



FORMULÁRIO PARA RELATÓRIO FINAL

1. Identificação do Projeto

Título do Projeto PIBIC/PAIC

PIB-E/0132/2015 - Produção, caracterização, otimização e validação da qualidade do biodiesel produzido a partir do óleo do babaçu

Orientador

Valdomiro Lacerda Martins

Aluno

Felipo Giovani Feitosa Russo

2. Informações de Acesso ao Documento

2.1 Este documento é confidencial?

SIM

NÃO

2.2 Este trabalho ocasionará registro de patente?

SIM

NÃO

2.3 Este trabalho pode ser liberado para reprodução?

SIM

NÃO

2.4 Em caso de liberação parcial, quais dados podem ser liberados?

Especifique.



3. Introdução

Com o aumento do preço do petróleo nas últimas décadas, decidiu-se resgatar a ideia inicial dos motores a diesel, que surgiu no fim do século XIX. Ruldolf Diesel foi o inventou do motor a diesel, sua ideia original era desenvolver um motor que funcionasse à base de uma variedade de óleos entre eles o vegetal, mas as barreiras técnicas da época não permitiram a utilização do óleo vegetal como combustível, pois, estes geravam resíduos após sua queima na câmara de combustão, assim inviabilizando a ideia (1).

Com o avanço da tecnologia no campo da química e da mecânica, os motores a diesel começaram a ser convertido a biodiesel sem modificações estruturais, assim, o biodiesel começou a constitui uma alternativa importantes para os combustíveis derivados do petróleo (2). Buscando nova alternativa energética para baratear o acesso a energia no Brasil o Governo Federal vem buscando fazer com que o país venha possuir a vanguarda da tecnologia de produção de biocombustível para poder fomentar a redução da importação do óleo diesel, criando uma politica de estado através do Ministério da Ciência e Tecnologia para promover a pesquisa.

Visando obter a dianteira dos estudos de produção de biocombustíveis, o governo federal lançou o Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel no ano de 2002 o (PROBIODIESEL) sobre a Portaria no. 702 do MCT, de 30 de outubro de 2002. Este programa governamental tem o objetivo de promover e viabiliza a produção e comercialização do biodiesel de modo a atingir sua viabilidade técnica e econômica (3).

No ano 2005 lança-se mão, mas uma vez de um programa energético que visa fomentar a produção de biocombustível através de oleaginosas presentes em nossa produção agrícola, através do decreto de lei nº11.097 de janeiro de 2005, que vem a ser o Programa Nacional de Produção e uso de Biodiesel (PNPB) (ANP, 2005) (4). Neste programa foram prospectadas metas comerciais para as misturas de biodiesel com diesel, sendo a mistura de 2% de biodiesel em óleo diesel conhecida como B2, esperando-se participação do biodiesel para 2020 em torno dos 20% B20 (5).



Além dos fatores econômicos, o impacto ambiental é muito menor, pois não gera tantos poluentes em sua queima quanto o combustível fóssil (6).

No Brasil, inúmeros estudos têm sido realizados com diferentes oleaginosas para produção de biodiesel. Nesses estudos vem sendo avaliadas as potencialidades bioenergéticas de cada região, a fim de que a produção de biodiesel possa cumprir uma das suas funções sociais que é gerar emprego e renda no campo. No Norte e especificamente no Amazonas uma das oleaginosas com potencial para produção de biodiesel na região é o babaçu (7).

Cientificamente conhecido como *Orbignya martiniana*, o babaçu é uma espécie vegetal que pertence a família palmácea, com grande ocorrência na região norte e nordeste do Brasil (8).

Na área de preservação, esse programa de produção biodiesel possui vantagem socioambiental para a Amazônia, pois se for estabelecido que um percentual do biodiesel utilizado na mistura com o diesel seja produzido por associações e cooperativas de agricultores familiares instalados na região norte (9), haverá um apelo pelo biocombustível da Amazônia, sendo o modelo econômico da região favorável para o tipo de produção.

O modelo econômico da Amazônia se baseia em extrativismo, o que garantiria a dinâmica do dinamismo econômico da região, não ficando de fora o babaçu da floresta amazônica, fonte de óleo oriundo do trabalho dos povos tradicionais que possui peça chave na conservação da Amazônia, onde seu sustento é provido da floresta tendo como agentes diretos na manutenção da preservação da floresta (10).

Nesse contexto, dada às características favoráveis da região, o presente trabalho visa explorar as potencialidades do óleo do babaçu para fins de produção de biodiesel por rota metálica catalisada por hidróxido de sódio utilizando transesterificação de triglicerídeos (11).

4. Justificativa



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

RELATÓRIO FINAL PIBIC/PAIC 2015-2016



UFAM

Por haver um crescimento na conscientização em relação à conservação do meio ambiente, vem se buscando a preservação de ecossistema na busca de novas fontes de energia que sejam menos poluentes.

Nos últimos anos se prospecta novas fontes de energia alternativas e com mote por desenvolvimento sustentável aliado a conservação ambiental. Mostrando-se como uma das soluções, o uso de biocombustíveis em substituição aos combustíveis fósseis. Por tratar-se de combustível baseado em fontes renováveis, ele pode contribuir para o desaquecimento global (12).

O biodiesel esta despontando como um combustível de fonte renovável promissora e o Brasil vem se destacando com a criação de uma politica publica pelo estado para que o biodiesel seja agregado em pequenas alíquotas ao diesel para diminuição da poluição. Em outros países, ditos de primeiro mundo, ele está sendo largamente utilizado para diminuição dos gases tóxicos.

Fato pelo qual o biodiesel está se tornando um importante combustível líquido derivado da biomassa renovável, podendo ser amplamente empregado nos meios automotivo como caminhões, tratores, camionetes e automóveis em geral, e também no seguimento de transportes aquaviários, ferroviários e estacionários como geradores de eletricidade (12).

O biodiesel apresenta, ainda, vantagens ambientais, pois permite reaproveitar resíduos e substratos com potencial energéticos da agroindústria, com economia dos recursos naturais não renováveis e que, geralmente, descartados.

Com a queima de combustíveis fosseis há a possibilidade de ocorrência de chuvas ácidas ocasionadas pela presença de enxofre, já no caso do biodiesel as chuvas acidas são reduzida uma vez que este combustível possui teor de enxofre 400 vezes menor que o encontrado no diesel oriundo do petróleo, além de não produzir resíduos poluentes no processamento do biodiesel (13).

O biodiesel produzido na região amazônica pode ter um apelo comercial maior que os outros, pois, estará ajudando a preservação da floresta amazônica que é um dos principais controladores climáticos do mundo, além de permitir manter o homem da floresta na floresta, reduzindo a problemática da migração campo cidade.



O biocombustível produzido pelo o homem da floresta pode ser utilizado nas embarcações de pequeno porte e também nas turbinas de geração elétrica que é muito comum nos municípios do interior do Amazonas.

Nos barcos caso haja vazamentos ou acidentes no rio, o biocombustível não causaria impacto ambiental tão significativo comparado ao óleo diesel. O mesmo se diria no caso do biocombustível empregado nos geradores elétricos não iriam gerar tantos gases de efeito estufa e se ocorresse um acidente ambiental não haveria um impacto tão significativo ao meio ambiente (14).

Nesse contexto, dada às características favoráveis e a disponibilidade natural do babaçu na região do Amazonas é proposto neste trabalho estudos para obtenção e caracterização de biodiesel a partir do óleo desta biomassa. Esses estudos poderão estimular os produtores locais de babaçu para produção de biodiesel, seja para uso de subsistência ou para comercialização na região.

5. Objetivos

Objetivo Geral:

Produzir e determinar a qualidade do biodiesel obtido do óleo do babaçu com as diferentes configurações das variáveis.

Objetivos Específicos:

Produzir biodiesel a partir do óleo do babaçu e determinar alguns parâmetros de qualidade do biodiesel obtido a partir do óleo do babaçu, segundo ANP.

6. Metodologia

A metodologia empregada envolveu as etapas: (1) Aquisição dos frutos ou sementes de babaçu; (2) Secagem das amêndoas e obtenção do óleo bruto; (3) Determinação de parâmetros de qualidade do óleo bruto; (4) Tratamento do óleo bruto; (5) Obtenção do biodiesel; (6) Determinação de parâmetros de qualidade do biodiesel segundo ANP.



6.1 Aquisição dos frutos ou sementes de babaçu

O princípio norteador do projeto teve como fonte de frutos de babaçu a coleta dos frutos oriundos do interior da floresta de terra firme da região amazônica e de áreas já degradadas de pastagens da região, pois a palmeira tende a nascer espontaneamente nestas áreas.

6.2 Secagem das amêndoas e obtenção do óleo bruto

A secagem foi um ponto principal para evitar que a água contida nas amêndoas das sementes seja extraída com o óleo causando a perda. Os frutos de babaçu foram inicialmente secos ao sol, em seguida elas foram submetidas a um processo de secagem em estufa a 60°C por um período de tempo até a massa da amostra permanecesse constante em três pesagens consecutivas. Após a secagem, as amêndoas foram prensadas para a obtenção do óleo bruto.

6.3 Determinação de parâmetros de qualidade do óleo bruto

Para que o óleo seja empregado na obtenção do biodiesel, este deve apresentar uma índice de acidez máximo de 2,0 mg de KOH por 1,0 g do óleo. Sendo assim, antes de submetê-lo ao processo de transesterificação para obtenção do biodiesel, o mesmo foi analisado para verificar se atendia as recomendações para seu uso.

6.3.1 Índice de acidez

O índice de acidez fora realizado conforme o método EN 1404, recomendado pelo ANP. O índice de acidez é dado pelo número de miligramas de hidróxido de potássio necessário para neutralizar os ácidos graxos livres em 1 g de amostra de óleo.

6.4 Tratamento do óleo bruto

Quando necessário, o óleo bruto foi submetido a uma etapa de degomagem a fim de eliminar os fosfolídeos e reduzir o índice de acidez do mesmo. Na degomagem o óleo é submetido a aquecimento até atingir 80°C e em seguida adiciona-se H₃PO₄ (85%) e água destilada aquecida a 45°C em quantidade

correspondente a 1% e 3%, respectivamente, da massa do óleo. A mistura é submetida à agitação de 1000 rpm por 30 minutos e centrifugado a 2500 rpm por 20 minutos, para separação de fosfatos, carboidratos, proteínas, entre outras impurezas. O sobrenadante é levado a um funil de separação e deixado em repouso por 30 minutos para separação das fases. A fase inferior é descartada e a fase superior submetida à secagem com Na₂SO₄ anidro por 12 horas. A mistura é filtrada à pressão reduzida, levada a estufa à 105°C por 30 minutos e submetida ao teste de acidez.

6.5 Obtenção do biodiesel

O óleo extraído na etapa 6.2 fora submetido a processos de transesterificação, também chamado de alcoólise, que é a reação de uma gordura ou óleo com um álcool na presença de um catalisador para formar ésteres e glicerol. Nessa etapa foi testada uma série de proporções de óleo, álcool e catalisador para verificar a melhor proporção e o melhor rendimento e qualidade do biodiesel obtido.

A produção de biodiesel de óleo de babaçu seguiu 3 etapas: reação de transesterificação, separação do biodiesel do coproduto e lavagem do biodiesel.

6.5.1 Reação de transesterificação

Para obter o biodiesel metílico, foi utilizado um planejamento fatorial 2⁴ pela combinação de 4 variáveis em 2 níveis para cada uma delas, totalizando 16 ensaios, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Planejamento fatorial 2⁴ utilizado para realizar as reações de transesterificação.

ENSAIOS	FATORES			
	Catalisador (g)	Metanol (mL)	Tempo (min)	Temperatura (°C)
1	0.50	15	60	25
2	0.75	15	60	25
3	0.50	20	60	25
4	0.75	20	60	25
5	0.50	15	120	25
6	0.75	15	120	25
7	0.50	20	120	25

8	0.75	20	120	25
9	0.50	15	60	50
10	0.75	15	60	50
11	0.50	20	60	50
12	0.75	20	60	50
13	0.50	15	120	50
14	0.75	15	120	50
15	0.50	20	120	50
16	0.75	20	120	50

6.5.2 Separação do biodiesel do coproduto

Para separar o biodiesel da glicerina a mistura foi transferida para um funil de separação e deixada em repouso por 24 h. Em seguida a glicerina, coproduto da reação de transesterificação, que se encontrava na fase inferior do funil de separação foi removida. O álcool e o hidróxido que não reagiu na reação de transesterificação foram removidos junto com a glicerina.

6.5.3 Lavagem do biodiesel

Após separação do biodiesel da glicerina, a fase superior manteve-se preservada para a realização da lavagem. A etapa da lavagem foi realizada com água destilada à 60°C até pH neutro (pH \approx 7,0) da água de lavagem.

Quando o pH da água de lavagem aproximou-se de 7,0, o biodiesel foi submetido a secagem a uma temperatura de 110° C, por 3 h, para eliminar os traços de umidade e de álcool.

6.6 Determinação de parâmetros de qualidade do biodiesel

Para verificar a qualidade do biodiesel foi determinado o índice de acidez do mesmo para cada um dos 16 ensaios. Para fins de produção industrial foi determinado também o rendimento para todos os ensaios.

6 Resultados e Discussão

A obtenção do biodiesel do óleo de babaçu se deu pela combinação de 4 variáveis, sendo elas, quantidade do catalisador (NaOH), metanol, tempo e temperatura, com a variação delas em 2 níveis, conforme Tabela 1. Para definir as

melhores combinações levou-se em consideração o índice de acidez e o rendimento dos 16 ensaios, Tabela 2.

Tabela 2. Resultados do índice de acidez e rendimento do biodiesel.

ENSAIOS	FATORES				IA (mg KOH/g óleo)	Rendimento (%)
	Catalisador (g)	Metanol (mL)	Tempo (min)	Temperatura (°C)		
1	0.50	15	60	25	0,480	79,58
2	0.75	15	60	25	0,520	39,79
3	0.50	20	60	25	0,681	86,66
4	0.75	20	60	25	0,562	81,35
5	0.50	15	120	25	0,480	85,77
6	0.75	15	120	25	0,173	29,18
7	0.50	20	120	25	0,500	85,77
8	0.75	20	120	25	0,568	80,47
9	0.50	15	60	50	0,530	80,47
10	0.75	15	60	50	*	*
11	0.50	20	60	50	0,557	78,70
12	0.75	20	60	50	0,157	78,70
13	0.50	15	120	50	0,162	84,89
14	0.75	15	120	50	0,725	53,94
15	0.50	20	120	50	0,451	77,81
16	0.75	20	120	50	0,554	69,86

* Não foi possível produzir biodiesel para o ensaio 10

As amostras selecionadas para a análise do ponto de fulgor e viscosidade foram aquelas que apresentaram índice de acidez igual ou menor do que 0,500 mg KOH / g de amostra e rendimento acima de 70 %. Portanto, as amostras submetidas para análise do ponto de fulgor e viscosidade foram as dos ensaios 1, 5, 7, 12, 13 e 15. O ensaio 6 apesar de apresentar um índice de acidez desejável para biodiesel, o rendimento ficou muito baixo, não sendo indicado do ponto de vista industrial. Os resultados destes parâmetros são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Resultado das análises do ponto de fulgor e densidade para as amostras de biodiesel selecionadas.

ENSAIOS	FATORES				Ponto de Fulgor (°C)	Densidade (mm ² /s)
	Catalisador (g)	Metanol (mL)	Tempo (min)	Temperatura (°C)		
1	0.50	15	60	25	101,5	3,3



5	0.50	15	120	25	97,0	2,9
7	0.50	20	120	25	107,5	3,0
12	0.75	20	60	50	94,5	3,0
13	0.50	15	120	50	97,5	2,9
15	0.50	20	120	50	95,5	2,9

Segundo a Resolução ANP N^o 45 de 25/08/2014 (ANP, 2014), o limite máximo para o ponto de fulgor é de 100 °C e a densidade cinemática deve estar entre 3,0 e 6,0 mm²/s. Portanto, considerando os desvios padrão, dentre as amostras analisadas, o ensaio 1 é o mais recomendado para fins industrial. Tendo em vista que requer menor quantidade do catalisador, do metanol, além do menor tempo de reação e temperatura ambiente. O ensaio 5 requer maior tempo de reação.

7 Conclusão

No presente trabalho fez uso do planejamento fatorial 2⁴ para verificar pela combinação de 4 variáveis (catalisar, metanol, tempo e temperatura) em 2 diferentes níveis no que se refere a produção e qualidade do biodiesel obtido do óleo do babaçu. Dessa combinação verificou-se que do ponto de vista industrial (menor consumo de reagentes, tempo de reação e temperatura), o ensaio 1 (catalisar = 0,50 g, metanol = 15,0 mL, tempo de reação = 60 min e temperatura ambiente) foi o que forneceu melhor resultado, por consumir menor quantidade de catalisador (NaOH), menor quantidade de metanol, menor tempo e temperatura ambiente. Além de atender as especificações da ANP para o biodiesel (Resolução ANP N^o 45 de 25/08/2014).

8 Referências

- 1- Suarez P. A. Z., Meneghetti S. M. P., Meneghetti M. R., Wolf C. R., TRANSFORMAÇÃO DE TRIGLICERÍDEOS EM COMBUSTÍVEIS, MATERIAIS POLIMÉRICOS E INSUMOS QUÍMICOS: ALGUMAS APLICAÇÕES DA CATÁLISE NA OLEOQUÍMICA, *Quim. Nova*, Vol. 30, No. 3, 667-676, 2007.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

RELATÓRIO FINAL PIBIC/PAIC 2015-2016



UFAM

- 2- Silva M.J., Souza S. N. M., Souza A. A., Martins G.I., Secco D., Motor gerador ciclo diesel sob cinco proporções de biodiesel com óleo diesel, R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.16, n.3, p.320–326, 2012.
- 3- Freire L.M.S., Santos I.M.G., Filho J.R.C., Cordeiro M.T.M., Soledade L.E.B., Fernandes Jr. V.J., Araújo A.S., Souza A.G., Influence of the synthesis process on the properties of flow and oxidative stability of biodiesel from *Jatropha curcas* biodiesel, Fuel 2012; **94**, 313–316.
- 4- ANP –Agência Nacional do Petróleo. 2014. Resolução ANP 45/2014. Disponível em http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2014/agosto/ranp%2045%20-%202014.xml. Acesso em 16/03/2016.
- 5- Ramos, L. P.; Kucek, K. T.; Domingos, A. K.; Wilhelm, H. M.; *Rev.Biotecnol. Ciênc. Desenv.* **2003**, 31, 28.
- 6- Focke W.W., Westhuizen I.V., Grobler A.B.L., Nshoane K.T., Reddy J.K., Luyt A.S., The effect of synthetic antioxidants on the oxidative stability of biodiesel Fuel 94 (2012) 227–233.
- 7- Holanda A., Biodiesel e inclusão social. Brasília, Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004 Pg 13-17.
- 8- Oliveira A. I. T., Gerse A. P., Talal S. M., Babaçu (*Orbignya* sp): Caracterização física de frutos e utilização de solventes orgânicos para extração de óleo, BBR – Biochemistry and Biotechnology Reports - ISSN 2316-5200 Número Especial v. 2, n. 3, p. 126-129, 2013
- 9- STACHIW R., RIBEIRO B.S., JARDIM G.A.M., POSSIMOSER D., ALVES C.W., CAVALHEIRO S.C.W. 2016 Potencial de produção de biodiesel com espécies oleaginosas nativas de Rondônia, Brasil, ACTA AMAZONICA VOL. 46(1) 2016: 81 – 90.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

RELATÓRIO FINAL PIBIC/PAIC 2015-2016



- 10- ANP Decreto nº 5.448 de 20.5.2005, http://www.biodieselbrasil.com.br/legislacao/Decreto_5.448_20mai2005.pdf, acessado em 02/04/2016.
- 11-Zarska M., Bartoszek K., Dzida M., High pressure physicochemical properties of biodiesel components Fuel 125 (2014) 144–151.
- 12- INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Mapeamento tecnológico do biodiesel e tecnologias correlatas sob o enfoque dos pedidos de patentes. Vol. III, 2008.
- 13-WUST, E. Estudo da viabilidade técnico-científica da produção de biodiesel a partir de resíduos gordurosos. Dissertação de Mestrado (Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau – FURB), 2004.
- 14-CHRISTOFF, P. Produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura comercial. Dissertação de Mestrado (Desenvolvimento de Tecnologia, Instituto de Tecnologia para Desenvolvimento – LACTEC), 2006.

9 Cronograma de Atividades

Nº	Descrição	Ago 2014	Set	Out	Nov	Dez	Jan 2015	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
1	Revisão da literatura.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
2	Aquisição dos frutos ou sementes de babaçu.	X	X	X	X								
3	Separação das amêndoas das sementes.		X	X	X	X							
4	Secagem das amêndoas.		X	X	X	X							
5	Extração do óleo bruto.				X	X	X	X					
6	Determinação de parâmetros de qualidade do óleo bruto.					X	X	X					
7	Apresentação do Relatório Parcial.						X						
8	Tratamento do óleo bruto.					X	X	X					
9	Obtenção do biodiesel.							X	X	X	X		
10	Determinação de parâmetros de qualidade do biodiesel.								X	X	X	X	

