

II SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE ENERGIA NA AGRICULTURA

Acta Iguazu

ISSN: 2316-4093

Comparação dos parâmetros de qualidade e emissão de gases poluentes de biodiesel provindo de óleo de soja, coco e oliva

Rodrigo Techio Bressan¹, Edward Seabra Júnior², Daniel Marcos Dal Pozzo², Reginaldo Ferreira Santos¹, Samuel Nelson Melegari de Souza¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, PPGEA – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura – Nível Mestrado, Cascavel-PR.

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, DAPRO – Departamento Acadêmico de Produção e Administração - Medianeira – PR.

seabra.edward@gmail.com

Resumo: A demanda por biocombustíveis tem se tornado acentuado devido à alta necessidade de fontes energéticas sustentáveis para racionalização do consumo energético e poluição ambiental. Pelo processo de transesterificação transformou-se os óleos de coco, soja e oliva em biodieseis, fez-se ainda procedimentos para determinar a densidade, viscosidade, e índice de acidez. Comparando com as normas brasileiras, americanas e europeias verificou-se conformidade dos biodieseis em relação aos parâmetros analisados. Correlacionando trabalhos existentes na literatura observou-se que a emissão de gases poluentes do biodiesel de coco é o menos agressivo em relação aos biodieseis vegetais e aos derivados do petróleo, sendo que o biodiesel de oliva é o mais poluente.

Palavras-chave: Óleo de coco, óleo de oliva, óleo de soja, biocombustível.

Comparison of the quality parameters and emission of polluting gases biodiesel coming from soybean oil, coconut and olive

Abstract: Demand for biofuels has become pronounced due to the high need for sustainable energy sources for rationalization of energy consumption and environmental pollution. By the process of transesterification became the coconut oil, soya and olive in biodiesels, it is made yet procedures to determine the density, viscosity and acid value. Compared to the Brazilian, US and European standards verified compliance of biodiesels in relation to the parameters analyzed. Correlating existing studies in the literature it was found that the emission of pollutant gases of coconut biodiesel is less aggressive compared to plants biodiesels and petroleum, and the olive biodiesel is the most polluting.

Key words: Coconut oil, olive oil, soybean oil, biofuel.

Introdução

A produção de alimentos e a utilização de biocombustíveis estão diretamente ligadas, em um mundo onde se consegue destinar a produção de grãos tanto para fins alimentícios quanto para a produção de combustível. A demanda por biocombustíveis se tornou acentuada devido à alta necessidade de fontes energéticas sustentáveis para racionalização do consumo energético e poluição ambiental (ACKRILL, 2014).

Para a obtenção do biodiesel a reação da transesterificação pode ser aproveitada, já que por meio dela pode-se obter um éster via outro éster, ou seja, parte-se do óleo vegetal em presença de um catalisador em uma reação com álcool, para a produção de biodiesel, um combustível renovável e não corrosivo (CAVALCANTE, 2015; MARULANDA-BUITRAGO, 2016).

A mistura de ésteres metílicos (porque se utiliza o metanol) forma o biodiesel, o qual pode ser obtido a partir de qualquer óleo vegetal, ou gorduras animais, já que a transesterificação é um processo rápido o qual se realiza em condições normais de pressão e temperatura (RUSCHEL, 2016).

O coco, cujo nome científico é *Cocosnucifera*, pertence à família *Arecaceae*, a família das palmeiras. Por ser uma oleaginosa, seu óleo é extraído a frio a partir da massa da polpa do coco (parcela com maior porcentagem de massa etérea). O óleo de coco é classificado como gordura saturada, sendo sólida em temperatura ambiente, tendo basicamente 70 a 80% de sua composição de ácidos graxos de cadeia média (AGCM). Pode ser aproveitado para a produção de biodiesel devido sua composição, pois os valores se encontram dentro dos valores estabelecidos pela Portaria nº 255 da ANP - Agência Nacional de Petróleo (CUENCA, 2004; DIETARY GUIDELINES FOR AMERICANS, 2010; STINGELIN, 2010).

O azeite de oliva, ou óleo de oliva é provindo de azeitonas maduras, e pertence à família das *Oleaceae*, com a espécie *Olea europaea*. De um modo geral todos os azeites possuem valores satisfatórios de ácidos graxos para a produção de biodiesel, sendo compostos basicamente por triacilgliceróis, diacilgliceróis, monoacilgliceróis e ácidos graxos (ALVES, 2014; SILVA, 2012).

O objetivo desse estudo é avaliar o processo de transesterificação de óleo de coco e óleo de oliva para a produção de biodiesel, comparando-os com o biodiesel de soja verificando características físico-químicas.

Material e Métodos

O experimento ocorreu na cidade de Cascavel, Paraná Brasil, com as coordenadas geográficas de 24° 57' 21" S e 53° 27' 19" W e altitude média de 781 metros. O óleo de coco e o óleo de oliva foram obtidos no Campus da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Os experimentos ocorreram no mês de julho no Campus UNIOESTE, no laboratório de Solos da universidade.

Para a realização da reação de transesterificação utilizou-se 50 g de cada óleo. O óleo foi aquecido, em banho-maria, até a temperatura de 60 °C, com agitação eletromagnética. Depois de atingida a temperatura adicionou-se uma solução de 0,25 g de hidróxido de sódio e 13,65 mL de metanol, sendo que o hidróxido de sódio estava dissolvido antes da introdução no óleo. Com a solução preparada e o óleo aquecido, adiciona-se lentamente a solução sobre o óleo, mantendo a agitação pelo período de 50 minutos.

Decorrido o tempo de reação, o produto reacional é transferido para um funil de separação por decantação, onde é deixado em repouso até a total separação da glicerina do biodiesel, e sequencialmente retira-se a glicerina. Após isso deve-se lavar o biodiesel com água destilada. Para a lavagem adicionar 10% (v/v) de água destilada agitando levemente, e em seguida deixa-se decantar novamente até a retirada da água, medindo-se o pH da água de lavagem.

Para a determinação da densidade do biodiesel, utilizou-se um balão volumétrico de 10 mL devidamente calibrado. Realizando-se a medição do volume e massa da amostra para cálculo com a equação 1, onde “D” representa a densidade (g/mL), “m” se refere à massa da amostra em gramas, e “V” representa o volume da amostra em mL, conforme disposto na equação 1.

$$D = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Já para a determinação da viscosidade utiliza-se uma pipeta de 5 mL. Pipeta-se 5 mL da amostra e em seguida cronometra-se o tempo que leva para escoar, em triplicada, com a média dos tempos é possível calcular a viscosidade com a seguinte equação, onde “V” é a viscosidade em mL s⁻¹, “v” representa o volume em mL, e “t” o tempo de escoamento em segundos, conforme apresentado na equação 2.

$$V = \frac{v}{t} \quad (2)$$

A determinação de acidez realiza-se pelo método de titulação. Em um erlenmeyer de 125 mL adiciona-se 2 g da amostra de biodiesel e 25 mL de éter-álcool(2.1) seguido de 2 gotas de fenolftaleína. A solução é titulada com solução de hidróxido de sódio 0,01 M até o aparecimento da coloração rósea. Anota-se o valor de NaOH utilizado realizando triplicata.

Após a titulação foi realizado o cálculo da acidez seguindo a equação 3, onde IA representa o índice de acidez em % m/m, V representa o volume do titulante gasto de NaOH em mL, Fc representa o fator de correção de NaOH, C representa a concentração do NaOH, e m representa a massa da amostra em gramas.

$$IA = \frac{V \times Fc \times C \times 5,61}{m} \quad (3)$$

Para discussão dos resultados obtidos foram adotados os parâmetros dispostos através da Resolução Brasileira nº 07 de 2008 (RANP 07/08), a norma americana, elaborada pela ASTM (*American Society of Testing and Materials*) e o estabelecidos na norma EN 14214 do Comitê Europeu de Normalização (*Comité Européen de Normalisation - CEN*) pela União Européia (CRUZ et al., 2009).

Resultados e Discussão

A partir das análises feitas na transesterificação dos óleos em biodiesel obteve-se os resultados mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos biodieseis obtidos a partir da soja, oliva e coco.

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	SOJA	OLIVA	COCO
Volume de glicerina	mL	6,40	5,25	6,12
Volume de biodiesel	mL	59,00	58,90	58,50
Teor de Glicerina, máx	% massa	0,1211	0,0996	0,1173
pH agua de lavagem	adimensional	11	13	11
Massa específica	Kg/m ³	872,48	872,92	875,86
Densidade	g/ml	0,8725	0,8729	0,8759
Viscosidade	mL/s	3,8707	2,7780	0,9087
Índice de acidez	% m/m	0,0628	0,0652	0,0780

Fonte: Autor, 2016

Comparando com as normas brasileiras, americanas e da União Européia, o biodiesel obtido a partir dos óleos de soja, coco e oliva não podem ser comparados aos parâmetros

estabelecidos em relação ao Índice de Acidez Máximo, sendo que a Resolução Brasileira nº 07 de 2008 (RANP 07/08), a norma americana ASTM e a norma EN 14214 do Comitê Europeu de Normalização permitem 0,5 mg KOH g⁻¹ e pelo método utilizado obtém-se o resultado por percentual de massa.

Tabela 2: Parâmetros de qualidade exigidos ao biodiesel pelas normas brasileiras, estadunidenses e européias.

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	BRASIL	UE	EUA
		ANP 07/2008	EN 14214	ASTM D6751
Índ. de acidez, máx.	mg KOH/g	0,5	0,5	0,5
Massa específica	kg/m ³	850-900	860-900	---
Teor de Glicerina, máx.	% massa	0,25	0,25	0,24

Fonte: (CRUZ et al., 2009; adaptado pelo autor).

Em relação a Massa Específica a ASTM D6751 não define limites mínimos e máximos, contudo o biodiesel de soja obteve um valor de 872,48 kg/m³, o biodiesel de oliva 872,92 kg/m³ e o biodiesel de coco 875,86 kg/m³, todos dentro dos valores indicados pelas normas do Brasil e da União Europeia como mostra a Tabela 2.

Como evidencia a Tabela 1, o Teor de Glicerina Máximo foi de 0,1211 no subproduto da soja, 0,09960 no combustível a base de oliva e 0,1173 no biodiesel de coco, todos em relação ao percentual de massa da glicerina no biodiesel. A ANP 07/2008 e a EN 14214 estabelecem teor máximo de 0,25 % da massa e a ASTM D6751 0,24, desta forma todos estão dentro do limite máximo.

A Tabela 3 faz uma comparação entre os resultados obtidos e os encontrados na literatura. Quanto a densidade podemos observar que o biodiesel de coco geralmente tem densidade maior do que a obtida neste trabalho (ALMEIDA, 2010; ARAUJO, 2008; KUMAR et al, 2018; QIU et al, 2016). Em relação ao biodiesel de soja e de oliva os valores são mais próximos. A comparação de índice de acidez e teor de glicerina por dados insuficientes para discussão.

Tabela 3: Comparação de valores obtidos com valores disponíveis na literatura.

SOJA	COCO	OLIVA
------	------	-------

Propriedade	Valores	Literatura	Valores	Literatura	Valores	Literatura
Índ. de acidez	0,0628	--	0,0652	--	0,0780	0,09*****
Densidade	0,8725	0,887***	0,8729	0,9214*	0,8759	0,873***
		0,885*****		0,9160**		0,908*****
		--		0,918*****		--
		--		0,909*****		--
Teor de Glicerina	10,8475	--	8,9134	16,45**	10,4615	--

* Almeida, 2010, ** Araujo, 2009, *** Conde, 2007, ****Kumar et al, 2010,***** Lópes et al,2014,***** Muños et al, 2014, *****Qiu et al,2016

-- Indica dado não encontrado na literatura.

Pelo método da análise de ciclo de vida (ACV), forma de avaliar sistemicamente os impactos ambientais de um produto ou um processo no decorrer de toda sua vida útil: extração da natureza, industrialização, transporte, fabricação, uso, manutenção, destruição, descarte e reciclagem, os impactos ambientais da produção de biodieseis foram comparados por alguns autores (CIAMBRONE, 1997).

Comparado ACV do diesel de petróleo com biodiesel de oliva, existem benefícios ambientais no processamento combustível mineral em relação ao produto da oliva, contudo melhorias no processo agrícola e de transporte podem colaborar para uma produção mais amigável ao meio ambiente. Na comparação de blendas de 100% e 20% de biodiesel de oliva notou-se que a blenda com 100% de oliva é a pior a saúde humana e conservação ambiental, devido à quantidade significativa de emissões de gases efeito estufa na fase agrícola e principalmente o aumento da quantidade de NO_x (RAJAEIFAR et al., 2016).

Em um trabalho iraniano a ACV do biodiesel de soja mostrou que a produção de soja representa 50,65% da entrada total de energia fóssil, seguido por conversão de biodiesel com 33,50% de um consumo de 8.617,7 MJ ha⁻¹. O ganho líquido de energia neste trabalho foi de 8.373,7 MJ ha⁻¹, considerado satisfatório neste país. As emissões de gases efeito estufa são maiores na produção agrícola e na extração de óleo que são respectivamente de 59,79% e 8,72% (RAJAEIFAR et al., 2014). Contudo ainda resulta em uma redução de 78% na emissão dos gases efeito estufa em relação ao petróleo (SHAHEED e SWAIN, 1999).

Em outro trabalho notou-se que o biodiesel de coco pode reduzir de 80,8 à 109,3% nas emissões líquidas de CO₂ em relação ao petróleo pela ACV. Essa variação é resultante da forma em que os resíduos agrícolas são utilizados, mas em todos os casos examinados observou-se benefício em relação ao uso de outros biodieseis vegetais, as baixas emissões de

CO₂ do sistema de biodiesel de coco podem ser atribuídas em parte às entradas de baixa energia nas práticas agrícolas em plantações de coco (TAN et al., 2004).

Conclusões

Em relação aos parâmetros comparados com as normas (densidade e teor de glicerina) todos os combustíveis estão dentro do exigido. Comparando com a literatura a metodologia utilizada mostrou-se eficiente, pois não houve diferenças exorbitantes. Quanto à emissão de gases poluentes existem trabalhos na literatura que citam que o biodiesel de coco é o menos agressivo em relação aos biodieseis vegetais e aos derivados do petróleo, sendo que o biodiesel de oliva é o mais poluente.

Referências

ACKRILL, A.; KAY, A. The Growth of Biofuels in the 21st Century: Policy Drivers and Market Challenges. **Palgrave Macmillan**, Hampshire. 2014.

ALMEIDA, A.P. **Etanolise de óleo de coco**: estudo das variáveis do processo. 2010. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2010.

ALVES, J.O. **Controle de Qualidade de Azeite de Oliva Extra Virgem e Misturas Diesel/Biodiesel Utilizando Espectrometria de Massas e Validação Multivariada**. Tese de doutorado - Universidade Federal de Minas Gerais. 124p. 2014.

ARAÚJO, G.S. CARVALHO, R. H. R.; SOUSA, E. M. B. D. Produção de Biodiesel a partir de Óleo de Coco (*Cocos nucifera* L.) Bruto. In: 2ND INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, São Paulo. v. 1, p. 1 – 13 2009.

CONDE, A.P. **Desempenho do motor ciclo diesel alimento com biodiesel de óleo de soja e oliva**. 2007. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

CRUZ, R.S.; LÔBO, I.P.; FERREIRA, S.L.C. Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 6, n. 32, p.1596-1608, jul. 2009.

CUENCA, M. A. G.; SIQUEIRA, L. A. Aspectos econômicos da cocoicultura. In: FONTES, H. R.; RIBEIRO, F. E.; FERNANDES, M. F. (Ed.). *Coco, produção: aspectos técnicos*. Brasília: Embrapa Informação Avaliação da produção de óleo em três cultivares de coqueiro-anão 3 Tecnológica; Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2003. 106 p. (Série Frutas do Brasil, 27).

DIETARY GUIDELINES FOR AMERICANS, 2010. US Department of Health and Human Services, US Department of Agriculture. Disponível em: <http://www.health.gov/dietaryguidelines/2010>. Acesso em: 08 Jul 2016.

GOODACRE, R.; KEL, D. B.; BIANCHI, G. Rapid assessment of the adulteration of virgin olive oils by other seed oils using pyrolysis mass spectrometry and artificial neural networks. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.63, p.297–307, 1993.

KUMAR, D. et al.; Fast, easy ethanolysis of coconut oil for biodiesel production assisted by ultrasonication. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s.l.], v. 17, n. 3, p.555-559, mar. 2010.

LAMA-MUÑOZ, A. et al.; Biodiesel production from olive–pomace oil of steam-treated alperujo. **Biomass And Bioenergy**, [s.l.], v. 67, p.443-450, ago. 2014.

LÓPEZ, I. et al. Effect of the use of olive–pomace oil biodiesel/diesel fuel blends in a compression ignition engine: Preliminary exergy analysis. **Energy Conversion And Management**, [s.l.], v. 85, p.227-233, set. 2014.

MARULANDA-BUITRAGO, P.; MARULANDA-CARDONA, V.. Supercritical Transesterification Of Beef Tallow For Biodiesel Production In A Batch Reactor. **C.T.F Cienc. Tecnol. Futuro**, Bucaramanga , v. 6, n. 2, p. 57-68, July 2015.

QIU, T. et al.; The synthesis of biodiesel from coconut oil using novel Brønsted acidic ionic liquid as green catalyst. **Chemical Engineering Journal**, [s.l.], v. 296, p.71-78, jul. 2016.

RAJAEIFAR, M.A. et al.; Energy life-cycle assessment and CO₂ emissions analysis of soybean-based biodiesel: a case study. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 66, p.233-241, mar. 2014.

RAJAEIFAR, M.A. et al.; Environmental impact assessment of olive pomace oil biodiesel production and consumption: A comparative lifecycle assessment. **Energy**, [s.l.], v. 106, p.87-102, jul. 2016.

RUSCHEL, C. F. C. et al. Otimização Do Processo De Transesterificação Em Duas Etapas Para Produção De Biodiesel Através Do Planejamento Experimental Doehlert. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 267-272, 2016.

SILVA, L. F.O. et al. Variação na qualidade do azeite em cultivares de oliveira. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 2, p.202-209, 2012.

SHAHEED A.; SWAIN E.; Combustion analysis of coconut oil and its methyl esters in a diesel engine. **Journal of Power & Energy** 1999;213:417–25.

STINGELIN, F.S. et al. Caracterização Do Óleo De Coco A Ser Utilizado Na Produção De Biodiesel Via Rota Etflica. **I Congresso Nacional de Engenharia de Petróleo**, Gás Natural e Biocombustíveis. 2010

TAN, R.R.; CULABA, ALVIN B.; PURVIS, MICHAEL R.I. Carbon balance implications of coconut biodiesel utilization in the Philippine automotive transport sector. **Biomass And Bioenergy**, v. 26, n. 6, p. 579-585, jun. 2004.

Recebido para publicação em: 01/12/2017

Aceito para publicação em: 04/12/2017