

POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS DE DIFERENTES RESÍDUOS DE SÓLIDOS ORGÂNICOS

Gustavo Leite Dias Pereira (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Nehemias Curvelo Pereira (Orientador), e-mail: ncpereira@uem.br

Universidade Estadual de Maringá/Centro de Tecnologia/Maringá, PR.

Engenharias - 3.00.00.00-9; Engenharia Química - 3.06.00.00-6; Processos Bioquímicos - 3.06.01.01-0

Palavras-chave: digestão anaeróbia, potencial bioquímico de metano, razão substrato e inóculo.

Resumo:

A produção de biogás é uma alternativa para a dependência do uso de combustíveis fósseis e apresenta ainda o benefício de tratar resíduos orgânicos altamente disponíveis no mercado. Este trabalho objetivou produzir e caracterizar o biogás gerado a partir de três fontes distintas, resíduos de hortifruti de supermercado (RHF), resíduos da produção de cogumelos (RPC) e resíduos de cama de frango (RCF) nas relações entre resíduo e inóculo de 1:1, 1:2 e 1:4 em sistemas batelada. Os resíduos de hortifruti apresentaram maior potencial de produção de biogás ($350\text{-}650 \text{ mL}_{\text{biogás}}\cdot\text{gSV}^{-1}$), seguido dos resíduos de cama de frango ($310\text{-}510 \text{ mL}_{\text{biogás}}\cdot\text{gSV}^{-1}$) e dos resíduos da produção de cogumelo ($60\text{-}90 \text{ mL}_{\text{biogás}}\cdot\text{gSV}^{-1}$).

Introdução

A produção de biogás é uma valiosa fonte de energia renovável, com potencial para aliviar parcialmente a dependência mundial de combustíveis fósseis e de fontes não-renováveis, oferecendo uma solução integrada, competitiva e ambientalmente sustentável. Além disso, existem outros aspectos benéficos, como o tratamento de resíduos, produção de biofertilizante e redução da emissão dos gases do efeito estufa e demais poluentes atmosféricos. O biogás é produzido por meio da digestão anaeróbia, processo biológico que converte, na ausência de O_2 , a matéria orgânica, principalmente resíduos provenientes da agricultura, pecuária e industriais, em componentes químicos com alto poder calorífico, tal como o metano. Segundo Pavi *et al.* (2017) a digestão anaeróbia é considerada uma tecnologia eficiente para a geração de biogás, no entanto, por se tratar de processo biológico, pode apresentar algumas limitações. Gilson (2017) argumenta que parâmetros como composição da matéria-prima de alimentação, disponibilidade de nutrientes, pH, temperatura e tamanho de partícula podem influenciar diretamente na produtividade do processo. Edwiges *et al.* (2017) relata a relação entre o rendimento de metano e o tipo de matéria orgânica presente no substrato. O teste de potencial bioquímico de metano (PBM) é um método que permite determinar o potencial de produção de biogás e a produção específica de metano a partir da avaliação da biodegradabilidade de diferentes substratos em diferentes condições. Sendo assim, este trabalho objetivou avaliar o potencial de produção de biogás de diversos substratos, além da viabilidade do aproveitamento energético de resíduos sólidos orgânicos.

Materiais e métodos

A produção de biogás foi realizada por meio de biodigestão anaeróbia em batelada, conforme as especificações e critérios determinados pela norma VDI 4630 (2006). Neste estudo, foram avaliados três resíduos: resíduos de hortifruti de supermercado (RHF), resíduo da produção de cogumelos (RPC) e resíduo de cama de frango (RCF). Para realização dos ensaios de produção foram utilizados como biodigestores frascos de vidro âmbar com volume de 250 mL, com tampa de borracha e lacre de alumínio, para garantir fechamento hermético dos frascos. Os biodigestores foram alimentados com três diferentes razões de resíduo e inóculo (R:I), 1:1, 1:2 e 1:4, sendo que as composições foram determinadas em concentrações de sólidos voláteis (gSVresíduos/gSVinóculo). As configurações experimentais foram preparadas diretamente nos frascos, com auxílio de uma balança analítica e, após a adição das quantidades pré-definidas de resíduo e inóculo, uma corrente de gás nitrogênio foi circulada nos frascos para garantir a anaerobiose. Os inóculos utilizados nesta pesquisa foram compostos por uma mistura de efluente líquido de suinocultura, efluente líquido de sistema de tratamento de frigorífico bovino e lodo anaeróbio de biodigestor ativo em escala real, todos aclimatados com os respectivos resíduos orgânicos. A coleta do biogás foi realizada até que o volume retirado correspondesse a 1% do volume acumulado. A composição do biogás foi determinada por meio de cromatografia gasosa utilizando detector por condutividade térmica (TCD) em série com detector por fotometria de chama (FPD), em um cromatógrafo (GC) modelo Thermo Scientific – Trace GC Ultra. As injeções no CG foram realizadas no modo Splitless, com injetor na temperatura de 100°C, utilizando hélio como gás de arraste a vazão de 10mL/min. A coluna cromatográfica utilizada é do modelo HP-Plot U (30m x 0,53mm x 0,20µm), operada em modo isotérmico a 40°C. Os modelos cinéticos avaliados estão apresentados na Tabela 1, sendo que, o ajuste das equações foi realizado por meio da ferramenta Curve Fitting do pacote Matlab R2016a utilizando o método dos mínimos quadrados e o algoritmo de região de confiança. Para avaliar os modelos, foram calculados o coeficiente de determinação (R^2) e o erro quadrático médio (RMSE).

Tabela 1 – Modelos cinéticos utilizados

Modelos	Equação cinética
Brody (Br)	$V(t) = V_f [1 - b \cdot \exp(-k \cdot t)]$
Von Bertalanffy (VB)	$V(t) = V_f [1 - b \cdot \exp(-k \cdot t)]^3$
Gompertz (Go)	$V(t) = V_f \cdot \exp[-b \cdot e^{-k \cdot t}]$
Logístico (Log)	$V(t) = \frac{V_f}{1 + \exp[-(b + k \cdot t)]}$

Resultados e Discussão

Após a realização das bateladas com os respectivos resíduos orgânicos nas concentrações determinadas, obteve-se a produção acumulada de biogás, conforme resultados apresentados na Figura 1. Os RHF apresentaram produção de 347,16 mL_{biogás}.gSV⁻¹ na relação R:I 1:1, 451,90 mL_{biogás}.gSV⁻¹ para R:I 1:2 e 626,25 mL_{biogás}.gSV⁻¹ para razão 1:4. Analogamente os RPC apresentaram produção de 59,94 mL_{biogás}.gSV⁻¹, 84,37 mL_{biogás}.gSV⁻¹, 89,30 mL_{biogás}.gSV⁻¹ enquanto que RCF 315,33 mL_{biogás}.gSV⁻¹, 343,15 mL_{biogás}.gSV⁻¹, 525,47 mL_{biogás}.gSV⁻¹, para R:I 1:1, 1:2

e 1:4, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos por Birch *et al.* (1990), que indicou que diferentes concentrações de inóculo possuem grande impacto na produção do biogás.

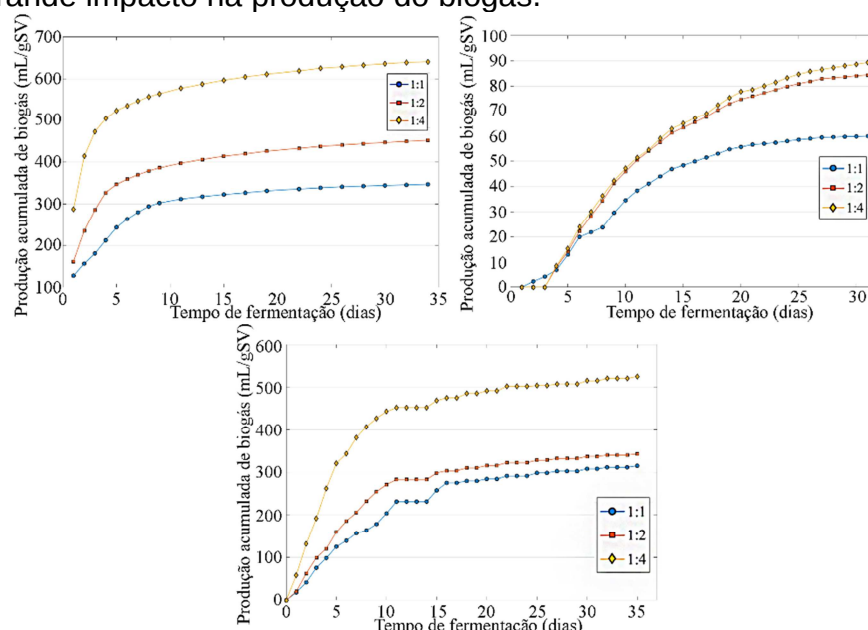


Figura 1 – Produção acumulada de biogás proveniente dos RHF (superior esquerdo), dos RPC (superior direito) e dos RCF (inferior)

Outro fator que contribui de forma muito significativa nesta produção é a composição do resíduo utilizado na digestão anaeróbia. Este efeito é observado no PBM acumulado para cada um dos resíduos estudados, sendo que em todas as relações R:I estudadas, o potencial de biogás acumulado dos RHF se apresentou maior que os demais, seguido dos RCF e dos RPC. A determinação da composição do biogás gerado foi realizado por cromatografia e os resultados estão apresentados na Figura 2.

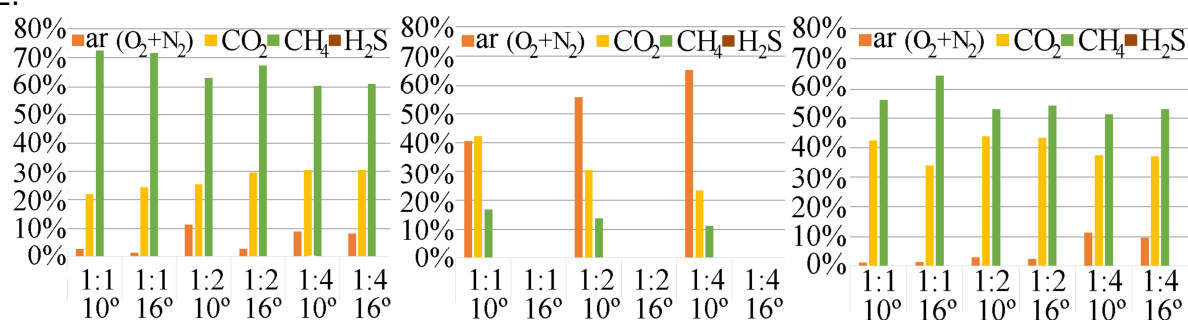


Figura 2 – Composição do biogás proveniente dos RHF (esquerda), dos RPC (centro) e dos RCF (direita) nos 10º e 16º dias

Os resultados obtidos indicam que, para os três resíduos, a concentração de metano (CH_4) é maior para as maiores relações R:I. Além disso, o biogás gerado pelos RHF possui maiores teores de CH_4 , seguido pelos RCF e pelos RPC. É importante salientar que não foi possível realizar a cromatografia do 16º dia para os RPC devido a problemas no equipamento. Com intuito de prever e avaliar a cinética de produção de PBM para todas as instâncias estudadas, foram realizadas regressões dos modelos indicados na Tabela 1, sendo que os modelos cinéticos com melhor desempenho estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Melhores modelos cinéticos

Resíduo	R:I	Modelo	k	b	R^2	RMSE
RHF	1:1	Br	0,1851	0,7789	0,9921	6,10
	1:2	Br	0,1886	0,7013	0,9647	14,67
	1:4	Br	0,1327	0,5073	0,9645	16,46
RPC	1:1	VB	0,1806	1,017	0,9979	0,93
	1:2	VB	0,1661	1,016	0,9970	1,56
	1:4	VB	0,1544	0,9509	0,9957	1,98
RCF	1:1	Br	0,1119	1,181	0,9931	7,76
	1:2	Br	0,1336	1,041	0,9921	8,66
	1:4	Br	0,1390	1,207	0,9932	7,99

Consequentemente, devido aos altos valores de R^2 apresentados, é possível afirmar que o PBM a partir dos RHF e de RCF tendem a seguir o modelo cinético de Br, enquanto que o PBM dos RPC segue o modelo cinético de VB.

Conclusões

A avaliação do potencial de produção de biogás das fontes de resíduos orgânicos indicou que os RHF e RCF apresentam alto potencial de produção de gás, enquanto os RPC exibiram um potencial reduzido quando comparado as outras duas fontes. Em relação aos teores de CH_4 , em todas as razões R:I testadas foi detectado concentração deste componente, sendo que os RHF apresentaram maior concentração, seguido dos RCF e RPC. A cinética do biogás produzido a partir de RHF e RCF seguem o modelo de Br, e os RPC seguem modelo de VB.

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq, à Fundação Araucária pelo fomento do projeto e ao Departamento de Engenharia Química da UEM pela infraestrutura para o trabalho.

Referências

- BIRCH, R., BIVER, C., CAMPAGNA, R., GLEDHILL, W., PAGGA, U., STEBER, J, Screening of chemicals for anaerobic biodegradability. **Chemosp**, v. 19, n. 11, p. 1527-1550, 1989.
- EDWIGES, T., FRARE, L., MAYER, B., LINS, L., TRIOLO, J. M., FLOTATS, X., COSTA, M. Influence of chemical composition on biochemical methane potential of fruit and vegetable waste. **Was. Manag.**, n. 71, p. 618 – 625, 2017.
- GILSON, E. Biogas production potential and cost-benefit analysis of harvesting wetland plants (*Phragmites australis* and *Glyceria máxima*). **MT, Master's Progra. in Appl. Envir. Sci. Halmstad University**. Halmstad, 2017.
- PAVI, S., KRAMER, L., GOMES, L., MIRANDA, L. Biogas production from co-digestion of organic fraction of municipal solid waste and fruit and vegetable waste. **Bio. Tech.**, n. 228, p. 362-367, 2017.
- VDI 4630. Fermentation of organic materials characterization of the substrate, sampling, collection of material data, fermentation tests. **VDI**, 2006.