

EQUILÍBRIO DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA COM ETANOL

LETIANE T. HENDGES^{1,*}, EDUARDO H. ROTTA¹, BRUNO M. WENZEL^{1,*}

¹Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo;

*Autores para correspondência: letiane.hendges@hotmail.com (L.T. Hendges); bruno.wenzel@uffs.edu.br (B.M. Wenzel)

1. Introdução

A energia tornou-se um fator fundamental para manter o desenvolvimento e o padrão de vida da sociedade. A sensibilização para a sustentabilidade energética e questões ambientais decorrentes da utilização de combustíveis fósseis tem incentivado a busca por fontes alternativas de energia, destacando-se os biocombustíveis.

O biodiesel é produzido a partir da transesterificação de óleos vegetais ou gorduras animais com um álcool (KNOTHE *et al.*, 2005). Considerando a produção a partir de oleaginosas, a cadeia de produção exige que o óleo seja previamente extraído das sementes utilizando um solvente, sendo o hexano o mais comum. Dentro deste contexto, torna-se interessante a avaliação da viabilidade técnica do emprego de etanol como solvente em processos de extração de óleo de soja, uma vez que ele também deve ser utilizado como reagente da reação de transesterificação, podendo diminuir os custos com a separação do solvente e purificação do óleo, como apontado por Sangaletti-Gerhard *et al.* (2014).

Para a avaliação da viabilidade da aplicação de processos de extração de óleo de soja com etanol, é de fundamental importância o conhecimento de dados relacionados ao equilíbrio, além de aspectos relacionados à cinética (transferência de massa).

2. Objetivo

Determinar o equilíbrio do processo de extração de óleo de soja com etanol em larga faixa de composições de triglicerídeos presentes na fase sólida e líquida. Estabelecer um modelo de isoterma para descrever os dados. Obter dados termodinâmicos do processo.

3. Metodologia

Foram utilizadas sementes de soja, caracterizadas pela mensuração da umidade, 5,27wt%, e teor de óleo, 18,31wt%. As amostras de soja foram trituradas em um moinho analítico, sendo utilizadas partículas com tamanhos na faixa entre 0,71 e 1,41mm. O aparato experimental consistiu em erlenmeyers de extração vedados, em banho-maria com agitação

recíproca (Dubnoff) e temperatura controlada. Foram utilizadas 10 g de soja e quantidade de etanol anidro (99,9%) variável, conforme experimento.

Experimentos em três diferentes temperaturas foram empregados: 30°C, 50°C e 70°C. Para cada temperatura foram utilizadas diferentes quantidades de etanol, de forma a se obter uma faixa de dados de equilíbrio ampla. Para isto, foram estabelecidas razões mássicas de óleo de soja/etanol de: 1/5, 1/10, 1/15, 1/20, 1/25, 1/50, 1/75 e 1/100. Os experimentos foram realizados em duplicada.

O produto de cada experimento foi separado por filtração. A solução resultante foi evaporada em evaporador rotativo à 60 °C e vácuo de 720 mmHg, sendo o procedimento repetido com lavagem com éter de petróleo. Assim, ao final do procedimento, a quantidade de triglicerídeos extraída foi determinada por gravimetria, sendo calculada a eficiência de extração.

4. Resultados e Discussão

No equilíbrio, foram obtidas as seguintes eficiências de extração: (i) entre 24,2 e 98,5% nos experimentos conduzidos à 30°C; (ii) entre 33,7 e ~100% para temperatura de 50°C; (iii) e entre 38,9 e ~100% em temperatura de 70°C. A partir de um balanço material, os dados obtidos foram escritos em função da composição de óleo (triglicerídeos) nas fases líquida e sólida.

O melhor modelo de equilíbrio ajustado foi a isoterma BET (Brunauer-Emmett-Teller, 1938), originalmente desenvolvida para descrever a adsorção em multicamadas. Neste trabalho foi realizada uma adaptação para o processo de extração (Equação 1), onde: Y_e e X_e são as frações mássicas absolutas de óleo nas fases líquida e sólida respectivamente; K_S e K_L são as constantes de equilíbrio da extração na monocamada e multicamada, respectivamente; Y_m é a quantidade de óleo na fase líquida em equilíbrio com a quantidade de óleo no sólido, na monocamada. Dados experimentais e o ajuste (por meio de regressão linear) do modelo podem ser conferidos na Figura 1.

$$Y_e = \frac{Y_m K_S X_e}{(1 - K_L X_e) [1 + (K_S - K_L) X_e]} \quad (1)$$

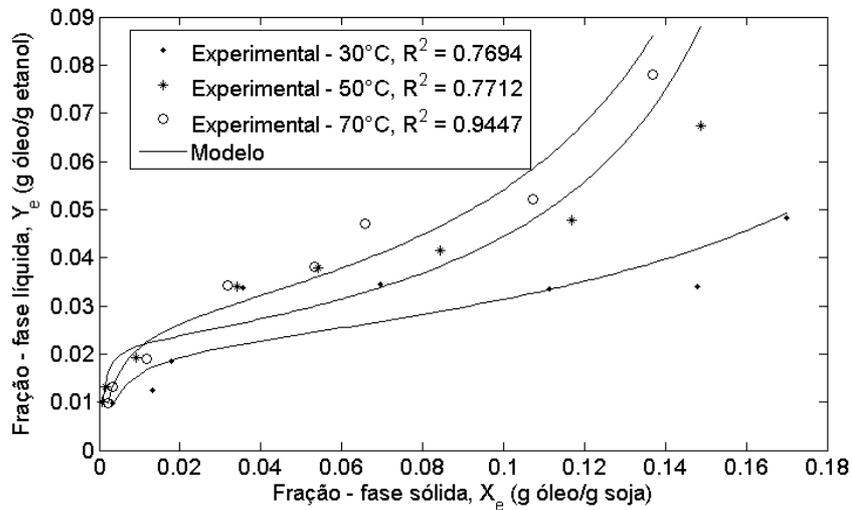


Figura 1. Fração mássica absoluta de óleo de soja nas fases sólida e líquida no equilíbrio – dados experimentais e modelo de equilíbrio.

O modelo da Equação 1 apresenta duas diferentes constantes de equilíbrio: uma para a extração na multicamada e outra para a monocamada. As constantes de equilíbrio, por sua vez, podem ser relacionadas com a grandeza termodinâmica energia livre de Gibbs de cada uma das etapas: $\Delta G_i^0 = -RT \ln(K_i)$, com $i=S$ para a extração na monocamada e $i=L$ para a multicamada. Desta forma, é possível a avaliação das variações das propriedades termodinâmicas Entalpia (ΔH_i^0) e Entropia (ΔS_i^0): $\Delta G_i^0 = \Delta H_i^0 - T \Delta S_i^0$. A Figura 2 apresenta o ajuste dos dados.

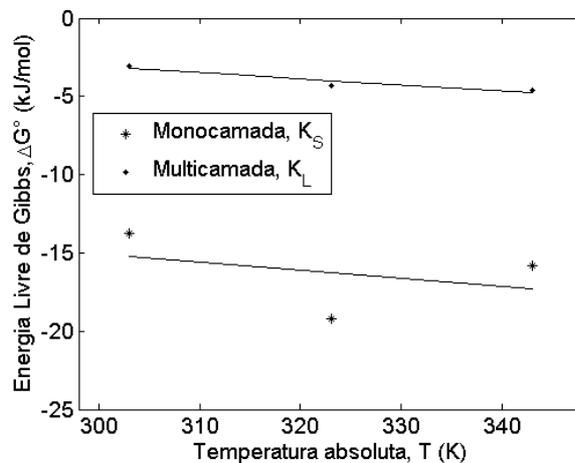


Figura 2. Variação da energia livre de Gibbs em função da temperatura.

A partir da Figura 2, foram obtidos valores de variação de Entalpia de 0,13 e 8.42 kJ/mol para a mono e multicamada, mostrando que ambas as etapas constituem-se em

processos endotérmicos, cujas magnitudes são típicas de mecanismos físicos. A variação de Entropia associada foi de 50,7 e 38,4 J/(mol K) para a monocamada e multicamada. Estes evidenciam extração, em ambas as etapas, como processos irreversíveis.

5. Conclusão

A adaptação da isoterma de BET foi o modelo que melhor representou os dados de equilíbrio da extração de triglicerídeos da soja com o emprego de etanol como solvente. A extração apresentou-se como um processo espontâneo, endotérmico e irreversível tanto na extração em multicamada como na monocamada. Foi possível a obtenção de elevadas eficiências de extração quando do emprego de elevadas quantidades de etanol.

Palavras-chave: Extração sólido-líquido; óleo de soja; equilíbrio; biodiesel.

Fonte de Financiamento

PIBIC – CNPq e PAPERGS

Referências

BRUNAUER, S.; EMMETT, P. H.; TELLER, E. Adsorption of gases in multimolecular layers. *Journal of the American Chemical Society*, 60, 309-319, 1938.

SANGALETTI-GERHARD, N.; ROMANELLI, T.L.; VIEIRA, T.M.F.S.; NAVIA, R.; REGINATO-D'ARCE, M.A.B. Energy flow in the soybean biodiesel production chains using ethanol as solvent extraction of oil from soybeans. *Biomass and Bioenergy*, 66, 39-48, 2014.

KNOTHE, G; GERPEN, J. V.; KRAHL, J. *The biodiesel Handbook*. Champaign, Illinois: AOCS Press, 2005. 303p.

Dados adicionais

Projeto do Edital N° 281/UFFS/2015. Coordenador: B.M. Wenzel; Estudantes: E.H. Rotta (bolsista entre 08/2015 e 12/2015) e L.T. Hendges (voluntária entre 08/2015 e 12/2015 e bolsista ente 01/2016 e 07/2016).