

Panorama da geração de energia renovável a partir da vinhaça

Marcos Meurer da Silva (UFGD) marcosmeurer50@gmail.com
Luiz Guilherme Patroni Duarte da Silva (UFGD) luizguilherme39@hotmail.com

Resumo:

O presente trabalho teve o objetivo de apresentar as principais nuances em relação a geração de energia renovável a partir da biomassa com o uso da vinhaça, resíduo obtido pelas indústrias sucroalcooleiras e energéticas que apresenta por característica o grande volume obtido no processamento da cana-de-açúcar, havendo a necessidade de destinar tal produto à uma forma de reaproveitamento. Neste trabalho foi apresentado duas alternativas sendo elas a fertirrigação de maneira breve e a geração de biogás para produção de energia elétrica a partir da biogestão anaeróbica. Nota-se que tem sido uma alternativa ainda não muito difundida e empregada, considerando o fato de haver escassez de informações para uma conclusão mais precisa a respeito do tema. Buscou-se estabelecer uma síntese da relação entre biomassa-vinhaça de maneira a possibilitar a compreensão dos mecanismos de obtenção de energia, assim como abranger as características que esta alternativa apresenta.

Palavras chave: Biomassa, Vinhaça, Biodigestão anaeróbica, Energia.

Overview of renewable energy generation from vinasse

Abstract

The present work had the objective to present the main characteristics in relation to the generation of renewable energy from the biomass with the use of vinasse, residue obtained by the sugar and alcohol industries and that presents by characteristic the great volume obtained in the processing of sugarcane, to a form of reuse. In this work two alternatives were presented, being the fertigation in a brief way and the generation of biogas for the production of electric energy from the anaerobic biodigestion. It is noteworthy that it has been an alternative not yet widespread and employed, considering the fact that there is a shortage of information for a more precise conclusion on the subject. We attempted to establish a synthesis of the relationship between biomass vinasse in order to understand the mechanisms of obtaining energy, as well as to cover the peculiarities that this alternative presents.

Key-words: Biomass, Vinasse, Anaerobic biodigestion, Energy.

1. Introdução

A crescente necessidade de alternativas de fontes de energia renováveis tem impulsionado o desenvolvimento de ações que tornam a produção de energia mais limpa e sustentável, ainda mais considerando a escassez de combustíveis fósseis e a poluição que os mesmos geram, além do custo de produção que representam (HALL; HOUSE; SCRASE, 2005).

Algumas fontes de energia renováveis como a biomassa proveniente de matéria de origem vegetal (bagaço de cana-de-açúcar, madeira, palha de arroz, entre outros) e os biocombustíveis (etanol anidro, etanol hidratado, biodiesel) vem recebendo fundamental foco mundialmente de

maneira a estabelecer uma produção energética mais limpa e sustentável, configurando assim a biomassa uma importante alternativa energética.

O setor sucroalcooleiro tem apresentado grande crescimento nos últimos anos, principalmente no Brasil onde diversas vantagens são exploradas como condições climáticas favoráveis, extensão territorial e técnicas no cultivo (NOGUEIRA; GARCIA, 2013). Este crescimento tem proporcionado a possibilidade de viabilizar cada vez mais a utilização de subprodutos e resíduos que são gerados nas operações de produção das usinas deste setor para aproveitar potencialmente a geração de energia.

A biomassa no que concerne a sua obtenção a partir do bagaço da cana-de-açúcar merece destaque no cenário nacional brasileiro visto que o setor sucroenergético tem uma relevância nesse processo de produção de biocombustíveis e energia renovável. Neste contexto o processo produtivo da cana-de-açúcar causa significativos impactos ao meio ambiente, primeiro com a grande demanda de insumos como a água e cana-de-açúcar e depois com a geração de resíduos.

Considerando a grande geração de resíduos deste setor, principalmente o bagaço de cana-de-açúcar, tem sido utilizado como fonte geradora de energia mais limpa a partir da biomassa, sendo tal energia utilizada pelas próprias usinas sucroenergética a partir da queima do bagaço nas caldeiras. Além disso, a vinhaça outro resíduo do processo produtivo recebe destaque devido ao seu alto volume e sua potencial reutilização sob outras maneiras como por exemplo a fertirrigação.

Segundo Granato e Silva (2002) a vinhaça ainda oferece uma outra alternativa em relação ao seu uso na obtenção de energia elétrica. Isso se dá através de um processo de biodigestão anaeróbica onde é obtido um biogás que em sua queima pode acionar turbinas a gás e consequentemente gerar energia elétrica.

2. Biomassa e vinhaça

A biomassa compreende as matérias orgânicas que podem ser utilizadas como fontes de energia. Diversos resíduos provenientes de atividades industriais são exemplos de biomassa tais como o bagaço da cana-de-açúcar, cavacos de madeira e casca de arroz que tem sido utilizado na geração de energia para fornos e caldeiras em inúmeras indústrias de maneira a substituir os combustíveis fósseis (ROCHA; SOUZA; DAMASCENO, 2009). Processos de combustão de resíduos orgânicos gerando energia, apresenta a grande vantagem de ser uma fonte renovável, além de ser menos poluente do que o petróleo e o gás natural.

A vinhaça é um subproduto obtido no processo de fabricação do álcool. Ela é o principal resíduo proveniente da fermentação do melaço e também do caldo da cana-de-açúcar. Pode ser chamada também por outros nomes como por exemplo, mosto, vinhoto, vinhote e garapão. Sua característica é de ser um rejeito das destilarias que apresenta alto valor fertilizante além de contar com um alto poder poluente. Para se ter uma ideia, esse rejeito pode ser até cem vezes mais poluente do que o esgoto doméstico (SALOMON, 2007).

De acordo com Freire e Cortez (2000), a vinhaça é um líquido que tem cor marrom escuro e apresenta natureza ácida, que sai do processo de destilação à alta temperatura (107° C). Sua qualidade está diretamente ligada ao teor residual de açúcar presente no processo, o que resulta em um processo de apodrecimento, e rapidamente a vinhaça é descarregada, o que gera a liberação de gases fétidos, tornando os locais insuportáveis. Abaixo podemos observar uma figura que exemplifica o momento em que ocorre a liberação da vinhaça no processo de fabricação do álcool.



Fonte: Adaptado de Santos (2000)

Figura 1 – Fluxograma do processo de fabricação do álcool

De acordo com Granato e Silva (2002) a produção de álcool e obtenção da vinhaça acontece conforme as etapas: Extração do caldo, tratamento e fermentação, destilação. Nesta última etapa são obtidos o álcool e a vinhaça.

Convenientemente a vinhaça vem sendo utilizada na fertirrigação devido a sua alta concentração de nutrientes, porém outra alternativa é utilizá-la para produzir biogás por meio da biodigestão em biodigestores anaeróbicos e que através da sua combustão pode acionar turbinas a gás, e assim gerar energia elétrica (GRANATO; SILVA, 2002).

3. Processo de biodigestão anaeróbica da vinhaça

Para Lamo (1991) o biogás obtido a partir da vinhaça possibilita a exploração mais eficiente da cana-de-açúcar por meio da utilização em um processo de geração de energia, garantindo assim um desenvolvimento mais sustentável do recurso.

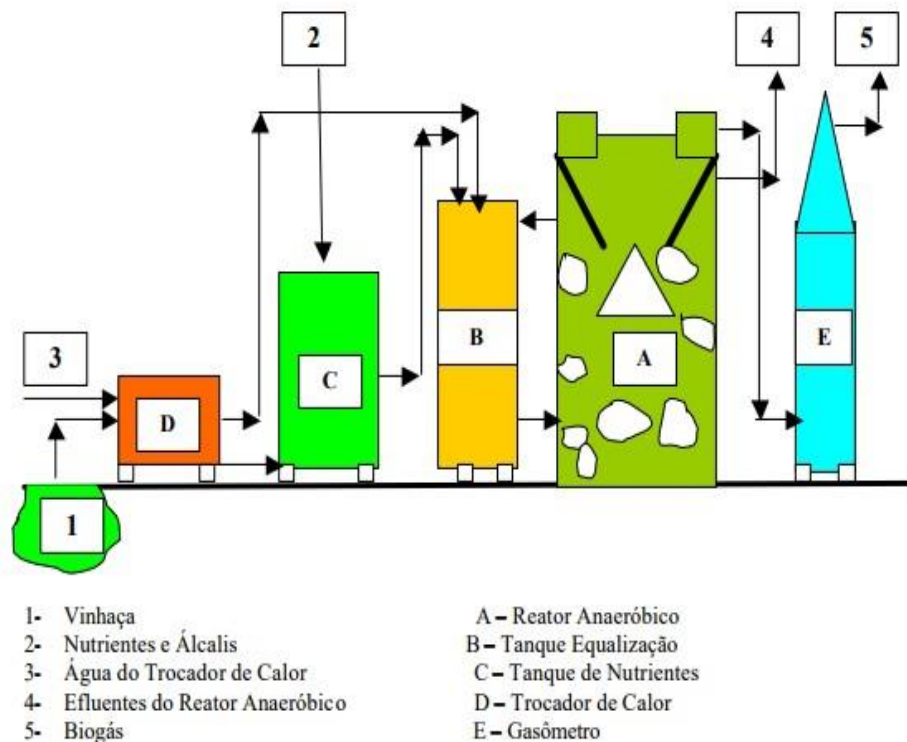
Obtenção por tonelada de cana	Valor Energético (Kcal)	Percentual
250 kg de bagaço	22	49,5%
70 litros de álcool	34	43,0%
11,83 m ³ de biogás	54	7,5%
Energia Total	124	100,0%

Fonte: Adaptado de Lamo (1991)

Tabela 1 – Rendimento da cana-de-açúcar

Em termos de produção do biogás, a relação é de 13 litros de biogás para cada um litro de vinhaça, onde aproximadamente 65% é Metano (CH₄) e 35% é dióxido de carbono (CO₂) (PINTO, 1999). A biodigestão anaeróbica é o processo pelo qual ocorre a conversão da matéria orgânica em dióxido de carbono, hidrogênio e metano, através da atuação de bactérias em um ambiente isento de oxigênio (NOGUEIRA, 1986).

A figura 2 representa segundo Lamo (1991), a biodigestão anaeróbica da vinhaça de forma básica, onde são apresentadas as etapas mais importantes por onde esse dejetos irá percorrer, para então se conseguir um biogás com uma boa qualidade, e o mais importante, sem a presença de contaminantes como geralmente ocorre em outros processos de biodigestão.



Fonte: Lamo (1991)

Figura 2 – Esquema resumido do processo de biodigestão da vinhaça

Para que tal processo aconteça os biodigestores são utilizados, sendo que estes consistem em uma câmara de fermentação onde existe a entrada da substância (vinhaça) e uma saída para o gás gerado, além de uma saída para o resíduo final (GRANATO, 2003).

De acordo com Pinto (1999), um lodo é gerado quando a matéria orgânica é removida da vinhaça. A produção do biogás depende da composição deste lodo já que a medida que a concentração de sólidos for maior, maior é também a quantidade de biogás gerado, assim como o metano.

Segundo Gaspar (2003) o reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) ou reator anaeróbico de fluxo ascendente é o mais recorrido para o processo de obtenção de biogás a partir da vinhaça. Por meio deste, ocorre a separação das fases sólida, líquida e gasosa, onde os gases são levados a parte superior do reator e os sólidos e líquidos são levados para a parte inferior, onde ocorre o contato com o lodo e consequentemente a degradação dos componentes sólidos que são convertidos em biogás.

Já para Pinto (1999) o processo de obtenção do biogás é iniciado com o efluente que será tratado ser distribuído na base do reator, tendo contato direto com o lodo, havendo então o processo biológico de transformação em biogás.

4. Impacto ambiental e legislação

Dos resíduos líquidos gerados na indústria sucroalcooleira, o maior poluente encontrado é o vinhoto. Por cada litro produzido de etanol, é obtido de 10 a 18 litros de vinhoto. Tem-se essa alta variação, pois está ligada a capacidade tecnológica da usina e principalmente da qualidade do mosto (líquido açucarado que pode ser fermentado) (XAVIER, 1970).

Antigamente a vinhaça era eliminada de forma indiscriminada ocasionando grandes problemas ambientais, e até econômicos, políticos e sociais. O descarte da vinhaça era feito geralmente em leitos d'água, o que gerava disputas entre usineiros e a população. O motivo dessas disputas vinha do fato de a vinhaça ser altamente prejudicial sendo descartada dessa forma (COPERSUCAR, 1979).

Segundo Pinto (1999) a vinhaça tem uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO) extremamente alta pelo fato de a vinhaça ter alto índice em matéria orgânica coloidal, retirando quase todo o oxigênio presente na água para sua oxidação e transformação em compostos e inóculos. Outro aspecto poluente dela está ligado ao seu baixo pH e sua alta temperatura de geração, fazendo com que tenha se um caráter de poluente químico, que pode ser observado por seu alto efeito corrosivo e um caráter de poluição física da natureza devido a sua elevada temperatura.

De acordo com Ramos e Júnior (2013) uma prática comum que é a fertirrigação a partir da vinhaça causa uma série de impactos por apresentar pH ácido, alto teor de potássio e fósforo e deu descarte de maneira incorreta em rios e lagos pode causar a eutrofização, isto é, crescimento elevado de algas que vida aquática que a partir da decomposição destas, o oxigênio é consumido excessivamente, promovendo a falta deste aos peixes e consequente morte dos mesmos.

Para Poveda (2015) os principais impactos potenciais da vinhaça aplicada na fertirrigação são: Salinização do solo e água, alteração do pH do solo, compactação do solo, movimento de terras, redução do uso de fertilizantes e alteração da população bacteriana.

A vinhaça é utilizada na agricultura há décadas, porém seu uso de maneira intermitente e desordenada tem gerado sérios problemas de poluição do solo e dos lençóis freáticos. Em 2005, a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) publicou a Norma Técnica P4.231, que regulamenta a aplicação e destino da vinhaça.

A partir de 1934 começaram a se introduzir Leis Estaduais e Portarias proibindo essa prática, e a partir de novembro de 1978, o Ministério do Interior que havia sido implantado pela Proálcool, publicou a portaria n. °323 a proibição de quaisquer lançamentos seja ele direto ou indireto de vinhaça em recursos hídricos por destilarias, e ainda foi dado um prazo de 03 (três) meses para a apresentação de projetos visando a implantação de sistemas e/ou utilização da vinhaça por parte das indústrias, cabível de multa caso a usina ou indústria continuasse a eliminar os dejetos de forma inadequada e/ou não apresentassem os projetos satisfatórios (COPERSUCAR, 1979).

Após essa legislação, os usineiros se viram obrigados a procurarem outras aplicações para a vinhaça obtida no processo de usinagem. Utilizando a vinhaça como adubo muitas vezes na própria plantação de cana, e na produção de energia, através de um processo anaeróbico.

Para Frasson *et. al* (2009) a legislação pertinente a energias renováveis, principalmente no que se refere a biomassa apresenta algumas inconsistências, visto que é recente a preocupação com este meio de obtenção de energia. O Ministério de Minas e Energia (MME) criou a portaria 384/2005 de maneira a fixar condições aos geradores de energia a partir da biomassa que disponibilizem informações a respeito da atividade. Porém, a maioria das usinas não apresentam uma geração e consumo constante, dificultando a contabilização.

5. Panorama

No Brasil a utilização para fins de geração de energia ainda é pequeno, porém cabe ressaltar algumas das principais instalações de biodigestão anaeróbica da vinhaça que apresentam relevância no cenário brasileiro. A Primeira mostra a unidade instalada em São João da Boa Vista em São Paulo e a segunda usina refere-se a instalada na cidade de Cabo de Santo Agostinho em Pernambuco.



Fonte: Neto (2014)

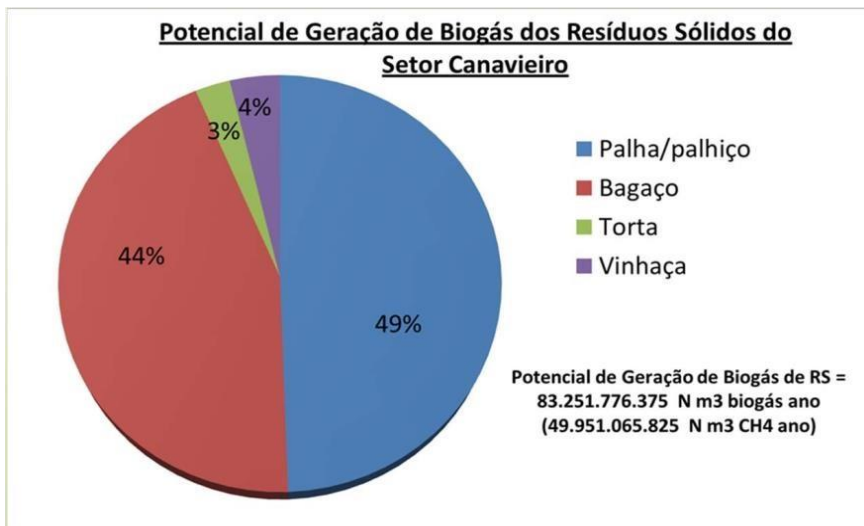
Figura 3 - Planta de biodigestão anaeróbica de vinhaça da Usina São João



Fonte: Neto (2014)

Figura 4 - Biodigestor instalado na Destilaria Inexport

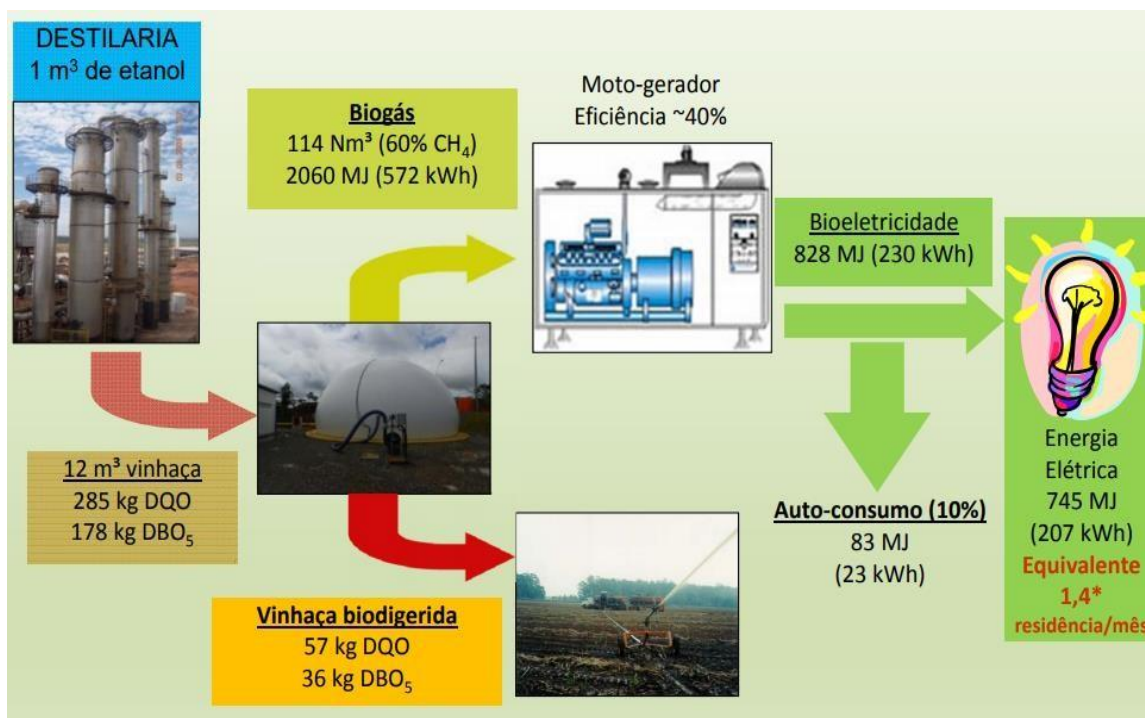
De acordo com Neto (2014) a vinhaça tem potencial de de 4 bilhões de m³/ano e, portanto, pode ser ainda altamente empregada na geração de energia elétrica.



Fonte: Neto (2014)

Figura 5 – Potencial de Geração de Biogás

A seguir é apresentado o potencial em termos de geração de energia no processo, além da eficiência atualmente obtida por meio de tal transformação, onde pode ser observado a grande possibilidade de aproveitamento do resíduo.



Fonte: Neto (2014)

Figura 6 – Fluxo de geração de energia a partir da vinhaça

6. Papel do Engenheiro de Produção

O engenheiro de produção em conjunto com demais profissionais podem ser inserido no contexto de geração de energia a partir da vinhaça no que tange à proposição e desenvolvimento de sistemas mais capazes e eficientes, de maneira a garantir a viabilidade do uso desta alternativa, visto que ainda é uma tecnologia recente e pouco empregada, principalmente devido

ao alto investimento em instalações. Assim, torna-se necessário desenvolver uma série de estudos e pesquisas para que seja ampliado tal tecnologia.

Diante dessa realidade, é de importante a presença do engenheiro para poder analisar se esse investimento será positivo para a empresa, a forma para melhor implanta-la, e claro apresentar resultados satisfatórios aos diretores da empresa, mostrando que além de lucro a longo prazo essa tecnologia pode também trazer grandes benefícios para o meio ambiente. Esse benefício ecológico não vem apenas por não descartar da vinhaça de forma incorreta, mas também de que a partir do momento que está se utilizando a energia proveniente dela, está se poupando outra forma de energia que pode ser danosa ao ambiente de alguma forma.

7. Considerações Finais

A geração de energia a partir da biomassa com o uso residual da vinhaça apresenta grande potencial de aproveitamento para as usinas do setor sucroalcooleiro e energético. Porém a utilização de reatores de alta performance constitui um preço significativamente alto no processo de obtenção do biogás que é utilizado para a geração de energia. Além disso, existem alguns fatores limitantes com relação a legislação que estabelece diretrizes a serem seguidas. Entretanto, ainda se apresenta como uma alternativa interessante do ponto de vista de redução de resíduos e também permite melhor aproveitar em maior totalidade o insumo utilizado que é a cana-de-açúcar.

Outro ponto a se destacar é a escassez de informações com relação a quantidade de energia gerada por meio da vinhaça, assim como quantas indústrias possuem os reatores para o tratamento e geração. Como trabalhos futuros pode-se propor um estudo mais profundo acerca dos motivos os quais ainda não é tão difundida tal prática, além de possibilitar estabelecer maiores relação entre eficiência energética desta alternativa de geração entre biomassa-vinhaça.

Referências

COPERSUCAR. *Aproveitamento da Vinhaça Viabilidade Técnico-Econômica*. Centro de Tecnologia da Cooperativa Central dos Prod. De Açúcar e Álcool do Est. S.P., Piracicaba, 1979.

FRASSON, J. et al. *A utilização da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar como fonte alternativa de energia elétrica*. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos, 2009. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_123_796_16701.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2017.

FREIRE, W. J., CORTEZ, L.A.B. (2000), *Vinhaça de cana-de-açúcar*, Editora, Agropecuária, Campinas, 203p.

GASPAR, Patrícia Martins Ferreira. “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 de Mestrado EPUSP. 2003

GRANATO, E. F. *Geração de Energia Elétrica pela Biodigestão Anaeróbica da Vinhaça*, Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Campus Bauru, Universidade Estadual Paulista, Abr/2003.

GRANATO, Eder Fonzar; SILVA, Celso Luiz. *Geração de energia elétrica a partir do resíduo vinhaça*. Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural, 2002.

HALL, D.O.; House, J. I.; Scrase, I. *Visão geral de energia e biomassa: uso da biomassa para produção de energia na indústria brasileira*. Campinas, São Paulo. Editora da UNICAMP, 2005.

LAMO, P. *Sistema Produtor de Gás Metano Através de Tratamento de Efluentes Industriais - METHAX/BIOPAQ - CODISTIL* - Piracicaba, 1991.

NETO, E. A. *Gestão dos Resíduos Sólidos na Agroindústria Canavieira*. Visão da Indústria Brasileira sobre a Gestão de Resíduos Sólidos, CNI, Brasília, 2014. Disponível em:

<www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=35414851>. Acesso em: 17 jul. 2017.

NOGUEIRA, L. H. *Biodigestão: A Alternativa Energética*. Editora Nobel, São Paulo, 1986.

NOGUEIRA, M. A. F. S; GARCIA, M. S. *Gestão dos resíduos do setor industrial sucroenergético: estudo de caso de uma usina no município de Rio Brilhante, Mato Grosso do Sul.* REGET - v. 17 n. 17 Dez. 2013, p. 3275 – 3283.

PINTO, C. P. *Tecnologia da Digestão Anaeróbica da Vinhaça e Desenvolvimento Sustentável*, Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia Mecânica, Unicamp, 1999.

POVEDA, Manuel Moreno Ruiz; COELHO, Suani Teixeira. *Impactos ambientais do processamento da vinhaça com aproveitamento energético*, 2015.

RAMOS, N. P.; JÚNIOR, A. L. *Atividade Agrícola*. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONT1.html>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

ROCHA, E. P. A.; SOUZA, D. F.; DAMASCENO, S. M. *Estudo da viabilidade da utilização de briquete de capim como fonte alternativa de energia para queima em alto-forno.* VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA. Uberlândia, 2009.

SALOMON, K., Lora, E., e Monroy, E. *Custo do Biogás proveniente da Biodigestão da Vinhaça e sua Utilização.* 8º Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica. Cusco, 2007.

SANTOS, Marcos Bravin dos. *Proposta metodológica para o planejamento do uso agrícola da vinhaça, considerando os seus aspectos ambientais, por meio de sistema de informações geográficas.* 2000. Tese de Doutorado. Dissertação (mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

XAVIER, S. *Álcool como Carburante – Razões da sua Utilização.* Brasil Açucareiro, vol. 76 n. 5, pp 16-20, 1970.