

# ESTUDO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM UM REATOR CONTÍNUO DE MISTURA

Marta de Sousa Felix<sup>1</sup>, Luís Fernando Novazzi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI  
marta.sousa25@yahoo.com.br | lnovazzi@fei.edu.br

**Resumo:** Este projeto visa o estudo da produção contínua do biodiesel a partir de metanol e óleo de soja por catálise homogênea, em meio básico, com a reação de transesterificação sendo conduzida em um reator contínuo de mistura. Os estudos mostraram que para a relação molar metanol/óleo de soja refinado 6:1, a conversão média foi de 94,79% com desvio padrão de 1,94%, considerando-se um tempo espacial médio no reator de 266 s, com facilidade na separação entre as fases leve e pesada no decantador e boa reprodutibilidade.

## 1. Introdução

O biodiesel é produzido a partir de fontes renováveis, sendo biodegradável e não tóxico. Esse biocombustível é produzido comercialmente no Brasil através da rota básica, a partir de metanol e óleo de soja, de modo descontínuo [1].

Nesse projeto propõe-se como objetivo geral o estudo da produção contínua do biodiesel a partir de metanol e óleo de soja, seguindo a rota tradicional, mas com a reação de transesterificação realizada em um reator contínuo de mistura imerso em um banho termostatizado, acoplado a um decantador, no qual se promoverá a separação entre as fases de ésteres metílicos e glicerol. Processos contínuos têm como característica uma facilidade maior em relação a aumentos de escala (*scale up*) [2].

## 2. Metodologia

O processo de produção do biodiesel foi realizado de modo contínuo, conforme o esquema ilustrado nas Figuras 1 e 2. A sucção de uma bomba peristáltica (Provitec® DM-5000) foi colocada junto a um béquer com uma mistura de metanol e KOH, enquanto que a outra bomba (Provitec® DM-5000) foi responsável pela alimentação de óleo, sendo a relação molar metanol/óleo de soja mantida em 6:1 [3]. Essas correntes foram dirigidas para um balão de três bocas de 500 mL, imerso num banho com temperatura controlada, a 60 °C, representando o reator de mistura contínuo. Uma bomba peristáltica retirou o efluente do reator, e em seguida, foi enviado para um funil de separação de 250 mL. Esse funil teve o papel de servir como um decantador contínuo, de modo que a fase pesada, composta por glicerol, saísse por baixo, e a fase leve, constituída pelos ésteres metílicos, fosse retirada por outra bomba peristáltica.

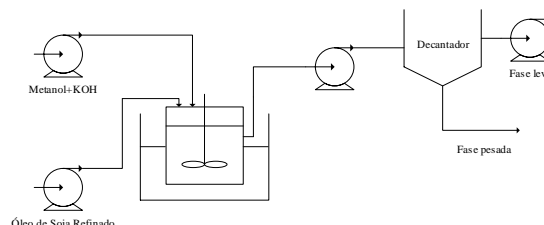


Figura 1 - Esquema do fluxograma de processo da produção do biodiesel

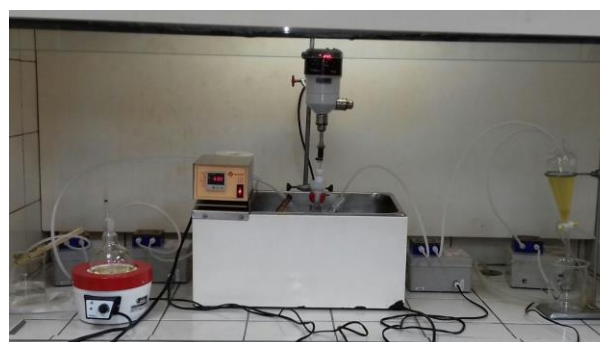


Figura 2 – Produção contínua de biodiesel.

Como o processo foi conduzido de modo contínuo, as amostras realizadas até o momento foram tomadas somente depois de 15 minutos de operação, para garantir que o regime permanente fosse sido atingido. Nesses ensaios, a proporção de KOH foi de 1% em relação à vazão de óleo utilizada.

O tempo espacial no reator, definido pela relação entre o volume  $V$  do equipamento dividido pela vazão volumétrica total  $v_o$ , foi calculado conforme escrito na Equação 1 [4].

$$\tau = \frac{V}{v_o} \quad (1)$$

A análise do grau de conversão de biodiesel das amostras de ésteres metílicos foi realizada por meio de cromatografia gasosa e a concentração mássica  $\rho_{E,j}$  de cada éster  $j$  presente nas amostras, foi calculada pela Equação 2, em unidades de mg/ml ou g/L. Nessa expressão,  $\rho_E$  é a concentração mássica do éster puro (800 mg/ml),  $\rho_{amostra}$  é a concentração mássica da amostra usada na injeção (2 mg/ml),  $a_j$  coeficiente angular de cada curva padrão do  $j$ -ésimo éster e  $A_{pico,j}$  é a área de cada pico reconhecido na cromatografia.

$$\rho_{E,j} = \frac{\rho_E}{\rho_{amostra}} a_j A_{pico,j} \quad (2)$$

Através dos resultados da Equação 2 e da massa molar  $M_j$  de cada éster presente na amostra, foi calculada a concentração molar  $C_{E,j}$  de cada éster presente nas amostras pela Equação 3, em mol/L.

$$c_{E,j} = \frac{\rho_{E,j}}{M_j} \quad (3)$$

A vazão molar total de ésteres  $F_E$  obtida no processo contínuo, proveniente da corrente de topo do decantador, pode ser calculada pela Equação 4, na qual  $f$  é a fração volumétrica correspondente à fase leve no separador,  $v_o$  é a vazão volumétrica total do sistema e  $\sum c_{E,j}$  representa a concentração molar total dos diferentes ésteres metílicos produzidos.

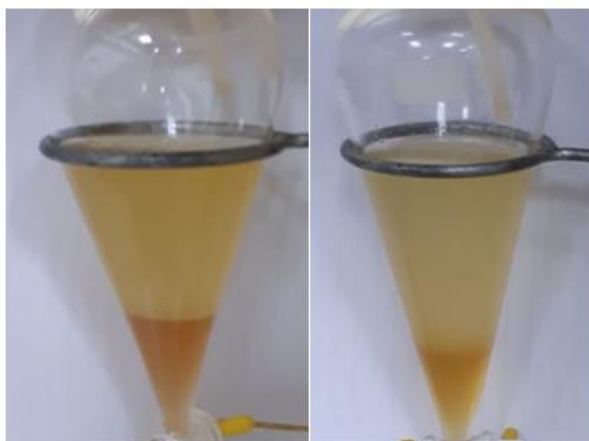
$$F_E = f v_o \sum c_{E,j} \quad (4)$$

Levando-se em conta que a proporção estequiométrica entre o óleo de soja e o metanol é de 1 para 3 e que o óleo é o reagente limitante, determina-se o grau de conversão  $X$  do sistema reator / separador através da Equação 5, na qual  $F_{T,o}$  simboliza a vazão molar de óleo de soja alimentada.

$$X = \frac{F_E}{3F_{T,o}} \quad (5)$$

### 3. Resultados e Discussão

Após 15 minutos de operação, as amostras foram tomadas, conforme a figura 3, a fim de garantir que o regime permanente tivesse sido estabelecido.



(a) amostra 1

(b) amostra 2

Figura 3 – Separação da fase leve e da fase pesada

As vazões volumétricas de fase leve ( $L$ ) e de fase pesada ( $P$ ) foram medidas experimentalmente, na operação contínua, de modo a permitir o cálculo de  $f$ , que representa a fração de leve em relação ao total, em base volumétrica. Os valores do tempo espacial no decantador,  $\tau_D$  e de  $f$  são indicados na Tabela 1. A diferença no tempo espacial  $\tau_D$  entre as amostras 1 e 2

se explica pelo volume diferente que foi ocupado no funil de separação. De qualquer modo, comparando-se os valores de  $f$  nas duas amostras, vê-se que mesmo no menor tempo espacial a separação foi praticamente igual ao do maior tempo espacial.

Através dos dados da Tabela 2 pode-se observar que o desvio padrão em relação à conversão de biodiesel entre as duas amostras foi baixo, sendo numericamente igual a 1,94%. Isso mostra boa reprodutibilidade dos dois ensaios. Além disso, também se observa uma conversão bastante significativa

Tabela 1 – Tempo espacial e fração de fase leve no decantador

Amostra	$\tau_D$ / s	$f$
1	109,0	0,90
2	147,6	0,91

Tabela 2 – tempo espacial no reator e grau de conversão

$\tau_R$ / s	$X$
273,5	93,42%
258,2	96,16%

### 4. Conclusões

Com base nos resultados obtidos conclui-se que a separação entre as fases leve e pesada no decantador apresentou certa facilidade além da boa reprodutibilidade.

### 5. Referências

- [1] PAIVA, E.J.M. Estudo da produção de Biodiesel a partir de Óleo de Babaçu e Etanol utilizando a Transesterificação Alcalina Tradicional com Agitação Mecânica e Assistida por Ultrassons. Dissertação (Mestre em Ciências) – Universidade de São Paulo, Lorena, (2010) 173
- [2] ASADI, M.; JOEL, F.H.; DAVID, W.L. Biodiesel synthesis using integrated acid and base catalysis in continuous flow. *Tetrahedron*, **72** (2016) 3729-3733
- [3] RAHIMI, M et al. Optimization of biodiesel production from soybean oil in a microreactor. *Energy Conversion and Management*, **79** (2014) 599-605
- [4] SOOTCHIEWCHARN, N; ATTANATHOB, L; REUBROYCHAROENC, P. Biodiesel Production from Refined Palm Oil using Supercritical Ethyl Acetate in A Microreactor. *Energy Procedia*, **79** (2015) 697-703

### Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer todo o apoio institucional do Centro Universitário da FEI.

<sup>1</sup> Aluna de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 03/18 a 12/18.