

Unidade para Produção de Biodiesel Utilizando Catalisadores Heterogêneos e por Irradiação por Ultra-som

Alex Nogueira Brasil¹ (DEMEC/UFMG, brasil@uit.br), Moisés Martins de Oliveira (ENERBIO/UIT - Biominas, moises@biominas.ind.br), Leandro Soares de Oliveira (DEMEC/UFMG, leandro@demecc.ufmg.br)

¹ Alex N. Brasil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica-UFMG / FAEN-Universidade de Itaúna, brasil@uit.br

Palavras Chave: Biodiesel, transesterificação, ultra-som, catalisadores heterogêneos.

1 - Introdução

Mundialmente, diversas pesquisas têm sido realizadas na busca de formas renováveis de energia, os biocombustíveis, que sejam eficientes em seus processos de produção, vantajosos no balanço energético produtivo e que respeitem o meio ambiente. O Brasil, como outras nações do mundo, está engajado nessas pesquisas e, dentre as ações mitigadoras adotadas, encontra-se a formulação e implantação de políticas públicas de incentivo à utilização de biocombustíveis visando uma redução progressiva da utilização de combustíveis fósseis [6].

Os processos de produção industrial de biodiesel mais comumente implantados se baseiam na transesterificação de óleos vegetais e gorduras animais, utilizando metanol ou etanol como agente esterificante e catalisadores homogêneos, principalmente os fortemente alcalinos, tais como o hidróxido de sódio ou potássio e o metóxido de sódio [7]. Dentre os avanços em processos de transesterificação supracitados, aqueles que empregam ultra-som se destacam pelo efetivo aprimoramento no processo, seja do ponto de vista de graus de conversões, de redução do tempo reacional ou de redução de consumo de energia. Além disso, as unidades de produção tendem a serem mais compactas, principalmente se processos de produção contínua forem desenvolvidos e se tornarem viáveis, permitindo a construção de unidades para produção em pequena escala a um baixo custo. Outros avanços na área de produção de biodiesel estão relacionados com o desenvolvimento e aplicação de catalisadores alternativos, principalmente visando processos em catálise heterogênea. Este meio reacional apresenta vantagens sobre a homogênea, podendo-se citar: facilidade de utilização em processos contínuos; possibilidade de obtenção de uma glicerina mais limpa; ausência de uma etapa de neutralização do catalisador e da adição contínua deste no processo [2].

Em vista ao exposto, o presente projeto tem como objetivo principal contribuir para o desenvolvimento sustentável do processo de produção de biodiesel pelo desenvolvimento de tecnologias inovadoras, envolvendo: a preparação de novos catalisadores heterogêneos utilizando como materiais precursores resíduos carbonáceos sólidos; desenvolvimento de tecnologia para produção de biodiesel utilizando irradiação por ultra-som, com o intuito de favorecer uma maior interação entre as fases e conseqüente aumento do rendimento, redução no tempo de reação e no

consumo de reagentes e, por conseguinte, economia de energia.

2 - Material e Métodos

Ensaio de transesterificação de óleo de soja *in natura* e residual serão inicialmente efetuados em um reator de vidro borossilicato, aquecido, sob agitação mecânica e capacidade de 8 litros. Os principais parâmetros que influenciam o rendimento das reações de transesterificação são a temperatura de reação, o tempo de reação, o tipo e a quantidade de catalisador utilizado, o tipo de álcool utilizado e a respectiva razão molar entre o álcool e o óleo [3].

As temperaturas a serem testadas estarão na faixa de 25 a 60°C (pouco abaixo da temperatura de ebulição do álcool, metanol e etanol, respectivamente), para garantir o máximo rendimento. As massas de catalisadores serão variadas de forma a verificar o efeito das mesmas no rendimento e conversão das reações de transesterificação. As razões molares entre o álcool e o óleo serão variadas na faixa de 3:1 (estequiométrica) até 12:1. Após a conclusão dos testes no reator de vidro agitado mecanicamente, testes serão efetuados em reator com irradiação por ultra-som, a uma potência máxima de 1000 W e frequência de 20 kHz [8, 9]. Os mesmos parâmetros estudados para o reator de vidro serão avaliados para o reator ultra-sônico, a potência será um parâmetro variável a ser estudado, de forma a otimizar as condições de reação. As análises que caracterizam a qualidade do biodiesel produzido serão efetuadas de acordo com as normas brasileiras e com metodologias otimizadas descritas na literatura.

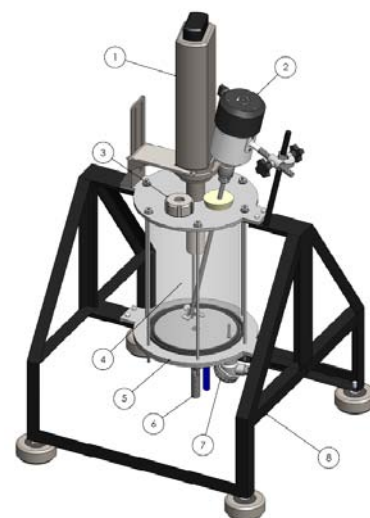


Figura 1. Bancada para ensaios de produção de biodiesel por irradiação por ultra-som.

Para realização dos experimentos com irradiação por ultra-som uma bancada de testes foi projetada para instalação de um transdutor de ultra-som da Hielscher modelo UIP1000hd (20kHz, 1000W). A Figura 1 apresenta o desenho esquemático da bancada de testes para produção de biodiesel utilizando catalisadores heterogêneos e por irradiação por ultra-som.

Assim, observaram-se os seguintes aspectos para o projeto mecânico do equipamento:

(1) Dispositivo de Ultra-som da Hielscher com frequência de 20kHz e potência de 1000W, modelo UIP1000hd, utilizado para síntese de biodiesel;

(2) Agitador mecânico para produtos semi-viscosos, rotação regulável entre 120 e 2000 rpm por microprocessador de forma a manter a rotação constante. Dotado de haste com hélice naval confeccionada em aço inoxidável 304, permite a realização da mistura dos reagentes: álcool, óleo e catalisador, para posterior realização da reação de transesterificação por irradiação por ultra-som;

(3) Bocal de enchimento: em aço inoxidável 304, rosca SMS e anel de vedação em viton. Permite o adicionamento da massa de óleo vegetal, álcool e catalisador;

(4) Reator: confeccionado em corpo cilíndrico de vidro tipo borossilicato de alta resistência, com flanges de suporte em aço inox 304 e vedação em viton. A mistura álcool (etanol ou metanol), catalisador (NaOH, KOH ou Metóxido de Sódio 30%) e óleo vegetal é realizada com auxílio do agitador mecânico (2). O aquecimento é realizado através de resistência elétrica encapsulada e medição e controle de temperatura através de termopar acoplado a controlador digital de temperatura microprocessado. A reação de transesterificação é realizada por irradiação por ultra-som (1);



Figura 2. Usina de Biodiesel Didática e Simulação Industrial.

(5) Flange inferior em aço inoxidável com vedação em viton e onde está acoplada a resistência elétrica encapsulada, com potência de 1000W, para aquecimento dos reagentes de processo;

(6) Espigão acoplado à válvula manual de esfera tripartida em aço inoxidável 304, que permite a retirada do biodiesel produzido e encaminhado para as próximas etapas de destilação, decantação e purificação que serão realizadas na Usina de Biodiesel Didática e Simulação Industrial (Fig. 2);

(7) Termo elemento 3F (P100), sensor para medição da temperatura dos reagentes no interior do reator;

(8) Estrutura modular construída em aço carbono, dotada de amortecedores de vibração.

3 - Resultados e Discussão

Propostas de transposição de escala de laboratório para escalas de produção em mini-usinas e usinas industriais serão efetuadas para o sistema (tipo de catalisador/tipo de reator) que apresentar o melhor desempenho para conversão de óleos em ésteres alquílicos de ácidos graxos e também o melhor rendimento. A transposição de escala para o caso da etapa de remoção de impurezas do biodiesel seguirá os preceitos básicos de projeto de unidades de adsorção, fundamentados em dados obtidos em testes em batelada.

Testes preliminares foram realizados para desenvolvimento do equipamento de irradiação por ultra-som e, posteriormente, adequações serão realizadas para aplicação em processo de pequena escala de produção de biodiesel em uma Usina Móvel de Biodiesel.

5 - Bibliografia

- 1 Brasil, A.N., Oliveira, L.S. Biodiesel Didactic Plant and Industrial Simulation. World Congress & Exhibition. Buenos Aires, Argentina, 2010.
- 2 Di Serio, M., Cozzolino, M., Giordano, M., Tesser, R., Patrono, R. and Santacesaria, E. From homogeneous to heterogeneous catalysts in biodiesel production, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 46, 6379-6384, 2007.
- 3 Dorado, M.P., Ballesteros, E., Mittelbach, M. and López, F.J. Kinetic parameters affecting the alkali-catalyzed transesterification process of used olive oil, *Energy & Fuels*, 18, 1457-1462, 2004.
- 4 Macedo, I.C., Nogueira, L.A.H. Biocombustíveis. Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, *Cadernos NAE*, Brasília, Jan. 2005, 235p.
- 6 Pousa, G.P.A.G., Santos, A.L.F. and Suarez, P.A.Z. History and policy of biodiesel in Brazil, *Energy Policy*, 35, 5393-5398, 2007.
- 7 Sharma, Y.C., Singh, B. and Upadhyay, S.N. Advancements in development and characterization of biodiesel: A review, *Fuel*, 87, 2355-2373, 2008.
- 8 Stavarache, C., Vinatoru, M. and Maeda, Y. Aspects of ultrasonically assisted transesterification of various vegetable oils with methanol, *Ultrasonics Sonochemistry*, 14, 380-386, 2007a.
- 9 Stavarache, C., Vinatoru, M., Maeda, Y. and Bandow, H. Ultrasonically driven continuous process for vegetable oil transesterification, *Ultrasonics Sonochemistry*, 14, 413-417, 2007b.