

## RECUPERAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS PROVENIENTES DA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE FRUTAS NA PRODUÇÃO DE ETANOL

Hugo Perazzini<sup>1\*</sup>, Maisa Tonon Bitti<sup>1</sup>

1. Graduado em Engenharia Química pela Faculdade de Aracruz – FAACZ,  
\*e-mail: hperazzini@gmail.com  
Aracruz, Espírito Santo, Brasil

### RESUMO

O presente estudo tem como objetivo desenvolver uma metodologia para produzir etanol a partir de resíduos sólidos orgânicos gerados por uma empresa de extração e envase de polpa de frutas tropicais, integrando a esta proposta, um destino ambientalmente correto aos rejeitos gerados. Deste modo, os ensaios experimentais realizados possibilitaram a produção de etanol utilizando inicialmente os resíduos de abacaxi submetidos à fermentação alcoólica em biodigestores aeróbios e posteriormente, à destilação fracionada para a separação do álcool da água. A partir da metodologia empregada, verificou-se uma baixa produção de etanol, sendo necessários maiores estudos a respeito da quantificação do álcool produzido.

**PALAVRAS-CHAVE:** destilação fracionada, etanol, resíduos sólidos

### RECOVERY AND USE OF ORGANIC SOLID WASTE FROM FRUIT PROCESSING INDUSTRY IN PRODUCTION OF ETHANOL

#### ABSTRACT

This study presents an experimental evaluation of the ethanol producing from organic solid waste generated by an industry of extraction and bottling of the fruit pulps, integrating with this proposal, a correct environmentally destination to the waste generated. Thus, experimental tests carried out showed the possibility of the ethanol producing using initially pineapple wastes undergoing alcoholic fermentation in aerobic biodigesters and subsequently, the fractional distillation with object to separate alcohol produced from water. By the methodology used, was verified a low ethanol production and according to the results obtained, further studies are needed regarding the quantification of the ethanol produced.

**KEYWORDS:** fractional distillation, ethanol, solid waste

### INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas enfrentados pelo homem atualmente é o crescente aumento de resíduos orgânicos gerados pelas suas atividades cotidianas.

No processo de extração e envase de polpa de frutas gera-se um resíduo que, em geral, não é aproveitado pelas empresas. Este resíduo é caracterizado por uma elevada umidade inicial e um alto teor de matéria orgânica. Caso seja disposto

de maneira incorreta no meio ambiente, deprecia os solos e contamina os lençóis freáticos. Visto isso, com a regulamentação ambiental atualmente vigente, as empresas são obrigadas a realizar as modificações exigidas, buscando alternativas viáveis para um destino ambientalmente correto para os resíduos gerados.

Dentro do contexto apresentado, avalia-se neste trabalho, a possibilidade do aproveitamento do resíduo gerado por uma micro-empresa de beneficiamento de frutas tropicais localizada no município de Aracruz – ES na produção de etanol, buscando uma solução economicamente viável para o rejeito e promover o saneamento local. Resultados preliminares mostraram possível a produção de álcool a partir dos resíduos sólidos orgânicos da empresa, fornecendo uma plausível alternativa para a solução do problema ambiental enfrentado pelo setor. Em contrapartida, novos estudos serão necessários visando quantificar o álcool produzido.

### CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O processo básico de industrialização das frutas tropicais pode ser dividido em três etapas principais: a etapa de higienização das frutas, a extração e, posteriormente, a etapa de envase da polpa. As empresas utilizam maquinário próprio que se aplica à extração da polpa de várias frutas que, após esta etapa, receberão um tratamento final até chegar ao mercado consumidor. Na etapa de extração é gerado um rejeito que não é aproveitado pela empresa como um subproduto. Esse resíduo é constituído principalmente pelo bagaço, cascas e sementes das frutas. A Figura 1 apresenta alguns dos resíduos gerados pela empresa.



**FIGURA 1.** Exemplo de resíduos sólidos gerados na etapa de extração: (a) cascas de maracujá; (b) bagaço de goiaba.

Fonte: Pesquisa de campo

A falta de locais adequados para uma disposição correta dos resíduos gerados pela empresa causa grandes riscos, tais como multas e até mesmo a interrupção de suas atividades por órgãos de fiscalização responsáveis pelo setor. Além disso, a má gestão dos resíduos pode resultar em graves riscos de contaminação dos recursos naturais e descaracterização de paisagem. Atualmente,

a empresa destina seus resíduos a um projeto criado pela prefeitura local, no qual os resíduos orgânicos são destinados à alimentação animal (Figura 2), entretanto, nenhum lucro é gerado pela empresa com esta atividade.

A literatura geralmente sugere, como alternativa, o aproveitamento de resíduos orgânicos para a produção de biofertilizantes, a fim de ser utilizado na agricultura (GONÇALVES, 2005), na produção de biogás (BARREIRA, 2003) e na produção de etanol (LOPES, 2007) para a co-geração de energia.



**FIGURA 2.** Resíduos da empresa destinada à alimentação animal.

Fonte: Pesquisa de campo

Logo, este trabalho tem como objetivo verificar a viabilidade da utilização dos resíduos sólidos orgânicos gerados pela empresa na produção do etanol, cuja metodologia e resultados obtidos são apresentados a seguir.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi baseado na produção de etanol a partir dos resíduos de abacaxi, fruta que estava sendo processada na época em que os experimentos estavam sendo realizados.

Preliminarmente, foi realizada a preparação do mosto para a obtenção do fermentado alcoólico, que em seguida deve ser submetido ao processo de destilação fracionada. O mosto foi preparado utilizando-se uma massa de 3,25kg de resíduos de abacaxi de pH 4,0, sendo esta quantidade diluída em água na proporção de 1:3 (volume/volume). A esta solução, foi adicionada uma massa de 100g de microorganismos *Saccharomyces cerevisiae* (fermento biológico da marca “Fleishmann”) previamente diluída em 1L de água. O mosto inoculado com *Saccharomyces cerevisiae* foi transferido a biodigestores aeróbios (Figura 3) onde era possível a monitoração de todo o processo de fermentação. Após esta etapa, o fermentado alcoólico foi filtrado em peneiras Mesh #60 e posteriormente submetido ao processo de separação líquido-líquido. A Figura 4 apresenta o filtrado obtido.

Para a obtenção do etanol, realizou-se a destilação do fermentado alcoólico filtrado por meio de uma coluna retificadora utilizada para a destilação fracionada, na qual foi acoplado um condensador de vidro resfriado com água à temperatura ambiente. O filtrado foi acondicionado em um balão de vidro de fundo redondo de 500 mL e aquecido com o auxílio de uma manta elétrica. Durante a operação de destilação, era monitorada a temperatura de ebulição do álcool (cerca de 80°C) para a sua separação da água. A duração média do processo de separação foi de 4 horas. Todo o aparato experimental utilizado encontra-se ilustrado na Figura 5.



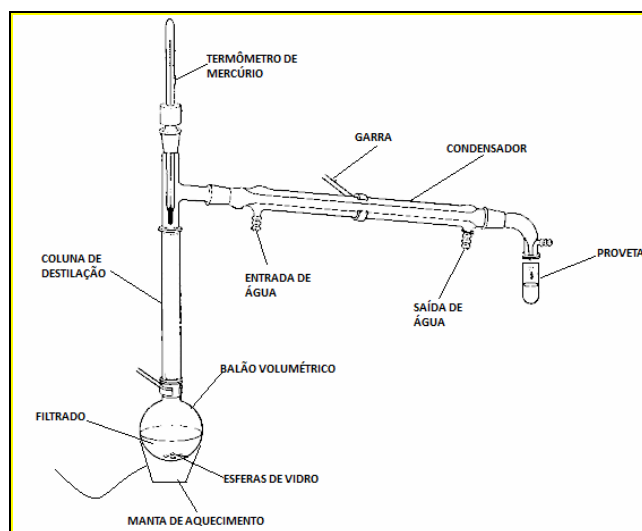
**FIGURA 3.** Biodigestor aeróbio utilizado na fermentação do mosto.

Fonte: Pesquisa de campo



**FIGURA 4.** Fermentado alcoólico filtrado.

Fonte: Pesquisa de campo



**FIGURA 5.** Aparato experimental utilizado para separação líquido-líquido.

Fonte: Pesquisa de campo

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos experimentalmente a respeito do processo de separação líquido-líquido utilizando-se a destilação fracionada estão apresentados na Tabela 1.

Analisando os dados obtidos, observa-se que decorridas quatro horas de experimento, obteve-se em média 3,25 mL de etanol a partir de 200 mL de filtrado e 3,9 mL a partir de 300 mL de filtrado. Apesar de ser verificado que existe a possibilidade da produção de álcool a partir dos resíduos de abacaxi, a quantidade obtida de etanol foi muito pequena, conforme pode ser verificado na Tabela 1. Isso se deve, provavelmente, à baixa concentração de açúcares existentes no resíduo. Uma outra característica relevante é o método de separação utilizado. A destilação é um processo bastante oneroso e vários cuidados devem ser tomados, principalmente em relação à temperatura de ebulição dos componentes e a qualidade do destilado. Durante o processo de destilação do fermentado, encontrou-se dificuldade em manter a temperatura de ebulição estável do álcool para a sua separação dos outros componentes. Logo, novos estudos deverão ser realizados a fim de manter o melhor procedimento para a destilação do fermentado e quantificar a produção de álcool. Melhor seria utilizar maiores quantidades de fermentado a fim de se obter resultados mais representativos sobre o processo empregado.

**TABELA 1.** Resultado do processo de destilação.

<b>Experimento</b>	<b>Volume de fermentado (mL)</b>	<b>Volume de álcool produzido (mL)</b>
1	200	3
2	200	3,5
3	300	4
4	300	3,8
Média	-	3,6
Desvio padrão	-	0,37

## CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi realizada uma avaliação preliminar do aproveitamento de rejeitos oriundos da etapa de extração de sucos de frutas tropicais de uma empresa localizada no município de Aracruz para a produção de etanol. Resultados preliminares mostraram que a produção de álcool foi relativamente baixa, provavelmente ocasionada pela metodologia de destilação empregada e pelo baixo percentual de açúcares presentes no resíduo. Por serem constituídos de um elevado percentual de umidade inicial, os resíduos da empresa também podem ser empregados na produção de biogás. Esta pode constar de uma alternativa viável para o tratamento final dos rejeitos orgânicos uma vez que constitui de um processo

simples e barato, que gera maiores recursos para a empresa. Para que a proposta apresentada neste trabalho seja colocada efetivamente em prática, são necessários novos testes que visam a quantificação do etanol a ser produzido com amostras mais significativas e estudos mais apurados, bem como o impacto causado pelos resíduos quando descartados de maneira incorreta no meio ambiente. Em contrapartida, no que diz respeito às questões ambientais, a produção de etanol permite o uso total dos resíduos como fonte energética, contribuindo com um destino ambientalmente correto dos rejeitos.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao projeto de bolsas de iniciação tecnológica/científica – BITEC-ES, financiado pela FAPES e à empresa que gentilmente concedeu os materiais para estudo.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BARRERA, P. **Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural**. São Paulo: Editora Ícone, 2003.106 p.

GONÇALVES, M. S.; **Gestão de resíduos orgânicos**. Porto, Portugal: Editora Principia, 2005, 104 p.

LOPES, R. P. **Energia na Agricultura**. Notas de aula, UFFRJ – departamento de energia, 2003.