

PRODUÇÃO DE BIOGÁS VIA CODIGESTÃO ANAERÓBIA EM TEMPERATURA AMBIENTE

Vitor Alves Lourenço*, Renan de Freitas Santos, Gabriel Girardi Pan, Bruno Müller Vieira, Willian César Nadaleti

* Universidade Federal de Pelotas - vitor.a.lourenco@gmail.com

RESUMO

A maior parte da demanda mundial de energia é suprida por meio da utilização de combustíveis fósseis, tornando-se evidente a necessidade de diversificação da matriz energética com base em fontes limpas e renováveis. No cenário nacional o desenvolvimento e emprego de bioenergias destacam-se como uma das possíveis soluções para o setor energético. A biodigestão anaeróbia apresenta-se como uma técnica capaz de produzir biogás durante o processo de degradação da biomassa. Neste contexto, a indústria de arroz parboilizado possui destaque quanto ao seu potencial de produção de energia, com uma oferta de biomassa residual capaz de promover a autossuficiência energética do setor. A parboilização do grão gera um efluente de alta carga orgânica, sendo que para cada quilo de arroz parboilizado são gerados de 2 a 4L. O país caracteriza-se ainda por gerar alto volume de resíduos sólidos orgânicos oriundos do setor agroindustrial. A possibilidade do emprego destes resíduos como cosubstrato representa uma possibilidade de potencializar o processo de produção de biogás. A temperatura ideal para a produção de biogás via biodigestão anaeróbia de efluente da parboilização de arroz é a de 35 °C. Entretanto, pensando em produções em larga escala, torna-se pertinente o estudo da produção em temperaturas ambientes. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o potencial de produção de biogás via codigestão anaeróbia de efluente e lodo da parboilização de arroz com resíduos sólidos orgânicos, em diferentes proporções, em temperatura ambiente. Foram montadas três diferentes linhas de biodigestores, onde cada um recebeu diferentes concentrações de cada resíduo sólido orgânico (casca de banana, laranja e tangerina). Constatou-se no estudo a viabilidade de produção de biogás via codigestão anaeróbia de efluente da parboilização de arroz e resíduos sólidos orgânicos em temperatura ambiente e, ainda, que o biodigestor contendo maior proporção de casca de banana apresentou um baixo desempenho quando comparado com os demais.

PALAVRAS-CHAVE: Codigestão anaeróbia, efluente, cascas, arroz parboilizado, resíduos orgânicos.

INTRODUÇÃO

Apesar do alto potencial de poluição representado pelo uso de combustíveis fósseis, tais fontes de energia ainda representam 65,9% de toda a energia elétrica gerada no globo terrestre (EPE, 2017). Assim, torna-se evidente a necessidade de diversificação da matriz energética com base em fontes limpas e renováveis, onde o desenvolvimento e emprego de bioenergias destaca-se como uma das possíveis soluções para o setor nacional (RUFFATO-FERREIRA et al., 2017).

Nesse sentido, a biodigestão anaeróbia se apresenta como uma técnica capaz de produzir biogás durante o processo de degradação da biomassa (MATHIOUDAKIS et al., 2017; SRINUANPAN et al., 2018; WEILAND, 2010). Assim, a técnica agrega valor a rejeitos agroindustriais, que de outro modo possuiriam pouco ou nenhum valor comercial, ao possibilitar a conversão do biogás em energia (SUZUKI et al., 2012).

A indústria de arroz parboilizado possui destaque quanto ao seu potencial de produção de energia, com uma oferta de biomassa residual capaz de promover a autossuficiência energética do setor (NADALETI & PRZYBYLA, 2018). O processo de parboilização do arroz gera efluente de alta carga orgânica, sendo que para cada quilo de arroz parboilizado são gerados de 2 a 4L (BASTOS et al., 2010; KUMAR et al., 2016; QUEIROZ et al., 2007; SANTOS et al., 2012).

O país caracteriza-se ainda por gerar alto volume de resíduos sólidos orgânicos oriundos do setor agroindustrial, onde a possibilidade de emprego destes como cosubstrato representa uma viabilidade de potencializar o processo de produção de biogás, tendo em vista que a codigestão anaeróbia é capaz de elevar a estabilidade da biodigestão e obter eficiência na produção de biogás através do emprego simultâneo de dois ou mais substratos (MARAGKAKI et al., 2017; SOUZA et al., 2010).

O processo de biodigestão anaeróbia pode ocorrer em três diferentes gamas de temperatura: a psicrófila (<25 °C), mesófila (25–40 °C) e termófila (45–60 °C) (MAMUNA & TORIIA, 2017). Nadaleti et al. (2018), estudaram a produção de biogás via biodigestão anaeróbia de efluente da parboilização de arroz, como substrato, e lodo de mesma origem, como inóculo. O estudo constatou que a temperatura ideal para a produção é a de 35 °C. Entretanto, ao se pensar em produções em larga escala, nota-se elevado gasto energético para promover o aquecimento dos biodigestores

e ainda há inviabilidade econômica em alguns casos, como em zonas rurais ou carentes. Assim torna-se pertinente o estudo da produção de biogás em temperaturas ambientes.

OBJETIVOS

Avaliar o potencial de produção de biogás via codigestão anaeróbia de efluente e lodo da parboilização de arroz com resíduos sólidos orgânicos em temperatura ambiente. Determinar, dentre as diferentes misturas de casca de banana, laranja e tangerina, qual possibilita maior produção de biogás quando empregada como cosubstrato do processo.

METODOLOGIA

Os biodigestores utilizados no estudo foram desenvolvidos a partir da reutilização de galões opacos de Polietileno, capazes de impedir a interferência luminosa no processo de biodigestão anaeróbia, com volumes internos de 5,5 dm³. De modo que os biodigestores operassem com apenas uma saída, conectada a um tubo flexível responsável por conduzir o biogás produzido ao sistema de medição (Figura 1). A entrada utilizada para a alimentação recebeu vedação através do uso de silicone acético incolor visando impedir possíveis vazamentos do biogás para atmosfera.



**Figura 1: Biodigestor (à esquerda) e sistema de medição (frasco graduado ao centro e reservatório à direita).
Fonte: Autor do Trabalho.**

A quantificação do biogás ocorreu por meio de um sistema baseado na metodologia usada por Nadaleti et al. (2018), que funciona por meio do princípio de deslocamentos de líquidos, composto por dois frascos comunicantes, onde o frasco conectado ao biodigestor recebeu graduação em volume e o outro (desenvolvido a partir de garrafas PET's) operou como reservatório para o líquido (água) deslocado, conforme a Figura 1. Na conexão entre o sistema de medição e o tubo flexível, responsável por conduzir o biogás até o sistema, foi instalado um divisor de ar que quando aberto garante o escape do gás à atmosfera, possibilitando que o medidor retorne a marca inicial após as quantificações, que ocorreram em intervalos de 12 horas por um período de 672 horas. De modo a evitar a dissolução do dióxido de carbono (CO₂) presente no biogás, foi adicionada uma fina camada de óleo de soja (40 mL) acima da água responsável por preencher o sistema.

Para a alimentação, fez-se uso de apenas 4,00 dm³ do volume total dos biodigestores, já que o restante foi reservado para *headspace* do mesmo. Todos os biodigestores receberam 2,00 dm³ de efluente e 1,20 dm³ de lodo, ambos oriundos do Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA) de uma indústria de arroz parboilizado localizada no município de Pelotas-RS.

Os biodigestores foram ainda alimentados com resíduos sólidos orgânicos triturados e diluídos em água, onde para cada 100 g de resíduo foram adicionados 200 mL de água, baseando-se na metodologia utilizada por Lourenço (2017). Os resíduos (cascas de frutas) foram fornecidos pelo Restaurante Universitário da Universidade Federal de Pelotas (UFPe), sendo que cada biodigestor recebeu um volume diferente de cada tipo de casca, de modo a totalizar um volume de 0,8 dm³ em todos os cenários (Tabela 1).

Tabela 1. Volumes e proporções de resíduos sólidos orgânicos. Fonte: Autor do Trabalho, 2018.

Biodigestor	Resíduo sólido orgânico					
	Casca de banana		Casca de laranja		Casca de tangerina	
	[%]	[dm ³]	[%]	[dm ³]	[%]	[dm ³]
A	80	0,64	10	0,08	10	0,08
B	50	0,40	25	0,20	25	0,20
C	20	0,16	40	0,32	40	0,32

RESULTADOS

Os biodigestores B e C apresentaram maiores picos de produção já nas primeiras 12 horas de experimento quando comparados ao biodigestor A (Figura 2), voltando a ocorrer em maiores proporções com 144 horas e, posteriormente, com 336 horas, de maneira mais acentuada no biodigestor C, aquele que recebeu menor volume de casca de banana em sua alimentação. Já o biodigestor A, que recebeu maior volume de casca de banana, apresentou um pequeno pico nas primeiras doze horas, apresentando pico significativo apenas com 336 horas de experimento, porém com volume reduzido quando comparado ao biodigestor C.

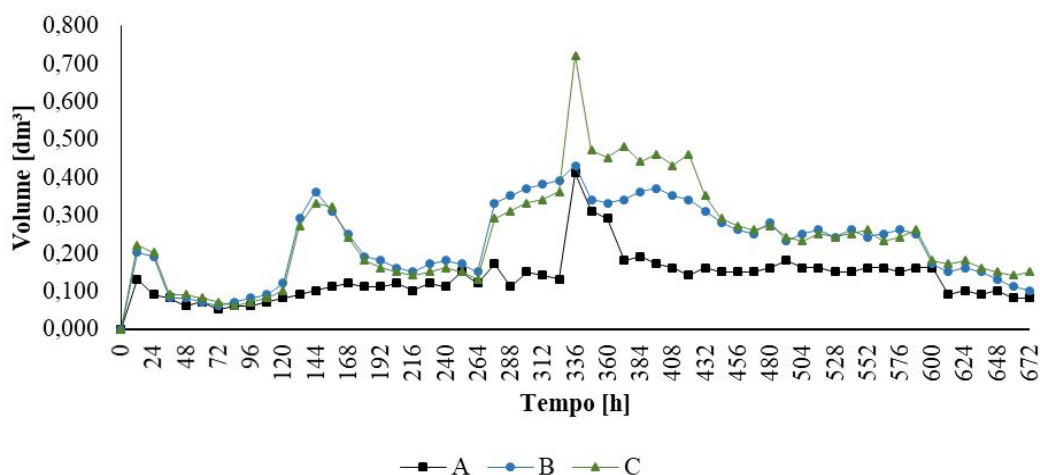


Figura 2: Gráfico das produções de biogás ao longo do experimento. Fonte: Autor do Trabalho.

Como pode ser observado na Figura 3, o comportamento dos picos de produção refletiu na totalidade dos volumes gerados. Onde os biodigestores B e C apresentaram maior produção de biogás, com volumes totais de 14,37 dm³ e 15,25 dm³, respectivamente, seguidos do biodigestor A que somou 9,06 dm³.

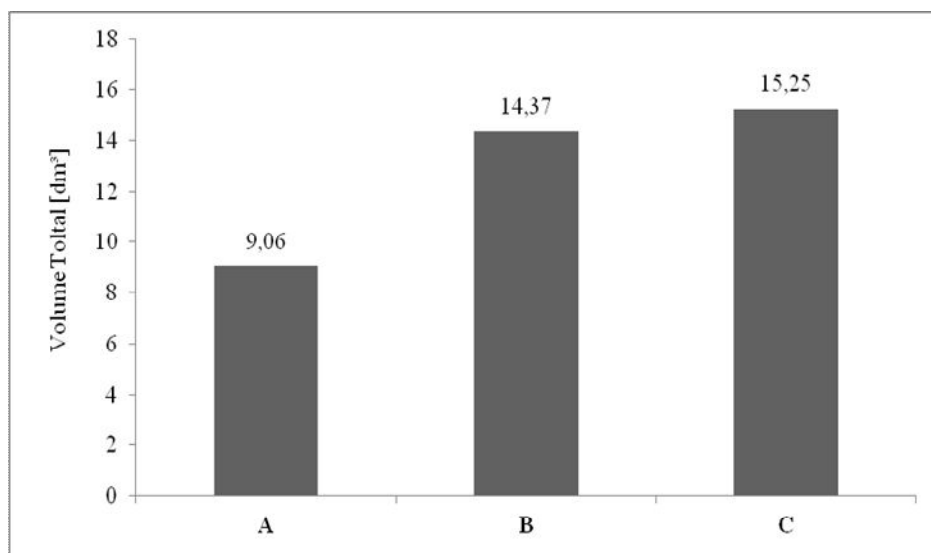


Figura 3: Gráfico das produções totais de biogás. Fonte: Autor do Trabalho.

Observando a Figura 4, nota-se que durante o período de estudo ocorreram variações na temperatura ambiente, portanto, o experimento ocorreu com temperatura média de 17,40 °C e desvio padrão de 0,96 °C. É possível ainda relacionar os picos de produção de biogás à ocorrência de temperaturas mais elevadas, que ocorreram justamente nos mesmos períodos de maiores produções, onde a temperatura alcançou 20 °C enquanto em outros momentos a temperatura chegou a apenas 15 °C.

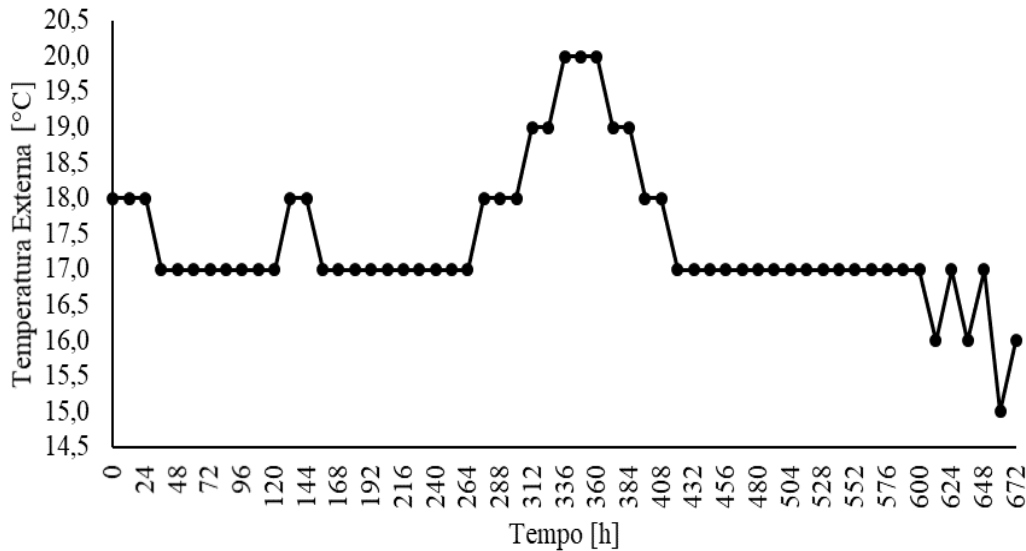


Figura 4: Gráfico da temperatura externa. Fonte: Autor do Trabalho.

De acordo com Montilha (2005), a temperatura interna do processo de biodigestão anaeróbia pode variar de 10 °C à 65 °C, porém, sua faixa ideal ocorre entre 30 °C e 35 °C. Deste modo, a temperatura externa possui grande influência em um processo de biodigestão anaeróbia que ocorre em temperatura ambiente, podendo inferir negativamente na atividade microbiológica e, conseqüentemente, na produção de biogás.

Entretanto estudos demonstram a viabilidade da produção de biogás em temperatura ambiente, contando apenas com a bioestabilização do processo. Amorim et al. (2004), estudaram a biodigestão anaeróbia de dejetos de caprinos em diferentes estações do ano e determinaram que os totais de biogás produzidos foram semelhantes para todas as estações. Sendo que no verão e outono, onde houve maior ocorrência de temperaturas mais elevadas, o processo apresentou maior agilidade, antecipando a produção de biogás ou aumentando a concentração de metano.

Nadaleti et al. (2018), estudaram as temperaturas mesófilas e termófilas para a produção de biogás via biodigestão anaeróbia de efluente da parboilização de arroz, utilizando como inóculo o lodo obtido no UASB da ETE da indústria. De acordo com os resultados da pesquisa, a temperatura de 35 °C (mesófila) apresentou maior produção de biogás, totalizando 5,198 dm³ em 276 horas de experimento.

Lourenço (2017) avaliou o potencial de produção de biogás via codigestão de efluente da parboilização de arroz com resíduos sólidos orgânicos a 35°C. Em codigestão do efluente com casca de banana, obteve-se produção de até 8,490 dm³ em 168 horas de experimento em um biodigestor com volume útil de 2,15 dm³. Já em codigestão com casca de laranja a produção chegou a até 11,73 dm³ de biogás.

CONCLUSÕES

Foi possível constatar, dentro deste estudo, a viabilidade da produção de biogás via codigestão anaeróbia de efluente da parboilização de arroz e resíduos sólidos orgânicos em temperatura ambiente, mesmo considerando menores produções quando a temperatura esteve inferior a 20 °C. O estudo possibilitou ainda evidenciar um mau desempenho do biodigestor que recebeu em sua alimentação alta proporção de casca de banana, quando comparado aos demais biodigestores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Amorim, A.C., Lucas Júnior, J., Resende, K. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de caprinos obtidos nas diferentes estações do ano.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.24, n.1, p.16-24, 2004.
2. Bastos, R.G., Severo, M., Volpato, G., Jacob-Lopes, E., Zepka, L.Q., Queiroz, M.I. **Bioconversão do nitrogênio do efluente da parboilização do arroz por incorporação em biomassa da cianobactéria *Aphanothece microscopica* Nägeli.** Revista Ambiente e Água, v.5, n.3, 2010.
3. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017 ano base 2016.** Disponível em <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2017vf.pdf>. Acesso em 03 de junho de 2018.
4. Lourenço, V.A. **Produção de biogás via co-digestão anaeróbia de efluente da parboilização do arroz e resíduos sólidos orgânicos.** 2017. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
5. Maragkaki, A.E. Fountoulakis, M., Gypakis, A., Kyriakou, A., Lasaridi, K., Manios, T. **Pilot-scale anaerobic co-digestion of sewage sludge with agro-industrial by-products for increased biogas production of existing digesters at wastewater treatment plants.** Waste Management, v.59, p.362-370, 2017.
6. Mathioudakis, V., Gerbens-Leenes, P.W., Van Der Meer, T.H., Hoekstra, A.Y. **The water footprint of second-generation bioenergy: A comparison of biomass feedstocks and conversion techniques.** Journal of Cleaner Production, v.148, p.571-582, 2017.
7. Montilha, F. **Biogás – Energia renovável.** 2005. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil com ênfase Ambiental) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.
8. Nadaleti, W.C., Lourenço, V.A., Schoeler, G.P., Afonso, M., Santos, R.F., Vieira, B.M., Leandro, D., Quadro, M.S. **Temperaturas mesófilas e termófilas na produção de Biogás através de efluente da parboilização do arroz.** Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade, v.5, n.1, p.17-21, 2018.
9. Nadaleti, W. C., Przybyla, G. **Emissions and performance of a spark-ignition gas engine generator operating with hydrogen-rich syngas, methane and biogas blends for application in southern Brazilian rice industries.** Energy, v.154, p.38-51, 2018.
10. Rinuanpan, S., Cheirsilp, B., Prasertsan P. **Effective biogas upgrading and production of biodiesel feedstocks by strategic cultivation of oleaginous microalgae.** Energy, v.148, p.766-774, 2018.
11. Ruffato-Ferreira, V., Barreto, R.C., Júnior, A.O., Silva, W.L., Viana, D.B.V., Nascimento, J.A.S., Freitas, M.A.V.F. **A foundation for the strategic long-term planning of the renewable energy sector in Brazil: Hydroelectricity and wind energy in the face of climate change scenarios.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v.72, p. 1124-1137, 2017.
12. Suzuki, A.B.P., Feiden, A., Fernandes, D.M., Martins, G.I., Faria, R.A.P. **Utilização de manipueira juntamente com sólidos da cama de aviário em biodigestores para geração de biogás.** Ambiência Guarapuava, Paraná, v.8, n.3, p.809-820, 2012.
13. Weiland, P. **Biogas production: current state and perspectives.** Applied Microbiology and Biotechnology, v.85, p.849-860, 2010.