

## **USINA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEOS RESIDUAIS POR IRRADIAÇÃO ULTRASSÔNICA – CASO FIAT**

ALEX NOGUEIRA BRASIL<sup>1\*</sup>, MOISÉS MARTINS DE OLIVEIRA<sup>2</sup>,  
FERNANDA G. BELO FERNANDES<sup>3</sup>, JARDEL RODRIGUES SANTOS<sup>3</sup>, ANDRÉ NOGUEIRA BRASIL<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Dr. Professor Engenharia, UIT, Itaúna-MG. Fone: (37) 3249-3109, brasil@uit.br

<sup>2</sup> Engenheiro, FIAT Automóveis, Betim-MG. Fone: (37) 9907-7865, contatomoisesol@gmail.com

<sup>3</sup> Estudante de Engenharia, UIT, Itaúna-MG. Fone: (37) 3249-3000, engenharia@bchem.com.br

<sup>4</sup> Estudante de Direito, UIT, Itaúna-MG. Fone: (37) 8802-0634, andre@42publicidade.com.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015  
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

**RESUMO:** 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 ao uso de biocombustíveis visando uma redução progressiva da utilização de combustíveis fósseis. O biodiesel, pelo forte apelo socioambiental, tem assumido papel de grande relevância na busca por uma redução expressiva nas emissões dos gases de efeito estufa, particularmente agora que as evidências do aquecimento global vêm assumindo proporções alarmantes em várias regiões do planeta. Inicialmente o foco industrial se manteve em grandes escalas de produção para fornecimento comercial, entretanto a operação de usinas em pequena escala permite a utilização de resíduos de óleo vegetal oriundos de frituras, como matéria-prima para produção de biodiesel. Tendo em vista o panorama de disponibilizar uma unidade produtora de biodiesel que atendesse a pequenas escalas de consumo, o presente trabalho visa discutir o projeto, construção e operação de usina modular para produção de biodiesel a partir de óleos residuais do processo de fritura de alimentos, utilizando irradiação ultrassônica na reação de transesterificação. A referida usina será instalada na unidade da Fiat Automóveis em Betim.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fiat Automóveis, biodiesel, usina piloto, ultrassom, reator.

### **BIODIESEL PRODUCTION PLANT FROM WASTE OILS BY ULTRASOUND IRRADIATION – FIAT CASE**

**ABSTRACT:** Worldwide, many studies have been undertaken in the pursuit of renewable forms of energy, biofuels, which are efficient in their production processes, present positive energy balance and are environmentally friendly. Brazil, like other nations of the world, is engaged in this type of research and, among the mitigating actions that have already been taken in regard to environmental issues, is the formulation and implementation of public policies to encourage use of biofuels towards a gradual reduction in fossil fuel use. Biodiesel, by socio-environmental appeal, has assumed a very important role in the pursuit of a significant reduction on greenhouse gases emissions, particularly now that the evidence of global warming are assuming alarming proportions in several regions of the planet. Initially, the focus has remained on industrial large-scale production for commercial supply; however, the small-scale plant operation allows the use of waste vegetable oils derived from frying foods, as raw material for biodiesel production. Considering the purpose of providing a biodiesel production unit that complies with small consumption scales, this paper aims to discuss the design, construction and operations of a modular plant for biodiesel production from waste oils coming from the Fiat restaurants, using ultrasound irradiation in transesterification reaction. The biodiesel unit will be installed at the Fiat industry in Betim, Brazil.

**KEYWORDS:** Fiat Automóveis, biodiesel, pilot plant, ultrasound irradiation, reactor.

## INTRODUÇÃO

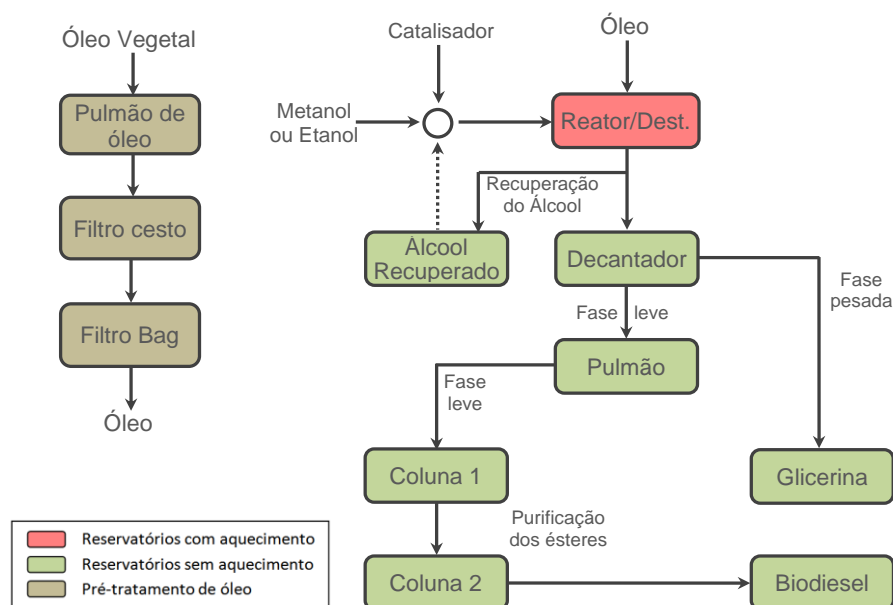
Os maiores componentes de óleos vegetais e gorduras animais são os triacilgliceróis (TAG: muitas vezes chamados triglicerídeos). Quimicamente, os TAG são ésteres de ácidos graxos (AG) com glicerol (1,2,3-propanotriol; glicerol é muitas vezes chamado de glicerina). Para que o biodiesel seja produzido, óleos vegetais e gorduras animais são submetidos a uma reação química denominada transesterificação. Nesta reação, óleos e gorduras reagem na presença de um catalisador (usualmente uma base) com um álcool (usualmente metanol) para produzir os alquil ésteres correspondentes (para o caso do metanol, os ésteres metílicos) da mistura de AG que é encontrada no óleo vegetal ou na gordura animal.

A usina modular hora proposta, pertencente ao campo dos equipamentos para produção de biodiesel, e foi desenvolvida para trabalhar com óleos vegetais residuais de processos de fritura de alimentos, álcool metílico anidro como reagente de processo e solução de metilato de sódio 30% em metanol, como catalisador.

## MATERIAL E MÉTODOS

A Figura 1 apresenta o fluxograma de processo da usina de biodiesel identificando seus diversos equipamentos e reservatórios. A unidade de processamento e produção de biodiesel acima suscitada possui capacidade nominal produtiva de 50 (cinquenta) litros/processamento, operando em sistema semicontínuo. No projeto da usina foram considerados diversos fatores ligados diretamente com a parte técnica e econômica do processo de produção de biodiesel, pesquisa da compatibilidade dos materiais utilizados nas tubulações, conexões, vedações e acessórios, confecção dos tanques e construção do reator ultrassônico (Brasil et al., 2015).

Figura 1. Fluxograma do processo da usina de biodiesel BA50F.

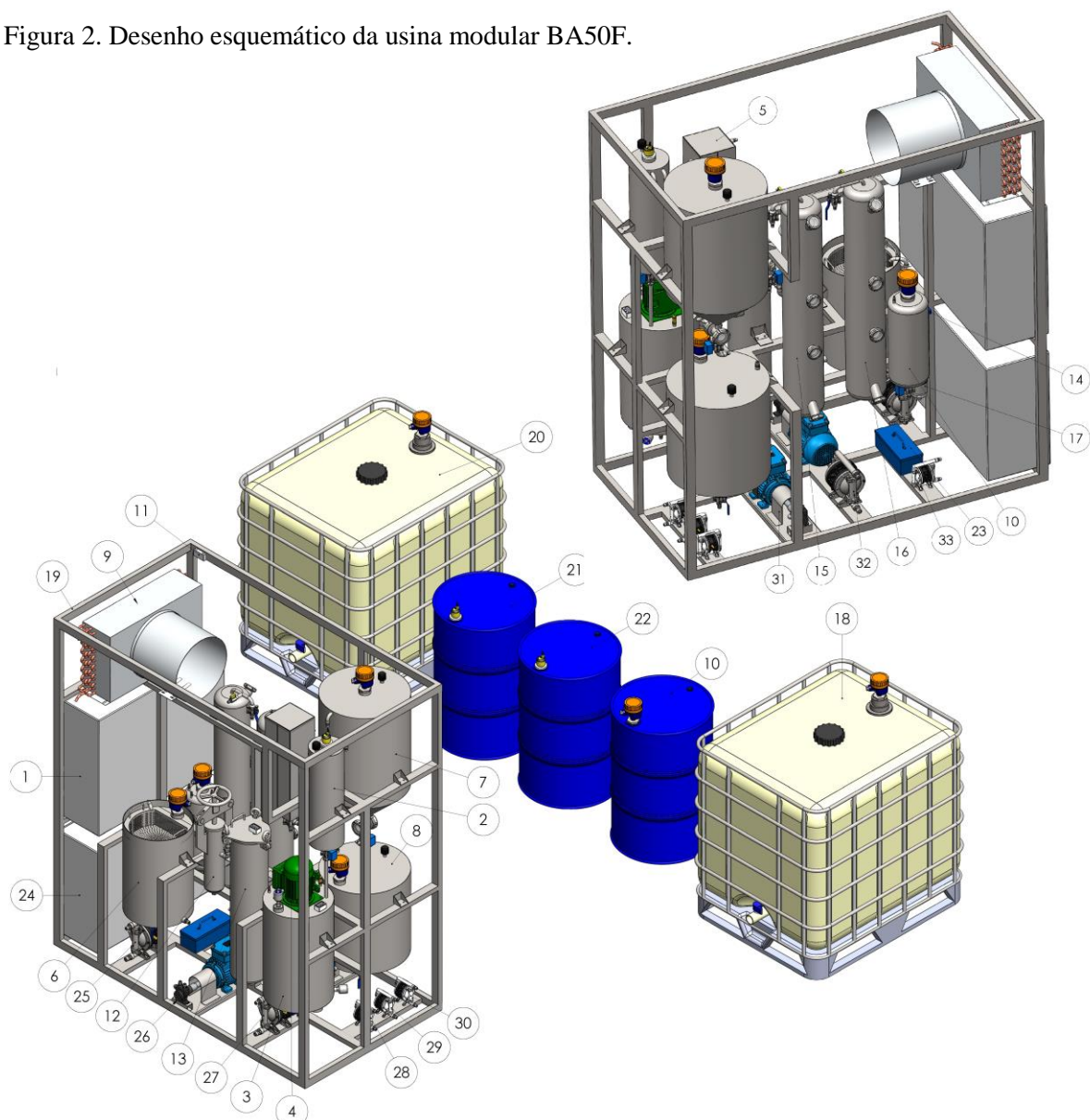


Reator ultrassônico foi projetado e construído para realização da reação de transesterificação de forma a favorecer uma maior interação entre as fases, aumento no rendimento em éster, redução no tempo da reação e no consumo de reagentes.

De maneira a validar a usina de biodiesel e, conseqüentemente, comprovar a eficácia dos projetos mecânico e químico do equipamento, foi realizada uma reação completa de produção de biodiesel a partir de óleo de fritura oriundo dos restaurantes da FIAT (50 L), álcool metílico anidro – razão molar (6:1) – e metilato de sódio na proporção de 0,6% em relação à massa de óleo.

Temperatura e tempo da reação (60 °C e 20 minutos), tempo e temperatura da destilação (40 minutos e 95 °C), foram definidos como parâmetros de processo. Após a reação, amostra de três litros de biodiesel foi retirada e enviada para análise.

Figura 2. Desenho esquemático da usina modular BA50F.



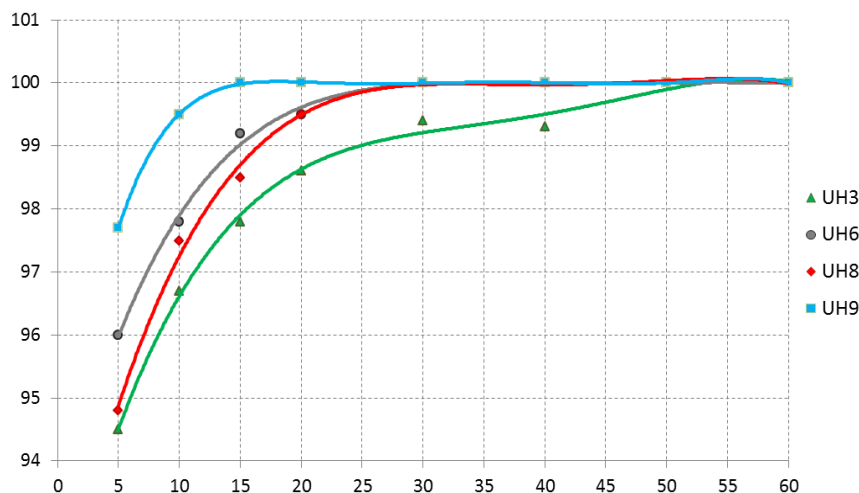
A usina modular de produção de biodiesel (Figura 2) é composta pelo conjunto de sistemas e equipamentos abaixo enumerados:

- |    |                                      |    |   |
|----|--------------------------------------|----|---|
| 1  | Painel elétrico dotado de PLC e IHM  | 18 | Reservatório de biodiesel               |
| 2  | Reservatório de álcool e catalisador | 19 | Estrutura modular                       |
| 3  | Reator multifuncional                | 20 | Reservatório de óleo pré-tratado        |
| 4  | Agitador mecânico com hélice naval   | 21 | Tambor de catalisador                   |
| 5  | Reator ultrassônico                  | 22 | Tambor de glicerina                     |
| 6  | Pulmão de óleo vegetal               | 23 | Caixa de ferramentas                    |
| 7  | Decantador estático                  | 24 | Painel eletropneumático                 |
| 8  | Pulmão de biodiesel                  | 25 | Bomba para destampamento de óleo        |
| 9  | Trocador de calor - condensador      | 26 | Bomba de engrenagem - filtração de óleo |
| 10 | Reservatório de álcool recuperado    | 27 | Bomba de diafragma do reator            |
| 11 | Bomba de vácuo e ar comprimido       | 28 | Bomba dosadora de óleo vegetal          |
| 12 | Filtro cesto                         | 29 | Bomba dosadora de álcool metílico       |
| 13 | Filtro bag                           | 30 | Bomba dosadora de catalisador           |
| 14 | Filtro de ar                         | 31 | Bomba de engrenagem - purificação final |
| 15 | Primeira coluna de polimento a seco  | 32 | Bomba para transferência de glicerina   |
| 16 | Segunda coluna de polimento a seco   | 33 | Bomba de diafragma - álcool recuperado  |
| 17 | Filtro de combustível                | 34 | Tambor de álcool metílico anidro        |

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Testes iniciais foram realizados utilizando óleo de soja refinado através da variação dos parâmetros de processo: razão molar álcool:óleo, porcentagem de catalisador e tempo da reação. Infravermelho modelo InfraSpec VFA-IR foi utilizado para análise do rendimento em éster, conforme pode ser observado na Figura 3.

Figura 3. Evolução dos rendimentos reacionais ao longo do tempo.



Os códigos UH3, UH6, UH8 e UH9, representam razão molar (álcool:óleo)/porcentagem de catalisador de (4:1)/0,6%, (5:1)/0,6%, (6:1)/0,54% e (6:1)/0,6%, respectivamente.

Com base nos resultados da análise por infravermelho, parâmetros ótimos foram estabelecidos e uma reação completa foi realizada na usina, utilizando óleo residual de fritura de alimentos oriundo do restaurante da FIAT Betim. Amostra foi enviada para laboratório acreditado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados obtidos na análise da amostra de biodiesel segundo a Resolução ANP nº 45, de 25/08/2014 (ANP, 2014).

Parâmetros	Limite	Resultado	Und.	Método
Teor de éster (mín.)	96,5	98,6	%(m/m)	EN 14103
Glicerina livre (máx.)	0,02	<0,01	%(m/m)	NBR 15908
Monoglicerídeos	0,70	0,56	%(m/m)	NBR 15908
Diglicerídeos	0,20	0,07	%(m/m)	NBR 15908
Triglicerídeos	0,20	0,02	%(m/m)	NBR 15908
Glicerina total	0,25	0,16	%(m/m)	NBR 15908

## CONCLUSÕES

A usina modular de produção de biodiesel capaz de operar com um inovador reator de fluxo contínuo por irradiação ultrassônica foi projetada e operada com sucesso. A unidade emprega um sistema de lavagem a seco para a purificação final da fase biodiesel, eliminando a necessidade de utilização de água e, conseqüentemente, sem geração de qualquer água residual no processo produtivo. Padrões internacionais de qualidade do biodiesel foram utilizados como critério de avaliação de desempenho da unidade projetada. A unidade de processamento apresentou-se capaz de atender os limites estabelecidos pela resolução ANP nº 45, de 25/08/2014. O biodiesel produzido abastecerá a frota interna da Fiat Automóveis em uma proporção de 20% em relação ao Diesel mineral.

## REFERÊNCIAS

- ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Resolução ANP nº 45, de 25/08/2014.
- Brasil, A. N.; Oliveira, L. S.; França, A. S. Circulation flow reactor with ultrasound irradiation for the transesterification of vegetable oils. *Renewable Energy*, v. 83, p. 1059-1065, 2015.