



CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO DE COCO A SER UTILIZADO NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL VIA ROTA ETÍLICA

Fernanda de Souza Stingelin¹; Glauber Vinícius Pinto de Barros²; Lucas Alves Batista³
Santos; Iasmin Souza Cruz⁴; João Vicente Santiago do Nascimento⁵; Silvanito Alves
Barbosa⁶

^{1,2,3,4,5,6} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, Coordenadoria do Curso Técnico
de Petróleo e Gás – silvanito.barbosa@ifs.edu.br

RESUMO

A crescente preocupação com o fim das reservas de combustíveis não renováveis, que estima-se que ocorra em cinco ou seis décadas, assim como a crescente preocupação com o meio ambiente, faz com que se busque novas saídas para encontrar fontes e processos alternativos de se produzir energia no país e no mundo. O Brasil que apesar de possuir uma quantidade considerável de reservas de óleo e gás, de ter recentemente descoberto as reservas do pré-sal, impulsionando ainda mais os investimentos no setor de produção de combustíveis fósseis, também possui um grande potencial para a produção agrícola de cana e oleaginosas devido a sua vasta extensão territorial, clima e hidrografia favoráveis, além do fato de por muitas décadas o país ter a sua base econômica voltada para a agricultura, sendo líder em técnicas de plantio de várias espécies. Tendo em vista esse potencial agrícola do nosso país e a necessidade da busca por fontes alternativas de energia, é que este trabalho tem como objetivo caracterizar o óleo de coco que será utilizado posteriormente na produção de biodiesel por via etílica, pois sendo o coco e a cana-de-açúcar culturas consolidadas no Brasil e no estado de Sergipe, este fato por si só justifica a escolha destas matérias-primas neste trabalho. Sendo assim, inicialmente foram coletadas amostras de óleo de coco da região, cujo objetivo foi caracterizar e analisar suas propriedades físico-químicas comparando com as de outras regiões, onde verificou-se com os resultados obtidos que os parâmetros estudados se encontram dentro dos valores estabelecidos pela Portaria nº 255 da ANP - Agência Nacional de Petróleo. A partir destes resultados, posteriormente serão estudados os processos de produção de biodiesel pela rota etílica através do processo de transesterificação variando a composição dos reagentes e dos catalisadores bem como as condições do processo, visando a inovação e o desenvolvimento tecnológico da região.

Palavras-chave: Energia, produção agrícola, óleo de coco, etanol, biodiesel.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de óleos vegetais *in natura* como combustível alternativo tem sido alvo de diversos estudos nas últimas décadas [NAG *et al.*, 1995; PIYAPORN *et al.*, 1996]. No Brasil, já foram realizadas pesquisas com os óleos virgens de macaúba, pinhão-mansão, dendê, indaiá, buriti, pequi, mamona, babaçu, cotieira, tingui e pupunha [BARRETO, 1982;

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO, 1985; SERRUYA, 1991] e nos testes realizados com esses óleos em caminhões e máquinas agrícolas, foi ultrapassada a meta de um milhão de quilômetros rodados [MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO, 1985]. No entanto, esses estudos demonstraram a existência de algumas desvantagens no uso direto de óleos virgens: (a) a



ocorrência de excessivos depósitos de carbono no motor; (b) a obstrução nos filtros de óleo e bicos injetores; (c) a diluição parcial do combustível no lubrificante; (d) o comprometimento da durabilidade do motor; e (e) um aumento considerável em seus custos de manutenção.

Outros autores [GOERING & FRY, 1984; KOBMEHL & HEINRICH, 1998; GHASSAN *et al.*, 2003] demonstraram que a alta viscosidade e a baixa volatilidade dos óleos vegetais *in natura* podem provocar sérios problemas ao bom funcionamento do motor. Para resolver estas desconformidades, houve um considerável investimento na adaptação dos motores para que o uso de óleos vegetais *in natura* pudesse ser viabilizado, particularmente na produção de energia elétrica em geradores movidos por motores estacionários de grande porte. No entanto, para motores em que o regime de funcionamento é variável, foi necessário desenvolver uma metodologia de transformação química do óleo para que suas propriedades se tornassem mais adequadas ao seu uso como combustível. Assim, em meados da década de 70, surgiram as primeiras propostas de modificação de óleos vegetais através da reação de transesterificação Figura 1, cujos objetivos eram os de melhorar a sua qualidade de ignição, reduzir o seu ponto de fluidez, e ajustar os seus índices de viscosidade e densidade específica [SHAY, 1993, STOURNAS *et al.*, 1995; MA & HANNA, 1999].

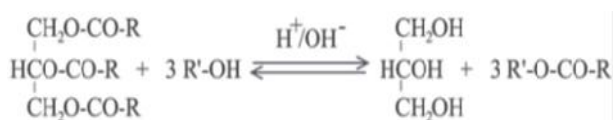


Figura 1. Reação de transesterificação de óleos vegetais e/ou gorduras animais.

Por definição, biodiesel é um substituto natural do diesel de petróleo, que pode ser produzido a partir de fontes renováveis como óleos vegetais, gorduras

animais e óleos utilizados para cocção de alimentos (fritura). Quimicamente, é definido como éster monoalquílico de ácidos graxos derivados de lipídeos de ocorrência natural e pode ser produzido, juntamente com a glicerina, através da reação de triacilgliceróis (ou triglicerídeos) com etanol ou metanol, na presença de um catalisador ácido ou básico [SCHUCHARDT *et al.*, 1998; ZAGONEL & RAMOS, 2001; RAMOS, 2003]. Embora essa tenha sido a definição mais amplamente aceita desde os primeiros trabalhos relacionados com o tema, alguns autores preferem generalizar o termo e associá-lo a qualquer tipo de ação que promova a substituição do diesel na matriz energética mundial, como nos casos do uso de: (a) óleos vegetais *in natura quer* puro ou em mistura; (b) bio-óleos, produzidos pela conversão catalítica de óleos vegetais (pirólise); e (c) microemulsões, que envolvem a injeção simultânea de dois ou mais combustíveis, geralmente imiscíveis, na câmara de combustão de motores do ciclo diesel [MA & HANNA, 1999]. Portanto, é importante frisar que, para os objetivos deste trabalho, biodiesel é tão-somente definido como o produto da transesterificação de óleos vegetais que atende aos parâmetros fixados pela Portaria nº 255 da ANP [AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, 2003] que estabelece as especificações que serão exigidas para que esse produto seja aceito no mercado brasileiro. A grande compatibilidade do biodiesel com o diesel convencional o caracteriza como uma alternativa capaz de atender à maior parte da frota de veículos a diesel já existente no mercado, sem qualquer necessidade de investimentos tecnológicos no desenvolvimento dos motores. Por outro lado, o uso de outros combustíveis limpos, como o óleo *in natura*, as microemulsões, o gás natural ou o biogás requerem uma adaptação considerável para que o desempenho exigido pelos motores seja mantido [LAURINDO, 2003].



Do ponto de vista econômico, a viabilidade do biodiesel está relacionada com o estabelecimento de um equilíbrio favorável na balança comercial brasileira, visto que o diesel é o derivado de petróleo mais consumido no Brasil, e que uma fração crescente desse produto vem sendo importada anualmente [NOGUEIRA & PIKMAN, 2002].

Deve-se ainda destacar que a inserção do biodiesel na matriz energética nacional representa um poderoso elemento de sinergia para com o agronegócio da cana, cujo efeito será extremamente benéfico para a economia nacional [RAMOS, 2003]. A produção de etanol é expressiva em, praticamente, todas as regiões do país, e o novo programa somente terá a contribuir para o aumento da competitividade do setor, valendo-se, inclusive, da rede de distribuição já existente e do excelente desempenho das tecnologias desenvolvidas para a cadeia produtiva da cana [CAMPOS, 2003]. Nesse contexto, o Brasil se encontra em uma condição que país algum jamais esteve na história do mundo globalizado. Com a evidente decadência das fontes fósseis, nenhuma outra região tropical tem porte e condições tão favoráveis para assumir a posição de um dos principais fornecedores de biocombustíveis e tecnologias limpas para o século XXI [VIDAL, 2000].

A transesterificação de óleos vegetais ou gordura animal, também denominada de alcoólise, pode ser conduzida por uma variedade de rotas tecnológicas em que diferentes tipos de catalisadores podem ser empregados, como bases inorgânicas (hidróxidos de sódio e potássio e bases de Lewis), ácidos minerais (ácido sulfúrico), resinas de troca iônica (resinas catiônicas fortemente ácidas), argilominerais ativados, hidróxidos duplos lamelares, superácidos, superbases e enzimas

lipolíticas (lipases) [SCHUCHARDT *et al.*, 1998; RAMOS, 2003]. Não há dúvidas de que algumas dessas rotas tecnológicas, particularmente aquelas que empregam catalisadores heterogêneos, apresentam vantagens interessantes como a obtenção de uma fração glicerínica mais pura, que não exija grandes investimentos de capital para atingir um bom padrão de mercado. Porém, é também correta a afirmação de que a catálise homogênea em meio alcalino ainda prevalece como a opção mais imediata e economicamente viável para a transesterificação de óleos vegetais [ZAGONEL & RAMOS, 2001; RAMOS, 2003]. Um fluxograma simplificado do processo de produção de biodiesel, utilizando a transesterificação etílica em meio alcalino como modelo, encontra-se apresentado na Figura 2.

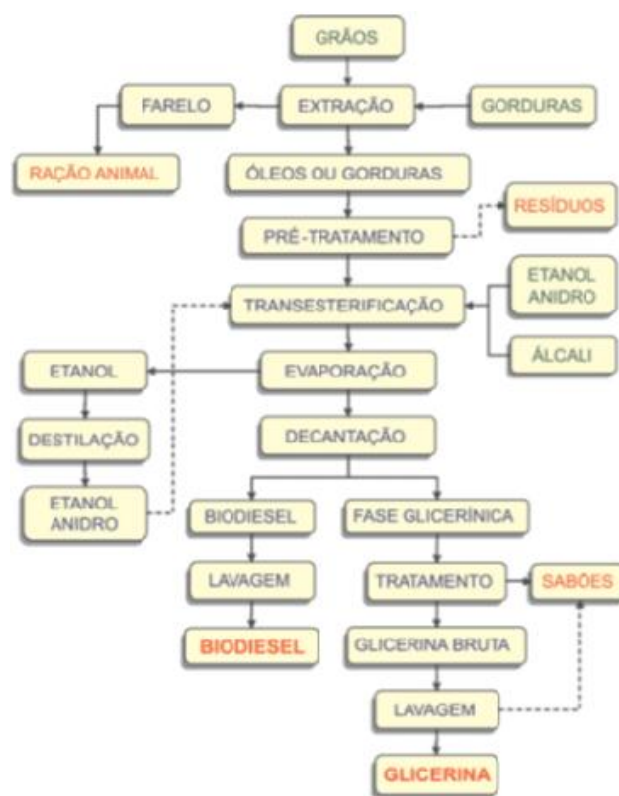


Figura 2. Fluxograma simplificado de produção de ésteres etílicos a partir de óleos vegetais e gordura animal.



2. METODOLOGIA

As análises do óleo de coco e do biodiesel foram realizadas no laboratório do convênio IFS/PETROBRAS do IFS - campus Aracaju e no departamento de engenharia química da UFS. A caracterização da amostra de óleo foi realizada em termos das seguintes análises físico-químicas: índice de acidez, índice de saponificação, teor de cinzas, porcentagem de ácidos graxos livres, umidade e material volátil, viscosidade, tensão superficial, ponto de fulgor, poder calorífico, o teor de glicerina total e densidade.

A caracterização da amostra de biodiesel produzido será realizada em termos das seguintes análises físico-químicas: índice de acidez, teor de cinzas, umidade, viscosidade, tensão superficial, ponto de fulgor, poder calorífico e densidade.

O índice de acidez (I.A.) para óleos e gorduras é definido como o número de mg de hidróxido de potássio necessário para neutralizar os ácidos livres de um grama de amostra. Este procedimento foi determinado segundo Moretto & Alves, [1986] e Esteves *et al.*, [1995].

O índice de saponificação (I.S.) indica a quantidade de hidróxido de potássio (KOH), em miligramas, requerida para saponificar 1 g do óleo utilizado de acordo com Moretto & Alves, [1986].

O teor de cinzas foi analisado de acordo com a metodologia de Esteves *et al.*, [1995], que é compatível com a norma ISO 6884.

A determinação da porcentagem de ácidos graxos livres baseia-se no método adotado por Moretto & Alves [1986] e por Esteves *et al.*, [1995], que determina a porcentagem de ácidos graxos livres, expressa como ácido oleico, em óleos comuns, brutos e refinados.

Para análise da umidade e material volátil foi utilizado o método recomendado para óleos e gorduras comuns.

A viscosidade foi determinada por meio de um viscosímetro.

Para medida de tensão superficial foi utilizado um tensiômetro.

O ponto de fulgor foi determinado usando um medidor de ponto de fulgor.

O poder calorífico foi determinado usando um calorímetro.

O teor de glicerina total do óleo foi determinado segundo o projeto 00.001.62-04 do CEMPES, método recomendado pela ANP.

A análise de densidade foi realizada com o auxílio de um picnômetro de 25 mL, de acordo com Moura, [2010].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análises realizadas em triplicata nas amostras (ver tabelas 1, 2, 3 e 4), observou-se que as amostras de óleo de coco apresentaram um índice de acidez (I.A.) médio de 3,50 mg KOH g⁻¹, o índice de saponificação (I.S.) de 292,62 mg KOH g⁻¹, o teor de cinzas em torno de 0,0182 g 100 g⁻¹ e um percentual de ácidos graxos de 2,22%.

Tabela 1. Características físico-químicas das amostras de óleo de coco.

Amostra	I.A. mg KOH g ⁻¹	I.S. mg KOH g ⁻¹	Teor de cinzas g 100 g ⁻¹	Ácidos graxos %
Média	3,50	292,62	0,0182	2,22
Desvio Padrão	0,05	0,50	0,0002	0,12

A umidade e o material volátil médio encontrado foi de 0,61% e a viscosidade cinemática de 25,79 mm² s⁻¹.

**Tabela 2.** Características físico-químicas das amostras de óleo de coco.

Amostra	Unidade de material volátil %	Viscosidade $\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$
Média	0,61	25,79
Desvio Padrão	0,04	1,36

A tensão superficial média encontrada foi de $28,4 \text{ dynas cm}^{-1}$. O ponto de fulgor médio foi de 210°C . O poder calorífico médio encontrado nas amostras foi de $37.657,62 \text{ kJ Kg}^{-1}$.

Tabela 3. Características físico-químicas das amostras de óleo de coco.

Amostra	Tensão Superficial dynas cm^{-1}	Ponto de Fulgor $^\circ\text{C}$	Poder Calorífico KJ Kg^{-1}
Média	28,4	210	37.657,62
Desvio Padrão	0,3	1	20,50

O teor de glicerina encontrado foi de 17,75% em massa e a densidade média das amostras foi de $0,9254 \text{ g cm}^{-3}$.

Tabela 4. Características físico-químicas das amostras de óleo de coco.

Amostra	Teor de Glicerina % m	Densidade g cm^{-3}
Média	17,75	0,9254
Desvio Padrão	1,25	0,0004

4. CONCLUSÕES

A intensidade com que o tema biodiesel tem sido abordado em reuniões

políticas, científicas e tecnológicas tem dado testemunho do interesse com que a sociedade e o setor produtivo vêm encarando essa nova oportunidade de negócios para o país. Com efeito, diante de tantos benefícios, como a criação de novos empregos no setor agroindustrial, a geração de renda, o fomento ao cooperativismo, a perspectiva de contribuição ao equilíbrio de nossa balança comercial e pelos comprovados benefícios ao meio ambiente, pode-se dizer que o biodiesel tem potencial para constituir um dos principais programas sociais do governo brasileiro, representando fator de distribuição de renda, inclusão social e apoio à agricultura familiar.

Com os resultados obtidos nesta pesquisa, verificou-se que os parâmetros físico-químicos estudados das amostras de óleo de coco se encontram dentro dos valores estabelecidos pela Portaria nº 255 da ANP - Agência Nacional de Petróleo, podendo portanto, o óleo de coco ser utilizado como matéria-prima na produção do biodiesel. A partir destes resultados, posteriormente serão estudados os processos de produção de biodiesel pela rota etílica através do processo de transesterificação variando a composição dos reagentes e dos catalisadores bem como as condições do processo, visando à inovação e o desenvolvimento tecnológico da região.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Petrobras e a PROPEX através do convênio IFS/Petrobras pelo apoio à pesquisa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. **Portarias de Qualidade, 2003.** Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/leg/legislacao.asp>> Acesso em: 23 de agosto de 2014.



BARRETO, C. R. **Óleo de dendê substitui petróleo como combustível e matéria-prima.** Petro & Química, ano 5, n.50, Out/1982.

CAMPOS, I. **Biodiesel e Biomassa: duas fontes para o Brasil.** Revista de Ecologia do Século 21, Rio de Janeiro, v.80, 2003. Disponível em: <<http://www.eco21.com.br/textos>> Acesso em: 26/08/2014.

ESTEVES, W.; GONÇALVES, L.; ARELLANO, D. B. **Compilação da Metodologia Padrão Alemã para análise de gorduras e outros lipídeos.** FEA, UNICAMP, 1995.

GHASSAN, T. A.; MOHAMAD I. AL-WIDYAN, B.; ALI O, A. **Combustion performance and emissions of ethyl ester of a waste vegetable oil in a water-cooled furnace.** Appl. Thermal Eng., v.23, p.285-293, 2003.

GOERING, C. E.; FRY, B. **Engine durability screening test of a diesel oil/ soy oil/ alcohol microemulsion fuel.** J. Am. Oil Chem. Soc., v.61, n.10, p.1627-1631, 1984.

KOBMEHL, S. O.; HEINRICH, H. **Assesment of the use of biofuels in passenger vehicles.** Sustainable agricultural for food, energy and industry, p.867-875, 1998.

LAURINDO, J. C. **Combustíveis alternativos no Tecpar e na UFPR.** In: SEMINÁRIO PARANAENSE DE BIODIESEL, 1., 2003, Londrina. Anais eletrônicos... Disponível em: <<http://www.tecpar.br/cerbio/Seminario-palestras.htm>> Acesso em: 23 de setembro de 2014.

MA, F.; HANNA, M. A. **Biodiesel production: a review.** Biores. Technol., v.70, n.1, p.1-15, 1999.

MORETTO, E.; ALVES, R. **Óleos e Gorduras Vegetais.** Editora da UFSC, Florianópolis, 1986.

MOURA, B. S. **Transesterificação Alcalina de Óleos Vegetais Para Produção de Biodiesel: Avaliação Técnica e Econômica.** 2010. Dissertação apresentada ao curso de Pós graduação em Engenharia Química da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO, **Produção de Combustíveis Líquidos a Partir de Óleos Vegetais.** Brasília: Secretaria de Tecnologia Industrial, 1985, 364p.

NAG, A.; BHATTACHARYA, S.; DE, K. B. **New utilization of vegetable oils.** J. Am. Oil Chem. Soc., v.72, n.12, p.1591-1593, 1995.

NOGUEIRA, L. A. H.; PIKMAN, B. **Biodiesel; novas perspectivas de sustentabilidade.** Conjuntura & Informação - Agência Nacional do Petróleo, n.19, 2002. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/doc/informe_ci> Acesso em: 25/08/2014.

PIYAPORN, K.; JEYASHOKE, N.; KANIT, K. **Survey of seed oils for use as diesel fuels.** J. Am. Oil Chem. Soc., v.73, n.4, p.471-474, 1996.

RAMOS, L. P. **Aspectos técnicos sobre o processo de produção de biodiesel.** In: SEMINÁRIO PARANAENSE DE BIODIESEL, 1., 2003, Londrina. Anais eletrônicos... Disponível em: <<http://www.tecpar.br/cerbio/Seminario-palestras.htm>> Acesso em: 20 de agosto de 2014.

SERRUYA, H. **Óleos Vegetais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 31, Recife, 1991. Anais... Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1991.



SHAY, E. G. **Diesel fuel from vegetable oils: status and opportunities.** Biomass and Bioenergy, v.4, p.227- 242, 1993.

STOURNAS, S.; LOIS, E.; SERDARI, A. **Effects of fatty acid derivatives on the ignition quality and cold flow of diesel fuel.** J. Am. Oil Chem. Soc., v.72, n.4, p.436-437, 1995.

SCHUCHARDT, U., SERCHELI, R., VARGAS R. M. **Transesterification of vegetable oils: a review.** J. Braz. Chem. Soc., v.9, p.199-210, 1998.

VIDAL, B. J. W. **Brasil, civilização suicida.** 1.ed. Brasília: Star Print, 2000.

ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleos vegetais.** Revista de Química Industrial, v.717, p.17-26, 2001.