



CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENGENHARIA QUÍMICA EM
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

21-24 Julho de 2019
Uberlândia/MG



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

C. F. CARNIATO, G. F. LOPES, L. M. M. JORGE E P. R. PARAÍSO

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química
E-mail para contato: carniatocaio@gmail.com; prparaiso@uem.br

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, resíduo preocupante devido a sua grande produção e potencial poluidor. Entre as opções de tratamento para a vinhaça, há a biodigestão anaeróbica, com a qual é possível realizar a produção do biogás, um gás combustível versátil. Este trabalho apresenta a modelagem da produção de biogás a partir da vinhaça proveniente da destilação do etanol utilizando o software Aspen HYSYS. O modelo utilizado mostrou-se viável do ponto de vista técnico, produzindo 24.645,3 Kg/h de biogás e composição de acordo com a trazida pela literatura com relação a metano, dióxido de carbono e água.

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados da Conab. (2019), a agroindústria sucroalcooleira mostra-se cada vez mais promissora devido ao elevado preço do petróleo e do esgotamento de suas jazidas. Além disso por ser proveniente de uma fonte renovável e não afetar a camada de ozônio, o etanol é considerado um combustível ecologicamente correto.

A vinhaça produzida com a fermentação da cana-de-açúcar, é considerada o principal resíduo da produção de etanol, não somente pelo grande volume produzido (sendo para cada 1000 toneladas de cana processada, são produzidos 360 m³ de vinhaça), mas principalmente devido ao alto potencial poluidor (Theodoro, 2005).

Neste cenário, a biodigestão anaeróbia da vinhaça surge como uma alternativa de tratamento deste subproduto apresentado, ainda, uma importante consequência econômica: a produção de biogás e seu aproveitamento como fonte de energia (Corazza, 1996).

De acordo com Labriet *et al.* (2013), o biogás pode ser usado diretamente, purificado e utilizado ou ainda purificado e armazenado para posterior utilização. Assim, pode ser utilizado em: aplicações domésticas para aquecimento e iluminação; produção de energia elétrica e calor, ou injeção na rede elétrica; e como combustível automotivo, após transformar o biogás em biometano.

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.

2. METODOLOGIA

O modelo proposto é composto por dois reatores de Gibbs, sendo o primeiro utilizado para as reações de hidrólise e acetogênese e o segundo para as reações de acidogênese e metanogênese, no qual ocorre a síntese direta do biogás. Para realizar a simulação utilizou-se o software Aspen Hysys v9.0, com o modelo termodinâmico NRTL com base no trabalho de Serrano, R. P. (2011).

A entrada da simulação é a vinhaça, cuja a vazão de 83.294 Kg/h conforme a utilizada no trabalho de Silva *et al.* (2017), sendo alimentada com 1200 Kpa e 315,15K com base nos trabalhos de Rohstoffe, F. N. (2010) e Serrano, R. P. (2011) respectivamente.

A composição geral da vinhaça, foi baseada nos trabalhos de Michael *et al.* (1994), apresentando sua versão resumida na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição da vinhaça

| Composto | Concentração (g/L) |
|-----------------|--------------------|
| Acetaldeído | 0,697 |
| Etanol | 3,83 |
| Propilenoglicol | 0,0084 |
| Butano-2,3-diol | 0,568 |
| Glicerol | 5,86 |
| Eritritol | 0,088 |
| Arabinitol | 0,064 |
| Manitol | 0,089 |
| Chiro-inositol | 0,114 |
| Myo-isonitol | 0,236 |
| Sacarose | 0,222 |
| Ácido acético | 1,56 |
| Ácido fórmico | 0,582 |
| Ácido láctico | 7,74 |
| Ácido quínico | 0,508 |

Fonte: Adaptada de Michael *et al.*, 1994.

A fim de se obter uma simplificação para modelagem, utilizou-se como composição da vinhaça para a simulação do processo de biodigestão anaeróbica, os compostos em maior quantidade e maior importância para a composição final do biogás. Baseando-se na Tabela 1 (Michael *et al.*, 1994), adotando a vinhaça concentrada a 33% de água baseada nas reações utilizadas, definiu-se a composição de entrada da simulação como mostra a Tabela 2.



Tabela 2 – Composição da vinhaça utilizada na modelagem.

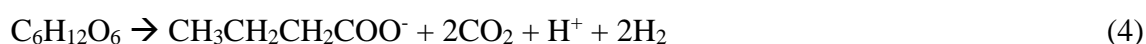
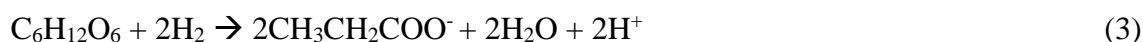
| Composto | Fração mássica |
|-----------------|----------------|
| Etanol | 0,4132 |
| Ácido acético | 0,1683 |
| Butano-2,3-diol | 0,0613 |
| Sacarose | 0,0239 |
| Água | 0,3333 |

Dessa forma as principais reações que ocorrem durante a biodigestão anaeróbica, com base no trabalho de Moraes *et al.* (2015) são as seguintes:

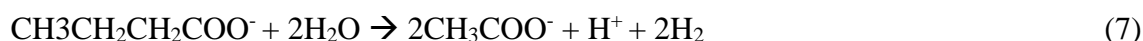
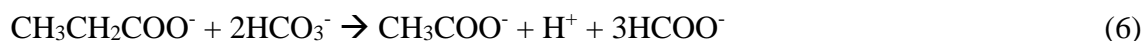
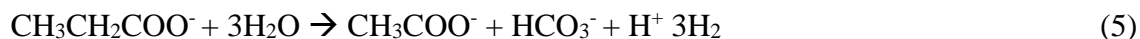
Hidrólise:



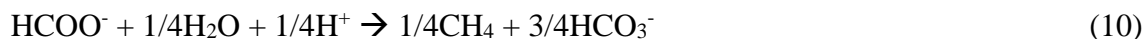
Acidogênese:



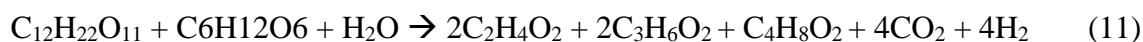
Acetogênese:



Metanogênese:



A partir dessas reações foram geradas as seguintes reações globais.



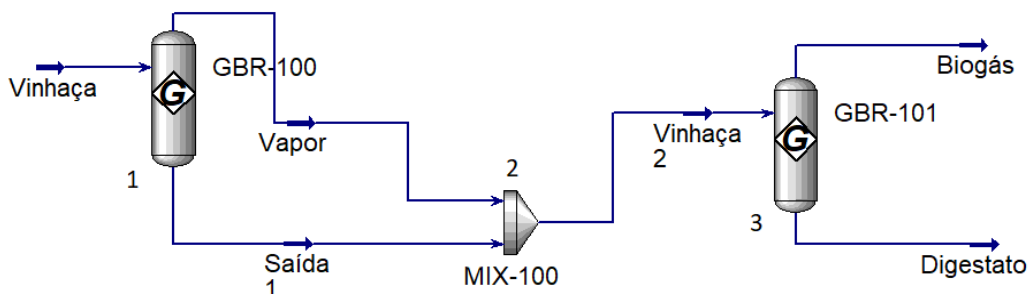


Sendo as reações (11) englobando as etapas de hidrólise e acidogênese, acoplada ao primeiro reator e a reação (12) englobando as etapas de acetogênese e metanogênese, acoplada ao segundo reator.

3. RESULTADOS E ANÁLISE

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.

Através da Tabela 3 é possível comparar a composição de biogás obtida utilizando o modelo proposto, com a composição apresentada por Labriet *et al.* (2013).

Tabela 3 – 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.

4. CONCLUSÃO

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.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. *Acomp. safra bras. cana*, v. 5 - Safra 2018/19, n. 4 - Quarto levantamento, p. 1-75, 2019.

CORRAZA, R. I. *Reflexões sobre o papel das políticas ambientais e de ciência e tecnologia na modelagem de opções produtivas “mais limpas” numa perspectiva evolucionista: um estudo sobre o problema da disposição da vinhaça*. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

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, 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*, v. 44, p. 888-903, 2015.

ROHSTOFFE, F. N. *Guia Prático do Biogás: Geração e Utilização*. Ministério da Nutrição, Agricultura e Defesa do Consumidor da Alemanha, 2010.

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.

THEODORO, J. M. P. *Considerações sobre os custos ambientais decorrentes do gerenciamento dos resíduos sólidos e efluentes industriais gerados no setor sucroalcooleiro: um estudo de caso*. Centro Universitário de Araraquara, Araraquara, 2005.