

## PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DO ÓLEO DE MAMONA UTILIZANDO CATÁLISE HETEROGÊNEA POR VIA METANÓLICA E ETANÓLICA

Myck William dos Santos<sup>1</sup>; Vitória Ribeiro Torres<sup>2</sup>; William Kley de Araújo Santos<sup>3</sup>; Manoel Batista da Costa Neto<sup>4</sup>; Lucas Rodeiro Torres Barbosa<sup>5</sup>; Francisco Luiz Gumes Lopes<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Sergipe, Curso Técnico em Química – [myckwilliam@gmail.com](mailto:myckwilliam@gmail.com)

<sup>2</sup> Instituto Federal de Sergipe, Curso Técnico em Química - [vitoria\\_2012vivi@hotmail.com](mailto:vitoria_2012vivi@hotmail.com)

<sup>3</sup> Instituto Federal de Sergipe, Curso Técnico em Química – [kleywilliam4@gmail.com](mailto:kleywilliam4@gmail.com)

<sup>4</sup> Instituto Federal de Sergipe, Curso Técnico em Química – [pradojacqueline@hotmail.com](mailto:pradojacqueline@hotmail.com)

<sup>5</sup> Instituto Federal de Sergipe, Curso Técnico em Química – [rodeiro15@gmail.com](mailto:rodeiro15@gmail.com)

<sup>6</sup> Instituto Federal de Sergipe, Curso Técnico em Química (Orientador) – [francisco.gumes@gmail.com](mailto:francisco.gumes@gmail.com)

### RESUMO

O biodiesel é um biocombustível que praticamente não polui o meio ambiente e pode substituir o diesel fóssil em todas as suas aplicações. O óleo de mamona é uma importante matéria-prima para biodiesel por diversos fatores, incluindo sua disponibilidade em território brasileiro e a possibilidade de transesterificação a temperatura ambiente. Outro fator relevante é o uso de catalisadores heterogêneos, pela possibilidade de recuperação e reutilização, contribuindo, assim, para o desenvolvimento sustentável. O trabalho objetivou realizar a extração a frio do óleo de mamona por via metanólica e etanólica, para definir qual método possui o melhor rendimento de extração e, também, produzir biodiesel a partir do óleo de mamona por via metanólica e etanólica utilizando KOH/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> como catalisador heterogêneo para definir qual método tem o melhor rendimento. Foi possível inferir, previamente, uma maior eficiência do metanol para extração a frio do óleo de mamona e, também, que obtenção do biodiesel via catálise heterogênea não se mostrou eficiente, tanto por via metanólica, quanto por via etanólica, devido ao fato de não ter ocorrido uma efetiva separação de fases entre a glicerina e o biodiesel, provavelmente devido à agitação deficiente do sistema ou à qualidade do catalisador obtido no processo. A continuidade deste trabalho envolverá uma nova extração do óleo de mamona *in natura*, assim como realização da mesma metodologia de produção de biodiesel utilizando uma segunda amostra de catalisador e a recuperação e reutilização do catalisador para definição da diminuição de sua capacidade catalisadora após a produção de biodiesel.

Palavras chave: biodiesel, mamona, heterogêneo, metanólica, etanólica.

### 1. INTRODUÇÃO

O século XX associou a Química à poluição, à degradação da fauna e da flora e às mudanças climáticas. Essa associação se deve às massivas emissões de gás carbônico

(CO<sub>2</sub>) na atmosfera terrestre pela indústria do petróleo, que muito se desenvolveu no século passado trazendo conforto e bem estar, mas também trouxe consigo um rastro de poluição e desastres nunca vistos antes [MOTA e MONTEIRO, 2013].

Gases como o CO<sub>2</sub> contribuem para o Efeito Estufa que, segundo Rocha [2012], ocorre quando gases (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CFCs) estão presentes na atmosfera em quantidade maior que o natural, absorvendo energia em forma de calor emitida pela superfície terrestre ao receber raios solares, e irradiando de volta à superfície.

Azuaga [2000] afirma que entre os danos ao ambiente e à saúde humana, causados pela emissão desses poluentes, destacam-se a acidificação de rios e florestas, o ataque aos materiais, o aumento de problemas respiratórios e circulatórios na população, bem como a perda de bem estar da população, além do efeito estufa e do aquecimento global.

Ciente do preço ambiental que os processos químicos industriais cobram na sua implantação, Paul Anastas formulou na década de 1990 os princípios da chamada Química Verde. O conceito utilizado foi o de causar menor impacto ao ambiente e às pessoas [MOTA e MONTEIRO, 2013].

Uma das principais propostas da Química Verde é o uso de biocombustíveis como alternativa aos combustíveis fósseis. Os biocombustíveis podem ser caracterizados como todo combustível proveniente de matéria-prima renovável, sobretudo de origem orgânica. Todo o CO<sub>2</sub> emitido pela queima desse tipo de combustível pode ser

reabsorvido pelas plantas no processo de fotossíntese. Portanto os biocombustíveis têm um balanço neutro em termos de carbono e por conta disso não são considerados poluentes [MOTA e MONTEIRO, 2013].

Um dos biocombustíveis que mais se destacam é o biodiesel, que é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, que substitui total ou parcialmente (atualmente é adicionado 7% ao diesel de petróleo) o óleo diesel de fonte mineral nos motores de combustão interna de ciclo diesel, como os de caminhões, tratores, ônibus e outros veículos, e também em motores estacionários como os utilizados na geração de energia elétrica [ROCHA, 2012].

Este produto é, geralmente, obtido a partir da transesterificação de óleos vegetais com álcoois (etanol, metanol) usando catálise básica ou pela esterificação desses materiais na presença de catalisadores básicos [BARRETO *et al.*, 2010].

No processo de transesterificação de um óleo com monoalcoóis (especialmente etanol e metanol), inicialmente ocorre a quebra da molécula de triglicerídeos, gerando a mistura dos ésteres etílicos ou metílicos dos ácidos graxos correspondentes, liberando glicerina como coproduto. A massa molar desses ésteres é próxima à do diesel comum [KNOTHE *et al.*, 1999].

Várias pesquisas têm sido realizadas no desenvolvimento de catalisadores heterogêneos para a transesterificação de óleos e gorduras, buscando vantagens como a reutilização do catalisador e a simplificação do processo de purificação do biodiesel, pois os catalisadores heterogêneos são facilmente removidos por um simples processo de filtração, reduzindo assim a geração de efluentes [LÔBO e FERREIRA, 2009].

Dentre as matérias-primas disponíveis no Brasil mais promissoras para a produção de Biodiesel, destaca-se o óleo de mamona. A mamoneira cresce mesmo sem cultivo e em grandes quantidades na maioria dos países tropicais e subtropicais. É bastante tolerante a diferentes climas e tipos de solos, além de ser disponível a baixo custo. O Brasil está entre os maiores exportadores de óleo de mamona do mundo [AZEVEDO *et al.*, 2001].

O óleo de mamona possui composição química atípica, comparada à maioria dos óleos vegetais, pois além da presença do triglicerídeo ácido ricinoléico, que é um ácido graxo hidroxilado pouco frequente nos óleos vegetais, este está presente em 89,5% da sua composição [AZEVEDO *et al.*, 2001]. Este fator faz com que este óleo seja de grande importância para a economia de energia, pois o ácido ricinoléico é totalmente solúvel em álcool em um grande intervalo de temperatura, descartando a necessidade de

aquecer a reação de transesterificação. No entanto, o ácido ricinoléico também torna o óleo muito viscoso, dificultando o processo de produção [MENEGHETTI *et al.*, 2006] e utilização do biodiesel proveniente desta matéria-prima [ANP, 2001].

O trabalho objetivou realizar a extração a frio do óleo de mamona por via metanólica e etanólica, para definir qual método possui o melhor rendimento de extração e, também, produzir biodiesel a partir do óleo de mamona por via metanólica e etanólica utilizando KOH/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> como catalisador heterogêneo para definir qual método possui o melhor rendimento.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Materiais e reagentes

Os materiais e reagentes necessários para a realização do trabalho foram: béquer, agitador magnético, forno Mufla, estufa, filtro a vácuo, mixer vertical, funil de separação, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, solução aquosa de KOH, metanol, etanol, mamona *in natura* e óleo de mamona.

### 2.2. Extração do óleo da mamona *in natura*

A Mamoneira (*Ricinus communis* L.) pertence à família Euphorbiaceae, que engloba vasto número de tipos de plantas nativas da região tropical.

Das suas sementes, extrai-se o óleo de mamona ou rícino, que equivale a 50% da massa total da semente e contém 90% de ácido ricinoleico [VIANA e LIMA, 2006].

Neta etapa foi realizada a extração a frio do óleo de mamona utilizando metanol e etanol para definir qual solvente proporciona melhor rendimento de extração.

As sementes de mamona foram obtidas diretamente da mamoneira, separadas em dois lotes de 25,00g cada e transpostas para um béquer de 500mL. Em um dos béqueres foi adicionado um volume de 200mL de etanol e, no outro, foram adicionados 200mL de metanol. Os dois sistemas foram submetidos a trituração, provida por um mixer vertical até a homogeneização do sistema. Em seguida os dois sistemas foram submetidos a agitação magnética por 2 minutos, para garantir melhor extração do óleo.

Após a trituração, os sistemas foram filtrados à pressão reduzida, de forma a realizar a separação da mistura óleo/solvente da parte sólida das sementes (Figura 1).



Figura 1. Torta de sementes de mamona úmidas, após a extração a frio e misturas óleo/solvente.

### 2.3. Preparo do catalisador

A preparação do catalisador heterogêneo KOH/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> foi feita de acordo com a metodologia de impregnação a seco apresentada por Sadrameli e Omarei [2012], misturando Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a uma solução aquosa de KOH. O catalisador preparado (Figura 2) foi posto para secar em uma estufa a 110°C durante 24h e em seguida foi calcinado em forno Mufla a 500°C por 3h para que fosse realizada a impregnação de KOH em Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. A impregnação foi realizada em dois níveis e em cada nível foi adicionada metade da quantidade de hidróxido, de forma que o produto final possuísse uma relação m/m de 50% entre hidróxido de potássio e catalisador.

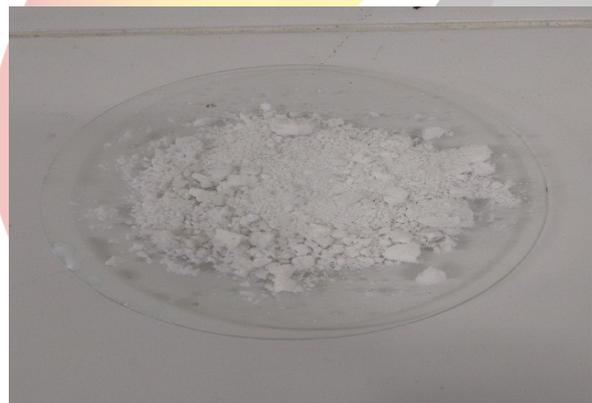


Figura 2. Catalisador obtido no projeto.

Uma segunda amostra do catalisador foi preparada para fins de comparação. Nesta

amostra, o preparo do catalisador foi realizado em apenas uma etapa, misturando  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a uma solução aquosa de KOH, de forma que a massa de hidróxido fosse de 50% em relação a massa de catalisador. Esta mistura foi posta para secar em estufa a  $110^\circ\text{C}$  durante 24h, possibilitando, dessa forma, o seu uso como catalisador da reação de transesterificação do biodiesel.

#### 2.4. Produção do Biodiesel

As reações de transesterificação foram realizadas em um béquer com agitação manual. O óleo de mamona utilizado (Figura 3) foi obtido da FARMAX (Óleo de Rícino 100%).

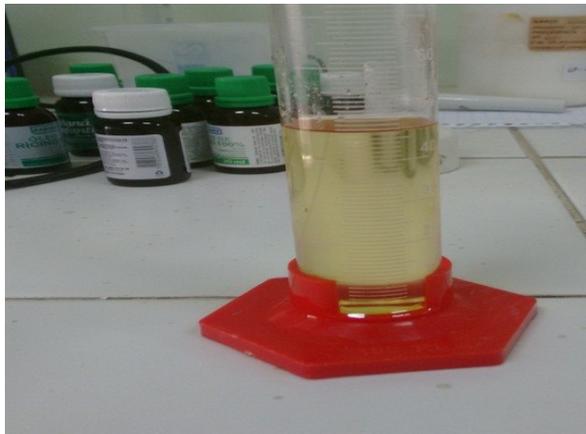


Figura 3. Óleo de mamona utilizado no projeto.

A relação óleo/álcool utilizada foi de 1:6 quando se utilizou o metanol [BARRETO *et al*, 2010] e de 1:9 quando se utilizou o etanol. Para ambos os métodos foi utilizado

5% de catalisador (em relação à massa de óleo), como proposto por Perin *et al*. [2009]. Todo o processo foi realizado a temperatura ambiente.

Após todo o óleo ser consumido, o procedimento de agitação foi interrompido e o conteúdo do béquer foi submetido a uma filtração a vácuo para que o catalisador heterogêneo fosse recuperado (Figura 4). Em seguida, a mistura recuperada foi posta em um funil de separação para separar o biodiesel da glicerina, que se situa na parte inferior do funil por apresentar maior densidade que o biodiesel.



Figura 4. Amostra filtrada após a produção de biodiesel por via metanólica.

O catalisador recuperado (Figura 5) foi posto para secagem em estufa por a  $110^\circ\text{C}$  por 2h para que os resíduos da reação fossem eliminados e foi submetido novamente ao processo de produção do biodiesel, para



**II CONEPETRO**

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE  
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS  
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

verificar as alterações no rendimento após primeiro uso.



Figura 5. Catalisador recuperado após a produção do biodiesel por via metanólica

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o processo de extração do óleo da mamona *in natura*, verificou-se a diminuição da massa das sementes (ainda úmidas), de 25,00g para 20,06g, quando se utilizou o metanol, e de 25,00g para 21,60g quando se utilizou o etanol. Esse resultado apresenta um melhor percentual de extração do óleo quando a extração ocorre por via metanólica, pois uma maior diminuição da massa de sementes sólidas indica que uma maior quantidade de óleo foi extraída das mesmas.

Foi perceptível a alteração do volume do solvente utilizado, em decorrência do acréscimo do volume de óleo de mamona, porém houve perdas no volume dos álcoois, em decorrência da sua alta volatilidade e do

grande intervalo de tempo entre a extração do óleo e a sua filtração.

A coloração da mistura entre óleo e solvente pode indicar qual amostra tem maior concentração de óleo, pois, como os solventes são incolores e o óleo tem cor amarelada, quanto mais amarelada a solução, maior será a concentração de óleo na mesma. A coloração da solução de óleo e metanol se mostrou mais amarelada que a solução de óleo e etanol.

Pode-se inferir que o metanol foi mais eficiente que o etanol durante a extração, a frio, do óleo de mamona *in natura*. No entanto, ainda é necessário mais testes para a obtenção de resultados mais concretos para uma comparação mais eficiente.

A primeira etapa da produção de biodiesel foi realizada utilizando a primeira amostra de catalisador, por via metanólica e etanólica. O processo reacional foi feito manualmente, devido à barra magnética disponível não ser resistente o bastante para realizar a agitação do sistema contendo óleo de mamona, que tem uma viscosidade bastante elevada devido à alta concentração de ácido ricinoléico.

A agitação durou 5 minutos em ambas as vias e foi realizada a temperatura ambiente, pois o óleo de mamona tem ácido ricinoléico em cerca de 90% de sua composição, ácido este que é totalmente solúvel em álcool em um vasto intervalo de temperatura

[www.conepetro.com.br](http://www.conepetro.com.br)

(83) 3322.3222

[contato@conepetro.com.br](mailto:contato@conepetro.com.br)

[AZEVEDO *et al.*, 2001], incluindo a temperatura ambiente, de forma a não haver necessidade de elevar a temperatura da reação.

Não houve separação de fases entre biodiesel e glicerina a partir da mistura recuperada após a filtração a vácuo, indicando que houve somente uma solubilidade do óleo de mamona em metanol.

O processo pode não ter sido eficiente devido a alguns fatores como: falha no processo de agitação mecânica, que se mostrou bastante irregular, algo que seria resolvido com o uso de agitação magnética utilizando uma barra magnética resistente; falha no processo de produção do catalisador ou devido à alta viscosidade do óleo de mamona, que pode ter dificultado o processo reacional.

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, foi possível inferir, previamente, uma maior eficiência do metanol para extração a frio do óleo de mamona, porém, novos procedimentos deverão ser realizados para que seja possível obter resultados mais concretos e realizar uma comparação mais eficiente entre esses dois métodos.

Os resultados preliminares da obtenção do biodiesel via catálise heterogênea não se mostraram eficientes, tanto por via metanólica, quanto por via etanólica, devido ao fato de não ter ocorrido uma separação visível de fases entre a glicerina e o biodiesel. Isto pode estar relacionado à agitação deficiente do sistema, a possíveis falhas na produção do catalisador ou à qualidade da matéria-prima utilizada. Desta forma, se faz necessária uma maior investigação e análise da produção do catalisador, bem como da metodologia de obtenção do biodiesel.

A continuidade deste trabalho envolverá uma nova extração do óleo de mamona *in natura*, para que o mesmo seja efetivamente utilizado na produção do biodiesel, envolverá a produção de biodiesel utilizando a segunda amostra de catalisador por via metanólica e etanólica e a recuperação e reutilização do catalisador para definição da diminuição de sua capacidade catalisadora após a produção de biodiesel.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Formação de Recursos Humanos da Petrobrás (PFRH) pelas bolsas e apoio financeiro ao projeto e ao Curso Técnico Integrado de Nível

Médio em Química do IFS pela infraestrutura dos seus laboratórios.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. O. **Agronegócio da Mamona no Brasil.** Empraba Informação Tecnológica, 2001.

AZUAGA, D. **Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil.** Tese de mestrado em Engenharia – UFRJ, 2000.

BARRETO, M. L. G.; SILVA, G. P.; MORAIS, F. R.; SILVA, G. F. **Otimização da Reação de Transesterificação do Óleo de Mamona.** IV Congresso Brasileiro de Mamona, Fortaleza, CE, 2010.

KNOTHE, G; DUNN, R. O.; BAGBY, M. O. **Biodiesel: The Use of Vegetable Oils and Their Derivatives as Alternative Diesel Fuels.** NBB, 1999.

LÔBO, I. P.; FERREIRA, S. L. C. **Biodiesel: Padrão de Qualidade e Métodos Analíticos.** *Quim. Nova*, Vol. 32, No. 6, 1596-1608, 2009.

MENEGHETTI, S. M. P.; MENEGHETTI, M. R.; WOLF, C. R.; SILVA, E. C.; LIMA, G. E. S.; SILVA, L. L.; SERRA, T. M.; CAUDURO, F.; OLIVEIRA, L. G. **Biodiesel from Castor Oil: A Comparison of Ethanolysis versus Methanolysis.** *Energy & Fuels*, Vol. 20, 2262-2265, 2006.

MOTA, C. J. A.; MONTEIRO, R. S. **Química e Sustentabilidade: Novas fronteiras em biocombustíveis.** *Quim. Nova*, Vol. 36, No. 10, 1483-1490, 2013.

PERIN, G.; SACHINI, M.; ÁLVARO, G.; JACOB, R. G.; LENARDÃO, E. J.; ANTHONISEN, D. G.; SILVA, S. D. A. **Transesterificação de Óleo de Mamona via Catálise Heterogênea.** II Congresso Brasileiro de Mamona, Aracaju, SE, 2006.

Portaria ANP nº 310, de 27 de Dezembro de 2001.

ROCHA, L. P. **Biocombustíveis: Uma alternativa eficaz e menos agressiva ao meio ambiente.** Bolsista de Valor, 2012.

SADRAMELI, S. M.; OMAREI, M. **Preparation of Biodiesel by Transesterification of Canola Oil Using Solid Base Catalyst KOH/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.** *Energy Technology*, 2012.

VIANA, A.; LIMA, M. **Produção Agroecológica MAMONA.** Diaconia: Programa de Apoio a Agricultura Familiar. Editora IGRAMOL. Recife, PE. 2006