



SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE BIODIESEL DE ALGODÃO E SOJA

Maria Aparecida Bezerra Oliveira¹; Daniel Freitas Freire Martins²; Gabrielly de Lucena Tiburtino³; Narawilka Cardoso⁴, Adna Lúcia Rodrigues de Menezes⁵.

¹ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Caraúbas-RN – aparecida.fernanda@hotmail.com

² Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Caraúbas-RN, Orientador- dffm@ufersa.edu.br

RESUMO

Os combustíveis fósseis são algumas das fontes de energia mais utilizadas no mundo. No entanto, o uso de fontes não renováveis contribui significativamente para o aumento da poluição no meio ambiente. Diante desta problemática ocorreu a procura por fontes renováveis e ecologicamente corretas, que cada vez mais vem sendo estudadas e usadas. O biodiesel é caracterizado como uma fonte de energia renovável e alternativa energética correta, o mesmo pode ser obtido através da síntese de gorduras e óleos vegetais. Este trabalho teve como objetivo sintetizar biodieseis a partir de óleos de algodão e soja a partir da reação de transesterificação e analisar algumas propriedades físico-químicas do mesmo. Todo o desenvolvimento do trabalho foi realizado no Laboratório de Química Geral da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) utilizando metodologia padrão. Os óleos possuem uma composição média de ácidos graxos bem semelhantes. As reações nos ambos óleos reagiram consideradamente satisfatória, apresentando um excelente rendimento, com destaque mais relevante para o biodiesel sintetizado a partir do óleo de soja.

Palavras-chave: Biodiesel, óleo, síntese, fontes renováveis.

1. INTRODUÇÃO

Os combustíveis fósseis são algumas das fontes de energia mais utilizadas no mundo, pois no início do século XX a abundância da oferta de petróleo e o seu preço acessível foram determinantes para que nos anos seguintes derivados do petróleo atingissem esse patamar. Entretanto, no início do século XXI a busca por alternativas para esses combustíveis teve grandes proporções, pois o homem passou a se preocupar mais com os problemas ambientais, bem como à crise energética e econômica global (SANTOS 2010).

As preocupações com o meio ambiente são coerentes, pois desde a revolução industrial, a concentração de gases do efeito estufa, entre eles o dióxido de carbono (CO₂), o monóxido de

carbono (CO), o metano (CH₄), e os óxidos de nitrogênio (NO_x), tem aumentado, principalmente pelas atividades humanas, sendo a queima dos combustíveis fósseis um dos principais responsáveis pelo aumento das suas concentrações. A presença desses gases em grande quantidade na atmosfera promove a formação de uma barreira que retém calor causando o aumento da temperatura média do planeta. Como consequência verifica-se a elevação do nível do mar devido o descongelamento das calotas polares, alterações na distribuição e intensidades das chuvas e modificações nos ecossistemas gerando impactos na economia e na sociedade (RODRIGUES et al., 2012). Quanto a economia a escassez de petróleo eleva o preço do mesmo podem levar o mundo a uma crise econômica mundial.



Com essas três grandes preocupações da humanidade em relação às fontes energéticas não renováveis como o petróleo, o carvão e o gás natural, outras alternativas como o carvão vegetal, etanol, biogás, biogás de síntese, bio-óleo e biodiesel, que são exemplos de biocombustíveis, passaram a ser estudados e produzidos, pois os biocombustíveis diferentemente dos combustíveis fósseis que demoram milhões de anos para se formarem, agredem menos o meio ambiente e têm uma fácil renovação devido a matéria-prima usada para a sua produção.

Em 1975, com a crise do petróleo desde 1973, o governo Brasileiro criou o Programa Brasileiro de Etanol, o Pró-álcool, e várias destilarias se espalharam pelo país. O programa tinha como objetivo a produção do etanol ou do etil álcool para a substituição do petróleo e seus derivados. Dessa forma o governo aprovou a mistura do etanol na gasolina de 1,1% a 25% em cada litro de combustível. O aspecto positivo dessa mistura foi evitar a emissão de 110 milhões de toneladas de gás carbônico na atmosfera e a importação de 550 milhões de barris de petróleo, equivalentes a US\$ 11,5 bilhões. Assim, de 1975 a 2000, foram produzidos aproximadamente 5,6 milhões de automóveis com motores a álcool (MASIERO; LOPES, 2008). A matéria-prima necessária para produzir o etanol são os açúcares (glicose, amido, celulose, etc). O Brasil sendo um grande produtor de cana de açúcar é o segundo maior produtor de etanol ficando atrás apenas dos EUA que tem como matéria-prima principal para a produção de etanol, o milho.

Outra alternativa para substituição dos combustíveis fósseis foram os biodieseis, os combustíveis biodegradáveis. O biodiesel é definido pela Lei Nº 11.097 como um “biocombustível derivado de biomassa

renovável para o uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustível de origem fóssil.” Esse biocombustível pode ser produzido a partir de diferentes óleos vegetais (girassol, dendê, algodão, soja, canola, mamona, pinhão manso, milho entre outros), assim como, de gordura animal.

A utilização de óleos vegetais e gordura animal não é uma ideia nova, pois as primeiras experiências com motores de combustão por compressão foram feitas com óleo de amendoim. Porém óleos vegetais apresentavam dificuldades para se obter uma boa combustão, atribuídas a sua elevada viscosidade, a que impedia uma adequada injeção nos motores. O combustível de origem vegetal deixava depósitos de carbono nos cilindros e nos injetores, requerendo uma manutenção intensiva. A pesquisa realizada para resolver esses problemas conduziu à descoberta da transesterificação, que é a quebra da molécula do óleo, com a separação da glicerina e a recombinação dos ácidos graxos com álcool. Este tratamento permitiu superar as dificuldades com a combustão, e um cientista belga, G. Chavanne, patenteou o processo de produção em 1937 (OLÍMPIO, 2010).

Do ponto de vista químico, o produto da reação do óleo com o álcool é um éster monoalquílico do óleo vegetal, cuja molécula apresenta muita semelhança com as moléculas dos derivados do petróleo. O rendimento térmico do novo combustível foi de 95% em relação àquele do diesel de petróleo, ou seja, do ponto de vista prático, não se percebe qualquer diferença. Os primeiros a utilizar a feliz denominação de biodiesel para esses combustíveis foram pesquisadores chineses em 1988 (OLÍMPIO, 2010).



Portanto, o objetivo deste trabalho foi a produção do biodiesel a partir de dois óleos vegetais diferentes, sendo eles: de algodão e de soja. Após a produção do biodiesel foram determinadas algumas características físico-química, tais como: teor de umidade, densidade, ácido graxos livres e índice de saponificação. Em seguida as características físico-químicas obtidas foram comparadas com a normatização existente na legislação vigente.

2. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho sintetizou-se os biodieseis a partir de duas diferentes oleaginosas, algodão e soja, e seguiu-se com as análises físico-químicas dos mesmos utilizando metodologia padrão sempre em triplicata. Os óleos utilizados para a síntese dos biodieseis foram obtidos no comércio da cidade de Caraúbas-RN e todos os procedimentos foram realizados no laboratório de Química Geral da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

Inicialmente, para a síntese dos biodieseis, foi utilizada a reação de transesterificação, realizando-se os seguintes procedimentos para cada tipo de óleo (algodão e soja):

- a) Pesou-se 150 g de óleo e transferiu para um béquer de 500 mL;
- b) Pesou-se 4,5 g de KOH P.A e adicionou-se ao béquer contendo óleo;
- c) Adicionou-se metanol a mistura anterior em quantidade previamente calculada a partir das massas molares médias dos ácidos graxos que compõem cada óleo (utilizou-se uma razão Óleo:Metanol de 1:6);

- d) Em seguida, o sistema foi posto em agitação a 400 rpm e mantido durante 4 horas;
- e) Após as 4 horas de agitação, transferiu a mistura (biodiesel + glicerina) para um funil de decantação e deixou-se em repouso durante 24 horas;
- f) Passada às 24 horas separou-se a glicerina do biodiesel;
- g) Lavou-se o biodiesel com água a 50 °C sempre se verificando o pH da água, até que este ficasse neutro, significando a completa remoção do possível KOH em excesso.
- h) Transferiu-se o biodiesel para um recipiente e em seguida o mesmo foi posto na estufa durante 1 hora para total remoção da água residual;
- i) Por fim, após resfriado, o biodiesel foi armazenado para posterior análise.

Para a caracterização físico-química foram realizados os seguintes procedimentos:

2.1. Determinação do Rendimento Percentual

O rendimento percentual foi determinado a partir da massa de óleo utilizada na síntese de cada biodiesel e a massa final de biodiesel obtida (Equação 1).

$$\%R = (M_{\text{Biodiesel}} * 100\%) / M_{\text{Óleo}} \quad [1]$$

2.2. Determinação da Densidade

Esta propriedade foi determinada por picnometria. Para isso, primeiramente, foi necessário a calibração do picnômetro. Pesou-se então o picnômetro vazio e cheio com água a 30°C. A partir da diferença entre as massas do picnômetro vazio e cheio, encontrou-se a massa da água utilizada. Sabendo-se a densidade



da água à 30°C, foi possível calcular o volume da água através da Equação 2. Desta forma, o volume da água é igual ao volume do picnômetro utilizado.

$$D=m/v \quad [2]$$

Para a determinação da densidade de cada biodiesel, encheu-se o picnômetro previamente calibrado com o biodiesel e pesou-se-o. A massa do biodiesel pôde então ser calculada a partir da diferença entre as massas do picnômetro cheio e vazio. Sabendo-se que o volume do biodiesel é igual ao volume do picnômetro e já conhecido os valores de massa utilizados, obteve-se a densidade de cada biodiesel através da equação 2.

2.3. Ácido graxos livres

Para determinação desta propriedade utilizou-se o método AOCS Ca 5a-406. Em um erlenmeyer pesou-se 5 g da amostra e adicionou-se 50 mL de álcool etílico a 95%. Posteriormente, o sistema foi aquecido sobre uma placa térmica até iniciar a ebulição. Em seguida, foi feita a titulação a quente com solução aquosa de NaOH 0,1 N previamente padronizada, usando como indicador 10 gotas de fenolftaleína a 1% até o sistema apresentar a coloração rósea. Esse mesmo procedimento foi aplicado para a solução do branco, ou seja, sem adição de biodiesel. O cálculo para o teor de ácidos graxos livres foi feito utilizando a equação 3.

$$\%AGL=(V*f*28,02)/m \quad [3]$$

Onde: AGL é o teor de ácidos graxos livres, V é o volume (mL) da solução de hidróxido de sódio a 0,1 N; f= fator da solução de hidróxido de sódio e m é a massa (g) da amostra.

2.4. Índice de Saponificação

Para determinar esse índice foi empregado o método Cd 3c – 91 (AOCS, 1993). A princípio, pesou-se 2 g do biodiesel em um erlenmeyer e adicionou-se 20 mL de solução alcoólica de hidróxido de potássio a 4 % m/m. Em seguida adaptou-se o erlenmeyer a um condensador de refluxo aquecendo-se a mistura até sua ebulição, durante 30 minutos. Adicionou-se duas gotas do indicador fenolftaleína e titulou-se a quente com ácido clorídrico 0,5 N previamente padronizado até o desaparecimento da coloração rósea. Para realização do branco o mesmo procedimento foi desenvolvido com exceção da adição do biodiesel. O cálculo do índice de saponificação foi feito utilizando a equação 4.

$$IS=((V_B-V_A)*Ct*28)/m \quad [4]$$

Onde: IS é o índice de saponificação de Koettstorfer, V_A é o volume em mL do HCL 0,5 N, gasto na titulação da amostra; V_B é o volume em mL do HCl 0,5 N gasto na titulação da solução do solvente (branco); Ct é a concentração da solução de HCl; m é a massa (g) da amostra e 28 fator de correção.

2.5. Teor de Umidade

A determinação deste teor foi feita com base no método descrito pela AOCS Bc 2 – 49 (AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY, 1985). Este ensaio foi feito utilizando cápsulas de porcelana previamente lavadas e secas em estufa durante 1 hora a uma temperatura de 105° C. Após serem retiradas da estufa, pôs-se para esfriar no dessecador e, em seguida, foram pesadas (Massa inicial). Depois foram adicionadas 5 g de amostra de biodiesel nas cápsulas e repetido o processo anterior de aquecimento a mesma temperatura durante 1 hora. Após 1 hora a 105°C, as cápsulas foram retiradas da estufa, resfriadas no



dessecador e pesadas (Massa final). O cálculo do teor de umidade foi feito utilizando a equação 5.

$$\%TU = (m1 - m2) / m1 * 100 \quad [5]$$

Onde: TU é o teor de umidade, m1 é o peso (g) da amostra pesada e m2 é o peso, em g, da amostra pesada após o aquecimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para um melhor entendimento dos resultados obtidos, primeiramente é necessário analisar a composição de ácidos graxos presentes e valores de referência de cada óleo de estudo, para posteriormente investigar as demais propriedades. A Tabela 1 e Tabela 2 descrevem a composição de cada óleo, os dois óleos apresentam composição variada de ácidos graxos saturados e insaturados, essa composição age diretamente nos resultados das análises. Todos os ácidos graxos componentes do óleo de soja e algodão são compostos de cadeia longa.

Tabela 1: Composição do óleo de soja.

Ácido graxo	Valores de referência (%)
Mirístico (C14:0)	< 0,5
Palmítico (C16:0)	7,0 - 14,0
Palmitoleico (C16:1)	< 0,5
Esteárico (C18:0)	1,4 - 5,5
Oleico (C18:1)	19,0 - 30,0
Linolênico (C18:3)	4,0 - 11,0
Araquídico (C20:0)	< 1,0
Eicosenoico (C20:1)	< 1,0
Behênico (C22:0)	< 0,5

Fonte: www.campestre.com.br / Adaptado

Tabela 2: Composição do óleo de algodão.

Ácidos graxos	Valores de referência (%)
Mirístico (C14:0)	0,4 - 2,0
Palmítico (C16:0)	17,0 - 31,0
Palmitoleico (C16:0)	0,5 - 2,0
Esteárico (C18:0)	1,0 - 4,0
Oleico (C18:1)	13,0 - 44,0
Linoleico (C18:2))	33,0 - 59,0
Linolênico (C18:3)	0,1 - 2,1
Araquídico (C20:0)	< 0,7
Behênico (C22:0)	< 0,5
Erúcido (C22:1)	< 0,5
Lignocérico (C24:0)	< 0,5

Fonte: www.campestre.com.br / Adaptado

Após análise referente à composição de cada óleo, segue-se a descrição referente às análises realizadas. A primeira propriedade analisada foi os Ácidos Graxos Livres, sendo importante ressaltar que não houve a presença desses nas amostras de biodiesel sintetizado com os respectivos óleos em estudo, o AGL (teor de ácidos graxos livres) foi igual a zero para todas as amostras, o que é um indicativo de que a reação de transesterificação ocorreu de forma satisfatória.

O teor de ácido graxos livres se relaciona com o rendimento da reação, ou seja, se os teores dessa propriedade forem muito baixo o rendimento da reação vai ser alto, tal fato se comprova com os dados encontrados, 88% de rendimento para o biodiesel sintetizado a partir do óleo de algodão e 92,47% para o sintetizado com óleo de soja.

A umidade foi mais uma das propriedades analisadas, a Figura 1 mostra os valores encontrados para o óleo de soja e algodão. Como se pode verificar na Figura 1 a umidade do biodiesel sintetizado a partir do algodão foi quase duas vezes maior que a umidade do biodiesel sintetizado com o óleo de soja, mostrando que o processo de secagem do biodiesel não foi eficiente, apesar dos pequenos valores obtidos.

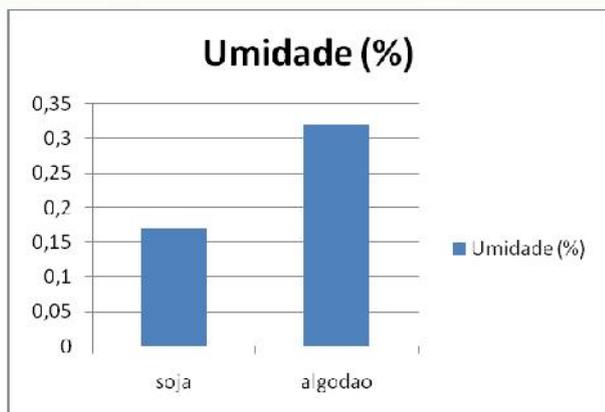


Figura 1: Teor de umidade (%) presente nos biodieseis de soja e algodão.

O Índice de Saponificação foi outro parâmetro avaliado, o mesmo é caracterizado como a massa em miligramas de hidróxido de potássio necessários para saponificar (neutralizar) um grama de ácidos graxos (gordura). Os valores referentes ao índice de saponificação esta demonstrado na Figura 2. O biodiesel sintetizado do algodão atingiu um valor de 97,14 mg KOH/g e 96,69 mg KOH/g para o biodiesel sintetizado do óleo de soja.

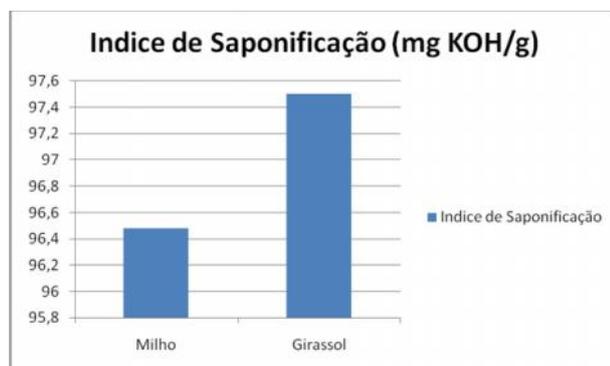


Figura 2: Índice de saponificação presente nos biodieseis de soja e algodão.

Comparando os dados percebe-se que o índice para o biodiesel sintetizado a partir do algodão foi um pouco mais elevado.

Quanto à densidade os valores estão demonstrados na Figura 3.

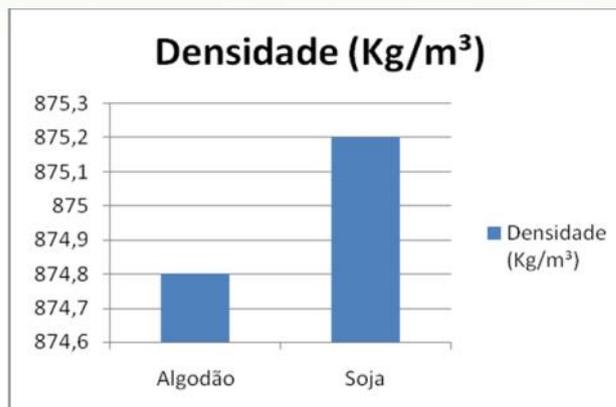


Figura 3: Teor de umidade (%) presente nos biodieseis de soja e algodão.

De acordo ainda com a Figura 3 a densidade para o biodiesel sintetizado do algodão atingiu o valor de 874,8 kg/m³, em contra partida o de soja atingiu 875,2 kg/m³. De acordo com a RESOLUÇÃO ANP n° 45, a densidade deve apresentar valores entre as faixas de 850 kg/m³- 900 kg/m³. Como analisado os valores estão dentro desta faixa.

4. CONCLUSÕES

Diante dos dados obtidos e análises físico-química pode-se concluir que não houve a presença de ácidos graxos livres nos biodieseis, influenciando em resultados satisfatórios para o rendimento da reação de transesterificação. O biodiesel sintetizado do óleo de soja apresentou rendimento maior comparado com o óleo de algodão, demonstrando ser mais apropriado para a síntese de biodiesel quanto a este parâmetro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Resolução Anp N° 14, de 11.5.2012 - Dou 18.5.2012. Brasil.

Campestre: óleos vegetais.
Disponível em:



<http://www.campestre.com.br/oleos_vegetais.shtml>. 25 mar. 2015

DANTAS, H.J. **Aumentar a quantidade de catalisador utilizado ou realizar um processo de purificação** (Gossypium hisutum). 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006

MASIERO, Gilmar; LOPES, Heloisa. Etanol e biodiesel como recursos energéticos alternativos: perspectivas da América Latina e da Ásia. **Revista Brasileira de Política Internacional**, Brasília, v. 51, n. 2, p.1-1, July/Dec 2008.

OLÍMPIO, Tiago César de Abrantes. **Políticas públicas e bioenergia: do ecodesenvolvimento à sustentabilidade**. 2010. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Jurídicas, Políticas Públicas e Bioenergia: do Ecodesenvolvimento À Sustentabilidade, João Pessoa, 2010.

RODRIGUES, Dalila Ribeiro et al. Impacto do aumento da concentração de dióxido de carbono sobre o oídio da videira. In: CAMPEST, 4., 2012, Jaguariúna. **Impactos das Mudanças Climáticas Globais sobre Problemas Fitossanitários**. Jaguariúna: Campest, 2012. p. 1 - 1.

SANTOS, Anne Gabrielle Dias. **Avaliação da estabilidade térmica e oxidativa do biodiesel de algodão, girassol, dendê e sebo bovino**. 2010. 183 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.