



X Congresso Brasileiro de Engenharia Química Iniciação Científica

“Influência da pesquisa em Engenharia Química no desenvolvimento tecnológico e industrial brasileiro”

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Universidade Severino Sombra
Vassouras – RJ – Brasil

ESTUDO DA CINÉTICA DE ADSORÇÃO DE EFLUENTE DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM CARVÃO ATIVADO DE OSSO BOVINO

M. T. COSTA¹; D. C. HENRIQUE¹, A. S. PEITER², L. MEILI², J. I. SOLETTI², J. L. G. MARINHO², S. H. V. CARVALHO²

¹Bolsista de Iniciação científica Ufal² Docente Ufal
CTEC/UFAL – Universidade Federal de Alagoas
e-mail: lucas.meili@ctec.ufal.br

RESUMO - Um dos métodos utilizados para o tratamento de efluentes de produção de biodiesel é a adsorção, cujo processo consiste na remoção de contaminantes a partir da utilização de um agente adsorvente, sendo bastante utilizada em processos de purificação e separação, mostrando-se eficaz e econômica. Dentre os diversos resíduos passíveis de utilização como agente adsorvente está o carvão ativado, obtido pelo processo de ativação física a elevadas temperaturas proporcionando uma alta área superficial, formada por poros distribuídos uniformemente. Os resultados desse processo, cujo objetivo está na verificação do poder de adsorção do carvão ativado em efluentes de produção de biodiesel, foram avaliados utilizando modelos de Lagergren pseudo primeira ordem e pseudo segunda ordem, ajustados no software Statistica 9.0, apresentando-se satisfatórios para o estudo realizado.

Palavras chave: purificação, resíduo, adsorvente

INTRODUÇÃO

A produção de biodiesel gera um efluente líquido proveniente da etapa de purificação (lavagem ácida), que tem como principais constituintes: metanol, glicerina e biodiesel. Os corpos receptores que são contaminados por esse tipo de efluente podem sofrer danos irreparáveis a sua biodiversidade. Assim, faz-se necessário o estudo de uma forma para o tratamento desse efluente (Neves, 2009).

Um dos métodos em evidência é a adsorção, fenômeno de superfície decorrente da aderência de moléculas de um componente presente em uma fase fluida (líquida ou

gasosa) sobre a superfície de um sólido. O material sólido capaz de adsorver é chamado de adsorvente, enquanto o material da fase fluida capaz de ser adsorvido é chamado adsorvato (Loureiro, 2012).

O carvão ativado é um dos agentes adsorventes que podem ser utilizados no tratamento de efluentes resultantes da produção de biodiesel, sendo um material carbonáceo, caracterizado por possuir área superficial interna elevada e porosidade altamente desenvolvida (Coutinho et al., 2000).

Nos últimos anos, vários tipos de carvão ativado foram elaborados a partir de materiais precursores de baixo custo que são,

principalmente, resíduos vegetais, tais como casca de avelã, casca de noz (Aygünet al. 2003), fibra de palma (Tan et al., 2007), casca de laranja (Khaled et al., 2009), casca de coco (Namasivayam e Kavitha, 2002) e casca de arroz (Malik, 2003).

O estudo realizado busca a demonstração do poder de adsorção do carvão ativado em efluentes resultantes da produção de biodiesel, através da observação do comportamento cinético.

METODOLOGIA

A curva da cinética de adsorção do biodiesel foi realizada utilizando 0,5 gramas de carvão ativado obtidos da empresa BONECHAR – CARVÃO ATIVADO DO BRASIL LTDA., posto em contato com a emulsão formada por 500 mL de água destilada e 0,030 g de biodiesel. O sistema foi agitado em reator a 300 rpm e a temperatura controlada de 30 °C, considerada ideal para os processos de adsorção segundo Souza (2007). As amostras foram retiradas em intervalos de 10 minutos durante 1 hora e a concentração do óleo foi avaliada. A quantidade adsorvida no tempo t , q_t , foi calculada pela Equação 1,

$$q_t = \frac{(C_0 - C_t)V}{W} \quad (1)$$

onde C_t é a concentração do óleo na fase líquida em qualquer tempo, C_0 é a concentração inicial da solução, V é o volume da solução e W é a massa do agente adsorvente. Os modelos para ajustar os dados de cinética de adsorção foram o de pseudo primeira ordem e o de pseudo segunda ordem, (Lagergren, 1898; Ho and McKay, 1978), utilizando o software Statistica 9.0. A Equação 2 e a Equação 3 representam estes modelos,

$$q_t = q_e[1 - \exp(-k_1 t)] \quad (2)$$

$$q_t = \frac{k_2 q_e^2 t}{1 + k_2 q_e t} \quad (3)$$

Onde $k_1(\text{min}^{-1})$ e $k_2(\text{g mg}^{-1} \text{min}^{-1})$ são constantes de pseudo primeira-ordem e pseudo segunda-ordem, respectivamente, $q_t(\text{mg g}^{-1})$ é

quantidade adsorvida no tempo t e $q_e(\text{mg g}^{-1})$, a quantidade adsorvida no equilíbrio.

As concentrações foram avaliadas utilizando o equipamento Horiba, que utiliza o solvente S-316 para a extração do óleo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A empresa fornecedora do carvão ativado analisou-o, verificando as propriedades físico-químicas descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Propriedades físico-químicas do carvão ativado

Propriedade	Especificação
pH	8,5 – 9,5
Área superficial específica total (BET N ²)	200 m ² /g
Área superficial do Carbono	50 m ² /g
Tamanho de poro	7,5 – 60.000 nm
Volume do poro	0,225 cm ³ /g
Aspecto	Sólido granulado e em pó

A emulsão formada apresentou uma concentração inicial de 60 ppm e as concentrações avaliadas após o processo de adsorção encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2: Dados relativos à adsorção utilizando carvão ativado

Tempo (min)	C (ppm)
10	51,00
20	32,40
30	24,40
40	24,70
50	27,05
60	25,50

É possível perceber que o equilíbrio de adsorção ocorre após 30 minutos de agitação, alcançando a saturação do agente adsorvente.

Este comportamento pode ser facilmente visualizado através da Figura 1.

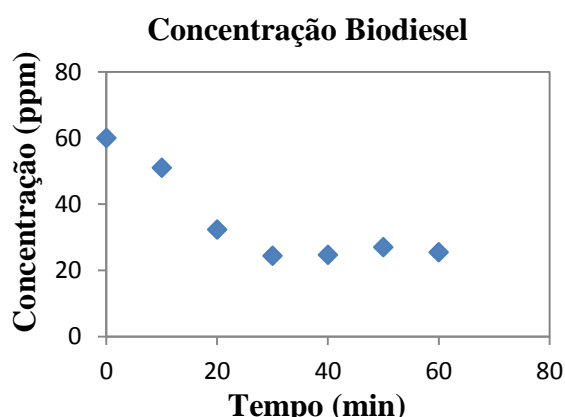


Figura 1: Concentração do efluente em função do tempo de contato com carvão ativado

A quantidade adsorvida ao longo do tempo torna-se aproximadamente constante após 30 minutos de adsorção e está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3: Quantidade adsorvida ao longo do tempo

Tempo (min)	q_t
10	9,0
20	27,6
30	35,6
40	35,3
50	33,0
60	34,5

Os dados obtidos foram ajustados utilizando o software Statistica 9.0, através dos modelos de pseudo primeira-ordem e pseudo segunda-ordem. Na Figura 2 e na Tabela 4 estão apresentados os ajustes.

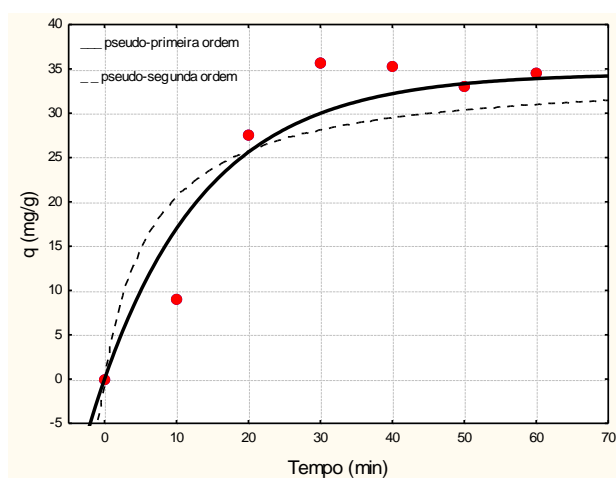


Figura 2: Ajustes dos modelos aos dados obtidos

Tabela 4: Ajustes dos dados obtidos aos modelos adotados

Modelo	Pseudo primeira-ordem
$K(\text{min}^{-1})$	0,067797
$R(\%)$	95,6
Modelo	Pseudo segunda-ordem
$K(\text{g mg}^{-1} \text{min}^{-1})$	0,004274
$R(\%)$	59,7

O modelo de pseudo primeira-ordem se ajustou de forma mais adequada em comparação ao modelo de pseudo segunda-ordem.

Para Niedersberg (2012), o carvão ativado na menor faixa granulométrica estudada ($< 0,5$ mm) apresentou uma maior capacidade de adsorção, o que pode ser explicado pela maior área superficial fornecida para a deposição das moléculas.

Segundo Fernandez (2005), o carvão ativado apresentou bom desempenho na remoção de fenol em solução aquosa, visto uma adsorção rápida nas primeiras 10 horas de contato, após este tempo, encontra-se o equilíbrio.

CONCLUSÕES

O carvão ativado apresentou resultados satisfatórios, após 30 minutos de agitação, na adsorção do biodiesel de mamona, demonstrando seu poder de adsorção no tratamento do efluente de biodiesel.

Sugere-se o estudo de variáveis como temperatura, agitação, pH e massa de adsorvente, o que poderia tornar ainda mais viável o processo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa PIBIC/UFAL e ao CNPq pelo auxílio à pesquisa.

A empresa BONECHAR pelo fornecimento de dados e doação do carvão ativado.

REFERÊNCIAS

AYGUN, A., KARAKAS, S. Y., DUMAN, I. (2003). Production of Granular Activated Carbon from Fruit Stones and Nutshells

- and Evaluation of their Physical, Chemical and Adsorption Properties. *Microporous and Mesoporous Materials* 66, 189–195.
- COUTINHO, A.R.; BARBIERI, F.C.; PAVANI, P.A. (2000). “Preparação de Carvões Ativados a Partir de Fibras de Celulose”. In: 2º Encontro Brasileiro de Adsorção, maio de 1998, Florianópolis, Santa Catarina. Anais de trabalhos apresentados, Leonel T. Pinto (editor), Santa Catarina, SC.
- FERNANDEZ, R.; JOSÉ, H. J.; MOREIRA, R. F. P. M. (2005). Adsorventes Alternativos para Remoção de Fenol em Solução Aquosa. *Florianópolis*, 70-71.
- KHALED, A., NEMR, A. E., SIKAILY, A. E. & ABDELWAHAB, O. (2009). Removal of Direct N Blue-106 from Artificial Textile Dye Effluent using Activated Carbon from Orange Peel: Adsorption Isotherm and Kinetic Studies. *Journal of Hazardous Materials* 165, 100–110.
- LOUREIRO, L. F. (2012). Avaliação da Adsorção do Herbicida 2,4-D em Carvão Ativado em Pó e Granular por Meio de Análises de Isotermas de Adsorção Utilizando Diferentes Qualidades de Água. Vitória, ES.
- MALIK, P. K.. Use of Activated Carbons Prepared from Sawdust and Rice-husk for Adsorption of Acid Dyes: a Case Study of Acid Yellow 36. *Dyes and Pigments* 56 (2003), 239–249.
- NAMASIVAYAM, C.; KAVITHA, D. (2002). Removal of Congo Red from Water by Adsorption onto Activated Carbon Prepared from Coir Pith, an Agricultural Solid Waste. *Dyes and Pigments* 54, 47–58.
- NEVES, T. A. (2009). Tratamento físico-químico dos efluentes líquidos da produção de biodiesel metílico em regime de funcionamento contínuo e em batelada. Cuiabá, MT.
- NIEDERSBERG, C.; SCHNEIDER, R. C. S.; RODRIGUEZ, A. L. (2012). Ensaios de Adsorção com Carvão Ativado Produzido a Partir da Casca do Tungue (*Aleuritesfordii*), Resíduo do Processo de Produção de Óleo. Santa Cruz do Sul, 57 – 58.
- SOUZA, P. F.; SANTOS, E. G. (2007). Estudo da Remoção de Óleos e Graxas em Efluentes de Petróleo Utilizando Bagaço de Cana.
- TAN, I. A. W., HAMEED, B. H., AHMAD, A. L. (2007). Equilibrium and Kinetic Studies on Basic Dye Adsorption by Oil Palm Fibre Activated Carbon. *Chemical Engineering Journal* 127, 111–119.