

**Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade em Diferentes Setores**

**A MICRODESTILARIA NA BUSCA DE UM DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL**

**THE SMALL SCALE ETHANOL FUEL DISTILLERY IN THE PURSUIT OF  
SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

André Friderichs, Ronaldo Hoffmann, Diego Weber e Amir John Scheid

**RESUMO**

O Brasil é um país tropical com uma quantidade enorme de recursos energéticos. Tendo em vista o crescimento que o país está vivenciando, cada vez mais estes recursos estão sendo explorados. Entre as diversas opções, a biomassa está entre as mais notáveis principalmente pela sua aplicabilidade em propriedades rurais e agroindústrias de todo território nacional. Este artigo apresenta uma unidade demonstrativa de uma microdestilaria, instalada no Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, a qual é usada como modelo para análises e estudos de seu conceito e dos principais efluentes gerados. A utilização de biomassa, para produção de etanol, mesmo em pequena escala, resulta em uma considerável produção de vinhaça – resíduos da produção, que apresenta elevado teor de matéria orgânica. Neste panorama, este trabalho também estuda a aplicabilidade da biodigestão anaeróbia da vinhaça em reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) para a produção de biogás. A idealização desta configuração tem como finalidade a produção de álcool em pequenas unidades e o uso de seu efluente para geração integrada de energia.

**Palavras-chave:** microdestilaria; etanol; sustentabilidade; vinhaça; UASB.

**ABSTRACT**

Brazil is a tropical country with enormous energy resources. In view of the growth that the country is experiencing, more and more these energies are being explored. Among the diverse options, biomass stands out principally because of its applicability in rural properties and agro-industries, in all the national territory. This paper aims to present a demonstrative unit of a small scale ethanol fuel distillery (SSFED), installed in the Polytechnic College of the Federal University of Santa Maria, which is provided as a model for the analysis and studies of its concept and the main effluents. The use of biomass to ethanol production, even in smallscale, results in a considerable production of vinasse – wastes from the production, which has a high concentration of organic matter. In this view, this paper also examines the suitability of the anaerobic digestion of vinasse in upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor for biogas production. The idealization of this configuration is intended for the production of alcohol in small units and the use of effluent for its integrated energy generation.

**Keywords:** small scale; bioethanol; sustainability; vinasse; UASB.

## **OBJETIVOS**

Demonstrar a ideia de uma microdestilaria no âmbito sustentável, utilizando a unidade instalada no Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Mariacom modelo de análises e estudos de seu conceito e dos principais efluentes gerados. Assim, usar a biomassa, mesmo em pequena escala, para produção etanol e avaliar a considerável produção de vinhaça - resíduo da produção, que apresenta elevado teor de matéria orgânica - que este processo causa. Neste panorama este trabalho também estuda a aplicabilidade da biodigestão anaeróbia da vinhaça em reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) para a produção de biogás.

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O conceito de Desenvolvimento Sustentável é questionado, entre outros argumentos, em função da dificuldade em determinar a sustentabilidade de um sistema, especialmente a agricultura. A alta flexibilidade de adaptação de diferentes processos de produção e a variedade de fontes de renda produzidas pela agricultura familiar, a torna um elemento fundamental da modernização da agricultura e, em particular, de certas cadeias agro-industriais. [ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE GOIÁS, 2011].

Cada vez mais presente na vida diária da sociedade, a sustentabilidade está em constante crescimento e é aplicada diretamente em algumas microdestilarias brasileiras, cujo produto comercial de interesse é o combustível renovável e estratégico, o bioetanol (etanol).

Bioetanol, que é também chamado de álcool etílico renovável, é uma substância obtida a partir da fermentação de açúcares. Este é o mais comum de todos os alcoóis, encontrado em bebidas tais como cerveja, vinho, e também presente na indústria de perfume. No Brasil esta substância é também utilizada como combustível, constituindo deste modo um mercado crescente para um combustível obtido num processo sustentável. O bioetanol é responsável pelo estabelecimento de uma indústria química nova, sustentado pelo uso de biomassa de origem agrícola. [BORRERO, 2003]

A produção de cana-de-açúcar para etanol, açúcar mascavo, doces, melado e a utilização dos subprodutos, apresenta outro contexto para a agricultura familiar, começando a resolver um dos problemas que afetam milhares de pequenos produtores rurais, que é gerar energia em forma de combustível associado com alimentos de produção. A vinhaça, o resíduo nas usinas de cana de açúcar, pode ser utilizada na produção de energia ou ainda mesmo como biofertilizante. [MICHEL JUNIOR, 2010]

De acordo com [BRATZ, 2008], a possibilidade de produção de biocombustíveis representa uma oportunidade para o crescimento da agricultura familiar, ajudando a reforçar as políticas de autossuficiência energética e contribuir para o resultado financeiro dessas famílias. O planejamento de uma microdestilaria pode determinar o futuro de uma determinada região. Segundo [HOFFMANN, 1985] na produção de álcool etílico, existe uma diferenciação estabelecida sobre a escala de microdestilaria, como é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação de destilarias de acordo com o volume de produção

Escala / Denominação	Capacidade de Produção (Litros/dia)
Macro	>60,000
Mini	>5,000 e <60,000
Micro	<5,000

Para o mesmo autor, as microdestilarias tem a sua viabilidade fundada em pontos tais como:

- simplicidade de operação;
- possibilidade de obtenção de matéria-prima a baixo custo;
- utilização de edifícios já existentes nas propriedades rurais;
- desenvolvimento das regiões para fora da região de açúcar e álcool com a produção de um combustível estratégico;
- reativação das propriedades de pequenos agricultores, a absorção da força de trabalho e terras ociosas e a fixação do homem nas áreas rurais;
- utilização da vinhaça para complementação energética.

O atual Plano Nacional de Agricultura tem como uma de suas diretrizes a expansão do setor de etanol, buscando sua consolidação e liderança brasileira no mercado internacional de bicomcombustíveis. Em proporção como aumento da produção de álcool, ocorre um aumento na quantidade de resíduos gerados no processo, que consiste basicamente dos resíduos sólidos e a vinhaça.

Dos dois, a vinhaça- que é o efluente gerado pelo processo de destilação em que o etanol é separado da levedura fermentado - destaca-se pelo seu elevado potencial como um poluente, o que leva à implantação de um projeto específico para o tratamento deste resíduo, como geração de biogás para energia e biofertilizante. [PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA 2006-2011, 2006]. Neste projeto, desenvolvido juntamente com a operação da microdestilaria, pretende-se aproveitar a vinhaça como fonte de energia, onde ela pode ser usada diretamente na própria destilaria ou para outros fins pelos agricultores.

## METODOLOGIA

Para o estudo em discussão, foi utilizado todo o sistema montado na Escola Politécnica da Universidade Federal de Santa Maria, que conta com os seguintes equipamentos (Fig. 1): Um moinho para moagem da matéria-prima e extração de sumo de cana de açúcar; decantador; tanques de fermentação; tanques para o vinho fermentado; bombas de transferência de levedura; tanque de armazenamento para o álcool etílico hidratado, uma coluna de destilação em processo descontínuo com 20 placas, tanque de vinho deposição com uma capacidade de 600 litros, com uma coluna de placas sobrepostas, reevaporador, deflagrador e condensador, e todos os dispositivos para o controle da temperatura e de pressão integrados dentro do equipamento. A fonte de calor para destilar o vinho é o vapor a partir de uma caldeira, anexo ao da agro-indústria que utiliza madeira como combustível.



Fig. 1 - Processo em batelada

Utilizou-se também as instalações externas à microdestilaria, nas quais está instalado um reator anaeróbio de manta de lodo modelo UASB, tendo um volume de 2 m<sup>3</sup> (Fig. 2), além disto, para desenvolvimento primário dos métodos operacionais foi projetado e construído um reator UASB em escala laboratorial com volume de 18 litros para o tratamento da vinhaça (Fig. 3).



Figura 2 – a) Instalações externas da microdestilaria; b) Reator UASB para tratamento da vinhaça



Figura 3 - Reator UASB em escala laboratorial. Em detalhes o separador de fases (esquerda) e o lodo inicia (direita).

## RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os dados operacionais obtidos a partir da microdestilaria, tornaram possível a avaliação do balanço de massa global e o estudo de viabilidade do processo, utilizando cana de açúcar como matéria-prima. Dentro destes dados pode-se citar uma eficiência de 0,769 e 0,823 para a etapa de extração do suco e para a extração da sacarose, respectivamente. Durante o processo de destilação do vinho e etanol o fluxo foi 350,0L / h (8,0° GL) e 31,3L / h (95,5° GL), respectivamente, além do vapor produzido pela caldeira. Tais variáveis permitem estimar a produção de vinhaça em 473,4L / h. Com estes dados calculou-se um tempo de operação de 1,9 horas para o consumo de 1000 kg de cana-de-açúcar. O balanço energético demonstrou que seriam necessários 86.056 kg de lenha ou 1,259,002.08 kJ para processar 1.000 kg de cana-de-açúcar.

Para o tratamento da vinhaça produzida pela microdestilaria, a qual tem suas características apresentadas na Tabela 2, foi escolhido o reator UASB. Este reator além de

degradar a matéria orgânica produz dois importantes produtos que são o biogás e o biofertilizante, os quais podem ser usados na microdestilaria e na plantação de cana-de-açúcar, respectivamente. Para avaliar o tratamento em escala piloto, no reator mostrado na figura 2 b, primeiramente realizam-se testes em escala laboratorial, reator figura 3. Este reator com pequena capacidade mostrou quais os cuidados operacionais devem ser tomados ao operar com este efluente, tais como a necessária correção de pH para a faixa da digestão anaeróbia (6,5 – 7,2), a adição de lodo inicial (inóculo) para a partida do reator e a importância do refluxo dentro do mesmo para conseguir a redução da carga de matéria orgânica desejada. Até o presente momento a vinhaça ainda não foi alimentada no reator em anexo a microdestilaria, devido à usina piloto não manter uma operação constante, à falta de lodo para a partida do reator e também espera-se terminar as análises laboratoriais com o reator em pequena escala.

Tabela 2. Características da vinhaça proveniente da Microdestilaria do Colégio Politécnico da UFSM.

pH	4,2
DQO (mg/l)	16400
DBO (mg/l)	6830
Nitrogênio Total (mg/l)	168
Fósforo Total (mg/l)	23,5
Sólidos Suspensos (mg/l)	40,0
Sólidos Sedimentáveis (mg/l)	<0,1

## CONCLUSÕES

A prática da produção de álcool etílico na microdestilaria instalada na Escola Politécnica da Universidade Federal de Santa Maria mostra-se, em princípio, como um exemplo de sustentabilidade. Isso se torna-se possível através do uso de matérias-primas regionais, desde por pequenos produtores locais e também pelas matérias-primas cultivadas na instituição educacional. A fim de proporcionar um processo sustentável, o álcool produzido na planta é disponibilizado para a higiene e limpeza de departamentos universitários, bem como sendo usado como combustível para os carros da instituição.

A vinhaça, por sua vez, pode ser reaproveitada como fertilizante natural nas culturas da universidade e pomares, e sua biodigestão em um reator UASB é uma boa alternativa pela grande quantidade de matéria orgânica e então pela geração de biogás, que pode ser usado na própria microdestilaria. Quando se utiliza cana de açúcar, o bagaço de cana pode servir como combustível para a caldeira, que fornece vapor, mas devido ao elevado nível de açúcar, outro destino é pedido para este resíduo, tais como alimentos para animais.

## LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DE ESTUDOS

O estudo encontrou limitações decorrentes a operação do reator UASB presente na microdestilaria, cujo não se encontra em uso contínuo. Sendo assim, dados referentes à produção de biogás e ao tratamento da vinhaça por meio deste reator ainda não podem ser

citados. Este tipo de reator é muito sensível a variações de pH, temperatura e características do efluente, o que pode ser comprovado na operação do reator em escala laboratorial.

Sugere-se então, para prosseguimento do trabalho, a operação deste reator e a avaliação tanto do biofertilizante como do biogás para aproveitamentos na produção de matérias-primas e na operação da microdestilaria, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE GOIÁS, **The importance of alcohol for the Brazilian economy**. 02 de Junho de 2009. Available: <http://al-go.jusbrasil.com.br/noticias/1159554/a-importancia-do-etanol-para-a-economia-brasileira>. Acesso em novembro de 2011.

BORRERO, M. A. V; Pereira, J. T. V.; MIRANDA, E. E. **Environmental management method for sugar cane alcohol production In Brazil**, Biomass and bioenergy. Vol 25, 2003.

MICHEL JUNIOR, Raul José dos Santos. **Obtaining hydrated ethyl alcohol with alcoholic grading for automobilistic use, validation of a process in batch**. Dissertação de Mestrado, Santa Maria, RS, 2010.

BRATZ, Gildo. **Biofuel and the family farm: a possible marriage?** In: Revista Eco e Ação: Ecologia e Responsabilidade, 24 de abril de 2008.

HOFFMANN, Ronaldo. **Analysis of the performance of a annexed smallscale distillery in the region of “Encostas Basálticas do Rio Grande do Sul”**. Porto Alegre, UFRGS, 118p. Dissertação de Mestrado em Engenharia, Área de Concentração Engenharia da Energia), 1985.

PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA 2006-2011 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Produção e Agroenergia. 2. ed. rev. - Brasília, DF, Embrapa para Informação Tecnológica, 2006.