

BCHEM - NOVAS TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO MAIS EFICIENTE DE BIODIESEL

ALEX NOGUEIRA BRASIL^{1*}, GERALDO DO CARMO SANTOS OLIVEIRA²,
LUIZ FELIPE DE SOUSA SANTANA³, ANDRÉ NOGUEIRA BRASIL⁴, MOISÉS MARTINS DE OLIVEIRA⁵

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

² Estudante de Engenharia Mecânica, UIT, Itaúna-MG. Fone: (37) 999522117, geralducajuru@hotmail.com

³ Estudante de Engenharia Mecânica, UIT, Itaúna-MG. Fone: (37) 999684397, lfelipe_santana@hotmail.com

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

⁵ Engenheiro, FIAT Automóveis, Betim-MG. Fone: (37) 9907-7865, contatomoisesol@gmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Quando se fala em biodiesel produzido a partir do óleo de fritura, o pesquisador lembra também que o resíduo da cozinha deixa de ser descartado no meio ambiente. Apenas no Brasil, são gerados cerca de 5,5 bilhões de litros de óleo de fritura por mês. Menos de 5% desse resíduo é reciclado ou tem destinação ambiental correta. E o mais grave: um litro de óleo pode contaminar até 25 mil litros de água potável, dados alarmantes que apontam a importância do desenvolvimento de estudos como esse. O mercado de biodiesel atual já oferece processamento de óleos vegetais naturais para produção em grande escala. Mas não aproveita matéria-prima de baixo valor agregado, como os óleos residuais do processo de fritura de alimentos. 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. Neste sentido, o projeto teve como propósito inicial o desenvolvimento de tecnologia própria para produção de biodiesel a partir de matérias-primas de baixo valor comercial (óleos e gorduras residuais, óleos de elevada acidez) em pequena escala, trata-se de uma excelente alternativa para que empresas, cooperativas, prefeituras, etc. possam suprir suas necessidades energéticas de forma sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiesel, usina piloto, ultrassom, reator.

BCHEM - NEW TECHNOLOGIES FOR MORE EFFICIENT PRODUCTION OF BIODIESEL

ABSTRACT: When it comes to biodiesel produced from frying oil, the researcher also recalls that the waste from the kitchen is no longer disposed of in the environment. Only in Brazil are generated about 5.5 billion liters of cooking oil per month. Less than 5% of this waste is recycled or have proper environmental disposal. And the worst: one liter of oil can contaminate up to 25,000 liters of drinking water, alarming data pointing to the importance of developing such studies. The current biodiesel market already offers processing of natural vegetable oils for large scale production. But does not take advantage raw material with low added value, such as waste oils in the food frying process. In view of the panorama to provide a producer of biodiesel unit that meets the small scales of consumption, this paper discusses the design, construction and modular plant operation for the production of biodiesel from waste oils in the food frying process, using ultrasonic irradiation in the transesterification reaction. In this sense, the project aimed to start the own technology development for the production of biodiesel from raw materials of low commercial value (residual oil and fat, high acidity oils) on a small scale, it is an excellent alternative for companies, cooperatives, municipalities, etc. can meet their energy needs in a sustainable way.

KEYWORDS: Biodiesel pilot plant , ultrasound reactor.

INTRODUÇÃO

O conceito técnico de se utilizar óleos vegetais e gorduras animais, ou mesmo, óleos oriundos do processo de cocção de alimentos como combustíveis de natureza renovável é realmente extraordinário. O biodiesel, além de não tóxico e biodegradável, é hoje a forma em que óleos e gorduras são utilizados como combustível substituto do Diesel mineral, podendo ser usado puro ou em qualquer proporção de mistura com o Diesel derivado de petróleo, com pequena ou nenhuma necessidade de adaptação do motor.

A maioria dos métodos atuais de produção de biodiesel emprega a tecnologia de reatores por batelada (agitação mecânica), a qual apresenta capacidade limitada, devido a uma série de razões, principalmente em virtude da imiscibilidade dos reagentes de processo. Além disto, a produção de biodiesel atualmente utiliza catalisadores (homogêneos) não reutilizáveis que são baseados em metóxido de sódio ou hidróxido de sódio. Esses catalisadores apresentam várias desvantagens: não podem ser recuperados e reutilizados; contaminam o biodiesel; exigem uma etapa de lavagem aquosa do biodiesel, formando emulsões e tornando o processo mais complexo e lento. Além disso, consome grandes volumes de água com conseqüente geração de efluentes contaminados; somente óleos de alta qualidade podem ser utilizados para a produção de biodiesel, por exemplo óleos refinados; os catalisadores convencionais não permitem a utilização de óleos com acidez acima de 1,5% o que inviabiliza a produção de biodiesel a partir de óleo de fritura, óleos de culturas promissoras como macaúba, pinhão manso e palma. Desta forma, os principais obstáculos para a produção e comercialização do biodiesel estão relacionados ao seu alto custo de produção e ao elevado valor agregado das matérias-primas. Portanto, as pesquisas recentes, apresentadas no respectivo projeto, têm sido focadas no desenvolvimento de métodos para reduzir o custo de produção do biodiesel.

O mercado nacional de biocombustíveis movimenta aproximadamente US\$ 6 bilhões por ano. Entretanto o mercado de biodiesel atual oferece soluções em processamento de óleos vegetais para produção de biodiesel em grandes escalas, cujas tecnologias permitem apenas a utilização de óleos vegetais “in natura” como matéria-prima para produção de biodiesel. Os preços finais das usinas acima mencionadas superam um milhão de reais, o que deixa impraticável a aquisição desses equipamentos pelos pequenos produtores. Por outro lado, o mercado de catalisadores para a síntese de biodiesel gira em torno de US\$ 286 milhões por ano. Os catalisadores convencionais (homogêneos) utilizados atualmente são solúveis, conseqüentemente não podem ser reutilizados, permitem apenas a utilização de matérias-primas (óleos vegetais) de excelente qualidade, contaminam tanto o biodiesel quanto seu coproduto (glicerina), o que acarreta na necessidade de lavagem aquosa do biodiesel, gerando um resíduo problemático.

MATERIAIS E MÉTODOS

Diante da problemática exposta, constitui o objeto do projeto, o desenvolvimento de tecnologias para produção de biodiesel por irradiação ultrassônica, com ênfase em um processo de elevada sustentabilidade técnico-econômico-ambiental. Dentre os avanços apresentados no respectivo projeto, os reatores ultrassônicos se destacaram pelo efetivo aprimoramento no processo, quando comparado aos métodos convencionais de produção de biodiesel, seja do ponto de vista de graus de conversões, de redução do tempo reacional ou de diminuição no consumo de energia. Além disso, as usinas de produção se tornaram mais compactas e viáveis, permitindo a construção de unidades para produção em pequena escala a um baixo, conforme projeto desenvolvido para a FIAT Automóveis abaixo apresentado na figura 1.

Outros avanços na área de produção de biodiesel estão relacionados ao desenvolvimento e aplicação de modernos catalisadores sólidos nanomodificados, visando processos em catálise heterogênea para a produção mais eficiente e limpa de biodiesel. 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. O presente trabalho 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 e o desenvolvimento de tecnologia para produção de biodiesel utilizando irradiação por ultrassom. O reator ultrassônico concebido favoreceu uma maior interação entre as fases, com

consequente aumento no rendimento em éster (biodiesel), redução no tempo de reação e no consumo de reagentes e, por conseguinte, economia de energia.

No presente trabalho, metodologias foram desenvolvidas para a otimização do processo de transesterificação de óleos vegetais em reatores ultrassônicos, pelo emprego de catalisadores heterogêneos. Propostas de transposição de escala de laboratório para escalas de produção em mini-usinas e usinas industriais foram efetuadas para o sistema (tipo de catalisador / tipo de reator) que apresentaram o melhor desempenho para conversão de óleos em ésteres alquílicos de ácidos graxos (biodiesel) e também o melhor rendimento. A transposição de escala para o caso da etapa de remoção de impurezas do biodiesel seguiu os preceitos básicos de projeto de unidades de adsorção, fundamentados em dados obtidos por testes em batelada.

Tendo em vista o panorama de disponibilizar uma unidade produtora de biodiesel que atendesse a pequenas escalas de consumo, o presente projeto visa a transposição de escala das novas tecnologias desenvolvidas pelo grupo e propõe o desenvolvimento de projeto, construção e operação de usina modular para produção de biodiesel a partir de matérias-primas de baixo valor agregado (baixa qualidade), utilizando irradiação ultrassônica na reação de transesterificação e catalisadores heterogêneos sólidos como reagentes de processo.

O caráter modular, a utilização de óleos e gorduras de descarte como matéria-prima para produção de biodiesel, a possibilidade de utilização de irradiação por ultrassom e catalisadores heterogêneos são os principais parâmetros inovadores conforme o estado da técnica em nível mundial.

No quesito inovação destacam-se: a preparação de novos catalisadores heterogêneos nanomodificados e os projetos dos reatores para síntese de biodiesel por irradiação ultrassônica. Utiliza-se ainda processo de purificação a seco, “Dry Wash”, por meio de resina polimérica de troca iônica, sem geração de água de lavagem residual, tão problemática nos processos convencionais de produção de biodiesel.

Figura 1. Foto da usina de biodiesel da FIAT durante testes de “Try-out”.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os dias, milhões de litros de óleos vegetais são utilizados por diversos estabelecimentos, na fritura de alimentos. Somente no Brasil são consumidos cerca de cinco bilhões de litros de óleo vegetal por ano, sendo que deste montante menos de 5% do óleo é reciclado ou possui destinação ambiental correta. Considerando que um litro de óleo contamina até 25 mil litros de água e que nas estações de tratamento não biológicas, o tratamento para consumo humano da água contaminada com óleo exige um investimento em produtos químicos cerca de 20% superior ao da água não-contaminada.

A reciclagem dos cerca de 5 bilhões de litros de óleo por ano consumidos pela população brasileira pode gerar até 4,5 bilhões de litros de biodiesel por ano. O Brasil consome cerca de 38,2 bilhões de litros de Diesel mineral por ano e hoje cerca de 10% do Diesel consumido no Brasil são importados. O mercado de biodiesel atual oferece soluções em processamento de óleos vegetais para produção de biodiesel em grandes escalas, cujas tecnologias permitem apenas a utilização de óleos vegetais “in natura” como matéria-prima para produção de biodiesel.

O desafio surgiu através de uma demanda da empresa Biominas que necessitava de novos catalisadores que pudessem produzir biodiesel a partir de matérias-primas de baixa qualidade com elevada acidez, como por exemplo óleos de fritura, macaúba, pinhão manso e palma. O diferencial do projeto é um processo novo que implica em um grande aumento de eficiência e permite o uso de novas matérias-primas. Desta forma, o Grupo de Pesquisa em Energias Renováveis e Biocombustíveis da Universidade de Itaúna em conjunto com o Grupo de Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais e a empresa Biominas Engenharia têm se dedicado, ente outros temas, à inovação tecnológica na produção de biodiesel a partir de matérias-primas de baixa qualidade, que até hoje não poderiam ser utilizadas para a produção industrial de biodiesel. No caso específico do projeto BChem, seu campo de aplicação está inserido no desenvolvimento da tecnologia – usina e processo – para produção de biodiesel por irradiação ultrassônica, com ênfase em um processo de elevada sustentabilidade técnico-econômico-ambiental, além da concepção de revolucionários catalisadores sólidos nanomodificados, que permitem a utilização de matérias-primas de baixo valor agregado.

O referido trabalho serviu de inspiração para dois projetos, os quais, se apresentam abaixo relacionados:

- Projeto Biodiesel no Supermercado Verde Mar – o Verde Mar possui sete unidades que geram em média 10.000 litros de óleo de fritura por mês, os quais não possuía destinação adequada, foi desenvolvida uma Usina de Biodiesel Modular com capacidade instalada de 12.000 litros mensais, que transformará todo este resíduo de óleo de fritura em biodiesel dentro das instalações do supermercado, localizado em Nova Lima no bairro Jardim Canadá. Todos os dias da semana, durante três horas (horário de pico), a energia da concessionária (CEMIG) é desligada e toda a energia elétrica consumida no supermercado é produzida por um gerador elétrico movido à Diesel de petróleo, este será substituído por 100% biodiesel de óleo residual, trazendo diversos benefícios ambientais e financeiros, tais como: destinação correta do óleo de fritura, todo este resíduo será transformado em combustível renovável (biodiesel) que quando utilizado no gerador de energia, reduz em torno de 80% a emissão de gases de efeito estufa, quando comparado com o Diesel mineral; a substituição do Diesel mineral por 100% biodiesel no gerador de energia elétrica, acarreta em uma economia de aproximadamente 70% com os custos de combustível.

- Projeto Biodiesel na FIAT: os restaurantes do Grupo FIAT geram em torno de 3.000 litros mensais de óleos e gorduras residuais (OGR's) que hoje são destinados a uma empresa de coleta de resíduos orgânicos. Idealizado pelo Engenheiro Daniel Bastos de Rezende (FIAT / Powertrain), tal projeto propõe a utilização da tecnologia desenvolvida para produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura de alimentos oriundo dos restaurantes da FIAT. O projeto, desenvolvido pelo Prof. Alex Brasil, será instalado na fábrica da FIAT em Betim ainda em 2015, e o biodiesel produzido abastecerá a frota interna da Fiat Automóveis em uma proporção de 20% em relação ao Diesel mineral. A Figura 2 apresenta foto da Usina Modular de Biodiesel (FIAT) durante testes de “Try-out” nas instalações da Biominas Engenharia.

Em dezembro de 2015, o trabalho foi o primeiro colocado da 3ª Feira de Ciências e Inovações Tecnológicas (Feicintec) promovida pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais (Crea-MG). A terceira edição, a Feira recebeu inscrições de 234 trabalhos de 75 instituições de ensino de diversas regiões Minas Gerais. Os trabalhos foram analisados internamente por uma comissão avaliadora com base no relatório de cada um, considerando dos resultados qualitativos e quantitativos.

Figura 2. Foto da Equipe vencedora da 3ª Feira de Ciências e Inovações Tecnológicas (Feicintec)- Crea-MG.



CONCLUSÕES

O uso de ultrassom para intensificar a síntese permitiu a redução no excesso de álcool adicionado na etapa reacional em até 50%, sem qualquer efeito significativo sobre a qualidade do biodiesel produzido. Em geral, observaram-se economias de cerca de 25% na utilização de catalisador (homogêneo básico) para o processo assistido por ultrassom em comparação com o convencional (agitação mecânica). Os tempos de reação de menos de 5 minutos foram demonstrados viáveis para razões molares metanol:óleo de 6:1 e concentração de catalisador (metilato de sódio) de 0,6% (m/m).

O consumo de energia para o processo ultrassônico foi estimado em aproximadamente cinco vezes inferior em comparação ao processo convencional. A principal inovação está relacionada ao conceito de pequenas usinas e pequena escala de produção de biodiesel a partir de óleos e gorduras residuais utilizando reator ultrassônico, catalisador heterogêneo sólido e purificação a seco. A situação anterior mostra o mercado brasileiro oferecendo soluções para produção de biodiesel em grande escala a partir de 10.000 litros por dia e preços finais superiores a um milhão de reais, permitindo apenas a utilização de matéria-prima de boa qualidade (óleos vegetais in natura) como insumo para produção de biodiesel. Como diferencial competitivo do projeto desenvolvido, ressalta-se o desenvolvimento próprio das tecnologias utilizadas na concepção da Usina Modular de Produção de Biodiesel, além do conceito de produção de biodiesel a partir de óleos e gorduras residuais, em pequena escala, a um baixo custo, de forma que pequenos produtores possam atender suas necessidades energéticas de forma segura e confiável.

REFERÊNCIAS

- ABBASZADEH, A.; GHOBADIAN, B.; OMIKHAH, M. R.; NAJAFI, G. Current biodiesel production technologies: A comparative review. *Energy Conversion and Management*, vol. 63, 2012, p. 138-148.
- ANP, Agência Natural do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Resolução ANP nº 45, de 25/08/2014.
- BRASIL, A. N.; NUNES, D. N. *Usina móvel de produção de biodiesel autossustentável e processo móvel de produção de biodiesel*. BR n. PI 0900425-4, 27 de janeiro de 2009.
- BRASIL, A. N. *Usina de Biodiesel Didática e Simulação Industrial*. BR n. PI 1002618-5 A2, 16 de abril 2010.
- CANAKCI, M.; VAN GERPEN, J. Biodiesel production from oils and fats with high free fatty acids. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, vol. 44, 2001, p. 1429-1436.
- CHISTI, Y. Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances - Research Reviews*, vol. 25, 2007, p. 294-306.
- CORDEIRO, C.S. *Compostos Lamelares como Catalisadores Heterogêneos em Reações de (Trans)esterificação (M)etífica*. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Paraná, 2008, 189 p.
- KUMAR, D.; KUMAR, G.; POONAM, C. P.; SINGH, C. P. Ultrasonic-assisted transesterification of *Jatropha curcas* oil using solid catalyst, Na/SiO₂. *Ultrasonics Sonochemistry*, vol. 17, 2010, p. 839-844.