

CINÉTICA DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE BABAÇU VISANDO A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Ana Carolina Galvão Gomes ¹, Caroline Santana Fleury ², Abraham Damian Giraldo Zuniga ³, Aroldo Arévalo Pinedo³, Ila Raquel Mello Cardoso ⁴

1. Acadêmica do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins (acgg91@gmail.com)
2. Mestranda do curso de Agroenergia da Universidade Federal do Tocantins
3. Professor Doutor da Universidade Federal do Tocantins - Caixa Postal 114, CEP 77001-090, Palmas – Brasil
4. Mestranda do curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins.Brasil.

Recebido em: 30/09/2013 – Aprovado em: 08/11/2013 – Publicado em: 01/12/2013

RESUMO

O Babaçu é uma planta oleaginosa, cuja amêndoa do seu fruto apresenta cerca de 60% de óleo e o mesocarpo aproximadamente 50% de amido, ou seja, se processado integralmente obtêm-se óleo e amido, o que representa as matérias-primas para o biodiesel e etanol, respectivamente. O babaçu se sobressai como uma oleaginosa com grande potencial para a produção de biocombustíveis. O objetivo deste trabalho foi determinar as condições ideais para o processo de extração do óleo da amêndoa do babaçu. Para a obtenção dos dados cinéticos as amêndoas do babaçu foram trituradas para facilitar a ação do solvente. Foi utilizado o hexano e o etanol como extratores, nas razões solvente/amostra de 3:1 e 5:1, a mistura foi realizada em erlenmeyers de 500 ml vedados, que foram mantidos sob pressão atmosférica e agitação constante (200 rpm), o suficiente para manter os sólidos em suspensão. Este processo foi realizado até que a concentração de óleo se mantivesse constante nas temperaturas de 30 °C, 45 °C e 60 °C com duas repetições. O processo que apresentou maior rendimento foi na razão de 3:1, na temperatura de 60°C, no tempo de 4 horas, obtendo 17,91% de óleo extraído, utilizando o hexano como solvente, com o etanol obteve se melhores condições na razão de 5:1, a uma temperatura de 60°C, por 3 horas, obtendo assim 89,67% de óleo extraído.

PALAVRAS-CHAVE: Óleos Vegetais, Hexano, Biocombustíveis

KINETICS OF EXTRACTION OF OIL PRODUCTION IN ORDER BABAÇU BIODIESEL

ABSTRACT

The Babassu is an oilseed plant, whose kernel of the fruit has about 60% oil and mesocarp about 50% starch, or is obtained by fully processed oil and starch, representing the raw materials for biodiesel and ethanol respectively. The babassu stands out as an oilseed crop with great potential for the production of biofuels. The aim of this study was to determine the optimal conditions for the process of extracting oil from the babassu nut. To obtain the kinetic data almonds babassu were crushed to

facilitate the action of the solvent. Was used as extractants hexane and ethanol, in the ratios solvent / sample ratio of 3:1 to 5:1, the mixture was held in a 500 ml sealed flasks were kept under atmospheric pressure with constant stirring (200 rpm), enough to maintain the solids in suspension. This process was carried out until the oil concentration remained constant at temperatures of 30, 45 and 60 ° C with two replications. The process had the highest yield was in the ratio of 3:1, at a temperature of 60 ° C in a time of 4 hours to afford 17.91% oil extracted by using hexane as the solvent, ethanol gave the best conditions is in the ratio of 5:1, at a temperature of 60 ° C for 3 hours, thereby obtaining 89.67% oil extraction.

KEYWORDS: Vegetable Oils, Hexane, Biofuels

INTRODUÇÃO

Biodiesel pode ser denominado geneticamente como combustível produzido a partir de fontes renováveis, tais como óleos vegetais e gorduras animais; podendo ser utilizado em motores de ignição por compressão, conhecidos como motores diesel. (LIMA, 2005)

Os óleos vegetais têm despontado como fonte de biodiesel pelo fato da preocupação mundial com a poluição ambiental, substituindo as energias não renováveis como petróleo, permitindo a redução das emissões de fumaça e praticamente eliminando as emissões de óxido de enxofre, havendo também uma redução considerável de emissões líquidas de gás carbônico, um dos grandes causadores do efeito estufa. (LIMA, 2005).

Algumas oleaginosas utilizadas para a extração como fonte para obtenção de biodiesel são algodão, girassol, pinhão manso, mamona, soja, babaçu dentre outros, e os solventes comumente utilizados são hexano, etanol, metanol e éter etílico. (BIODIESELBR ON LINE, 2008, p.1).

O Babaçu é uma planta oleaginosa, cuja amêndoa do seu fruto apresenta cerca de 60% de óleo e o mesocarpo, aproximadamente 50% de amido, ou seja, se processado integralmente, obtêm-se óleo e amido, o que representa as matérias-primas para o biodiesel e etanol respectivamente; o babaçu destaca-se como uma oleaginosa com grande potencial para a produção de biocombustíveis. (OLIVEIRA et al., 2009).

Visando à substituição do solvente hexano, devido sua toxicidade e por ser derivado de uma fonte não renovável, o petróleo, o etanol além de ter um grande potencial para extração de óleo, é um solvente biodegradável e não tóxico, a extração feita com o etanol promove um pré refino do óleo e o solvente pode ser recuperado sem gasto de energia.

Um fator importante no processo de obtenção do óleo é a cinética de extração, pois o conhecimento desta operação permite saber o que ocorre em nível molecular durante a reação, sendo possível assim aumentar o rendimento do processo. O estudo da cinética de extração do óleo é de fundamental importância para a obtenção e otimização das condições experimentais para o desenvolvimento de processos mais eficientes.

Assim o presente trabalho visa determinar as condições ideais para o processo de extração do óleo da amêndoa do babaçu, identificando as melhores condições de temperatura e razão solvente/amostra para a extração do óleo, utilizando como solvente o hexano e o etanol; caracterizando a matéria-prima (amêndoa de babaçu); analisando a cinética de extração do óleo de babaçu em diferentes condições experimentais, determinando as condições experimentais de

maior rendimento no processo de extração e por fim desacidificando o óleo para a produção do biodiesel.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

As amêndoas de babaçu foram fornecidas pela empresa Tobasa S.A., elas foram escolhidas de forma aleatória dentro do mesmo lote, para que fossem caracterizadas quanto ao seu teor de umidade, teor de cinzas e índice de peróxidos, seguindo as normas analíticas do IAL – 2008.

PREPARO DA MATÉRIA-PRIMA

No laboratório, as amêndoas de babaçu foram mantidas em freezer a $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ e para cada análise foram descongeladas à temperatura ambiente, lavadas em água corrente e higienizados com água clorada, utilizando hipoclorito de sódio a 100 ppm por 5 min. Em seguida as amêndoas foram pesadas e trituradas em liquidificador, para aumentar a superfície de contato, facilitando a ação do solvente extrator (hexano e etanol).

CINÉTICA DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE BABAÇU

Para obtenção dos dados cinéticos, as amostras trituradas foram colocadas em maior contato com o hexano, nas razões solvente/amostra de 3/1; 4/1 e 5/1, em erlenmeyers de 500ml vedados, que foram mantidos sob pressão atmosférica e agitação constante (200 rpm), o suficiente para manter os sólidos em suspensão. Este processo foi realizado em triplicata, para as temperaturas de 30, 45 e 60°C.

Durante a primeira hora de extração foram retirados 5 ml da amostra de cada erlenmeyer em intervalos de 15 minutos, e da segunda hora em diante as medidas foram feitas a cada 60 minutos até se alcançar 6 horas de extração. Essas amostras foram pesadas e colocadas em estufa à 70°C, para que ocorresse a evaporação do solvente tornando possível a determinação do teor de óleo extraído.

Após a obtenção dos dados cinéticos com o hexano, o mesmo procedimento foi realizado, porém utilizando o etanol como solvente extrator.

CONSTRUÇÃO DA CURVA CINÉTICA DE EXTRAÇÃO E DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO

Com os dados obtidos, foi possível construir um gráfico contendo as curvas cinéticas de extração para cada sistema analisado e a partir dos mesmos realizou-se uma análise qualitativa das variáveis de processo (temperatura e razão solvente/amostra) no rendimento da extração, determinando assim as melhores condições para o processo de extração do óleo de babaçu.

DESACIDIFICAÇÃO DO ÓLEO

A partir do óleo extraído com o etanol, foi medido o índice de acidez do mesmo em estado bruto, ou seja, antes da desacidificação, após isso determinou-se a razão mássica de 1:1, em relação óleo/solvente (etanol), o óleo e o solvente foram

colocados em tubos falcon e agitados por 6 minutos no vórtex, depois os tubos foram colocados em uma centrífuga por 10 minutos a 5000 rpm, por fim ao deixar os tubos em descanso houve a separação de fases, retirou-se com o auxílio de uma pipeta a fase com o óleo já desacidificado e novamente foi determinado o índice de acidez, logo o óleo estava em condições para o processo de produção do biodiesel.

Na produção do biodiesel, primeiramente misturou-se em um béquer 119,5 ml de metanol a 1g de KOH (hidróxido de potássio) e foi deixado sob agitação com um agitador magnético por cerca de 2 minutos, em seguida 100g do óleo de babaçu já desacidificado foi previamente aquecido a 45°C e adicionado ao béquer anteriormente citado, onde o mesmo ficou sob agitação a uma temperatura de 50-60°C durante 30 minutos, passado esse tempo a solução foi colocada em um funil de separação por 24 horas, para a separação das fases, tendo por fim glicerina e biodiesel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

HEXANO

As amêndoas de babaçu foram fornecidas pela empresa Tobasa S.A., nas análises feitas com as amêndoas o teor de umidade apresentou 17,96%, 1,113% do teor de cinzas, o índice de peróxidos não foi determinando, pois o óleo de babaçu utilizado não apresentou rancidez.

Neste trabalho o processo que apresentou maior rendimento foi na razão de 5:1, na temperatura de 60°C, no tempo de 4 horas, obtendo 87,87% (Figura 2) de óleo extraído, sendo estas condições as ideais para a extração do óleo da amêndoa do babaçu. Estes dados podem ser observados na Tabela 1. O fato pelo qual a razão e a temperatura foram as mais elevadas dá-se, pois quanto maior a superfície de contato entre amostra e o solvente maior será a quantidade de óleo extraído e quanto mais próximo ao ponto de ebulição do solvente, mais eficaz o mesmo se torna. (RITTNER, 1991; FREITAS-SILVA et al., 2007).

Segundo dados obtidos do estudo da Extração e Pirólise do Óleo de Girassol (*helianthus annus l.*) visando à produção de biocombustíveis, o tempo de 6 horas apresentou melhor rendimento para extração do óleo de girassol utilizando o hexano como solvente, apresentando 41,4% do teor de óleo. (CORREIA, 2009)

Análises feitas da Extração do óleo de sementes de Pinhão Manso - otimização e cinética, relataram que ao utilizar o hexano como solvente na extração do óleo o melhor rendimento foi na razão de 6:1, em uma temperatura de aproximadamente 68°C, obtendo 47,3% do teor de óleo. (SAYYAR et al., 2009)

Baseado no estudo de Cinética e termodinâmica de extração de óleo de algodão, utilizando o hexano como solvente, as melhores condições que podem ser consideradas foram realizadas na temperatura de 308K no tempo de 3 horas na razão de 10:1, obtendo 77,28% de óleo extraído. (SAXENA et al., 2011)

DRUMMOND et al. (2006), realizou estudos que comprovaram que na extração de óleo de uma variedade da mamona, utilizando o hexano como solvente, o melhor tempo de extração foi de 6 horas, nas razões de 1:1 e 3:1, obtendo 41,4% do teor de óleo.

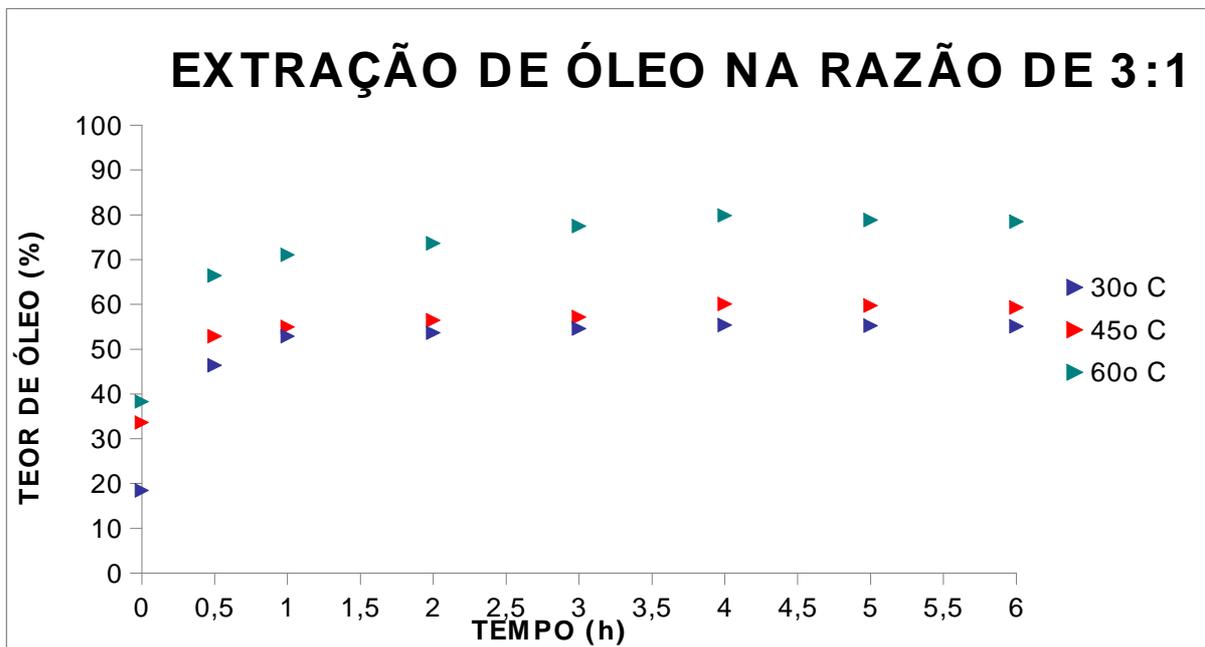


FIGURA 1. Extração de Óleo na razão de 3:1

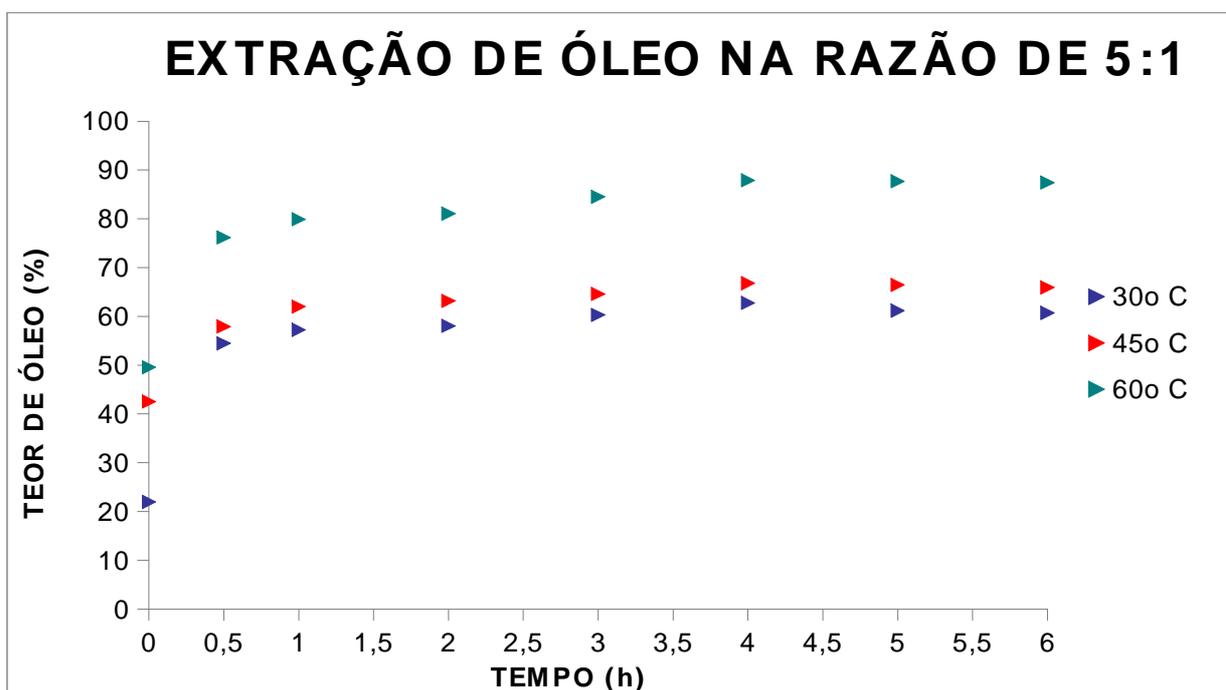


FIGURA 2. Extração de Óleo na razão de 5:1

TABELA 1. Comparação da razão 3:1 com a razão 5:1

Temperatura	Razão 3:1	Razão 5:1
30 °C	55,38%	62,74%
45 °C	60,07%	66,79%
60 °C	79,86%	*87,87%

*Maior teor de óleo extraído

ETANOL

Segundo estudos relacionado a Avaliação Preliminar do Etanol Anidro como Solvente na Extração do Óleo da Semente de Jatrofa (*Jatropha curcas* L.), foi determinado que o melhor tempo para a extração foi o de 4 horas, obtendo 36,75% de óleo, utilizando o etanol como solvente. (GONZÁLEZ et al., 2010).

Durante a desacidificação do óleo de farelo de arroz, sendo o etanol o solvente extrator, foi realizada a extração na razão de 10:1, no qual obteve-se 80,32% de óleo. (NAVARRO et al., 2007).

Análises realizadas com a Extração dos Óleos de Café Verde e da Borra com Etanol Comercial, obtiveram como resultado na razão de 3:1, a uma temperatura de 75°C, cerca de 65% de óleo com o uso do etanol como solvente. (LAGO & FREITAS, 2006).

Estudos feitos com a Extração e Fracionamento simultâneo do óleo da castanha do Brasil com Etanol, obteve-se como resultado cerca de 65% de óleo extraído, utilizando o etanol como solvente extrator, na proporção de 4:1, em uma temperatura de 65°C. (FREITAS et al., 2007).

Neste trabalho quando utilizado o etanol como solvente, as melhores condições para a extração do óleo da amêndoa de babaçu foram na razão de 5:1, a uma temperatura de 60°C, por 3 horas, obtendo assim 89,67% de óleo extraído. Podendo ser visto tais resultados nas figuras abaixo (Figura 3 e 4).

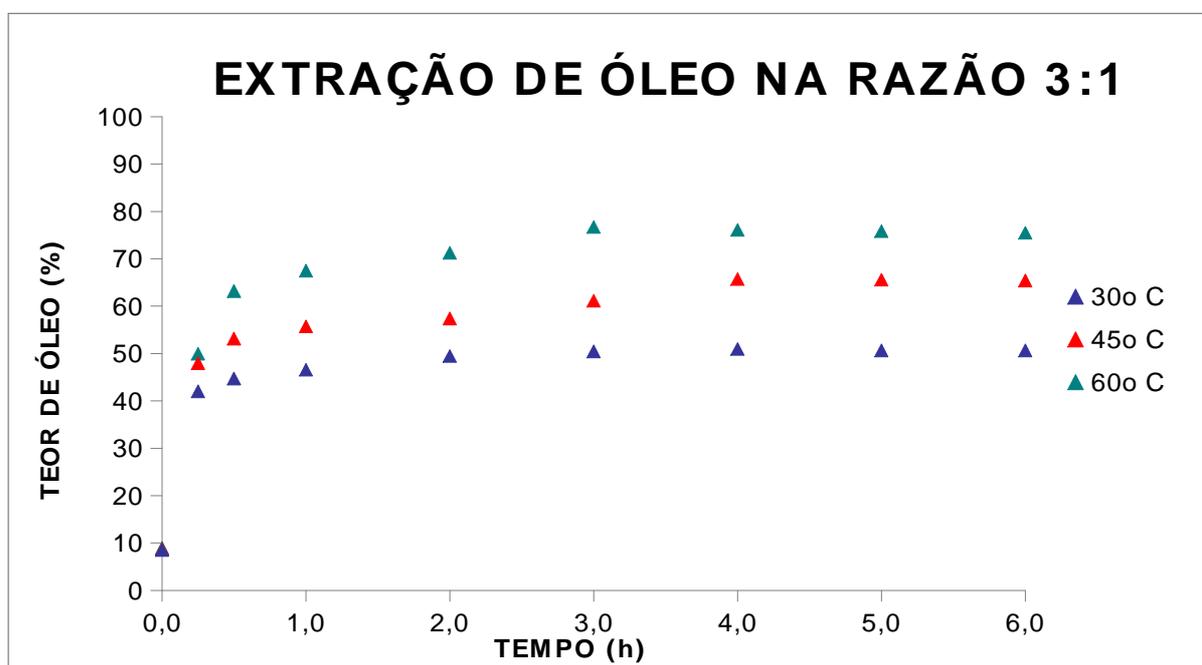


FIGURA 3. Extração de Óleo na razão de 3:1

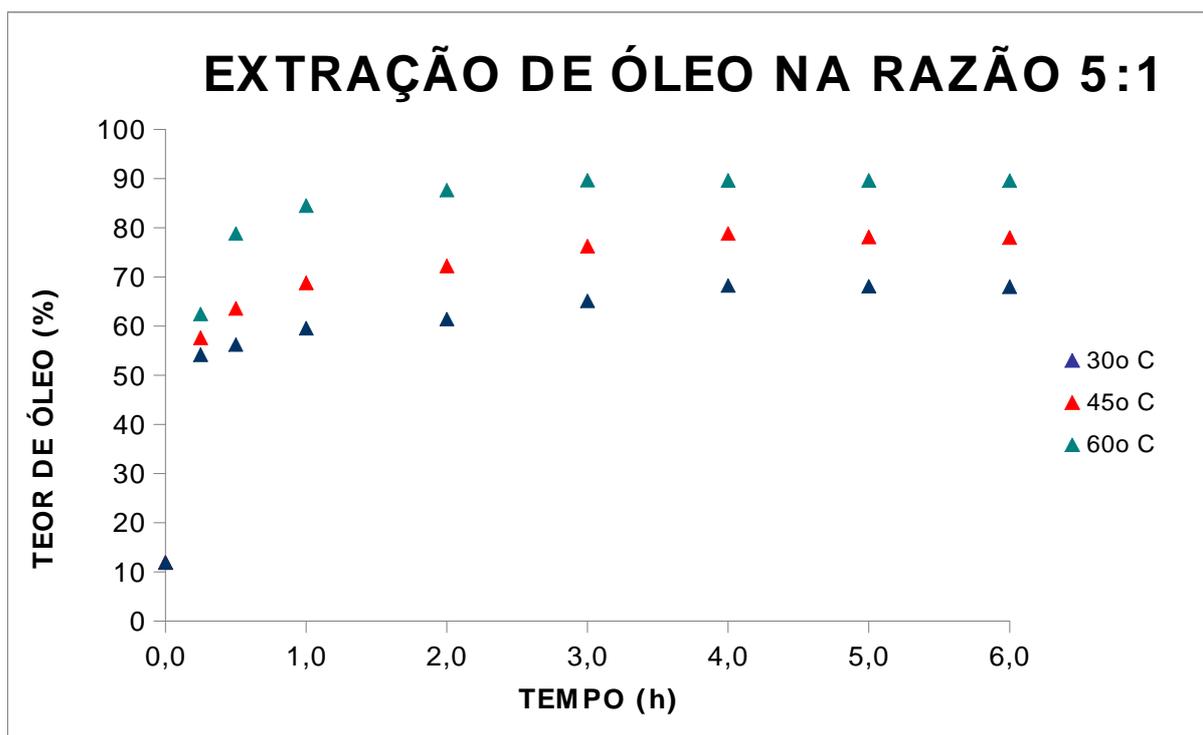


FIGURA 4. Extração de Óleo na razão de 5:1

TABELA 2. Comparação da razão 3:1 com a razão 5:1

Temperatura	Razão 3:1	Razão 5:1
30° C	50,97%	68,25%
45° C	65,71%	78,83%
60° C	76,71%	*89,67%

*Maior teor de óleo extraído

Desacidificação do Óleo de Babaçu

O óleo bruto apresentou 2,96% de AGL, quando desacidificado houve uma redução considerável, passando a ter 0,5%. A remoção de Ácido Graxo Livre (AGL) no óleo foi de 80%, com esses dados pode-se concluir que o óleo encontra-se adequado para a produção do biodiesel segundo as normas da Agência Nacional de Petróleo.

Segundo dados obtidos da dissertação sobre desacidificação do óleo de babaçu (*orbignya phalerata mart.*) pelo processo de extração líquido-líquido visando seu uso na produção de biodiesel, o óleo de babaçu refinado apresentou cerca de 0,48% ácidos graxos livres (MOTA, 2010).

Com base na dissertação sobre Desacidificação de óleos de babaçu e de algodão por extração líquido-líquido, o teor de ácidos graxo livres no óleo de algodão foi de 0,29%. (REIPERT, 2008). O óleo de babaçu já desacidificado foi utilizado para a produção do biodiesel. As seguintes figuras (5, 6, 7 e 8) mostram a separação das fases.

Como mostram as figuras 5 e 6, após 24 horas de repouso houve por fim a separação do biodiesel e da glicerina. Já na figura 7, pode-se ver que, com o auxílio

de um béquer, previamente pesado, o funil de separação foi cuidadosamente aberto para que o líquido mais denso (glicerina) fosse escoado. Na figura 8, o líquido menos denso (biodiesel) foi transferido para um béquer, também previamente pesado, para determinar o rendimento do óleo de babaçu.

O biodiesel obtido a partir do óleo de babaçu já desacidificado apresentou um rendimento de 41,53% e uma proporção de 12,88% de glicerina.



FIGURA 5. Fases: biodiesel e glicerina
Fonte: Ana Carolina G. Gomes



FIGURA 6. Fases: biodiesel e glicerina
Fonte: Ana Carolina G. Gomes



FIGURA 7. Separação da glicerina
Fonte: Ana Carolina G. Gomes



FIGURA 8. Biodiesel
Fonte: Ana Carolina G. Gomes

CONCLUSÕES

Com referência nos dados obtidos a partir das extrações realizadas e comparando com os dados de outros autores, com o intuito de substituir o solvente não renovável hexano por um de fonte renovável etanol, pode-se concluir que o etanol como solvente extrator obteve um bom rendimento de óleo durante a extração, sendo até mais eficiente que o hexano, podendo assim substituir um

solvente de fonte fóssil sem prejudicar a qualidade das extrações.

O óleo de babaçu após desacidificado apresentou melhores características e maiores rendimentos para a produção do biodiesel.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

BIODIESELBR ON-LINE. **Tudo sobre o biodiesel**. Curitiba/PR.2008. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/biodiesel.htm>>. Acesso em 7 de Março 2012.

CORREIA, I.M.S. **Extração e Pirólise do Óleo de Girassol (*HelianthusannusL.*) visando a Produção de Biocombustíveis**. Natal-RN.2009. Disponível em: <http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado/tde_arquivos/12/TDE-2010-04-26T045235Z-2543/Publico/laraMSC_partes%20autorizadas.pdf>. Acesso em 7 de Setembro 2011.

DRUMMOND, A.R.F.; GAZINEU, M.H.P. ALMEIDA, L.E.; SOUTO, **M.A. Metanol e Etanol como Solventes na Extração de Óleo de Mamona**. In **Anais**. Congresso Brasileiro de Biodiesel, 2006.

FOSCHIERA, I.P. **O Programa Nacional De Produção E Uso De Biodiesel: Impactos E Perspectivas**. Porto Alegre-RS.2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/16121/000689046.pdf?sequence=1>>. Acesso em 7 de Março 2012.

FREITAS, S. P.; FREITAS-SILVA, O.; MIRANDA, I. C.; COELHO, M. A. Z. Extração e fracionamento simultâneo do óleo da castanha do Brasil com etanol. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 14-17, 2007.

GONZÁLEZ, C.O.B., FERRARI, R.A., PIGHINE, A. L., PARKA, K. J. Evaluación Preliminar del Etanol Anhidro como Solvente en la Extracción de Aceite de Semillas de Jatrofa (*Jatropha curcas L.*). **Grasas y Aceites**, v. 61(3), p.295-302, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª ed., 1ª Ed. Digital, São Paulo: 2008.

LAGO, R.C.A., FREITAS, S.P. **Extração dos Óleos de Café Verde e da Borra com Etanol Comercial**. Rio de Janeiro-RJ.2006. Disponível em: <http://search.4shared.com/postDownload/4HrguQfK/Extrao_dos_leos_de_Caf_Verde_e_e.html>>. Acesso em: 29 de Dezembro 2011.

LIMA, P.C.R. **Biodiesel: Um Novo Combustível para o Brasil**. Brasília-DF.2005. Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1141/biodiesel_combustivel_lima.pdf?sequence=3>. Acesso em 7 de Março 2012.

MOTA, M.M.P. Dissertação; **Desacidificação do Óleo de Babaçu (*Orbignya Phalerata Mart.*) Pelo Processo de Extração Líquido-Líquido Visando seu Uso na Produção de Biodiesel.** Palmas-TO.2010. Disponível em: <<http://www.sumarios.org/resumo/desacidifica%C3%A7%C3%A3o-do-%C3%B3leo-de-baba%C3%A7u-orbignya-phalerata-mart-pelo-processo-de-extra%C3%A7ao-l%C3%ADquido-l>>. Acesso em 15 de Maio 2012.

NAVARRO, F.M.S., NAVARRO, R.M.S., BERTEVELLO, L.C., TAMBOURGI, E.B. Desacidificação do óleo de farelo de arroz durante o processo de extração líquido-líquido. Estudo da variação de solventes. **Exacta**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 163-167, jan./jun.2007.

OLIVEIRA, H. R.; ANDRADE, T. C. G. R.; SILVA, J. O. V. O **babaçu e seu potencial para a produção de biocombustíveis no Estado do Tocantins**. 2º Simpósio Nacional de Biocombustível. Recife – PE. 2009.

OLIVEIRA, L. R. de; SILVA, S. F.; SILVA, M. de J. M. da; CARVALHO, L. F. M.; GOMES, M. S. **Caracterização físico-química do óleo bruto de coco babaçu (*Orbignya phalerata Mart.*) comercializado na zona rural de José de Freitas – PI**. 2º Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. João Pessoa – PB, 2007.

REIPERT, E.C.D. Dissertação; **Desacidificação de Óleos de Babaçu e de Algodão por Extração Líquido-Líquido**,. Campinas-SP. 2008. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/alimentarium/ver_documento.php?did=182>. Acesso em 16 de Julho 2012.

REZENDE, J.R. **Desacidificação de Óleo de Macaúba por Extração Líquido-Líquido, para Produção de Biodiesel**. Itapetinga-Ba.2009. Disponível em: <<http://www.uesb.br/ppgengalimentos/BANCO%20DE%20DISSERTA%C3%87%C3%95ES/DESACIDIFICA%C3%87%C3%83O%20DO%20%C3%93LEO%20DE%20MACA%C3%9ABA%20POR%20EXTRA%C3%87%C3%83O%20L%C3%8DQUIDO-L%C3%8DQUIDO,%20PARA%20A%20PRODU%C3%87%C3%83O%20DE%20BIODIESEL.pdf>>. Acesso em: 15 de Maio 2012.

RITTNER, H. Extraction of Vegetable Oils with Ethyl Alcohol. In: International Meeting on Fats and Oils. 1991, **Technology**, Proceedings, Campinas-SP GTZ, p. 17-30.

SAYYAR, S., ABIDIN,Z.Z., YUNUS,R., MUHAMMAD, A. Extraction of Oil from Jatropha Seeds-Optimization and Kinetics. **American Journal of Applied Sciences, Malaysia**, v.6(7), p.1390-1395, 2009.

SAXENA, K.D, SHARMA, K.S., SAMBIC, S.S. Kinetics and Thermodynamics of Cottonseed Oil Extraction. **Grasas e Aceites**, v.62(2), p.198-205, 2011.