

Valor calorífico para composições com biodiesel da gordura de frango e óleo diesel

Marcelo José da Silva¹, Samuel Nelson Melegari de Souza², Luiz Inácio Chaves², Reginaldo Ferreira Santos², Deonir Secco² e Reinaldo Aparecido Bariccatti²

¹Faculdade de Engenharia Agrícola – FEAGRI – UNICAMP - Mestrado em Engenharia Agrícola, Av. Candido Rondon, 501, Barão Geraldo - CEP 13083-875 - Campinas /SP.

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, PPGEA – Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura – Nível Mestrado, Cascavel /PR.

marcelo.jose@feagri.unicamp.br, samuel.souza@unioeste.br, reginaldof@fag.edu.br, deonir.secco@unioeste.br, bariccatti@yahoo.com.br, luiziniachaves@yahoo.com.br

Resumo: O biodiesel é um combustível alternativo de origem renovável utilizado em motores ciclo Diesel. A produção do biodiesel envolve a reação do metanol com ácidos graxos de origem animal ou vegetal. A produção de biodiesel da gordura de frango pode ser muito atrativa em regiões com alta produção de aves, como nas Regiões Oeste do Paraná e Oeste de Santa Catarina. O objetivo deste trabalho foi obter o poder calorífico inferior das composições entre biodiesel e óleo Diesel: 100% óleo Diesel (B0), 20% biodiesel (B20), 40% biodiesel (B40), 60% biodiesel (B60), 80% biodiesel (B80), 100% biodiesel (B100). O biodiesel utilizado foi adquirido em uma unidade produtora localizada no Centro de Desenvolvimento e Difusão de tecnologias da Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel/ PR. A capacidade nominal de produção da unidade é de 900 litros por turno de 8 horas. O modelo do calorímetro utilizado foi o E2K. O poder calorífico inferior na composição B100 foi 35,388 MJ kg⁻¹ e para o óleo Diesel foi 41,299 MJ kg⁻¹. Com o levantamento do valor calórico das seis composições de óleo Diesel e biodiesel verificou-se uma função linear decrescente do valor calórico à medida que foi aumentada a proporção do biodiesel da gordura de frango no combustível.

Palavras-chave: biocombustível, calorímetro, ácidos graxos residuais.

Calorific value for compositions with biodiesel of fat chicken and diesel oil

Abstract: The biodiesel fuel is a renewable source of alternative fuel used in diesel cycle engines. The production of biodiesel involves the reaction of methanol with fatty acids of animal or vegetable. The production of biodiesel from chicken fat can be very attractive for some regions from Brazil with high poultry production, as in the Parana West and Santa Catarina West. In this study , the goal was the lower calorific value of the compositions between biodiesel and diesel oil: 100% Diesel oil (B0), 20% biodiesel (B20), 40% biodiesel (B40), 60% biodiesel (B60), 80% biodiesel (B80), 100% biodiesel (B100). The biodiesel used was acquired in the Centre for Development and Diffusion of technologies on the Assis Gurgacz College, in Cascavel city. The nominal production capacity of the unit is 900 liters on period of 8 hours. The model of the calorimeter used, was the E2K. The lower calorific value of B100 composition was 35.388 MJ kg⁻¹ and the diesel oil was 41.299 MJ kg⁻¹. With the measuring of the caloric value of six samples mix of diesel oil and biodiesel, was obtained a linear function decrease of the calorific value when increased it the proportion of biodiesel from chicken fat into fuel.

Keywords: biofuel, calorimeter, fatty acid residues.

Introdução

As fontes renováveis de energia são muito importantes para a diversificação da matriz energética de um país, dentre elas destacam-se a energia solar, hidrelétrica, energia eólica e energia da biomassa. Em 2007 46% de toda a oferta de energia no Brasil foram de fontes renováveis de energia, onde a biomassa representou aproximadamente 28%, sendo o Brasil um país com as matrizes energéticas mais limpas do mundo (MME, 2007). O incremento de fontes renováveis de energia contribui para uma maior sustentabilidade econômica e ambiental, pois são formas de energia não esgotáveis e com baixa emissão de carbono na atmosfera.

No Brasil a energia da biomassa vem destacando-se, principalmente na área de biocombustíveis. Após as crises do petróleo, ocorridas no final da década de 70 e início dos anos 80, e criação do PROÁLCOOL, o Brasil tornou-se referência mundial na produção de biocombustíveis, destacando-se o etanol da cana de açúcar. Hoje o Brasil é o segundo maior produtor mundial de etanol, atrás dos EUA. Nos últimos 10 anos, o governo brasileiro vem incentivando, por meio da criação do Programa Nacional de Biocombustíveis, a produção de biodiesel à partir da transesterificação de óleos vegetais. Além do biodiesel, projeta-se um aumento no uso do biogás obtido por meio da digestão anaeróbia de lixo e resíduos agrícolas.

Para a produção de biodiesel são utilizadas matérias-primas renováveis. Os principais materiais utilizados são os óleos vegetais (óleo de soja, girassol, canola, mamona, dendê) e gorduras animais, tais como sebo bovino e óleo de frango, podendo ser utilizados óleos residuários, como os óleos usados de frituras ou ainda resíduo de indústrias de refinarias, abatedouros e graxarias ou até material depositado em caixas de gorduras.

Os óleos e gorduras, vegetais ou animais, são triglicerídeos, produtos naturais da reação do propanotriol (glicerol) com ácidos graxos, cujas cadeias tem números de carbonos que variam de 12 a 22 e tem peso molecular 3 vezes maior que o óleo diesel. Os ésteres são provenientes da reação de condensação de um ácido carboxílico e um álcool, chamada de reação de esterificação (Solomons e Fryhle, 2002), os quais apresentam peso molecular e propriedades físico-químicas semelhantes ao óleo diesel.

A reação de transesterificação consiste na substituição do propanotriol, substância que forma goma e provocaria a carbonização do motor, por um álcool primário de cadeia curta, geralmente o metanol ou etanol, esta é uma reação de equilíbrio e a transformação ocorre essencialmente pela mistura dos reagentes. Entretanto a presença de um catalisador aumenta a velocidade da reação, podendo ser um ácido ou base forte, entre os ácidos o mais utilizado é o ácido sulfúrico, ao qual está associado problemas de corrosão, entre as bases se destacam os

hidróxidos de sódio e de potássio, tendo o hidróxido de sódio um menor custo, mas apresenta o inconveniente químico de reações secundárias de saponificação quando em excesso (Carvalho *et al.*, 2003). A relação estequiométrica requer 1 mol de triglicerídeo e 3 mols de álcool. Mas um excesso de álcool é usado para aumentar o rendimento em ésteres, deslocando o equilíbrio da reação, outros fatores que influenciam na reação são temperatura, pureza dos reagentes e grau de acidez das gorduras (Reis *et al.*, 2003), em termos de rendimento e consumo dos reagentes.

A lei 11.097/2005, de janeiro de 2005, lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPUB), cujo principal objetivo seria incentivar a produção de biodiesel, especialmente por familiares de agricultores de regiões pobres, para ser adicionado ao diesel mineral. Em 2008 esse percentual foi de 2%, em julho de 2009 passou a 4% e finalmente em janeiro de 2010 a 5%, prevendo um consumo de 2,6 bilhões de litros (Nogueira, 2011). Essa lei constitui-se no marco legal para a ampliação crescente do uso do biodiesel no Brasil.

A produção de biodiesel à base de gordura residual da agroindústria de processamento de aves é uma fonte alternativa à produção de energia, que pode ser ofertada a um menor custo, comparada a outras fontes de produção de biodiesel. Isto, principalmente para regiões como o Oeste do Paraná e Oeste Santa Catarina, onde há uma expressiva disponibilidade de gordura residual junto aos grandes frigoríficos/abatedouros de aves. O uso deste tipo de biodiesel também pode trazer benefícios para o meio-ambiente, pelo destino nobre que é dado a este subproduto da agroindústria através da reciclagem para a produção de um combustível. Neste estudo, o objetivo foi realizar a mensuração do valor calorífico para composições de biodiesel da gordura de frango com óleo diesel.

Material e Métodos

O levantamento do valor calorífico do combustível foi realizado no Laboratório de Bioenergia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Cascavel/PR. O biodiesel da gordura do frango foi adquirido em uma unidade produtora que trabalha em processo descontínuo, no sistema de batelada. A unidade produtora de biodiesel está localizada no Centro de Desenvolvimento e Difusão de tecnologias da Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel/ PR. A capacidade nominal de produção da unidade é de 900 litros por turno de 8 horas. O combustível utilizado neste estudo foi composto de uma mistura volumétrica entre o biodiesel e o óleo diesel mineral. As proporções do biodiesel na composição do combustível foram: 100% óleo Diesel (B0); 20% biodiesel (B20); 40% biodiesel (B40); 60% biodiesel (B60); 80% biodiesel (B80); 100% biodiesel (B100). Para

determinar o poder calorífico dos combustíveis foi utilizado calorímetro de bomba modelo E2K. Sendo o procedimento descrito a seguir:

- Preparação da amostra: as amostras foram separadas em aproximadamente 0,5 g do combustível analisado em um recipiente adiabático (Figura 1A);
- Após o preparo inicial da amostra o recipiente metálico foi pressurizado por uma bomba (Figura 1B) à pressão de 30 atm (3,04 MPa);
- Com o recipiente pressurizado levou-se ao calorímetro E2K (Figura 1C). O recipiente com a amostra foi acoplado em um fio de ignição, chamado de fio de queima.

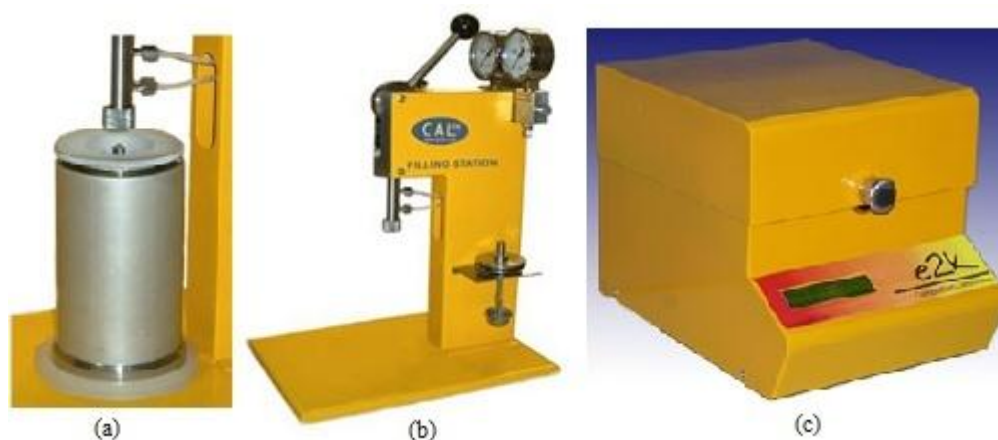


Figura 1- Recipiente adiabático (a); Pressurizador (b); calorímetro (c).

Deste modo se determinou o poder calorífico superior do combustível. Os ensaios em que a combustão foi incompleta foram desprezados. O delineamento experimental segue o modelo de blocos ao acaso com três repetições para cada combustível analisado. O poder calorífico inferior das composições foram determinados pela equação descrita por VOLPATO et al. (2009) que leva em consideração o poder calorífico superior medido:

$$PCI = PCS - 3,052$$

em que:

PCS: poder calorífico superior, MJ kg⁻¹,

PCI: poder calorífico inferior, MJ kg⁻¹.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 mostra o poder calorífico superior das seis composições realizadas com o biodiesel com o óleo Diesel. Como método de análise dos valores utilizou-se o teste de comparação de média. Deste modo, observa-se que o poder calorífico do óleo Diesel (44,351

MJ kg⁻¹), de B20 (43,666 MJ kg⁻¹) e B40 (42,347 MJ kg⁻¹) são estatisticamente semelhantes ao nível de 5% de significância. Os valores médios do poder calorífico superior das composições B40 (42,347 MJ kg⁻¹), B60 (41,120 MJ kg⁻¹) e B80 (40,437 MJ kg⁻¹) também são semelhante perante ao teste de médias. Com a medição do Poder calorífico superior dos combustíveis verificou-se que o poder calorífico do óleo Diesel (B0) foi 13,32% maior que o poder calorífico que o biodiesel produzido da gordura de frango (B100).

Tabela 01- Poder calorífico superior (MJ.kg⁻¹) das misturas combustível

Combustível	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média*
Diesel	43,834	43,946	45,273	44,351a
Biodiesel de Frango – B20	44,166	43,637	43,195	43,666a
Biodiesel de Frango – B40	42,704	41,975	42,363	42,347ab
Biodiesel de Frango – B60	40,188	41,759	41,414	41,120b
Biodiesel de Frango – B80	39,806	41,094	40,412	40,437bc
Biodiesel de Frango – B100	38,134	39,718	37,468	38,440c

*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Os valores obtidos foram semelhantes aos resultados apresentados por Peres *et al.* (2007) que mediram o poder calorífico superior óleo diesel em 45,82 MJ kg⁻¹ e para o biodiesel da gordura de frango (B100) o valor medido foi 39,44 MJ kg⁻¹. Bonometo (2009) também levantou o poder calorífico superior do biodiesel da gordura de frango (B100) em um calorímetro obtendo o valor de 42,53 MJ kg⁻¹. Estes valores tomados como parâmetro de comparação são maiores que o valor medido para o combustível B100.

A Figura 2 mostra uma redução linear do poder calorífico superior com o aumento na porcentagem de biodiesel da gordura de frango na composição do combustível. O coeficiente de regressão linear da equação, o R² foi determinado em 0,98 indicando que o modelo da equação esta adequado para estimar valores intermediários dos testes realizados. A Figura 3 mostra o valor estimado do poder calorífico inferior obtido a partir do poder calorífico superior medido. O poder calorífico inferior estimado para o óleo Diesel (B0) foi 41,30 MJ kg⁻¹. Este valor estimado mostrou-se semelhante ao resultado obtido por Bridgwater *et al.* (1999) que realizaram a medição do poder calorífico inferior do óleo Diesel, sendo obtido o resultado de 42,90 MJ kg⁻¹. Em um estudo de caracterização do óleo Diesel e biodiesel, Neto *et al.* (2000) verificaram que o poder calorífico inferior medido para o óleo Diesel foi 42,30

MJ kg^{-1} e para o biodiesel de óleo de soja utilizado em frituras foi $37,5 \text{ MJ kg}^{-1}$. Na Figura 3 pode-se observar que o biodiesel possui poder calorífico inferior menor que o óleo Diesel, sendo estimado para o biodiesel de gordura de frango (B100) o valor de $35,388 \text{ MJ kg}^{-1}$.

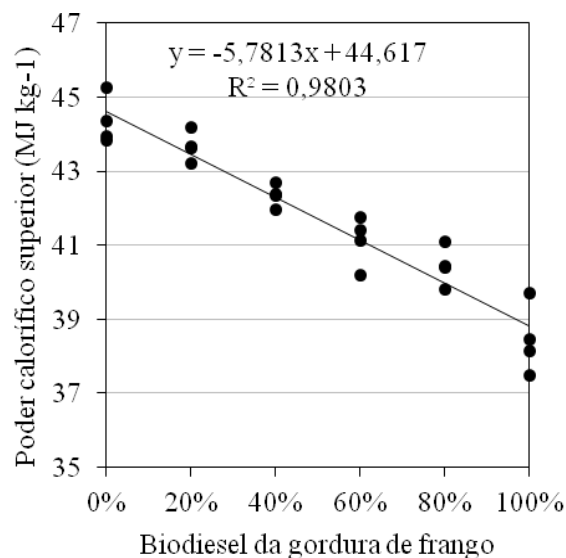


Figura 2- Proporções de mistura de óleo Diesel x biodiesel.

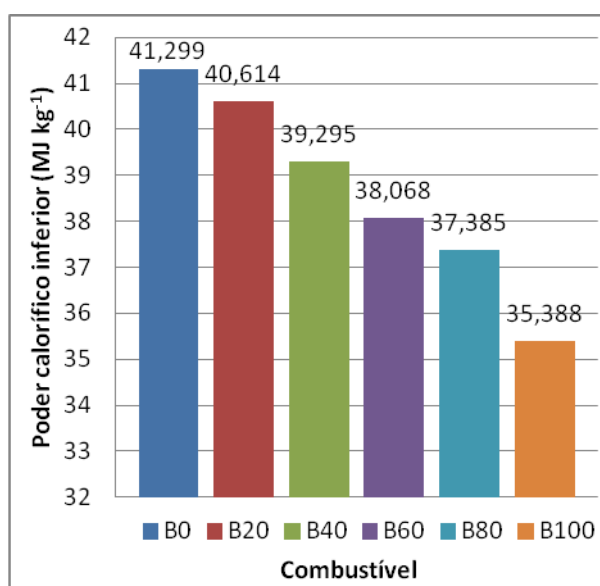


Figura 3- Poder calorífico inferior do combustível.

Conclusões

O combustível óleo Diesel possui valor calorífico maior que o biodiesel, sendo que até a proporção de mistura B40 o poder calorífico dos combustíveis apresentou-se estatisticamente semelhante. A proporção variável entre óleo Diesel e biodiesel apresentou-se

como uma função linear do poder calorífico. O poder calorífico inferior pode ser estimado, sendo o método adequado quando se tem os dados de poder calorífico superior do óleo Diesel ou do biodiesel.

Referências

BONOMETO, R. P. **Análise energética do processo experimental de Produção de Biodiesel a partir de óleo de frango**. 2009. 45 f. Dissertação (Mestrado em Energia na agricultura) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2009.

BRIDGWATER, A. V.; MEIER, D.; RADLEIN, D. An overview of fast pyrolysis of biomass. **Organic Geochemistry**, v.30, p.1479-1493, 1999.

CARVALHO, E. G. C.; OTZ, E. P.; OLIVEIRA, L. W.; BORGES, E. P.; GONZALES, W. A. Transesterificação do óleo de soja via catalise ácida. In: 12º Congresso Brasileiro de Catálise, 2003, Angra dos Reis. **Anais Eletrônicos...** Angra dos Reis: SBcat, 2003. Disponível em: <<http://www.sbcat.org.br/sbcat/publicacoes.php>>. Acesso em 23 mar. 2004.

MME – Ministério da Minas e Energia, Plano Nacional de Energia 2030. **Geração termelétrica biomassa**, Brasília: EPE – Empresa de Pesquisa Energética, V.8, 250p, 2007.

PERES, S.; SCHULER, A.; ALMEIDA, C.H.T.; SOARES, M. B.; CAMPOS, R.; LUCENA, A.; **Caracterização e Determinação do Poder Calorífico e do Cúmero de Cetano de Vários Tipos de Biodiesel Através da Cromatografia**. Recife: Universidade de Pernambuco. 2007 6p. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/congresso2007/caracterizacao/.pdf>>. Acesso em 20 mai. 2008.

NETO, P. R. C.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo Diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, São Paulo-SP. v. 20, nº4, pp.532-537, 2000.

NOGUEIRA, L. A. H. Does biodiesel make sense?. **Energy**, v.36, p.3659-3666, 2011.

REIS, S. C. M.; REID, M. G.; NASCIMENTO, R. S. V.; LACHTER, E. R. Transesterificação dos óleos de coco de babaçu e soja com metanol em presença de resinas sulfônicas. In: 12º Congresso Brasileiro de Catálise, 2003, Angra dos Reis. **Anais Eletrônicos...** Angra dos Reis: SBcat, 2003. Disponível em: <<http://www.sbcat.org.br/sbcat/publicacoes.php>>. Acesso em 23 mar. 2004.

SOLOMONS, G. & FRYHLE, C. **Química orgânica** Vol. 2. Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2002. 474p.

VOLPATO, C. E. S.; CONDE, A. P.; BARBOSA, J. A.; SALVADOR, N. Desempenho de motor diesel quatro tempos alimentado com biodiesel de óleo de soja (B 100). **Ciênc. agrotec.** Lavras – MG. v.33, n.4, p.1125-1130, 2009.