

BIODIESEL DE MACAÚBA OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

CARMO, Ana Beatriz Borri¹; SILVA, Gabriel Cosme Souza²; SILVA, Grazielly Felix³; TANI, Patrícia de Oliveira⁴; SANTOS, João Paulo Moreira⁵; BRANDÃO, Wesley Vieira⁶; BENJAMIN, Wilson de Sousa⁷

1,2,3,4,5,6,7 - Universidade de Uberaba, Bacharelado em Engenharia Química, Campus Aeroporto, Avenida Nenê Sabino, 1801, Bairro Universitário, CEP 38055-500, Uberaba – MG, Brasil.

³ - E-mail: grazi321_felix@hotmail.com

⁷ - E-mail: gestor.quimica@uniube.br

Resumo

Observando-se a veemente necessidade de combustíveis que não causem impactos ambientais significativos e negativos ao planeta e o reaproveitamento sustentável de frutos da flora brasileira, a sintetização e caracterização de um biodiesel a partir do extrato oleoso da *Acrocomia aculeata* ((Jacq.) Lodd. ex Mart.) foi proposto neste trabalho. O processo para a sua obtenção iniciou-se na colheita dos frutos de modo sustentável, seguindo com a confecção de uma prensa manual, a extração e caracterização do óleo (com os testes de acidez, pH, umidade, densidade, viscosidade), transesterificações via básica e com etanol para obtenção do biodiesel e análises do mesmo segundo parâmetros estabelecidos em determinadas bibliografias. Dentre da parametrização do biodiesel sintetizado, atenta-se aos teores de água, acidez e cinzas para um biodiesel de qualidade, pois valores altos destas características no biodiesel podem ocasionar a deterioração mais rápida e, assim, diminuir a vida útil dos motores, e/ou o não funcionamento correto do motor. Mas estes não excluem a veemente necessidade dos testes de densidade e viscosidade (evitam o entupimento dos injetores de combustíveis) e pH. Considerando-se todos os biodieseis sintetizados, aquele que melhor se enquadra

nestes parâmetros arremete-se ao que utilizou o óleo da amêndoa tendo como catalisador o hidróxido de sódio uma vez que os valores de umidade, acidez e cinzas (1,041%; 1,692mg; 0,0014 Na e 0,0043 K; respectivamente). Também se observou a viabilidade econômica, pois o hidróxido de sódio, assim como o etanol, é barato e de fácil obtenção.

Palavras-chave: Biodiesel parâmetros. *Acrocomia aculeata*. Transesterificação.

1 Introdução

O aumento demográfico, o esgotamento das fontes naturais de petróleo e o alto valor deste têm estimulado a pesquisa e a produção de biodiesel a partir de óleos e gorduras animais e/ou vegetais que, segundo (RAMOS, 2003), tenha foco fundamental em um combustível menos impactante ao meio ambiente. Entende-se por biodiesel a mistura de alquilésteres lineares, obtida da transesterificação dos triglicerídeos com álcoois de cadeia curta, produzindo o glicerol. (TAPANES, 2013).

Citam-se inúmeras vantagens deste sobre o petróleo, como a sua produção, e o fato de provir de fontes renováveis. Sua combustão não é tóxica e possui menor viscosidade, elevando a lubrificação do motor. No Brasil, desde 2008 há adições de porcen-

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

tagens de biodiesel ao diesel mineral, sendo que a mesma tende a aumentar anualmente (TAPANES, 2013). Cogitando-se em exportações deste para grandes consumidores, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Além da soja têm-se outras fontes de biodieseis. A macaúba ou bocaiúva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) é uma palmeira de médio a grande porte, frutífera, arborescente, espinhosa, tipicamente brasileira e com abundante distribuição geográfica pela América Latina. (MOREIRA et al, 2009).

Da macaúba extrai-se muito óleo em uma mesma estrutura morfológica (ou da polpa ou da amêndoa), apresentando enormes vantagens que a soja, uma vez que produz de 3,0 a 5,0m³/hectare de óleo enquanto a soja produz de 700 a 800 litros. Assumindo importante papel para a produção de biodiesel (AGROSOFT BRASIL, 2014). O óleo da macaúba, em geral, apresenta alto índice nutritício. Com diversas utilizações, desde cosméticos a alimentos. (CICONINI et al, 2010).

Observando-se este potencial energético renovável, buscou-se a síntese e caracterização do biodiesel dos extratos deste fruto oleaginoso. Com observância à sustentabilidade e a preservação do meio ambiente.

2 Materiais e Métodos

Extração do Óleo de Macaúba

Os frutos foram colhidos no chão (observando a integridade da casca) na região sob as coordenadas 19°37'19.3"S 46°57'05,9"W (Araxá-MG). Armazenados em sacos plásticos e acondicionados a frio por cinco dias em uma caixa térmica. Higienizou-os por imersão em água com sabão por 10min, enxague e limpeza com etanol 70°GL. Após secagem, as cascas fo-

ram removidas manualmente com a utilização de um martelo. De posse de uma faca afiada removeu-se cuidadosamente a polpa da amêndoa e secou-as em micro-ondas por trinta minutos. Repetiu-se o mesmo processo com a amêndoa.

Alimentou-se a prensa com pedaços de macaúba e fechou-a. O movimento do êmbolo contra a tampa da prensa os pedaços de polpa, liberando o óleo através da chapa perfurada fazendo-o escorrer pelo furo da tampa. Repetiu-se o procedimento com a amêndoa.

Obtenção do biodiesel

Escolheram-se dois catalisadores para a síntese do biodiesel: hidróxido de sódio e hidróxido de potássio. Permutaram-se as proporções utilizadas de óleo:álcool sendo que a primeira proporção foi a de 2:1 (baseado na literatura proposta por FERRARI et al., 2005 modificada) e a proporção de 1:1 idealizada pelos autores, para parâmetros comparativos. Aferiu-se 50mL de óleo e 25mL de uma solução alcoólica de hidróxido de sódio à 10 g/L (FERRARI et al., 2005. Modificado). Procedeu-se com a mesma proporção para o óleo da amêndoa. Para a proporção de 1:1 foi somado 50mL de óleo com 50mL da solução alcoólica de hidróxido de sódio 10 g/L. Repetindo-se o procedimento com o óleo da amêndoa. Uma solução alcoólica de hidróxido de potássio 10 g/L foi utilizada em substituição do hidróxido de sódio quanto houve a mudança no catalisador repetindo o procedimento com os dois óleos e as duas proporções.

Manteve, em todos os casos, a mistura óleo/solução em sistema por refluxo à temperatura de 40°C por trinta minutos, sob agitação moderada. Após reação o mesmo foi transferido para um funil de separação, realizando a

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

lavagem do balão de reação com água destilada neutra até obter um pH na faixa de 6,0 a 8,0.

Caracterização do óleo (polpa e amêndoa) e do biocombustível.

(Todas as análises foram realizadas em triplicata.)

Umidade:

Pelo método da estufa com areia como fase mobilizante. Secou-se uma massa de areia a 120°C. Aferiu-se novamente a massa após a secagem (usa-se em média de 15g de areia seca para cada análise). Acrescentou-se 10g do óleo ou 3g de biodiesel secando novamente a 70°C por três horas. Aferiu-se a massa total e calculou a massa final da amostra. A fórmula (1) permite o cálculo da umidade:

$$\%H_2O = \frac{(m_t - m_s)}{m_t} \quad (1)$$

Onde, m_t = massa total de óleo; m_s = massa de óleo após a secagem.

Acidez

A partir da titulação de alíquotas de 1,0g para o óleo ou 0,5g de biodiesel. Sendo que para cada 1,0 grama de amostra requer 50mL de etanol absoluto. Como titulante, uma solução aquosa de NaOH de 0,1N e 1mL de fenolftaleína. A fórmula (2) permite calcular a acidez da amostra em mg de NaOH/g.

$$IA\% = \frac{V_{NaOH} \cdot N \cdot 28,2}{m_a} \quad (2)$$

Onde, V_{NaOH} = volume de NaOH gasto; N = concentração do NaOH; m_a = massa da amostra utilizada na titulação; $28,2$ = índice de correção para o ácido oleico.

Densidade

Por picnometria. Em todos os casos o picnômetro foi aferido e cuidadosamente limpo. Com a massa da amostra contida no picnômetro e o volume

deste, utilizou-se a fórmula (3) para o cálculo de densidade.

$$\rho = \frac{m_a}{V_{pic}} \quad (3)$$

Onde, m_a = massa da amostra; V_{pic} = volume do picnômetro.

Viscosidade

Pelo viscosímetro de Ostwald. Calibrou adequadamente o aparelho e, após quantificar o tempo que a água escorre pelo viscosímetro, cronometrou o tempo de cada amostra (óleo e biodiesel). Com o uso da fórmula (4), obteve-se a viscosidade em centipoise (cP).

$$\frac{\mu_{H_2O}}{\mu_a} = \frac{d_{H_2O} \cdot t_{H_2O}}{d_a \cdot t_a} \quad (4)$$

Onde, μ_{H_2O} = viscosidade da água; μ_a = viscosidade da amostra; d_{H_2O} = densidade da água; t_{H_2O} = tempo que a água leva para ir da primeira marca à segunda marca; d_a = densidade da amostra; t_a = tempo que a amostra leva para ir da primeira marca à segunda marca.

pH

Usando-se fitas indicadoras de pH aferiu-se, de cada amostra de óleo e biocombustível, sendo que para o biodiesel, o pH foi analisado durante a lavagem do biocombustível.

Cinzas

Aferiu-se a massa de 0,5g de biodiesel e pirolisou-o à 250°C por 1 h em cadinho de porcelana no forno mufla. Depois, elevou-se a temperatura a 600°C e calcinou a amostra por 4 h. Findo o tempo, lavou-se o cadinho com 10mL uma solução de HNO₃ à 1,0% v/v e diluiu-se para 50mL lavando cuidadosamente o cadinho com água destilada. Analisou-se em fotômetro de chama para quantificar o teor de potássio e sódio. (LÔBO et. al, 2009. Modificado)

3 Resultados

www.uniube.br/entec - UNIUBE Campus Aeroporto – Uberaba/MG

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

Rendimento e análises do óleo de macaúba

Uma massa de 722,425g após secagem demonstrou uma umidade de 14,045% m/m, reduzindo-se a massa de 418,695g e desta obteve-se 64mL de óleo (14, 101% m/m). Quanto ao óleo da amêndoa o rendimento foi de 8%. A Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização do óleo de macaúba da polpa e da amêndoa

	Polpa	Amêndoa
Umidade (% H ₂ O)	49,03	0,522
Acidez (mg NaOH/g)	41,266	4,042
ρ (g/cm ³)	0,915 (22°C)	0,915 (26°C)
μ (cP)	61,313 (22°C)	33,103 (26°C)
pH	6,0 ~ 7,0	6,0 ~ 7,0

Fonte: Autores.

Análises do Biodiesel

Com o óleo parametrizado, procedeu-se a síntese do biodiesel. Utilizando-se dois catalisadores, duas proporções e dois tipos de óleo. O ANEXO A apresenta a Tabela 2 – Convenções simples e a Tabela 3 – Caracterização do Biocombustível do Óleo da Macaúba com resultados destas análises.

4 Discussão

O baixo rendimento do óleo da amêndoa advém da dificuldade de extração. Para o óleo da polpa o alto rendimento sustenta a afirmativa de este fruto ser mais oleaginoso que a soja. Sendo este alto rendimento provém da excessiva quantidade de óleo contido nas estruturas da planta. Em comparação com os parâmetros expostos pelo CETEC (2005), a densidade está dentro do aceitável para os dois óleos. A viscosidade apresentou divergências devido à temperatura do experimento. A acidez resultou em um valor abaixo

do referenciado, o que é adequado. O manuseio e a operação do fruto interferem significativamente nestes valores.

Nos biodieseis (vide ANEXO A com os resultados) a amostra 7 teve baixo rendimento em comparação com os outros, assim a densidade e a viscosidade não puderam ser determinadas. Para umidade, há inconclusividade de resultados para as amostras 1, 2, 4, 6 e 8 (a massa seca foi maior que a úmida, levando a um teor de umidade negativo). Nas bibliografias consultadas o método empregado é o da ABNT 11348-05 (umidade de Karl Fischer), logo não há parâmetros de comparação neste caso, tanto para o óleo quanto para o biodiesel. Contudo entre as amostras analisadas a número 3 e 7 a umidade foi consideravelmente baixa. Levando a redução da corrosão do motor.

A acidez deve estar abaixo de 0,571 mg NaOH/g (segundo a ANP), mas nenhuma das amostras se enquadraram neste parâmetro. A síntese a partir do óleo da polpa tem maior acidez, mas uma transesterificação via ácida reduziria este parâmetro. Para a massa específica, os biodieseis das amostras 1, 4 e 8 enquadram-se nos parâmetros da ANP (entre 800 kg/m³ e 900 kg/m³). Quanto aos outros, faz-se necessário descobrir outros métodos de modo a reduzir este parâmetro. Pela ANP, a viscosidade cinemática ideal é de 0,03 a 0,06 cm².s⁻¹ que foi evidenciado na amostra 5. Índices de viscosidade altos influenciam na queima e podem originar fuligem. Devido à contaminação cruzada na calcinação das amostras (as amostras foram calcinadas juntas), houve índices de potássio em amostras com sódio e vice-versa. Por isso analisou-se todas as amostras em fotômetro em duas curvas de calibração e determinou o sódio e o potássio de cada uma. Dependendo do cata-

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

lisador, há elevados níveis de sódio nos catalisados por NaOH e altos níveis de potássio nos que utilizaram KOH, sendo as amostras 4 e 6 exceções à regra. A amostra 7, assim como todas as sintetizadas a partir do óleo da amêndoa, tiveram índices de cinzas baixos. Este índice quantifica a pureza do biodiesel e a quantidade de catalisador residual no mesmo. A lavagem do biodiesel foi eficiente a ponto de a faixa de pH estabilizar entre 6,0 e 8,0 garantindo um caráter essencialmente neutro ao biocombustível sintetizado.

5 Conclusão

Acidez, umidade, e cinzas caracterizam um bom biodiesel, portanto a amostra 7 (biodiesel do óleo da amêndoa da macaúba com catalisador KOH na proporção de 1:1) é a próxima da idealidade. Contudo a densidade e a viscosidade não puderam ser aferidas, contudo infere-se que sejam baixas pelos resultados obtidos dos outros biocombustíveis de mesmo catalisador e tipo de óleo. Analisando os resultados percebe-se que o biodiesel de macaúba pode ser utilizado e há possibilidade de ampliação do processo para escala industrial.

6 Referências

AGROSOFT BRASIL. **Embrapa lidera rede de pesquisas sobre a palmeira de macaúba.** Disponível em: <<http://macaubanet.blogspot.com.br/2014/02/video-embrapa-lidera-rede-de-pesquisas.html>>. Acesso em: 09 mar. 2015.

CICONINI, C., FAVARO, S. P., SOUZA, C. F. T., MIYAHIRA, M. A. M., CORRÊA, A., PLEIN, G. S., SOUZA, J. L. C., SANTOS, G. P. **Óleo da polpa de macaúba: variabilidade das características físico-químicas em plantas do Mato Grosso do Sul.** In: IV Congresso

Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas. João Pessoa – PB, 2010.

FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. S.; SCABIO, A. **Biodiesel de soja: Taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia.** Química Nova. Vol. 28. Nº 1. São Paulo, Jan/Feb. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000100004>. Acesso em 22 maio 2015.

LÔBO, Ivon Pinheiro; FERREIRA, Sérgio Luis Costa; CRUZ, Rosenira Serpa da. **Biodiesel: Parâmetros de Qualidade e Métodos Analíticos.** Química Nova, Vol. 32, nº 6, p. 1596-1608, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n6/44.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2015.

MOREIRA, J. M. M. A. P.; SOUSA, T. C. R. de. **Macaúba: oportunidades e desafios.** Planaltina, DF: Embrapa Cercados, 2009. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/163/>>. Acesso em: 08 mar. 2015.

RAMOS, Luiz Pereira; KUCCK, Karla Thomas; DOMINGOS, Anderson Kurunczi, WILHELM, Helena Maria. **Biodiesel: Um projeto de sustentabilidade econômica e socioambiental para o Brasil.** Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, ED.

TAPANES, Neyda de La Caridad OM; ARANDA, Donato Alexandre Gomes; PEREZ, Rodolfo Salazar; CRUZ, Yordanka Reyes. **Revista AS&T.** Volume 01, n. 01, Feb. 2013. Disponível em: <<http://www.uezo.rj.gov.br/ojs/index.php/ast/article/view/11/10>>. Acesso em: 14 mar. 2015.

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

ANEXO A - Tabelas de caracterização do biodiesel

Tabela 2: Convenções simples

Número da Amostra	Catalisador	Proporção	Tipo de Óleo
1	KOH	2:1	Polpa
2	NaOH	1:1	Polpa
3	KOH	1:1	Polpa
4	NaOH	2:1	Polpa
5	NaOH	2:1	Amêndoa
6	NaOH	1:1	Amêndoa
7	KOH	1:1	Amêndoa
8	KOH	2:1	Amêndoa

Fonte: Autores

Tabela 3: Caracterização do Biocombustível do Óleo da Macaúba

Biodiesel	Umidade (% H ₂ O)	Acidez (mg NaOH/g)	Densidade (g/cm ³)	Viscosidade (cP) à 24°C	Cinzas (% m/m)	
					Na	K
1	?	37,788	0,874 ¹	41,362	0,0648	0,2789
2	?	29,328	0,917	54,925	0,0841	0,0052
3	1,079	32,148	0,912 ¹	39,132	0,0621	0,2354
4	?	34,968	0,872 ¹	39,203	0,0036	0,0052
5	7,110	1,692	0,951	13,151	0,0538	0,0062
6	?	2,256	0,928 ¹	2,899	0,0027	0,0046
7	1,041	1,692	*	*	0,0014	0,0043
8	?	2,256	0,877 ¹	34,598	0,000062	0,0043

Fonte: Autores