

# CONTABILIDADE EM EMERGIA DA PRODUÇÃO DE ETANOL COMBUSTÍVEL A PARTIR DE BEBIDAS ALCOÓLICAS

<sup>1</sup>FRIMAIO, Adrielle ; <sup>2</sup>SILVA, Carlos C.

## RESUMO

Este artigo apresenta a análise em emergia da produção do etanol combustível obtido de bebidas alcoólicas apreendidas, e gerado na coluna de retificação alcoólica instalada no Câmpus Inconfidentes do IFSULDEMINAS. Comparamos o sistema estudado com a produção convencional de etanol de Lanzotti et al.(2000). Verificou-se que o EYR do sistema estudado por Lanzotii é 22% maior que o deste estudo, que para o sistema estudado o EIR é 66 vezes maior do que o do sistema convencional e o ELR é 442 vezes maior e o NSI é 7,9E+08 vezes maior que o do convencional, que utiliza 51% de recursos renováveis, enquanto o sistema estudado apresenta menos de 0,5%. Infere-se que o sistema convencional apresenta melhor desempenho que o sistema estudado quando não se considera a mitigação do impacto ambiental gerado pelo destino inadequado das bebidas apreendidas. Sugere-se continuar os estudos considerando o passivo ambiental.

Palavras Chave: Emergia, Etanol, Bebida Alcoólica, Contabilidade Ambiental.

## INTRODUÇÃO

O etanol conquistou maior importância durante a Segunda Guerra Mundial devido à escassez de gasolina no país, uma vez que esta era importada dos países envolvidos na guerra e que apresentavam grande demanda de combustível. Outros fatores determinantes foram a insegurança das rotas comerciais e o açúcar não ser um recurso essencial em períodos de guerra, além da superprodução desde o fim da década de 20 (SAMPAIO, 2012).

A larga utilização do álcool combustível foi fruto da necessidade, do esforço dos produtores durante a crise no mercado internacional de açúcar e escassez de gasolina

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, email: [a\\_frimaio@hotmail.com](mailto:a_frimaio@hotmail.com);

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, email: [cezaradts@gmail.com](mailto:cezaradts@gmail.com);

e outros derivados do petróleo. Dessa forma foi possível abastecer o setor de transportes e também os serviços públicos como hospitais e escolas (SAMPAIO, 2012)

Ainda de acordo com Furtado e Scandiffio (2007), a criação da Organização de Países Árabes Exportadores de Petróleo (OPEP) em 1968 provocou o aumento do preço dos petroderivados e originou duas crises (em 1973 e 1979). Os gastos do Brasil aumentaram de US\$ 600 milhões em 1973 para US\$ 2,5 bilhões em 1974, afetando o equilíbrio econômico.

Essa situação obrigou o retorno ao álcool como combustível preferencial no Brasil, dando início ao Programa Nacional do Álcool - Proálcool.

### **Cachaça**

A aguardente de cana é a terceira bebida destilada mais consumida no mundo e a primeira no Brasil. Segundo o Programa Brasileiro de Desenvolvimento da Aguardente de Cana, Caninha ou Cachaça (PBDAC), a produção é de aproximadamente 1,3 bilhão de litros por ano, da qual cerca de 25% é feita de forma artesanal (EMBRAPA, 2006). Dado que a parte não-comercializável (cauda e cabeça) corresponde a 40% do volume produzido, existe um mercado potencial de 130 milhões de litros de matéria prima que poderia ser processada em uma coluna de retificação.

Pode-se dividir a cachaça em três frações: Cabeça, que possui metanol e ácidos, Coração (60% do volume), de compostos mais desejáveis, e Cauda - na qual são encontrados os compostos com altas temperaturas de ebulição (PEREIRA et al., 2003).

A Tabela 1 apresenta o volume de bebidas apreendidas pela Receita Federal do Brasil em fiscalizações aduaneiras no primeiro semestre dos anos de 2012 e 2013, mostrando um aumento de 5,44% neste período. Para este estudo o convênio viabilizou a doação de foi 4007,326 litros.

DESCRIÇÃO	JAN-JUN 2012	JAN-JUN 2013	VARIAÇÃO 2012/2013
Bebidas Alcoólicas	333.382,40 litros	351.523,78 litros	5,44 %

Tabela 1: Adaptado de RFB (2013), Detalhes com o autor.

## MATERIAIS E MÉTODOS

- **Coluna de retificação**

O IFSULDEMINAS dispõe de uma coluna de retificação que promove sucessivas destilações da cachaça introduzida no sistema. Através desse procedimento é possível elevar a concentração alcoólica do produto a 96° GL e adequado a ser utilizado como combustível para veículos.

Para a retificação do etanol a bebida alcoólica é aquecida e produz vapor assim que a temperatura de ebulição do etanol é atingida (78° C).

O etanol vaporizado sobe pela coluna e é condensado em estruturas chamadas pratos. É um sistema de via dupla no qual ocorre o retorno do líquido de cada prato a partir do momento que este esteja cheio. Assim, temos um sistema em refluxo que atingirá o equilíbrio, quando a concentração em cada prato for constante, tendo uma mistura cada vez mais rica em componente mais volátil.

O produto final é obtido quando o líquido da última bandeja é vaporizado e recondensado. Poderá ser utilizado como combustível para automóveis se atingir a concentração mínima de 92° GL.

- **Análise em eMergia**

A emergia (memória energética) é utilizada como ferramenta do presente estudo com base nos conceitos apresentados por Odum (1996). O valor da emergia total incorpora todos os fluxos de recursos e serviços utilizados para obtenção de um produto, processo ou serviço, sejam estes recursos provenientes do meio ambiente ou

da economia. Esta metodologia utiliza uma álgebra própria, com a qual é possível calcular indicadores a partir das relações entre as fontes de recursos que compõe o sistema estudado.

A unidade de energia é o joule de energia solar (seJ), que permite contabilizar os fluxos provenientes do meio ambiente e da economia com uma base comum, o seJ. A transformidade, seJ/J, define a quantidade de energia necessária para a obtenção de um joule de um produto, processo ou serviço, seja ele natural ou antropogênico. Uma vez determinada a transformidade de um produto, torna-se possível calcular a energia solar direta e indireta necessária para sua obtenção (ODUM, 1996).

A contabilidade considera tanto os recursos utilizados para a implantação dos processos como aqueles empregados durante sua operação. Uma vez determinada a transformidade de certo número de produtos, torna-se possível calcular em cascata, a energia solar direta e indireta necessária para se obter outro produto, processo ou serviço (ODUM, 1996).

Brown & McClanahan (1996) sintetizaram de maneira prática e eficaz as etapas para observação e avaliação de um sistema produtivo com o uso da contabilidade em energia. Identificando as entradas requeridas para a implantação e a operação de cada processo, mostraram como construir as tabelas de energia e como desenvolver a síntese em energia.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES PRELIMINARES**

Na Figura 1 é possível visualizar o diagrama de fluxos de materiais no sistema, o qual possibilitará o cálculo do fluxo de energia presente em cada componente. O intuito, nesse caso, é obter o valor referente ao etanol – produto que está situado à direita do diagrama.

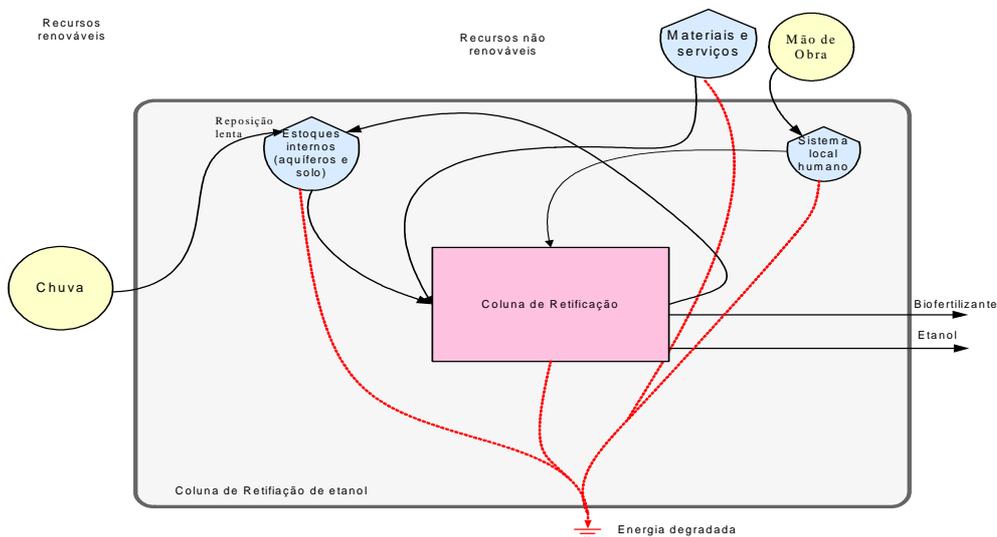


Figura 1: Diagrama do sistema estudado (elaborado pelo autor).

A Tabela 2 apresenta os fluxos participantes do sistema de produção de biofertilizantes e etanol a partir de bebidas alcoólicas.

Tabela 2 – Avaliação da emergia para o sistema de produção de etanol (\*)

Nota	Descrição	Classe	Unidade	Quantidade	EUV	Emergia	%
1	<b>Implantação</b>						
2	Mão de obra instalação	F	J/ano	6,28E+06	4,30E+06	2,7E+13	0,16%
3	Aço	F	g/ano	1,61E+05	6,74E+06	1,08E+12	0,01%
	Operação						
4	Água	R	g/ano	2,00E+07	1,57E+05	3,14E+12	0,02%
5	O <sub>2</sub>	R	g/ano	8,40E+04	5,16E+07	4,33E+12	0,03%
6	Vapor**	F	J/ano	3,21E+10	8,43E+04	2,71E+15	16,41%
7	Bebida Alcoolica	F	L/ano	2,40E+04	2,04E+09	4,9E+13	0,30%
8	Eletricidade**	F	J/ano	2,59E+10	2,77E+05	7,19E+15	43,53%
9	Mão de obra	F	J/ano	1,51E+09	4,30E+06	6,48E+15	39,26%
	Total					1,65E+16	100,00%
	Etanol Produzido		L/ano	4,08E+03	4,05E+12	1,65E+16	100,00%
	Biofertilizante		L/ano	3,19E+04	5,17E+11	1,65E+16	100,00%

(\*) Cálculos detalhados com o autor.

(\*\*) Corrigidos para a baseline de 2000.

Verifica-se pela Tabela 2 que uma pequena parcela dos recursos pode ser classificada como renovável e o sistema possui muitas fontes pagas (F). Na Tabela 3 temos a relação de indicadores, que auxiliam a avaliar o sistema em relação à fonte dos recursos.

Tabela 3 – Resultados dos indicadores da síntese em energia

Indicador	Etanol Retificado	Etanol Lanzotti, 2000
EYR	1,00E+00	1,22E+00
EIR	3,03E+02	4,59E+00
ELR	2,21E+03	4,99E+00
ESI	4,55E-04	2,01E-01
NSI	8,93E+15	1,13E+07
%R	4,53E-02	5,10E+01

O índice de rendimento em energia (EYR) do etanol estudado no trabalho de Lanzotti et al., 2000 apresenta valor igual a 1,22, ou seja, a proporção de recursos renováveis e não renováveis (R+N) é maior que o sistema deste trabalho.

O EIR apresenta a razão entre o investimento econômico e o investimento da natureza e é igual a  $3.03 \times 10^2$  para este trabalho e a 4,59 para o estudo de Lanzotti et al. (2000). Logo, o sistema de Lanzotti necessita de menos investimento do que o deste estudo.

A taxa de carga ambiental (ELR) deste trabalho é também mais elevada em comparação com o sistema de Lanzotti et al. (2000), indicando que o primeiro sistema estudado exige mais recursos locais do que o segundo.

O indicador de Sustentabilidade (ESI) aponta um valor menor do que o sistema estudado por Lanzotti et al. (2000).

O percentual de renovabilidade (%R) do sistema de Lanzotti et al. (2000) indica que este utiliza de maneira mais eficiente os recursos ambientais.

## CONCLUSÕES PRELIMINARES

Os indicadores ambientais em energia do sistema estudado neste trabalho apresentam baixo desempenho em comparação com o sistema estudado por Lanzotti et al. (2000), evidenciando sobrecarga sobre o ambiente. Contudo, devido ao fato de

ser uma obtenção de etanol a partir de matéria-prima advinda do sistema econômico, é natural que o resultado obtido seja esse.

A produção por si só do etanol e dos biofertilizantes não se apresenta vantajosa para o meio ambiente, no entanto é necessário avançar nos estudos pois devemos ainda considerar o passivo ambiental causado pelo destino atual dos resíduos das cachaçarias. Neste caso o processamento destas pode mitigar os impactos ambientais globais em termos de benefícios para a sociedade.

Acreditamos que ao final do projeto poderemos confirmar ou refutar a viabilidade ambiental do processo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. RFB. Relatório Aduaneiro. 2013.

Disponível em

<[http://www.receita.fazenda.gov.br/AutomaticoSRFSinot/2013/08/06/2013\\_08\\_06\\_16\\_51\\_46\\_52092784.html](http://www.receita.fazenda.gov.br/AutomaticoSRFSinot/2013/08/06/2013_08_06_16_51_46_52092784.html)> Acesso em 20 ago.2013.

BROWN, M.T. & MCCLANAHAN, T. Emery Analysis Perspectives for Thailand and Mekong River Dam Proposals. **Ecological Modeling**, v.91, p. 105-130, 1996.

EMBRAPA , 2006: Árvore do Conhecimento: Cana de açúcar. Embrapa. Disponível em <<<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/canadeacucar/arvore/CONT000fioq1ob502wyiv80z4s473aqi63ul.html>>> Acesso em: 11 set. 2013.

FURTADO, A.T.; SCANDIFFIO, M.I.G. A Promessa do Etanol no Brasil. **Visages d'Amérique Latine**, Paris, v.05, p.95-106. 2007.

LANZOTTI, C.R.; ORTEGA, E.; GUERRA, S.M.G. Emery Analysis and Trends for Ethanol Production in Brazil. In:BIENNIAL EMERY ANALYSIS RESEARCH CONFERENCE, 1<sup>st</sup>, 1999, Gainesville. **Proceedings**. Gainesville: Center for Environmental Policy, 1999.

ODUM, H. T. **Environmental Accounting: Emery and Environmental Decision Making**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996.

PEREIRA, N.E. et al. Compostos secundários em cachaças produzidas no Estado de Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**, Lavras. v.27, n.5, p.1068-1075, 2003.

SAMPAIO, M.A.P. El caso de la producción de etanol en Brasil: un ejemplo para los países de América Latina. **Cuadernos de Geografía**, Bogotá, v.. 21, nº. 01, 2012.