

OBTENÇÃO DO BIODIESEL DE *Moringa Oleifera Lam* E DO ECODIESEL NA PROPORÇÃO B5, B10, B20 E B30

Carlos Henrique Catunda Pinto, Luiz di Souza, Anne Gabriella Dias Santos, Luiz Gonzaga de Oliveira Matias, Daniele da Silva Oliveira*, Patrick Nunes Farias

Departamento de Química, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Campus Universitário Central, Costa e Silva, Mossoró, RN 59610-090 Brasil

OBTENÇÃO DO BIODIESEL DE *Moringa Oleifera Lam* E DO ECODIESEL NA PROPORÇÃO B5, B10, B20 E B30

ABSTRACT

Moringa oleifera Lam is an oilseed crop that has the potential for producing biodiesel because it is a culture that fits in various weather conditions, is drought tolerant and produces good amount of oil. Given this work aimed to synthesize and manufacture biodiesel *Moringa* ecodiesel in the proportion of (B5), (B10), (B20) and (B30) and to characterize them by physicochemical analysis and thermogravimetric. The biodiesel was successfully obtained and the physico-chemical properties of the materials showed values in accordance with the standards of the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels (ANP).

Keywords: biodiesel; ecodiesel, *Moringa Oleifera*.

* E-mail: danielequimica@hotmail.com

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas estão sendo colocadas como um dos principais desafios para a humanidade no século XXI, ao lado de outros temas já presentes na agenda pública, como é o caso do combate à pobreza e da geração de trabalho decente. A preocupação específica com relação ao clima diz respeito ao aquecimento global “efeito estufa”, que é gerado pelo excesso de emissão de CO₂ na atmosfera. Grande parte deste excesso deriva do modelo energético global, cuja matriz tem como fonte principal de matéria-prima os recursos naturais não renováveis, especialmente o petróleo.¹

O biodiesel apresenta-se como alternativa energética, devido ao fato de ser um combustível renovável e biodegradável, podendo substituir o diesel mineral sem necessidade de nenhuma modificação nos motores diesel já existente.² O biodiesel pode ser produzido de uma grande variedade de matérias-primas. Estas matérias-primas incluem a maioria dos óleos vegetais e gorduras de origem animal, bem como óleos de descarte.³

Para que o biodiesel seja produzido, óleos vegetais e gorduras animais são submetidos a uma reação química denominada transesterificação. Nesta reação, óleos vegetais e gorduras animais 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 ácidos graxos que é encontrado no óleo vegetal e na gordura de origem animal.³

O biodiesel é miscível com o diesel de petróleo em qualquer proporção. Em muitos países, esta propriedade levou ao uso de misturas binárias diesel/biodiesel, ao invés do biodiesel puro, essa mistura é chamada de ecodiesel.

A *moringa oleifera Lam* é uma planta que tem um grande potencial para a produção de biocombustível no semi-árido nordestino, pois é uma árvore que não apresenta dificuldades quaisquer que sejam os métodos escolhidos para a sua propagação, pode ser pelo plantio direto, produção de mudas a partir de sementes ou de estacas. Adaptam-se bem as condições climáticas tanto do clima semi-árido como sub-úmido, não sendo necessários altos volumes pluviométricos por ano, é tolerante à seca e produz boa quantidade de óleo.⁴⁻⁵

A produção das sementes apresenta grandes variações devido ao manejo da planta, a disponibilidade de água e ao clima podendo chegar a produzir entre 20 a 24 mil sementes por

planta com os cuidados adequados. A semente desta árvore produz um óleo de alta qualidade, chegando a produzir entre 35 a 40 % de óleo.⁶ Este óleo é amarelo claro, podendo ser usado como matéria-prima alternativa regional para a produção de biodiesel no nordeste. A Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), conforme a resolução nº 7/2008, Anexo 1/2008, que trata da qualidade do biodiesel produzido, estabelece padrões de qualidade que devem ser obedecidos.⁷ Para verificar estes parâmetros é necessário monitorar várias propriedades e verificar se as mesmas estão obedecendo a legislação. Este trabalho teve como objetivo, sintetizar o biodiesel, produzir o ecodiesel (B5), (B10), (B20) e (B30), caracterizá-los via propriedades físico-químicas e térmicas e verificar se os mesmos obedecem a legislação vigente.

METODOLOGIA

Extração do óleo de *Moringa Oleifera*

Inicialmente as sementes de moringa foram coletadas no Campus Central da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) - Mossoró/RN. Antes da extração as sementes passaram por um processo de limpeza e tratamento. As sementes ficam encapsuladas numa casca sobre a amêndoa que foi retirada com a ajuda de uma espátula. Em seguida, as sementes foram colocadas na estufa para secagem durante 5 horas a temperatura de 105 °C (tempo necessário para retirada de toda a umidade das sementes). Após serem secas as sementes foram trituradas; o material resultante foi acondicionado em papel de filtro que foi adaptado para formar um sachê, para posterior extração do óleo.

A extração foi realizada por meio do método Soxhlet utilizando como solvente o hexano, em um sistema de refluxo, por 6 horas. O óleo foi separado do solvente (hexano), através de um evaporador-rotativo a pressão reduzida, e purificado por secagem a temperatura de 65 °C por 24 h. O rendimento do óleo no processo foi definido como sendo a massa de óleo extraída em função da massa de semente de moringa usada na extração, (Rendimento (%) = $\text{Massa total de óleo} * 100 / \text{Massa total inicial}$).

Obtenção do biodiesel de *Moringa Oleifera*

O óleo de *Moringa oleifera* foi seco na estufa durante 24 h para a retirada de água residual e foi usado na síntese do biodiesel. A reação foi feita a temperatura ambiente durante 4 h utilizando uma razão de 6:1 álcool/óleo, sendo 70g de álcool para cada 200g de óleo, e 1% de hidróxido de potássio (KOH), como catalisador homogêneo. Ao término da reação, transferiu-se a mistura para um funil de decantação para a separação de fases.

Após 1 h em repouso observou-se nitidamente duas fases, a menos densa contendo os ésteres metílicos (biodiesel) e outra mais densa o glicerol (glicerina), as impurezas e os reagentes em excesso. Depois de 24 h em repouso a segunda fase (glicerina) foi removida do balão, restando apenas os ésteres metílicos, e, em seguida, foi lavada com água morna. Para a avaliação do processo de lavagem foi realizada a medição do pH utilizando fenolftaleína para observar a coloração da água de lavagem como incolor ao fim de sucessivas lavagens. Em seguida, o biodiesel foi seco em uma estufa a 100 °C para eliminar a umidade residual.

Caracterização físico-química do óleo de moringa e seu biodiesel

O óleo e o biodiesel de moringa (B100) foram caracterizados segundo o Regulamento Técnico da ANP nº 1/2008 contida na resolução nº 7/2008. As análises foram realizadas no Laboratório de Catálise, Ambiente e Materiais, LACAM, da UERN fazendo-as em triplicata e o resultado final sendo a média aritmética das análises.

Obtenção do ecodiesel de *Moringa Oleifera Lam*

Foi misturado 95 ml de diesel a 5 ml de biodiesel de moringa (B5), 90 ml de diesel a 10 ml de biodiesel (B10), 80 ml de diesel a 20ml de biodiesel (B20) e 70 ml de diesel a 30 ml de biodiesel (B30). Essas misturas são chamadas de ecodieseis.

Caracterização por termogravimetria

A análise termogravimétrica do óleo e do biodiesel foi feita usando uma termobalança modelo TGA 50 da Shimadzu. As análises foram feitas iniciando-se a 25 °C e indo até 550 °C, a uma razão de aquecimento 10 °C/min., sob atmosfera inerte de nitrogênio, com vazão de 25

mL/min. Foi utilizado um cadinho de platina e as massas das amostras foram de aproximadamente 5,0 mg.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento da reação de transesterificação na produção do biodiesel de *Moringa oleifera Lam* foi de 83,68%, um ótimo rendimento comparado com a literatura. Este rendimento se aproxima de outras oleaginosas como algodão, 92,2 %, girassol, 98,6 %, e ultrapassa o valor encontrado para o dendê, 74,8 %.⁸

As propriedades físico-químicas, viscosidade, índice de acidez, densidade, e água e sedimento, dos ecodieseis B5, B10, B20 e B30, juntamente com a do biodiesel puro, são discutidas separadamente a seguir.

Viscosidade

A Figura 1 apresenta os valores de viscosidade do diesel e biodiesel puros, além dos valores para os ecodieseis. O biodiesel apresenta uma viscosidade mais elevada que o diesel e os ecodieseis, sendo que, na medida em que se aumenta a quantidade de biodiesel no ecodiesel, ocorre um aumento diretamente proporcional na viscosidade. Esse comportamento já tem sido esperado, em função da miscibilidade total existente entre os líquidos. A viscosidade é influenciada pelas propriedades do ácido oléico (C18:1), ácido graxo presente em grande quantidade no óleo de moringa que promove as interações intermoleculares, como as forças Van der Waals que se acentuam devido a uma grande massa molecular por parte da molécula, contribuindo para o aumento do tempo de escoamento do biodiesel na medida. O diesel tem a menor viscosidade por haver um hidrocarboneto que se empacota melhor, aumentando as interações intermoleculares.

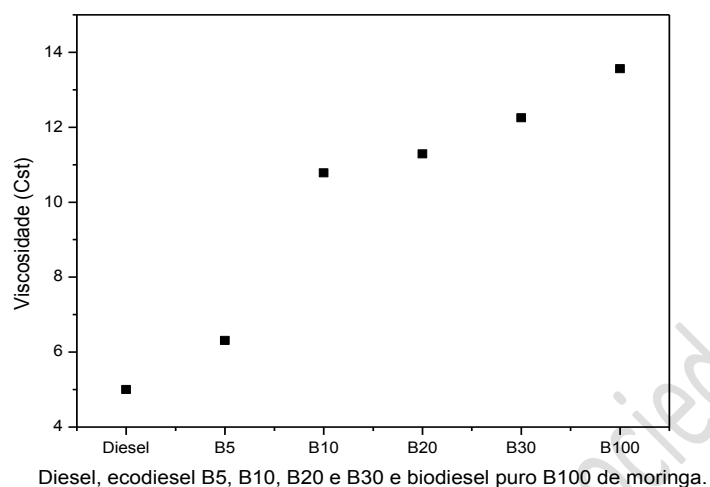


Figura 1. Variação da viscosidade em função da quantidade de biodiesel no ecodiesel.

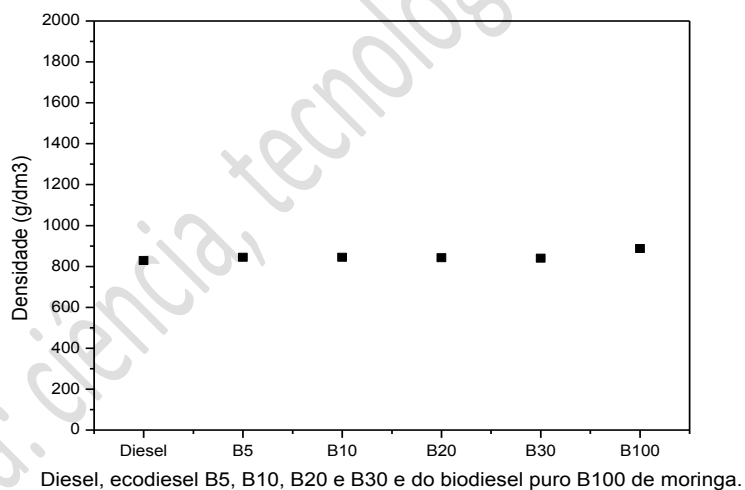


Figura 2. Variação da densidade em função da quantidade de biodiesel no ecodiesel.

O biodiesel e os ecodieseis apresentaram valores de viscosidade acima da norma estabelecida pela ANP que é de 3,0 - 6,0 para o biodiesel e de 2,5 - 5,5 para o ecodiesel.⁹

Densidade

Como pode ser observado na Figura 2, a densidade do diesel, dos ecodieseis B5, B10, B20 e B30 e do biodiesel puro B100 não apresenta variações significativas na densidade com a variação da quantidade de biodiesel. Da mesma forma que a viscosidade, a densidade também é influenciada pelas propriedades do ácido oléico. A molécula apresenta uma insaturação no carbono 9, o que dificulta as interações das forças de Van der Waals devido à conformação *cis*, diminuindo tanto a área de contato entre as moléculas como as forças de dispersão. Isso dificulta a agregação entre as moléculas, o que impede o empacotamento pelo aumento do espaço entre as moléculas, resultando em aumento da densidade. Os resultados mostraram que tanto o biodiesel como os ecodieseis B5, B10, B20 e B30 apresentaram valores de densidade dentro das normas estabelecidas, 875 - 900 g/cm³ para o biodiesel e 820 – 880 g/cm³ para os ecodieseis.⁵

Índice de Acidez

Os valores obtidos no índice de acidez para o biodiesel e os ecodieseis B5, B10, B20 e B30 de moringa estão dentro da especificação, que é de 0,5 mg de KOH/g, como pode ser observado na Figura 3. Comparando o biodiesel com o ecodiesel, observa-se que os valores deste são menores e bem próximos dos valores do biodiesel. Este resultado se deve à pequena quantidade de biodiesel presente, já que a acidez do diesel é zero. No que diz respeito à corrosão, observa-se que tanto o biodiesel como os ecodieseis são pouco ácidos e, portanto, pouco agressivos aos componentes do motor. Além disso, o baixo índice de acidez do óleo minimiza as reações indesejadas, como a saponificação dos ácidos graxos livres promovida pelo meio básico do catalisador durante a reação.¹⁰

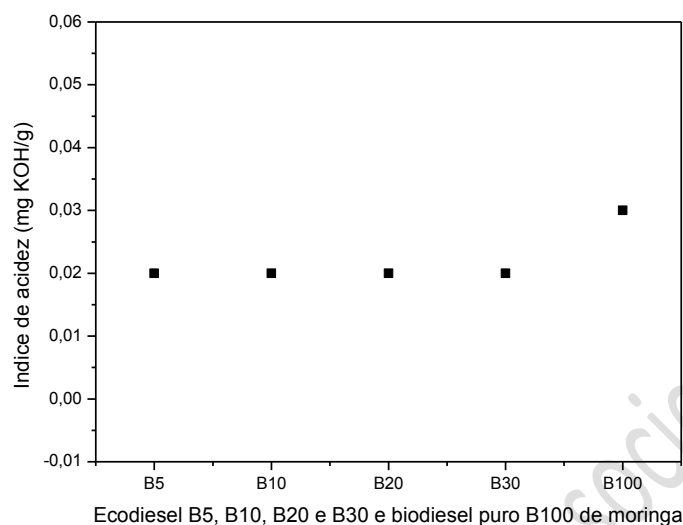


Figura 3. Variação do índice de acidez em função da quantidade de biodiesel no ecodiesel.

Água e Sedimentos

Na Figura 4 podemos observar que o diesel, o biodiesel e os ecodieseis B5, B10, B20 e B30 não apresentaram resíduos de água e sedimentos, o que é bastante satisfatório e evidencia a pureza dos materiais iniciais. Evidencia também a eficiência do processo de lavagem e de purificação do biodiesel, além do que não houve contaminação durante a preparação e análise dos ecodieseis. Estes valores eram esperados e são coerentes com os determinados em trabalhos anteriores.⁵

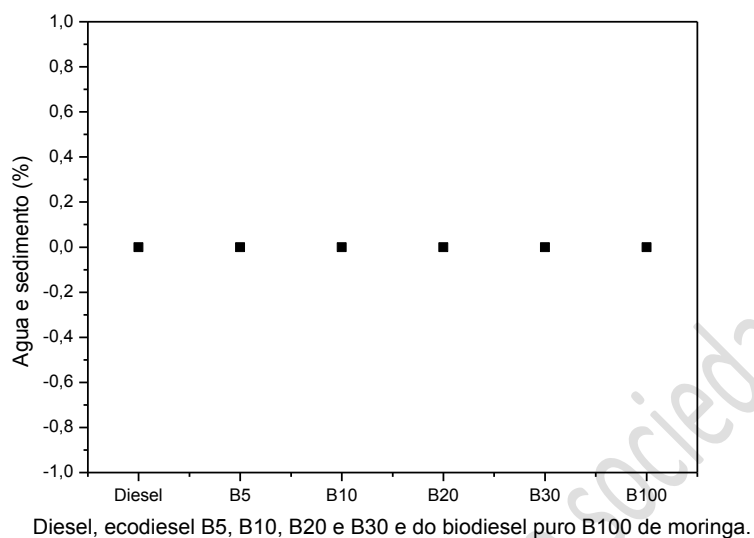


Figura 4. Variação de água e sedimentos em função da quantidade de biodiesel no ecodiesel.

Termogravimetria

As curvas TG/DTG do óleo e do biodiesel podem ser visualizadas nas Figuras 5a e 5b. Pode-se observar que o óleo de *Moringa oleífera Lam* apresentou três eventos térmicos, o primeiro a uma temperatura máxima de 91,4 °C ocorre devido ao fato do óleo conter uma pequena quantidade de água residual; o segundo ocorre a uma temperatura de 410,7 °C, sendo o maior evento e se deve à decomposição do ácido graxo majoritário; o terceiro, a uma temperatura de 450 °C, pode ser atribuído à presença de ácidos graxos minoritários de maior massa molar e/ou de impurezas existentes no óleo. Em relação à curva termogravimétrica do biodiesel, observou-se que houve uma única perda de massa quando atingiu a temperatura de 229,4 °C, que pode ser atribuída à volatilização e/ou decomposição dos ésteres metílicos constituintes do material. O resultado mostra que, de acordo com Santos *et. al.*⁸, a conversão foi de 99,9% de triglicerídeos em ésteres metílicos. Este valor é bem maior do que o rendimento obtido na reação, o que é um indício de que o processo de reação foi muito eficiente na conversão dos ácidos em ésteres. Os resultados do biodiesel também confirmam a ausência de água e sedimentos nas amostras, o que é evidenciado pela ausência de pico na região de 100 °C e pela ausência de resíduos no final da curva de TG.

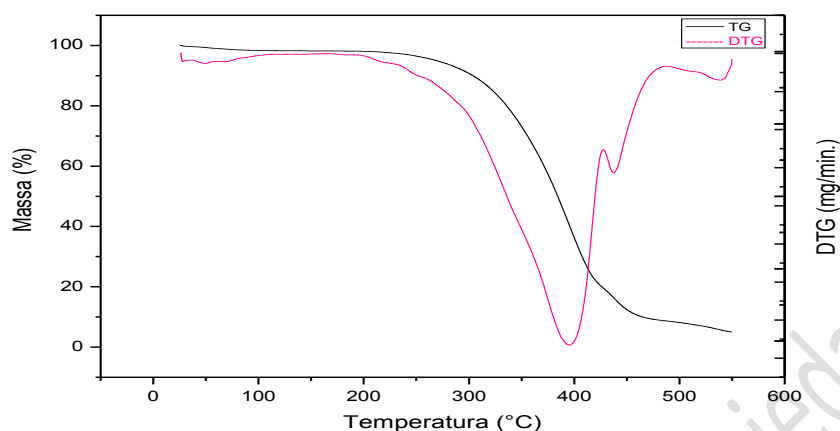


Figura 5a. Termogramas (TG/DTG) do óleo de *Moringa oleifera* Lam.

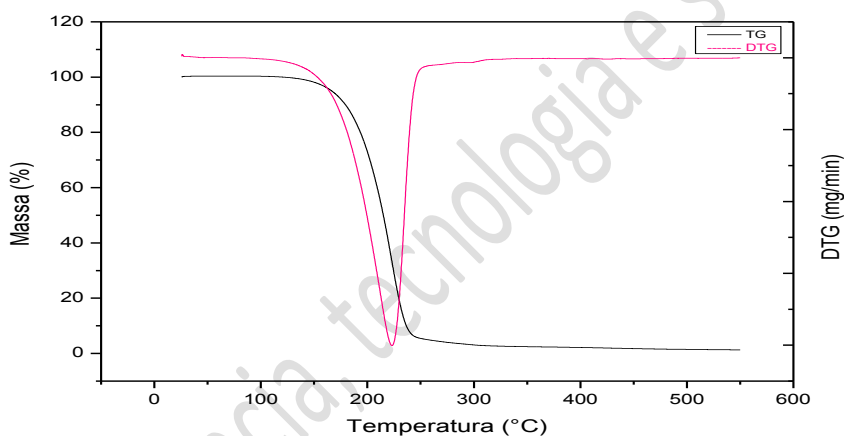


Figura 5b. Termograma (TG/DTG) do biodiesel de *Moringa oleifera* Lam.

CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que o rendimento da reação de transesterificação foi de 83,68 % e a conversão de triglicerídeos em ésteres metílicos foi de 99,9 %. As características físico-químicas densidade, água e sedimentos e índice de acidez do biodiesel de moringa e dos ecodieseis B5, B10, B20 e B30 apresentaram-se de acordo com as normas da Resolução nº 07/2008 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Exceto para a viscosidade, não ocorreram alterações significativas nas propriedades físico-químicas medidas com o aumento do conteúdo de biodiesel no ecodiesel. A viscosidade do biodiesel e dos ecodieseis B5, B10, B20 e B30 estavam acima do permitido pela legislação. A técnica de

TG/DTG foi útil na determinação da conversão e também na confirmação da pureza do biodiesel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MATTEI, L. F., Programa nacional para produção e uso do biodiesel no Brasil (PNPB): trajetória, situação atual e desafios. Disponível em <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio /PNPB_ trajetoriaedesafios_000g6u32wq802wx5ok0wtedt3y8oturi.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/PNPB_trajetoriaedesafios_000g6u32wq802wx5ok0wtedt3y8oturi.pdf)> acessado em 13 de novembro de 2012 às 20:18 horas.
- [2] BARROS, E. V; ENGEVISTA, v9, n.1, p. 47-56, 2007.
- [3] KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J.; RAMOS, L. P. Manual de Biodiesel. São Paulo: Edgard Blücher, v16, p. 340, 2006.
- [4] ESPLAR; Moringa. Disponível em: <<http://www.esplar.org.br/publicacoes/moringa.htm>>. Acesso em: 13 novembro 2012.
- [5] OLIVEIRA, D. S.; Fonseca, D. S.; Farias, P. N. Bezerra, V. S.; Pinto, C. H. C.; L. D. Souza, L. D.; Santos, A. G. D.; Matias. L. G. O. Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de *Moringa oleífera Lam.* Revita Holos, ISSN 1807-1600. RN 2012.
- [6] RURAL BIOENERGIA. Disponível em: < <http://www.ruralbioenergia.com.br/default.asp?tipo=1&secao=moringa.asp> >. Acesso: 13 novembro 2012.
- [7] Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. RESOLUÇÃO nº 7, de 19/03/2008-DOU-20/03/2008. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel.asp>>. Acesso em: 13 novembro 2012.
- [8] SANTOS, A. G. D. Dissertação (Mestrado em Química), UFRN, Natal, RN 2010.
- [9] SOUZA, L.D.; SANTOS, A.G.D.; BARROS NETO, E.L.; NUNES, A.O.; Caracterização padronizada de óleos, diesel e biodiesel produzidos ou consumidos no RN. Revista química no Brasil, v.1, n.2, 2007.

- [10] DANTAS, M. B.; CONCEIÇÃO, M. M.; SOUZA, A. G. Obtenção, Caracterização e estudo termoanalítico do biodiesel de milho, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil, 2006.

Química: ciência, tecnologia e sociedade