



ANAIS DA X SEAGRO - AGRONOMIA - FAG

13 E 14 DE JUNHO DE 2016

CASCAVEL - PR - BRASIL

ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE BIOGÁS DE VINHAÇA

BORSOI, Augustinho.¹
 ROSA, Helton Aparecido.²
 SILVA, Lucas Drum da.³
 SANTOS, Reginaldo Ferreira.⁴
 SOUZA, Samuel Nelson Melegari de.⁵

RESUMO

A vinhaça é um resíduo do processo de produção de etanol, utilizada como fertilizante nas lavouras, mas com problemas ambientais da sua aplicação inadequada. Neste sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de geração de energia elétrica obtida a partir da queima do biogás produzido pela biodigestão da vinhaça. Este trabalho foi conduzido com base em dados teóricos para calcular os potenciais de geração de metano e energia elétrica. Os dados foram calculados com base em um reator anaeróbio de fluxo ascendente-UASB para realizar a biodigestão da vinhaça e motores para queima do gás e geração de energia elétrica. No Brasil na safra 2014/15 a vinhaça produzida teria potencial de produzir cerca de 2 bilhões de m³ de metano e aproximadamente 5 mil GWh de energia. O aproveitamento da vinhaça como fonte de energia apresenta grande potencial energético para o Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Cana-de-açúcar, Metano, Biodigestor, Energia Renovável.

1. INTRODUÇÃO/REFERENCIAL TEÓRICO

Devido a maior consciência ambiental, à necessidade de uso de fontes renováveis, esgotamento do petróleo e pelo aquecimento global, tornou possível o estudo de outras fontes de energia (STREB ET AL., 2000). A produção de biocombustíveis obtidos de fontes renováveis e menos poluentes vem ganhando grande importância, por substituir em parte os combustíveis fósseis e serem menos poluentes biomassa (BERMANN, 2008).

Assim vários países estão interessados na mistura álcool-gasolina com o objetivo de reduzir as emissões de gases estufa no setor de transporte. A cana de açúcar mostra-se como uma das culturas mais promissora do Brasil e no mundo para a geração de energia renovável a partir de sua biomassa (REGO e HERNANDEZ, 2006).

Como resultados do processo de fabricação do etanol são obtidos a torta de filtro e a vinhaça e ambos são utilizados como fertilizantes nas lavouras de cana. A vinhaça é resultante da destilação do vinho, que é produto da fermentação do caldo da cana-de-açúcar no processo de fabricação do álcool, sendo o principal subproduto da agroindústria da cana (SALOMON, 2007).

Para produzir 1 m³ de álcool são necessárias 13 toneladas de cana-de-açúcar, gerando em média 10 m³ de vinhaça, valor que varia entre 10 a 15 m³ biomassa. Devido ao teor de nutrientes (principalmente potássio), a vinhaça é utilizada na fertirrigação, até por que ainda hoje não se há uma alternativa mais prática e econômica do aproveitamento deste resíduo, neste caso, há uma efetiva redução dos custos com adubação (PROCKNOR, 2010).

Ainda de acordo com Rego e Hernandez (2006) o aproveitamento da vinhaça para a produção de biogás aparece como uma alternativa que pode se tornar viável do ponto de vista econômico e ambiental devido a três pontos: tratamento do resíduo, produção de biogás para a geração de eletricidade e ainda a sobra do fertilizante tratado para aplicação nas lavouras.

Além da proposta de se criar uma fonte de energia alternativa, a queima do biogás é muito mais vantajosa em relação à queima dos combustíveis fósseis porque no segundo caso a taxa de CO₂ na atmosfera sofre um aumento, o que não ocorre na primeira queima, pois a produção de CO₂ é equilibrada com o consumo do mesmo na fotossíntese da cana de açúcar (CABELLO e TERÁN, 2011).

Aproveitar a vinhaça para a produção de biogás aparece como uma alternativa que pode se tornar viável do ponto de vista ambiental e econômico, devido a três pontos: produção de biogás para a geração de eletricidade, tratamento do resíduo e fertilizante tratado de alta qualidade para aplicação nas lavouras (PINTO, 1999).

Neste sentido o objetivo deste trabalho é apresentar a crescente importância do aproveitamento da vinhaça, um subproduto da produção de álcool combustível (etanol), como uma biomassa alternativa para geração de energia elétrica contribuindo para a matriz energética brasileira.

¹Doutor, Engenheiro Agrônomo. E-mail: augustinho.borsoi@outlook.com

²Professor Msc., Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – FAG., E-mail: helton.rosa@hotmail.com

³Engenheiro Agrônomo. E-mail: lukasdrum@yahoo.com.br

⁴Professor Dr., Programa de Pós-graduação, Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. E-mail: reginaldo.santos@unioeste.br

⁵Professor Dr., Programa de Pós-graduação, Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. E-mail: melegsouza@hotmail.com



ANAIS DA X SEAGRO - AGRONOMIA - FAG
13 E 14 DE JUNHO DE 2016
CASCABEL - PR - BRASIL

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho é uma pesquisa exploratória-bibliográfica e estudo de caso, com base em dados de literatura. As fontes de consulta para elaboração do trabalho foram agências governamentais e organizações do setor produtivo da cana-de-açúcar do Brasil, utilizando dados históricos dos últimos 15 anos, para comparação do crescimento do mercado de etanol no Brasil, nesse período.

A proposta é trabalhar o processo de produção de biogás em um reator anaeróbio de fluxo ascendente (Reator UASB), pois permite maiores volumes de material, devido ao menor tempo de retenção hidráulica. O potencial de geração de energia elétrica com o biogás foi estimado utilizando-se os dados de moagem e produção de álcool obtidos da União da Indústria da Cana-de-açúcar (UNICA).

Na Tabela 1 estão os parâmetros utilizados no trabalho para conversão do potencial teórico de produção de energia elétrica da vinhaça em energia elétrica através da queima do biogás produzido pela sua biodigestão em reator anaeróbio UASB.

Tabela 1 - Parâmetros utilizadas para elaboração do potencial de produção de energia

Parâmetros	Indicador	Unidade
Produção de vinhaça	10	$m^3 m^{-3}$ de etanol
Produção de etanol	90	$L t^{-1}$ cana
DQO típica da vinhaça	20	$kg m^{-3}$
Concentração de metano no biogás	60	% Metano
Produção típica de metano	0,35	$Nm^3 kg^{-1}$ DQO removida
Poder calorífico do metano	35.558	$kJ Nm^{-3}$
Eficiência geral do motor-gerador	26	%
Energia	9,88	$kWh m^{-3}$ metano

Nm^3 : normal m^3 ; DQO: demanda química de oxigênio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, na safra 2014/15 as usinas brasileiras processaram 634,76 milhões de toneladas de cana (Figura 1), um crescimento aproximado de 9,7% ao ano na produção, que na safra 2000/01 era de cerca de 257 milhões de toneladas. Observando a Figura 2 verifica-se que, na safra 2014/15 a produção de etanol foi de 28,65 milhões de m^3 , onde cerca de 70% é etanol hidratado, consumido diretamente pelos automóveis e aproximadamente 30% de etanol anidro, misturado a gasolina. De acordo com dados encontrados na literatura, considerando que para cada litro de etanol obtém-se uma produção de em média 10 litros de vinhaça, o potencial para produção de vinhaça no Brasil na safra 2014/15 seria de 286,6 milhões de m^3 ou 286 bilhões de litros (Figura 3).

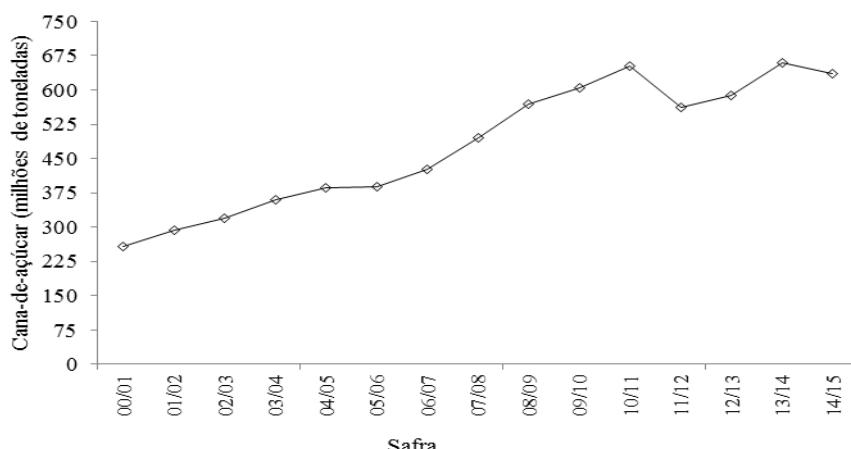


Figura 1. Histórico da produção de cana-de-açúcar no Brasil (2000 a 2015).



ANAIS DA X SEAGRO - AGRONOMIA - FAG
13 E 14 DE JUNHO DE 2016
CASCABEL - PR - BRASIL

Considerou-se que 1 m³ de álcool utilizando o processo de biodigestão anaeróbica produz 74 m³ de biogás, o que resultaria em aproximadamente 2 bilhões de m³ de biogás, que poderia produzir até 5 mil GWh, representando aproximadamente 5% dos 91,6 mil GWh gerados pela Usina de Itaipu em 2009 e 0,96% da produção brasileira de energia elétrica no ano de 2014, que foi de 475,4 mil GWh.

Estudo de Lamonica (2006) demonstrou que para a safra 2004/05, o potencial de produção de energia elétrica com a utilização do biogás produzido pela biodigestão da vinhaça seria de 9.292 TJ ano⁻¹ (2,6 TWh ano⁻¹), representando 0,75% do consumo nacional de energia elétrica do ano de 2003.

Granato e Silva (2002) realizaram um estudo de caso em uma destilaria com capacidade para produzir 600 m³ dia⁻¹ de etanol, como resultado da biodigestão da vinhaça gerada, onde obtiveram uma produção de 75.600 Nm³ dia⁻¹ de biogás. Considerando uma eficiência na turbina à gás de 35%, a produção seria de 6.540 kWh de energia elétrica alternativa.

A produção de cana-de-açúcar na safra 2014/15 foi de 634,76 milhões de toneladas. Essa produção é total, parte vai para produção de açúcar, outra parte vai para produção de álcool.

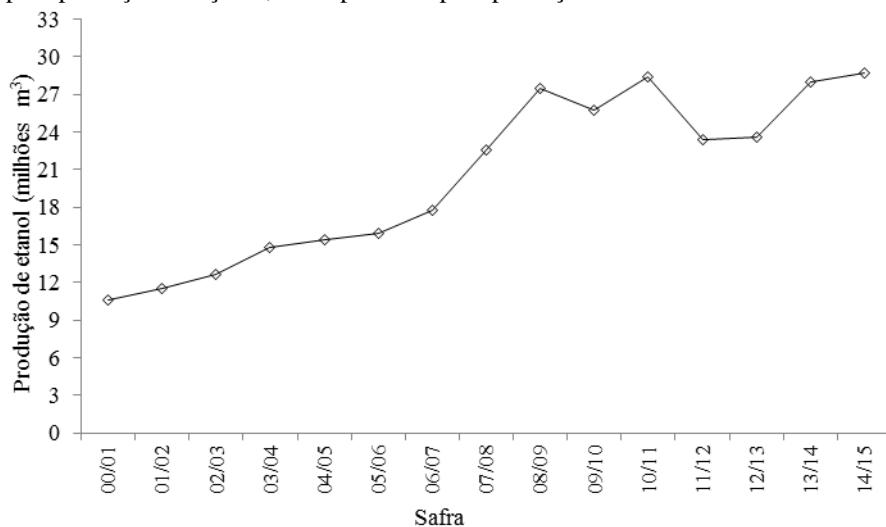


Figura 2. Histórico da produção de etanol no Brasil (2000 a 2015).

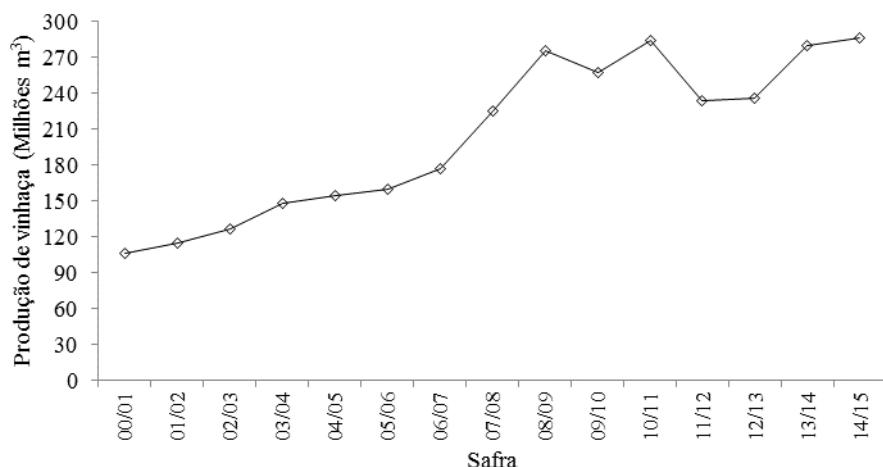


Figura 3. Histórico da estimativa de produção de vinhaça no Brasil (2000 a 2015).

Na figura 4 observa-se o potencial histórico de geração de energia elétrica a partir da queima do biogás proveniente da biodigestão da vinhaça em reatores UASB, utilizando motores de combustão interna.



ANAIIS DA X SEAGRO - AGRONOMIA - FAG
13 E 14 DE JUNHO DE 2016
CASCABEL - PR - BRASIL

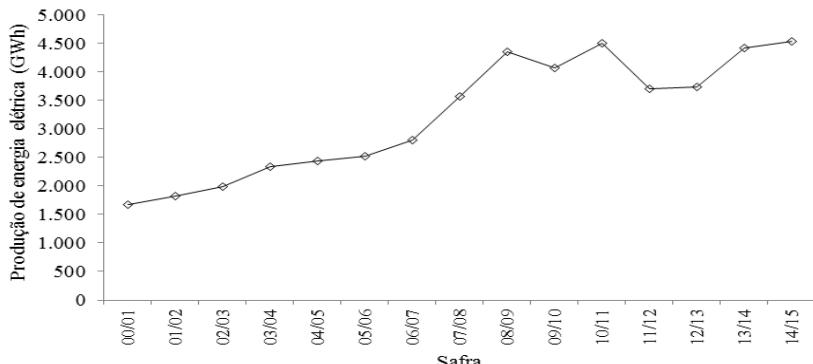


Figura 4. Potencial de produção de energia elétrica a partir da vinhaça no Brasil (2000 a 2015).

Para a safra 2014/15, o potencial de produção de energia elétrica com a utilização do biogás produzido pela biodigestão da vinhaça em moto-geradores a combustão interna seria de 4.533,8 GWh (4,5 TWh), representando 0,96% do consumo nacional de energia elétrica do ano de 2014 (475,4 TWh).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O potencial de geração de energia através da vinhaça é bastante considerável, por se tratar de um resíduo da produção de álcool e ser uma fonte renovável de energia, diminuindo a pressão sobre fontes não renováveis. Além da geração de energia elétrica que pode ser utilizada na usina e o restante comercializada para as concessionárias de energia, o biofertilizante obtido após a fermentação tem melhor qualidade, pois tem sua carga poluidora reduzida, diminuindo os riscos ambientais de sua aplicação.

6. REFERÊNCIAS

BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. *Ciência e Cultura*, v. 60, n. 3, p. 20-29, 2008.

CABELLO, P.E.; TERÁN, F.P.; SCOGNAMIGLIO, F.J.C. Tratamento de vinhaça em reator anaeróbio de leito Fluidizado. *Engenharia Ambiental*, v. 6, n. 1, p. 321-338, 2009.

GRANATO, E.F.; SILVA, C.L. Geração de energia elétrica a partir do resíduo vinhaça, In: AGRENER GD: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., 2002. *Anais...* Campinas: UNICAMP, 2002.

LAMONICA, H.M. Potencial de geração de excedentes de energia elétrica a partir da biodigestão da vinhaça. In: AGRENER GD: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006. *Anais...* Campinas: UNICAMP, 2006.

PINTO, C. P. *Tecnologia da Digestão Anaeróbica da Vinhaça e Desenvolvimento Sustentável*. 1999. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

PROCKNOR, C. *Energia elétrica a partir da vinhaça*. 2010. <<http://www.unica.com.br/opiniao/show.asp?msgCode=%7B2FA3CE2B-6B5C-43E9-A64A-B1A71A491EEF%7D>>. Acesso em: 12 maio 2016.

REGO, E. E.; HERNANDEZ, F. D. M. Eletricidade por digestão anaeróbia da vinhaça de cana-de-açúcar: contornos técnicos, econômicos e ambientais de uma opção. In: AGRENER GD: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006. *Anais...* Campinas: UNICAMP, 2006.

SALOMON, K. R. *Avaliação Técnico-Econômica e Ambiental da Utilização do Biogás Proveniente da Biodigestão da Vinhaça em Tecnologias para Geração de Eletricidade*. 2007. 247 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Instituto de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.

STREB, C.; PIUNTI, R.; BARBOSA, S.; SILVA, E. Energia no meio rural: uma análise na perspectiva da sustentabilidade. In: AGRENER GD: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000. *Anais...* Campinas: UNICAMP, 2000.