

MODELAGEM DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA VINHAÇA DE UMA DESTILARIA DE ETANOL

Caio Fernando Carniato (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Gabriela de França Lopes (Doutoranda), Luiz Mário de Matos Jorge (Coorientador), Paulo Roberto Paraíso (Orientador)

e-mail: carniatocaio@gmail.com; prparaíso@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Departamento de Engenharia Química/Maringá, PR.

Engenharias, Engenharia Química, Processos Industriais de Engenharia Química, Processos Bioquímicos

Palavras-chave: Biogás, Vinhaça, Modelagem.

Resumo:

A produção de etanol é uma das atividades econômicas mais importantes para o Brasil, e sua produção vem apresentando um grande aumento nos últimos anos. Juntamente com o aumento da produção de etanol ocorre o aumento da produção de vinhaça. Entre as opções de tratamento para a vinhaça, há a biodigestão anaeróbica. Este trabalho apresenta a modelagem da produção de biogás a partir da vinhaça proveniente da destilação do etanol, produzindo 24.645,3 Kg/h de biogás.

Introdução

A crescente necessidade de expandir o uso de energias renováveis e sustentáveis impulsionou a produção de biocombustíveis em todo o mundo. Nesse cenário, o Brasil se destaca por seu uso de etanol de cana-de-açúcar. Do ponto de vista ambiental a substituição de combustíveis fósseis pelo etanol reduziram as emissões de gases do efeito estufa. No entanto, esse processo de produção de biocombustível gera grandes volumes de águas residuárias, especialmente vinhaça, que constituem um grave problema ambiental. Moraes *et al.* (2015).

Sendo assim, esse projeto tem como objetivo realizar a modelagem da produção do biogás através da biodigestão anaeróbica da vinhaça, utilizando o software Aspen HYSYS, verificando-se a quantidade produzida e sua composição comparada à literatura.

Materiais e métodos

As reações anaeróbicas durante a biodigestão ocorrem em quatro etapas. A hidrólise ocorre a dissolução dos compostos em monômeros (fragmentos solúveis em água), durante a segunda etapa (acidogênese), os monômeros são degradados em moléculas de cadeia curta (C1-C5), por bactérias anaeróbicas facultativas, ao decorrer da acetogênese por reações exergônicas transformam H_2 e CO_2 em ácido acético. Por fim durante a fase de metanogênese, o metano é produzido podendo ser utilizado 3 grupos de substratos degradáveis. Serrano, R. P. (2011).

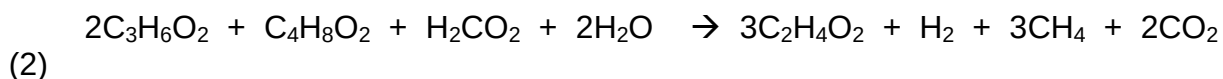
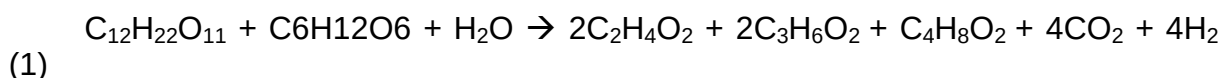
Para realização da modelagem foi utilizada o modelo termodinâmico NRTL que, segundo Serrano, R. P. (2011), e para a composição da vinhaça, foi utilizada os compostos em maior quantidade e de maior importância para a produção do biogás, segundo (Michael *et al.*, 1994).

Tabela 1 Composição da vinhaça utilizada na modelagem.

Composto	Fração mássica
Etanol	0,4132
Ácido acético	0,1683
Butano-2,3-diol	0,0613
Sacarose	0,0239
Água	0,3333

A temperatura utilizada para a entrada da vinhaça foi de 315,15 K, segundo Serrano, R. P. (2011) com pressão de 1200 Kpa via testes, e a vazão mássica conforme a utilizada no trabalho de Silva *et al.* (2017) de 83.294 Kg/h.

Em posse da composição e parâmetros da vinhaça, reorganizou-se as reações apresentadas por Moraes *et al.* (2015) para se obter duas reações globais, a primeira (1) englobando as etapas de hidrólise e acidogênese e a segunda (2) englobando as etapas de acetogênese e metanogênese.



Utilizou-se um conjunto de equipamentos para modelar o biodigestor, utilizando reações de equilíbrio, tendo como parâmetro a energia livre de Gibbs. As reações (1) e (2) foram ligadas a sets diferentes dentro do software e cada um deles acoplados a um reator de Gibbs, ambos em série.

Resultados e Discussão

A Figura 1, em seguida, traz o modelo obtido no Aspen HYSYS para simulação da biodigestão anaeróbia da vinhaça para produção de biogás.

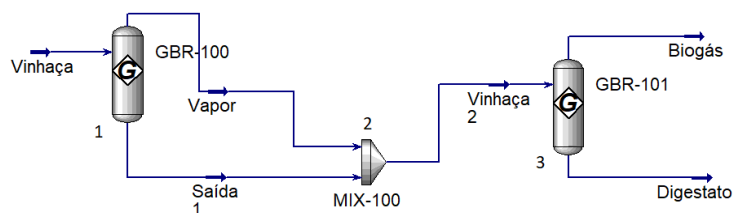


Figura 1 – Modelo da biodigestão anaeróbia da vinhaça.

Com a simulação realizada por esse modelo, obteve-se uma produção de 24.645,3 Kg/h de biogás, composto de 50,36% de metano e 29,8% de dióxido de carbono em volume. O modelo apresentou uma produção de 61,95% da vazão mássica esperada de acordo com o trabalho de Silva *et al.* (2017), cuja produção considerada foi de 39.790 Kg/h de biogás.

Tabela 2 Análise da composição do biogás obtido

Composto	Modelagem	Literatura
Etanol	0,0553	-
Dióxido de carbono	0,298	0,25 – 0,45
Água	0,0113	0,01 – 0,05
Metano	0,5036	0,5 – 0,7

A partir dos dados da Tabela 3, observa-se que o biogás produzido pelo modelo simulado tem composição de acordo com a literatura, segundo Labriet *et al.* (2013), demonstrando a viabilidade técnica do modelo.

Utilizando a ferramenta Economic Evaluaition do software, mantendo suas configurações padrões foram obtidos os valores, apresentados na Tabela 4.

Tabela 3 Dados obtidos da avaliação econômica

Total Capital Cost (USD)	2.817.430
Total Operating Cost (USD/Year)	1.390.910
Equipment Cost [USD]	303.400

Conclusões

Com o modelo proposto, simulou-se, portanto A biodigestão anaeróbia da vinhaça para a produção de biogás. O modelo apresentou uma produção de 24.645,3 Kg/h de biogás, 61,95% da vazão mássica esperada segundo Silva *et al.* (2017) e uma composição de metano, dióxido de carbono e água dentro dos valores

propostos por Labriet *et al.* (2013), demonstrando sua viabilidade do ponto de vista técnico e econômico.

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq/CAPES pela oportunidade de realizar esse projeto e todo o suporte fornecido, ao Orientador Paulo Roberto Paraíso e ao Coorientador Luiz Mário de Matos Jorge pela oportunidade da realização do trabalho e por todo o auxílio durante a realização do projeto e a Doutoranda Gabriela de França Lopes por toda ajuda e conselhos durante a realização do projeto.

Referências

- LABRIET, M; SIMBOLOTTI, G; TOSATO, G. Biogas and Bio-syngas Production. **ETSAP – Energy Technology System Analysis Programme**, 2013.
- MICHAEL, K. D; STEVE, L. J; LAURA, C; PETER, J. R. Low Molecular Weight Organic Composition of Ethanol Stillage from Sugarcane Molasses, Citrus Waste, and Sweet Whey. **J. Agric. Food Chem**, v. 42 (2), p 283–288, 1994.
- MORAES, B. S.; ZAIAT, M.; BONOMI, A. Anaerobic digestion of vinasse from sugarcane ethanol production in Brazil: Challenges and perspectives. **Renewable and Sustainable energy reviews**, 2015.
- SERRANO, R. P. **Biogas Process Simulation using Aspen Plus**. Department of Chemical Engineering. Syddansk Universitet, 2011.
- SILVA, R. O.; YOSHI, H. C. M. H.; ROCHA, L. B.; LIMA, O. C. M; JIMÉNEZ, L.; JORGE, L. M. M. Synthesis of a New Route for Methanol Production by Syngas Arising from Sugarcane Vinasse, **Computer Aided Chemical Engineering**, v. 40, p 811-816, 2017.