



Análise econômica e ambiental do uso do biogás derivado dos resíduos da indústria da cana-de-açúcar para a cogeração de energia.

André L. Furquim*, Joaquim E. A. Seabra

Resumo

O presente projeto avaliou o desempenho econômico e ambiental do aproveitamento energético dos resíduos da indústria da cana através da digestão anaeróbia, comparando-a com a opção convencional da queima direta do bagaço em caldeira.

Palavras-chave:

Cogeração; Cana-de-açúcar; Resíduos; Digestão anaeróbia.

Introdução

O interesse pelo uso de fontes renováveis de energia tem sido destaque em políticas públicas de diversos países, no caso do Brasil, já há uma presença marcante das fontes renováveis de energia em sua matriz, com posição de destaque dos produtos derivados da cana-de-açúcar¹.

Alternativamente à combustão direta, a digestão anaeróbia dos resíduos da agroindústria (incluindo vinhaça, bagaço e torta de filtro) também pode ser empregada visando à sua conversão em biogás, para posterior geração de eletricidade. O objetivo deste projeto foi avaliar o desempenho econômico e ambiental do aproveitamento energético dos resíduos da indústria da cana (vinhaça e bagaço) através da digestão anaeróbia (configuração C2), comparando-a com a opção convencional da queima direta do bagaço em caldeira (configuração C1).

Resultados e Discussão

O modelo que foi proposto baseia-se em uma usina com consumo específico de energia, por tonelada de cana processada, de 500 kg de vapor (2,5 bar) e 30 kWh de energia elétrica. A usina processa 2 Mt de cana por safra e opera 4000 h por safra.

Para cada configuração, foram quantificados os balanços de massa e energia da planta de cogeração com o auxílio do software EES, determinando-se os excedentes de energia elétrica. Para C1, o excedente foi de 76,29 kWh/t cana, enquanto para C2 foi de 15,78 kWh/t cana.

Para a análise econômica, os custos dos principais equipamentos foram obtidos junto a fabricantes e de estimativas da literatura² (Tabela 1). Com base na necessidade de investimento e nas estimativas dos custos operacionais, o custo nivelado da eletricidade excedente foi avaliado como 0,01 R\$/kWh para C1, e 0,30 R\$/kWh para C2.

Tabela 1 Necessidade de investimento de cada configuração, em MR\$ de 2017.

| Conf. | C1 | C2 |
|------------------------------|--------------|---------------|
| Pré-tratamento do bagaço | 0 | 61,29 |
| Biodigestão vinhaça + bagaço | 0 | 411,25 |
| Sistema de geração a vapor | 146,6 | 98,27 |
| Total | 146,6 | 570,81 |

A avaliação ambiental consistiu na estimativa do efeito de cada configuração no consumo de energia fóssil e emissões de gases de efeito estufa (GEE) associados ao ciclo de vida do etanol de cana produzido pela usina. A Tabela 2 mostra a análise ambiental feita, para a qual foram utilizados valores de um cenário médio de referência como base³. A configuração a vapor (C1) continua sendo mais atrativa, pois seu excedente de energia é maior, logo recebe mais créditos de energia que a configuração a biogás (C2), tanto para a energia fóssil quanto para emissões.

Tabela 2 Consumo de energia fóssil e emissões de GEE no ciclo de vida do etanol

| | Energia fóssil (kJ/MJ) | | Emissões GEE (g CO ₂ eq/MJ) | |
|-----------------------|------------------------|-----------|--|-------------|
| | C1 | C2 | C1 | C2 |
| Produção de cana | 147 | 147 | 22,5 | 22,5 |
| Produção de etanol | 4 | 4 | 2,6 | 2,6 |
| Transporte de etanol | 22 | 22 | 1,8 | 1,8 |
| Uso do etanol | | | 0,8 | 0,8 |
| Créditos (elet. exc.) | -428 | -88 | -26 | -5 |
| Total | -255 | 85 | 1,3 | 22,2 |

Conclusões

Pode ser concluído que a configuração convencional se mantém mais atrativa que a configuração que utiliza o biogás dos resíduos, tanto na questão econômica, quanto na ambiental. Entretanto, a aplicação da tecnologia de biodigestão pode ser interessante quando limitada ao aproveitamento energético da vinhaça e da torta de filtro.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro.

¹ EPE. Balanço Energético Nacional 2015: Ano base 2014. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2015.

² HUMBIRD D, DAVIS R, TAO L, KINCHIN C, HSU D, ADEN A, SCHOEN P, LUKAS J, OLTHOF B, WORLEY M, SEXTON D, DUDGEON D. Process Design and Economics for Biochemical Conversion of Lignocellulosic Biomass to Ethanol – Dilute-Acid Pretreatment and Enzymatic Hydrolysis of Corn Stover. Technical Report NREL/TP-5100-47764, May 2011.

³ SEABRA, J. E. A. et al. Life cycle assessment of Brazilian sugarcane products: GHG emissions and energy use. p. 519–532, 2011.