgoto:dejeto bovino:água. O cálculo da conversão energética foi baseado produção acumulada de biogás (m^3 kg^{-1}), quantidade de dejetos produzidos por bovinos em uma propriedade rural e equivalência de um metro cúbico de gás com lenha e GLP. Assim, proporcionou-se energia térmica através da geração de biogás, utilizando-se biodigestores em propriedades rurais, sendo altamente sustentável, no qual produz uma economia circular para os produtores, e é viável, independentemente da quantidade de animais existentes.

PALAVRAS-CHAVE: biodigestores, conversão energética, economia circular.

THERMAL ENERGY FROM BIOGAS FROM SEWAGE SLUDGE, BOVINE WASTE AND WATER

ABSTRACT: The use of biogas from biodigesters can be a solution to a public health problem, arising from the use of firewood in rural properties, and also, for the high cost of cooking gas (LPG) in the country. In such a way, the objective was to evaluate the potential of replacing the two energy sources with biogas. For the production of biogas, bench model biodigesters were used, in a batch supply system. These were supplied with the proportions of 25:50:25, 0: 100: 0 and 100: 0: 0 for sewage sludge: bovine manure: water. The calculation of the energy conversion was based on accumulated biogas production (m^3 kg-1), quantity of manure produced by cattle on a rural property and equivalence of one cubic meter of gas with firewood and LPG. In general, providing thermal energy through the generation of biogas, using biodigesters in rural properties, in addition to being highly sustainable, producing a circular economy for producers, is feasible, regardless of the number of existing animals.

KEYWORDS: biodigestors, energy conversion, circular economy.

INTRODUÇÃO: O uso da lenha em propriedades rurais é uma preocupação da saúde pública. Esta fonte energética causa aumento da mortalidade e da morbidade quanto exposta aos poluentes que emite. No Brasil, a lenha é utilizada por 30 milhões de brasileiros, devido ao nível socioeconômico da população. No entanto, além de questões ambientais, a utilização desse combustível acarreta em doenças respiratórias e câncer (Gioda et al., 2019). Já o gás liquefeito de petróleo (GLP), combustível amplamente utilização visando a cocção de alimentos, apresenta disponibilidade restrita no que cerca a locais próximos dos centros de distribuição. Dessa forma, sua substituição por fonte energética limpa e renovável, como o biogás, têm se tornado uma alternativa viável e de baixo custo. A geração de energia térmica por meio da queima do biogás pode representar economia para o produtor, podendo ser voltada para a própria comunidade (Vargas et al., 2019). Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar o potencial de substituição do uso da lenha e do gás de cozinha por biogás.

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 Santos 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 25:50:25, 0:100:0 e 100:0:0 lodo de esgoto:dejeto bovino:água (LE:DB:A). 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 os combustíveis lenha e gás de cozinha foi calculada de acordo com a Equação 1.

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

em que,

CE - Conversão energética, m^3;

PPB - Potencial de produção de biogás, $m^3\ kg^{-1}$;

QA - Quantidade de afluente; kg;

EQB - Equivalência de 1 m^3 de biogás.

Considerou-se o potencial de produção de biogás de 0,014 $m^3\ kg_{afluente}^{-1}$ obtido com o processo de codigestão anaeróbica (25:50:25 LE:DB:A) após 11 semanas de digestão anaeróbica (Santos et al., 2019), quantidade média de dejetos produzidos por 180 cabeças de bovino (15 kg_{dejeto} por animal diários) e equivalência de um metro cúbico de gás com lenha e gás de cozinha (GLP), conforme demonstrado na Tabela 1 (Barreira, 2017). Ressalta-se que a proporção de lodo de esgoto e água na quantidade de afluente foi baseada na massa de dejeto bovino produzido diariamente.

TABELA 1. Comparação entre o biogás e combustíveis fósseis.

Combustíveis fósseis	**Equivalência de 1 m³ de biogás (EQB)**	**Unidade**
Lenha	1,536	kg
Gás de cozinha	0,454	L

Para efeito de comparação a conversão energética também foi calculada para o potencial de produção de biogás obtido com o processo de monodigestão anaeróbica (100:0:0 e 0:100:0 LE:DB:A). Assim, foi considerado o PPB de 0,008 $m^3\ kg_{afluente}^{-1}$ para 100:0:0 LE:DB:A e 0,005 $m^3\ kg_{afluente}^{-1}$ para 0:100:0 LE:DB:A alcançado na 11ª semana de digestão anaeróbica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na codigestão anaeróbica, adotou-se quantidade de lodo de esgoto de 675 kg, de dejeto de bovino de 2700 kg e água de 675 kg (equivalente a 675 L), totalizando 4050 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 4050 kg de lodo de esgoto ou dejeto bovino, e nula para água e codigestante. Para essa quantidade de afluente, produziu-se 57, 32 e 20 m³ de biogás para as relações de 25:50:25, 100:0:0 e 0:100:0 LE:DB:A. Apresenta-se na Tabela 2, a conversão energética para os combustíveis lenha e gás de cozinha adotando o potencial energético das relações de 25:50:25, 100:0:0 e 0:100:0 LE:DB:A.

TABELA 2. Equivalência com outros combustíveis do potencial energético das relações de 100:0:0, 25:50:25 e 0:100:0 LE:DB:A

Combustíveis	Equivalência do potencial energético			Aumento (%)
	25:50:25 LE:DB:A	100:0:0 LE:DB:A	0:100:0 LE:DB:A	
Lenha (kg)	87	50	31	53
Gás de cozinha (L)	26	15	9	54

No geral, pode-se observar que biodigestores abastecidos com lodo de esgoto, dejeto bovino e água na relação 25:50:25 torna-se promissor devido ao aumento, em média de 54%, quando comparado com a monodigestão anaeróbica (Tabela 2). Dessa forma, comprova-se o efeito benéfico no processo da codigestão anaeróbica. No Brasil, a lenha para energia relaciona-se à produção de carvão vegetal e aos consumos residencial, industrial e agropecuário. Dentre as fontes energéticas em uma residência, utiliza-se 24,4% do total de lenha, sendo destinada principalmente a cocção de alimentos nas regiões rurais. Isso se ocorre, devido às camadas mais pobres da população possuir dificuldades de acesso a outras fontes energéticas, por razões econômicas ou estruturais. Além disso, a combustão incompleta dos combustíveis sólidos em fogo aberto ou em fogões a lenha tradicionais, dentro dos domicílios, libera gases tóxicos à saúde humana e poluentes intra domiciliar (Godoy, 2008). Segundo Vale et al. (2002), o consumo residencial de lenha para a cocção de alimentos equivale a 10,54 kg por domicílio. Assim, a substituição da lenha pelo biogás poderia atender oito famílias. Além da lenha para cocção, em propriedades rurais utiliza-se o GLP comercializado em botijão de 13 kg ou 31,5 L (NBR 8614) no valor em média de R$ 86,00 (ANP, 2018) Segundo Esperancini et al. (2007), utiliza-se um botijão de gás (13 kg) por mês em cada domicílio. Dessa forma, pode-se verificar na Tabela 2 que cada 11 dias seria produzido 26 L de biogás e em um mês 70 L de biogás. Dessa forma, em um mês é possível atender até dois domicílios visando a cocção de alimentos.

CONCLUSÕES: Conclui-se viabilidade da substituição do uso da lenha e gás de cozinha pelo biogás em propriedades rurais, gerando economia e melhores condições de saúde aos produtores.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao GERAR pela oportunidade e à FAPERJ pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS:

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Sistema de levantamento de preços**. Disponível em: <https://preco.anp.gov.br/include/resumo_mensal_combustiveis.asp>. Acesso em: nov. 2018.

BARREIRA, P. Biodigestors: Energy, fertility and sanitation for rural areas. **Ícone**. São Paulo, 1ª edição (in Portuguese), p.106, 2017.

ESPERANCINI, M. S. T.; COLEN, F.; BUENO, O. C.; PIMENTEL, A. E. B.; SIMON, E. J. Viabilidade técnica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do estado de São Paulo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.01, p.110-118, 2007.

GIODA, A.; TONIETTO, G. B.; LEON, A. P.; Exposure to the use of firewood for cooking in Brazil and its relation with the health problems of the population. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.24, n.08, p.3079-3088, 2019.

GODOY, I. Fogão a lenha: um passatempo agradável, uma rotina perigosa. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Botucatu, v.34, n.09, p.637-638, 2008.

SANTOS, P. T.; PAES, J. L.; VALADAO, R. C.; DAMM, S. E. G. A.; PAGANI, G. F. **Viabilidade do suprimento de eletricidade com biogás originado pela codigestão entre lodo de esgoto, dejeto bovino e água**. In: II SIAPAS / VI SIMCRA, 2019, Lavras, *O Papel da Bioengenharia na Segurança Alimentar Frente às Mudanças Climáticas*, Lavras: UFLA, p.354-360, 2019.

VALE, A. T.; RESENDE, R. Estimativa do consumo residencial de lenha em uma pequena comunidade rural do Município de São João D'Aliança – GO. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.02, p.159-165, 2003.

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 dejeto bovino e lodo de esgoto**. In: II SIAPAS / VI SIMCRA, 2019, Lavras, *O Papel da Bioengenharia na Segurança Alimentar Frente às Mudanças Climáticas*, Lavras: UFLA, p.403-411, 2019