

OTIMIZAÇÃO DA TRANSESTERIFICAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA PRODUZIDO NO ESTADO DO TOCANTINS

Glêndara Aparecida de Souza Martins¹, Joenes Mucci Peluzio², Luara de Jesus Almeida³, Wantiê Teles Adorno⁴, Bruna Araújo de Moura⁵

¹ Profa Dra do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Brasil, (glendarasouza@uft.edu.br).

² Prof. Dr do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Brasil.

³ Graduanda em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Tocantins

⁴ Bacharel em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Tocantins

⁵ Graduanda em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Tocantins

Recebido em: 31/03/2015 – Aprovado em: 15/05/2015 – Publicado em: 01/06/2015

RESUMO

A introdução dos biocombustíveis na matriz energética mundial pressupõe a reestruturação do sistema produtivo como um todo, tornando fundamental o estudo e a otimização das etapas desse processo. A transesterificação, catalisada por hidróxido de sódio, é um dos processos de obtenção de biodiesel mais utilizados, no entanto, sua eficácia é alterada de acordo com as variáveis envolvidas no processo. Nesse contexto, a temperatura e o tempo de reação provocam interferências no rendimento do processo onerando, conseqüentemente, o produto final além de permitir a obtenção de produtos de baixa qualidade e dificultar o acesso ao consumidor. Assim, o presente trabalho tem por objetivo a otimização do processo de transesterificação do óleo de soja em uso pelas empresas de biodiesel do estado do Tocantins. O planejamento utilizado consiste no fatorial 2³ completo que busca avaliar o efeito da concentração do catalisador, da temperatura e do tempo de reação no rendimento do biodiesel produzido. Observou-se que a temperatura e a concentração do catalisador, utilizados na reação, devem estar em níveis moderados para a obtenção de um processo otimizado, uma vez que em situações extremas o rendimento pode ser comprometido pela formação de substâncias indesejadas que provocam a redução no rendimento final do produto.

PALAVRAS-CHAVE: catalisador, rendimento, temperatura, tempo

OPTIMIZATION OF TRANSESTERIFICATION OF SOYBEAN OIL PRODUCED IN THE STATE OF TOCANTINS

ABSTRACT

The introduction of biofuels in the global energy matrix requires the restructuring of the production system as a whole, making it important to study and optimization of the steps of this process. The transesterification catalyzed by sodium hydroxide, is one of the processes for the production of biodiesel more widely used, however, its

effectiveness is changed according to the variables involved in the process. In this context, the temperature and reaction time cause interference in the process yield, thus burdening the final product and allow obtaining products of low quality and difficult access to the consumer. Thus, this work aims at the optimization of the transesterification of soybean oil use for biodiesel companies in the state of Tocantins process. Planning is used in full factorial 2^3 which aims to assess the effect of the concentration of catalyst, temperature and reaction time on the yield of biodiesel produced. It was observed that the temperature and concentration of the catalyst used in the reaction should be moderate levels in order to obtain an optimized process, since in extreme cases the performance may be compromised by the formation of unwanted substances that cause a reduction in the final yield of the product.

KEYWORDS: catalyst, yield, temperature, time

INTRODUÇÃO

O tema, biocombustíveis, está em evidência no Brasil devido a fatores como a redução dos efeitos das emissões veiculares. Na atualidade, os principais combustíveis de origem biológica não fósseis que estão em uso comercial no mundo são o etanol e o biodiesel. Este último é tratado por MALTEI (2010) como uma alternativa a óleo derivado do petróleo, por não conter enxofre e gerar baixíssimo nível de poluição durante a produção industrial.

O Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB), segundo MAIA (2012), tem por objetivo introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira com a implementação de políticas públicas e regulação do setor, geração de renda aos agricultores familiares, economia de divisas com a redução de importações de diesel, e redução das emissões de gases que poluem o meio ambiente.

ZUNINGA et al., (2014) definem biodiesel como um combustível oxigenado, renovável, biodegradável e ambientalmente correto. Para ANP (2012) biodiesel é definido como um biocombustível resultante de óleos vegetais ou de gorduras animais, podendo ser adicionado ao diesel de petróleo em diversas quantidades, por ser menos poluente e de matéria renovável. Já OSAKI & BATALHA (2011) descrevem a constituição desse biocombustível como uma mistura de ésteres etílicos ou metílicos de ácidos graxos, obtidos pela transesterificação de quaisquer triglicerídeos com álcool de cadeia curta.

De maneira geral, MOTHÉ et al., (2005) aponta a transesterificação de matérias graxas, catalisada por hidróxido de sódio ou outros catalisadores alcalinos, como o processo de fabricação de biodiesel mais recomendado, no entanto, ao analisar o rendimento do processo, faz-se importante o estudo de variáveis como o tempo de reação, a quantidade de catalisador e a temperatura e a modelagem do processo para conhecimento da influência das variáveis na resposta (ANDERSON, 2005; AZNAR & MADURO, 2008; ALMEIDA et al., 2013). Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo a otimização do processo de obtenção do biodiesel a partir do óleo de soja em uso pelas empresas de biodiesel do estado do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta da matéria-prima

As amostras de óleo foram coletadas junto às empresas processadoras de biodiesel do Tocantins, perfazendo um total de duas amostras que, após verificação junto aos fornecedores, fundiram-se em apenas uma por terem a mesma procedência. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas e encaminhadas ao Laboratório de Cinética e Modelagem de Processos (LACIMP) da Universidade Federal do Tocantins, onde a otimização foi realizada. Nessa etapa, foi coletado o óleo, já refinado, que as empresas utilizam diretamente na obtenção do biodiesel.

Produção do biodiesel

Para produção de biodiesel, foi utilizado o etanol, óleo de soja e hidróxido de sódio (catalisador). Nos experimentos, foi adotada uma razão mássica de álcool e óleo de soja de 5:1, seguindo o procedimento adotado pelas empresas do estado como via de análise do método em uso.

Planejamento Experimental

O planejamento utilizado consiste no fatorial 2^3 completo (níveis ± 1) com adição de 3 pontos centrais (nível 0), totalizando 11 ensaios (Tabela 1).

TABELA 1 - Delineamento experimental para os ensaios de produção do biodiesel.

Ensaio	Variáveis codificadas			Variáveis reais		
	X1	X2	X3	X1 (g)	X2 (°C)	X3 (min)
1	+1	+1	+1	0,8	50	120
2	+1	+1	-1	0,8	50	60
3	+1	-1	+1	0,8	25	120
4	+1	-1	-1	0,8	25	60
5	-1	+1	+1	0,4	50	120
6	-1	+1	-1	0,4	50	60
7	-1	-1	+1	0,4	25	120
8	-1	-1	-1	0,4	25	60
9	0	0	0	0,6	37,5	90
10	0	0	0	0,6	37,5	90
11	0	0	0	0,6	37,5	90

X1- Concentração de catalisador, X2- Temperatura e X3 – Tempo de reação

Análise estatística

Para avaliação do efeito da concentração do catalisador, do tempo de reação e da temperatura (variáveis independentes), sobre o rendimento (variável resposta) foi utilizada a metodologia de superfície de resposta (BOX & DRAPER, 1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1, 2 e 3 mostram a superfície de resposta para o processo de produção de biodiesel, considerando a influência das variáveis independentes no

rendimento do biodiesel produzido. O modelo representado pelos gráficos gerou coeficiente de correlação de 0,98.

Observa-se que os maiores rendimentos foram obtidos com temperatura, quantidade de catalisador e tempo de reação medianos, com tendência a melhorar a produção quando reduzidos os valores dessas variáveis. O diagrama de Pareto (Figura 4) mostrou que a interação entre o tempo de reação e quantidade de catalisador é influente no rendimento do processo de obtenção do biodiesel, apresentando uma relação positiva, ou seja, quanto maior for essa interação melhor será o rendimento do processo. Resultados semelhantes foram observados por MOTHÉ et al. (2005) e Li et al. (2012) para biodiesel produzido a partir do óleo de mamona e de soja degomado, respectivamente.

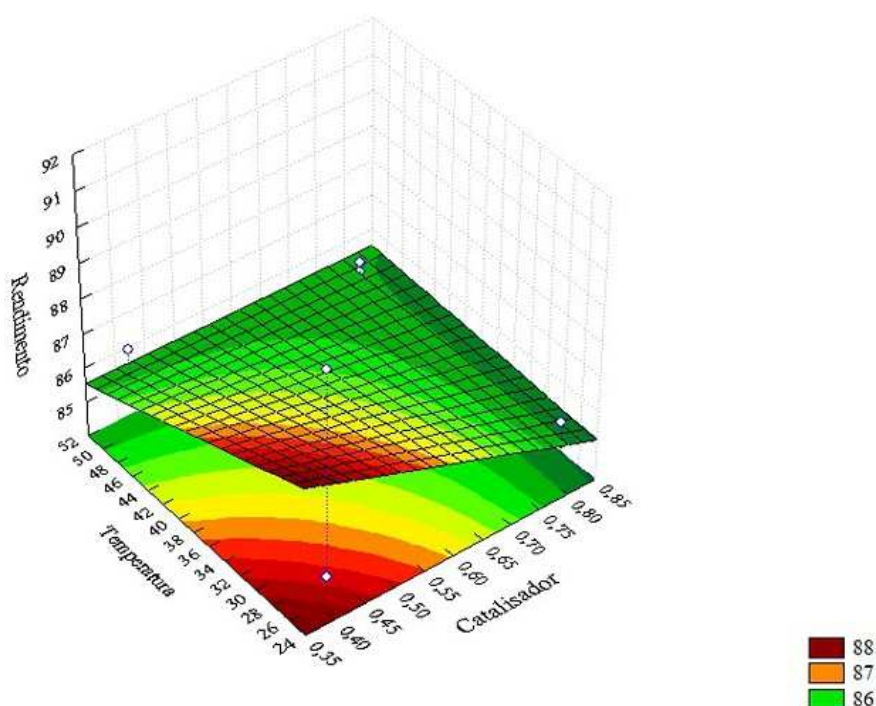


FIGURA 1: Superfície de resposta para o rendimento do biodiesel em função da temperatura e do catalisador.

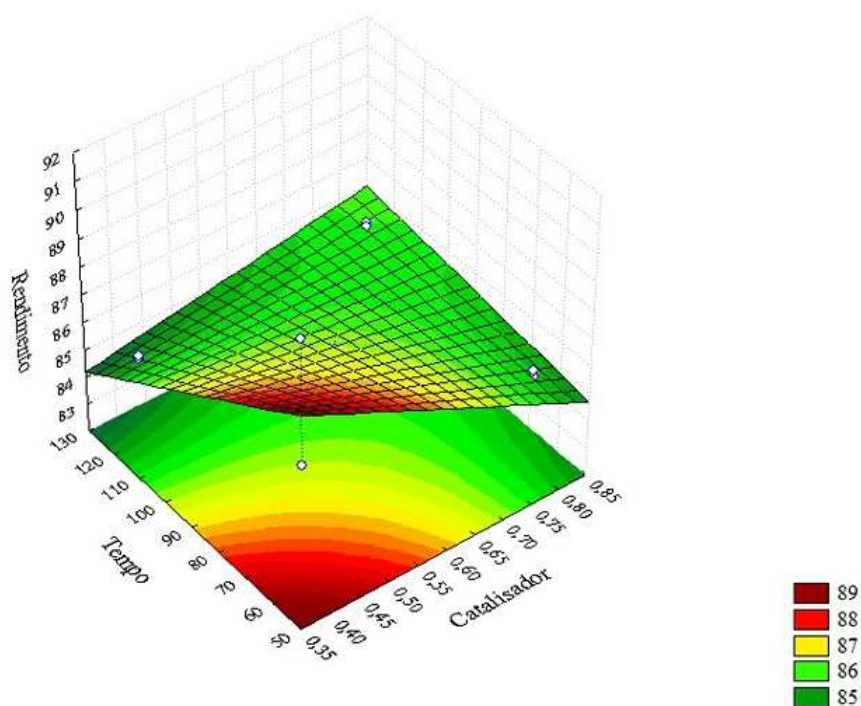


FIGURA 2: Superfície de resposta para o rendimento do biodiesel em função do tempo e do catalisador.

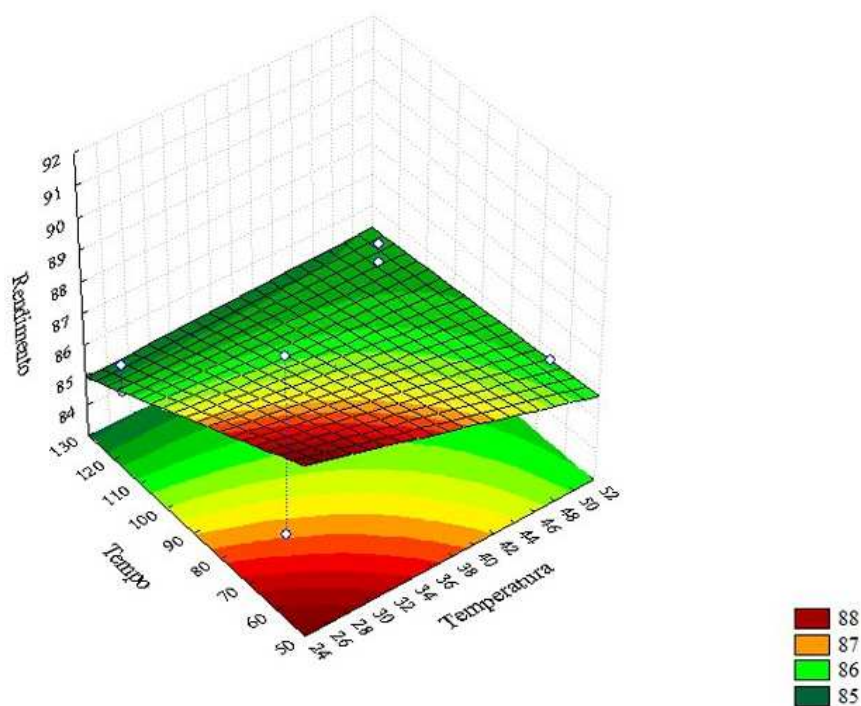


FIGURA 3: Superfície de resposta para o rendimento do biodiesel em função da temperatura e do tempo de reação.

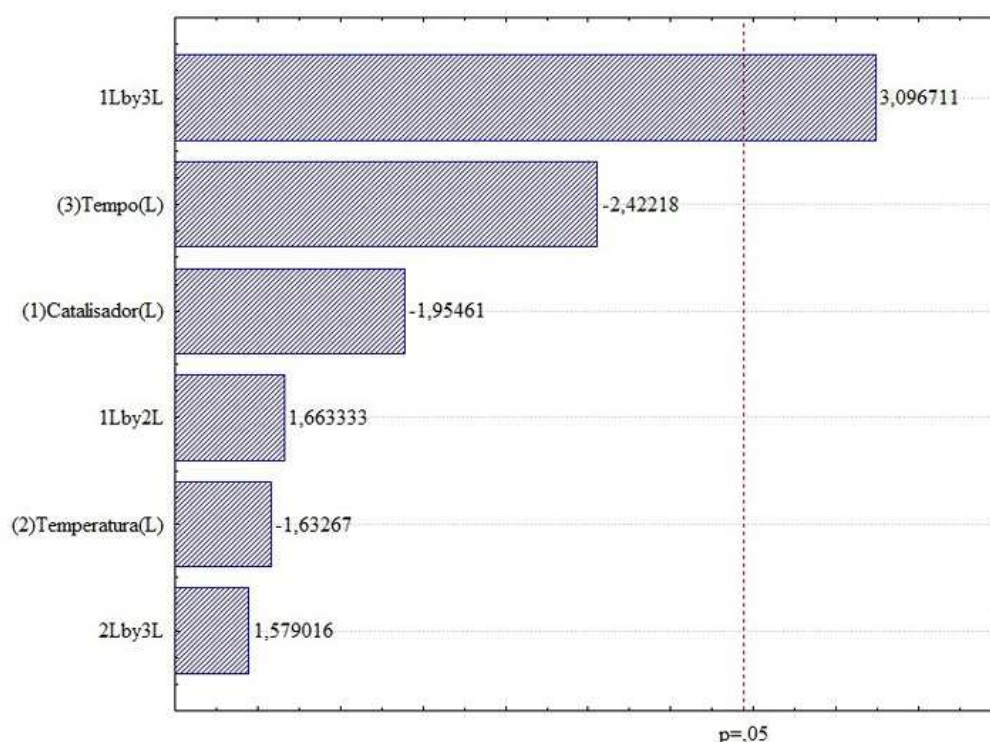


FIGURA 4: Gráfico de Pareto para o processo de obtenção do biodiesel.

Acerca da influência da temperatura, CANDEIA (2008) e KUCEK et al. (2007) afirmam que a transesterificação pode ocorrer a diferentes temperaturas, dependendo do óleo utilizado e que, em geral, temperaturas maiores propiciam maiores rendimentos em menor tempo, no entanto, essa variação depende da velocidade inicial da reação com a variação da temperatura. Nesse contexto, DABDOUB et al. (2009) apontam que diversos estudos mostram que mudanças nas temperaturas reacionais exercem pequena influência na reação de etanolise de triglicerídeos derivados de soja, girassol e óleo residual de frituras.

QIAN et al. (2010) observaram resultados semelhantes no processo de transesterificação de óleo de pinhão manso, no qual os autores detectaram a baixa conversão do óleo com o aumento da temperatura de reação. Segundo os autores, em casos onde a temperatura ultrapassou o ponto de ebulição dos reagentes utilizados na rota, houve uma vaporização e a formação de bolhas, restringindo, assim, a reação. Resultados semelhantes foram observados por LI et al. (2012) e MORAIS et al. (2013), tendo esse último avaliado a produção contínua de biodiesel e detectado o estancamento do processo em temperaturas próxima ao ponto de ebulição do reagente predominante na rota.

Quando analisado o catalisador, observou-se que quantidades maiores de catalisador estão associadas a menores rendimentos. Esse fenômeno pode ser justificado pelo fato de o uso do hidróxido de sódio em grandes quantidades podem provocar, além da saponificação dos triglicerídeos, uma perda de rendimento decorrente da solubilização dos ésteres metílicos na fase glicérica, devido à presença de sabão no meio reacional que se dissolve na glicerina durante a separação de fases (CARTONI, 2009).

Apesar da ampla utilização e estudos recentes comprovarem a eficácia da

rota metálica para obtenção do biodiesel, a escolha da rota etílica se deve ao fato do Brasil ser autossuficiente na produção de etanol. Nesse contexto, MARZULLO (2007) destaca ainda que a via etanólica é ambientalmente viável, uma vez que este álcool é proveniente de fonte renovável de matéria-prima, reforçando a produção de biodiesel oriundo totalmente de fontes renováveis. O autor destaca ainda que o emprego do catalisador básico deve-se ao fato de que, em condições ótimas de reação de transesterificação com etanol, a eficiência do processo é consideravelmente maior do que aquela observada com a presença do catalisador ácido, o que demonstra a importância deste trabalho.

CONCLUSÃO

O processo de obtenção do biodiesel é influenciado diretamente pela temperatura e catalisador utilizado, exigindo níveis moderados dessa variável para um processo otimizado, uma vez que em situações extremas o rendimento pode ser comprometido pela formação de substâncias indesejadas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.A.; NETO, J.C.; SCHILIPACK, E.C.S.; ALVES, V.T. **Modelagem matemática e simulação para otimizar o escoamento da soja brasileira exportada à china**. RACE – UNOESC. v. 12, nº1, p.199-225, 2013.

ANDERSON, D. A primer on oils processing technology. In: Shahidi, Bailey's Industrial Oil and Fat Products. New Jersey: John Wiley and Sons. 2005.

ANP. AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Biocombustíveis**. 2012. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=470>>. Acesso em 15 de março de 2015.

AZNAR, M.; MADURO, R.M. **Otimização da extração líquido-líquido de nicotina em sistemas ternários no equilíbrio utilizando a metodologia de superfície de resposta**. Ciência e Engenharia. v. 17, nº1/2, p. 51-55, 2008.

BOX, G. E. P.; DRAPER, N. R. **Empirical model building and response surfaces**. New York: Wiley, 669 p, 1987.

CANDEIA, R.A. **Biodiesel de soja: síntese, degradação e misturas binárias**. 2008. 313f. Tese (Doutorado em Química) – Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

CARTONI, C.R. **Avaliação de catalisadores alcalinos na produção de biodiesel metílico derivado do óleo de soja: análise técnica, econômica e ambiental**. 2009. 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena. 2009.

DABDOUB, M.J.; BRONZEL, J.L.; RAMPIN, M.A. Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. **Química Nova**. v. 32, n.3, p. 776-792, 2009.

KUCEK, K. T.; APARECIDA, F. M.; OLIVEIRA, C.; WILHELM, H. M.; RAMOS, L. P. Ethanolysis of refined soybean oil assisted by sodium and potassium hydroxides. **Journal American Oil Chemistry Society**. v. 84, p.385 – 392, 2007.

LI, Y.; QIU, F.; YANG, D.; SUN, P.; LI, X. **Transesterifications of soybean oil and analysis of bioproduct**. **Food and Bioproducts Processing**. v.90, p.135-140, 2012.

MAIA, R. R. S. **Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB): implicações de uma Análise Custo Benefício**. Dissertação (Mestrado em Economia. Universidade de Brasília, 117p, Brasília, 2012.

MALTEI, L. **Programa Nacional para Produção e Uso do Biodiesel no Brasil (PNPB): trajetória, situação atual e desafios**. BNB – Documentos Técnico-Científicos. V. 41, nº 4, 2010.

MARZULLO, R.C.M. **Análise de ecoeficiência dos óleos vegetais oriundos da soja e palma, visando a produção de biodiesel**. 2007. 303f. Dissertação (mestrado em engenharia) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 2007

MORAIS, F.R.; LOPES, C.S.; LIMA NETO, E.G.; RAMOS, A.L.D.; SILVA, G. Influencia da temperatura e da razão molar na produção contínua de biodiesel. **Revista Scientia Plena**. v.9, n., 10, p.104-202, 2013.

MOTHÉ, Cheila G.; DENISE, Z. **Otimização da produção de biodiesel a partir de óleo de mamona**. CEP, v. 21949, p. 900, 2005.

QIAN, J; SHI, H.; YUN, Z. Preparation of biodiesel from *Jatropha curcas* L. oil produced by two-phase solvent extraction. **Bioresource Technology**. v.101. p. 7025-7031. 2010.

OSAKI, M.; BATALHA, M. O. Produção de biodiesel e óleo vegetal no Brasil: realidade e desafio. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, V.13., n.2, p. 227-242, Lavras- MG, 2011.

ZUNIGA, A. D. G.; ANDRADE, A. A.; GOUVÊA, G. R. S. R.; AMARAL, L. C. G. S.; SODRÉ, L. F.; NOVAIS, T. S.; PINEDO, A. A.; VIEIRA, C. F. S. Situação atual e perspectivas do biodiesel no estado do Tocantins. **DESAFIOS: Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 1, n. 01, p. 263-278, 2014.