

## ANÁLISE DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DA VINHAÇA NO ESTADO DE MATO GROSSO

WILLIAN LEONARDO VIEIRA COELHO<sup>1</sup>, FABRÍCIO SCHWANZ DA SILVA<sup>2</sup>,  
RIVANILDO DALLACORT<sup>3</sup>, PAULINO ALEXANDRE VIEIRA CARNEIRO<sup>4</sup>

1 Engenheiro de Produção Agroindustrial, Mestre em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, UNEMAT, Campus Tangará da Serra, Tangará da Serra – MT, Fone: (0XX65) 3311-4901, wyllyan\_coelho@hotmail.com.

2 Engenheiro Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharias e Exatas, UFPR, Palotina – PR.

3 Engenheiro Agrícola, Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, UNEMAT, Campus Tangará da Serra, Tangará da Serra – MT.

4 Engenheiro de Produção Agroindustrial, UNEMAT, Campus Deputado Estadual Renê Barbours, Barra do Bugres – MT.

Apresentado no  
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2016  
24 a 28 de junho de 2016 – Florianópolis – SC, Brasil

**RESUMO:** O setor sucroenergético brasileiro encontra-se em constante crescimento, tendo como característica negativa a elevada geração de resíduos, dentre os quais destaca-se a vinhaça, gerada na produção do etanol, que é nociva ao meio ambiente se destinada de forma inadequada. Portanto, é de suma importância a utilização de metodologias que venham reduzir impactos ambientais causados por ela principalmente nos locais onde são depositadas. Uma alternativa de tratamento é a biodigestão anaeróbia, na qual a matéria orgânica é degradada resultando na produção de metano, que pode ser utilizado na produção de energia limpa. Com a realização deste trabalho objetivou-se avaliar o potencial de geração de energia a partir da vinhaça no Estado de Mato Grosso. O estudo foi realizado com dados produtivos das usinas matogrossenses, por meio da aplicação de equações baseadas na utilização da biodigestão da vinhaça, em três diferentes cenários produtivos, 100, 75 e 50% da safra destinada a produção de etanol. Com os resultados obtidos, observou-se o grande potencial do setor na geração de energia a partir da vinhaça que foi de 11,93 GWh, 8,94 GWh e 5,96 GWh por safra para 100, 75 e 50% do volume de produção, respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** setor sucroenergético, biodigestão, etanol

## ANALYSIS OF ELECTRICAL GENERATION POWER POTENTIAL FROM VINASSE IN THE MATO GROSSO STATE

**ABSTRACT:** The Brazilian sugarcane industry is constantly growing, with the high waste generation negative feature, where among them there is the vinasse generated in the production of ethanol, which is harmful to the environment if designed improperly. Therefore, it is extremely important to use methodologies that will reduce environmental impacts caused by it mainly where they are deposited. An alternative treatment is anaerobic digestion, in which the organic matter is degraded resulting in the production of methane, which is used to produce clean energy. The aim of this study was to evaluate the potential of power generation from the vinasse in the State of Mato Grosso. The study was conducted with productive data of Mato Grosso plants, by applying equations based on the use of digestion of vinasse in three different production scenarios, 100, 75 and 50% of the harvest destined to ethanol production. With the results obtained, there was the big sector's potential in generating energy from vinasse which

was 11.93 GWh / crop, 8.94 GWh / harvest and 5.96 GWh / crop to 100, 75 and 50 % of production volume, respectively.

**KEYWORDS:** Sugarcane industry, biodigestion, etanol

**INTRODUÇÃO:** O Estado de Mato Grosso, de acordo com a CONAB (2015), em nível de Brasil ocupa a 8ª posição na produção de açúcar, a 6ª na produção de etanol anidro e etanol hidratado e possui a 8ª maior área de cultivo. Considerando estes números do setor sucroenergético matogrossense, prevê-se que o mesmo enfrenta o problema da elevada geração de resíduos, oriundos de seus processos industriais, destacando-se entre eles: bagaço, palha, vinhaça e torta de filtro. A vinhaça é um líquido derivado da destilação do vinho para obtenção do etanol, que é resultante da fermentação do caldo da cana-de-açúcar ou melaço, ou ainda da mistura de proporções, ou de diluições destes (CETESB, 1999). De acordo com Andrade (2009), a vinhaça é gerada numa razão de 10,3 a 11,9 litros para cada litro de álcool produzido, apresenta temperatura elevada, pH ácido, corrosividade, alto teor de potássio, quantidades significativas de nitrogênio, fósforo, sulfatos e cloretos. A destinação inadequada deste resíduo gera impactos negativos ao meio ambiente. No entanto, atualmente existem métodos que auxiliam na reutilização e disposição correta deste resíduo, sendo um destes, a reutilização da vinhaça no processo de co-geração de energia, a partir da sua biodigestão anaeróbia (CORTEZ et al., 2011). Segundo Gaspar (2003), a digestão anaeróbia consiste na degradação biológica de substâncias orgânicas complexas na ausência de oxigênio livre. Neste tipo de processo, a matéria orgânica é degradada biologicamente por bactérias, tendo como um dos produtos finais o metano, que é fonte alternativa de energia, além disso, possibilita ao efluente ser aplicado por fertirrigação (GRANATO e SILVA, 2002). Com a realização do presente trabalho, objetivou-se avaliar o potencial de geração de energia a partir da vinhaça no Estado de Mato Grosso.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi realizado com base nos dados de produção do setor sucroenergético obtidos junto ao SINDALCOOL/MT - Sindicato das Indústrias de Álcool e Açúcar do Estado de Mato Grosso (2015), localizado na cidade de Cuiabá-MT. Foram utilizados os dados da safra 2015/16, levando em consideração 100%, 75% e 50% das áreas de cultivo das indústrias em operação atualmente no Estado e destinadas à produção etanol. Estas porcentagens foram adotadas para uma melhor estimativa de geração, pelo fato de ser o preço de mercado o determinante de qual produto será fabricado (açúcar ou etanol), o que é de suma importância, levando-se em consideração que a vinhaça é oriunda apenas do processo de fabricação do etanol. De posse destes dados foram utilizadas equações para determinar o potencial de geração de energia a partir da vinhaça, aplicou-se o método que Lamo (1991) usou em seus estudos, sendo utilizado também por Granato (2003), em que, para determinação do potencial energético advindo da biodigestão anaeróbia, considerou-se a utilização de um reator do tipo UASB “Upflow Anaerobic Sludge Blanket”. Vale ressaltar que todas as conversões de unidades utilizadas no desenvolver deste estudo, foram realizadas baseadas nas tabelas de conversões de unidades sugeridas pela ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (2014).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Informações referentes as plantas industriais instaladas no MT, na safra 2015/16, conforme Sindialcool-MT (2015), são apresentados Tabela 1.

Tabela 1 - Dados de produção do setor sucroenergético do Estado de Mato Grosso.

Hectares plantados	Quantidade de cana processadas (t)	Etanol total (m <sup>3</sup> )	Quantidade de Açúcar (t)	Empregos diretos	Empregos indiretos
--------------------	------------------------------------	--------------------------------	--------------------------	------------------	--------------------

230.3 mil	17.211.273	1.248.678	337.112	14.561	58.000
-----------	------------	-----------	---------	--------	--------

Como pode-se observar na Tabela 1, este setor é responsável pela geração de muitos empregos no Estado, além de ser muito importante na contribuição para a balança comercial do mesmo, devido ao seu elevado volume de produção. Com os dados apresentados na Tabela 1, foi elaborada a Tabela 2, para a apresentação dos dados de produtividade do Estado, juntamente com os valores utilizados para geração de vinhaça por litro de álcool produzido e a DQO (Demanda Química de Oxigênio). Para aplicação nas equações propostas por Lamo (1991), e utilizadas por Granato (2003).

Tabela 2 – Valores de produção de etanol em MT, vinhaça e demanda química de oxigênio.

Fatores	Valores
Produção mensal de etanol (L.mês <sup>-1</sup> )	156.084.750,00
Produção de vinhaça por litro de álcool	11,9 <sup>+</sup>
Demanda química de oxigênio (mg.L <sup>-1</sup> )	29.000 <sup>-</sup>

Fonte: (+) ANDRADE (2009); (-) SALOMON et al. (2007).

Após o levantamento de todos os dados junto aos órgãos competentes, através do uso das equações citadas na metodologia, pode-se verificar os seguintes resultados: volume de vinhaça gerado de 1.857.408.525 L.mês<sup>-1</sup>, carga orgânica de vinhaça de 1.795.494,91 kgDQO.dia<sup>-1</sup>, permitindo uma produção de biogás de 575.034,18 Nm<sup>3</sup>.dia<sup>-1</sup> e uma quantidade de energia produzida a partir do biogás na ordem de 49.739,38 kWh.dia<sup>-1</sup>. Assim, o potencial de geração de energia elétrica advinda da biodigestão da vinhaça por mês foi de 1.492.181 kWh. Existe uma geração de 1.857.408,53 m<sup>3</sup>.mês<sup>-1</sup> de vinhaça, que multiplicado por todos os meses da safra passada, que de acordo com o Sindalcool (2015) foi de abril a novembro, totalizando 8 meses, resultou em um total de aproximadamente 14.859.268,24 m<sup>3</sup>.safra<sup>-1</sup>. Portanto com este volume de geração de resíduo é importante a sua reutilização principalmente pelo seu elevado teor poluidor, devido sua alta carga orgânica. Quando a vinhaça passa por um tratamento de biodigestão anaeróbica, pode haver uma remoção de DQO da ordem de 80% a 90%, além de permitir a obtenção de mais um produto no mix da empresa, a energia elétrica, fatores estes que viabilizam a aplicação desta metodologia, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental (PROCKNOR, 2009). Com um total de produção de energia advinda do biogás da vinhaça na ordem de 1.492.181 kWh.mês<sup>-1</sup>, pode-se observar o grande potencial de geração de energia do setor. No entanto, o valor real de produção da safra considerando os 8 meses de atividades ultrapassa os 11,9 GWh/ano, levando em consideração que todo o resíduo gerado fosse destinado a produção de energia. Vale ressaltar que a vinhaça é oriunda apenas dos processos industriais da produção de etanol, e atualmente no Estado de Mato Grosso, há 4 indústrias que fabricam além do etanol o açúcar cristal. No entanto, o que determina o produto a ser fabricado é a demanda e o preço de mercado dos mesmos, sendo que a indústria sempre deve dar prioridade ao produto que mais a remunera. Sendo assim, para uma correta determinação deste potencial de geração de energia, verificou-se este potencial por hectares processados, para posteriormente a suposição de cenários produtivos. A Tabela 3 mostra o potencial de geração de energia elétrica considerando três diferentes cenários produtivos.

Tabela 3 - Potencial de geração de energia elétrica considerando diferentes cenários produtivos.

Área de produção (ha)	Energia advinda da vinhaça (kWh.ha <sup>-1</sup> )	Potencial de geração (GWh)
230.300 (100%)	51,83	11,93
172.725 (75%)	51,83	8,95
115.150 (50%)	51,83	5,97

Como observado na Tabela 3, conforme acontece a diminuição da destinação da cana-de-açúcar a produção de etanol, há uma conseqüente queda no potencial de produção de energia, ocasionada pela conseqüente redução na geração da vinhaça.

### **CONCLUSÕES:**

Com os resultados encontrados no presente trabalho, foi possível concluir que: o potencial de geração de energia elétrica a partir do resíduo vinhaça da indústria sucroenergética é elevado, sendo que considerando a utilização da biodigestão anaeróbia, pode resultar em um montante de até 11,93 GWh.safra<sup>-1</sup>, sendo mais especificamente de 11,93 GWh, 8,94 GWh e 5,96 GWh por safra para 100, 75 e 50% do volume de produção destinado a fabricação de etanol, respectivamente.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ANDRADE, J. **Construção de um Índice de Sustentabilidade Ambiental para a Agroindústria Paulista de Cana-de-Açúcar [ISAAC]**. Dissertação (Mestrado Profissional), Escola de Economia de São Paulo, Faculdade Getúlio Vargas, São Paulo, 2009. 259 p.
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Fatores de conversão. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. p.143-158, Brasília, 2014.
- CETESB P4.230. **Aplicação de Lodos de Sistema de Tratamento Biológico em Áreas Agrícolas– Critérios para Projeto e Operação**. São Paulo, 1999.
- CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira da Cana-de-açúcar, Segundo Levantamento**. p. 1-38, Brasília, 2015.
- CORTEZ, L. A. B., LORA, E. E. S., GÓMEZ, E. O. **Biomassa para energia**. Ed. Unicamp – Campinas, SP. 2011. 735p.
- GASPAR, P. M. F. **Pós-tratamento de efluente de reator UASB em sistema de lodos ativados visando a remoção biológica do nitrogênio associada à remoção físico-química do fósforo**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2003. 115 p.
- GRANATO, E. F. **Geração de energia através da biodigestão anaeróbica da vinhaça**. Dissertação de Mestrado. UNESP. Bauru – SP, 2003. 139 p.
- GRANATO, E. F.; SILVA, C. S. **Geração de Energia Elétrica a Partir do Resíduo Vinhaça. 2002**. Disponível em:<<http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n4v2/074.pdf>>. Acessado em: 27 de novembro 2015.
- LAMO, P. **Sistema produtor de gás metano através de tratamento de efluentes industriais – METHAX/BIOPAQ – CODISTIL**. Piracicaba, 1991.
- PROCKNOR, C. **Energia elétrica a partir da vinhaça**. 2009. ÚNICA- União da indústria de cana-de-açúcar. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/convidados/25641156920337715081/energia-eletrica-a-partir-da-vinhaca/>>. Acessado em: 20 mar. 2015.
- SALOMON, et al. **Custo do biogás proveniente da biodigestão da vinhaça e sua utilização**. Anais do 8º Congresso Ibero Americano de Engenharia Mecânica. Cusco-Peru. 2007.
- SINDALCOOL/MT- Sindicato das Indústrias de álcool do Estado de Mato Grosso. **Produção acumulada de açúcar e etanol combustível mensal – MT**. 2015. Disponível em:<[http://www.sindalool-mt.com.br/mostra\\_arquivo.php?arquivo=16](http://www.sindalool-mt.com.br/mostra_arquivo.php?arquivo=16)>. Acessado em: 10 de dezembro de 2015.