

PROPOSTA DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM PERNAMBUCO A PARTIR DE ÓLEO DE FRITURA

CLAUDIA CRISTINA CARDOSO BEJAN
ANDREIA MARIA DA SILVA

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.

RESUMO

PROPOSTA DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM PERNAMBUCO A PARTIR DE ÓLEO DE FRITURA

Graças à crescente conscientização mundial em relação à preservação do meio ambiente, ressurge a proposta de encontrar alternativas ao uso dos combustíveis de petróleo, tendo os biocombustíveis como principal promessa. Dentre eles, o biodiesel vem sendo usado como substituto do diesel de petróleo, tendo como matéria-prima óleos e gorduras das mais diversas fontes, desde óleos de oleaginosas, a gordura animal, resíduos de esgoto, e óleo e gordura residuais. A presente proposta é de comparar o rendimento e qualidade do biodiesel sintetizado a partir do óleo residual de fritura proveniente de origens diversas, tais como da preparação de pastéis e de batata frita, bem como dos óleos doados por restaurantes e residências. Através da análise do ponto de fulgor, índice de acidez, viscosidade cinemática a 40 °C, e cromatografia de camada delgada, percebeu-se o sucesso na reação. Entretanto essas análises indicaram que a diferente origem do óleo ocasiona num variado rendimento da reação, encontrando relação direta com o índice de acidez devido ao diferente grau de re-uso do óleo. Apesar disso, após a síntese do biodiesel, todas as amostras apresentam as mesmas propriedades, independentemente da qualidade do óleo de origem. Desse modo, o óleo doado pelas residências apresentou-se como melhor proposta de óleo de fritura na síntese do biodiesel pelo volume doado frente à qualidade do produto bruto, apresentando-se como uma alternativa promissora na produção de biodiesel no Estado de Pernambuco.

Termos para indexação: óleo residual, transesterificação, biodiesel.

ABSTRACT

E-mail: bejan@dq.ufrpe.br.

ONE PROPOSAL FOR BIODIESEL PRODUCTION IN PERNAMBUCO STATE FROM USED FRYING PLANT OIL

Due to the increasing global awareness regarding the preservation of the environment, the proposal comes to find alternatives to the use of petroleum fuels, with biofuels as the main promise. Among them, biodiesel has been used as a substitute for petroleum diesel, with the raw material oil and fat from various sources, from oil oilseeds, animal fat, waste sewage, and oil and grease waste. This proposal is to compare the yield and quality of biodiesel synthesized from residual oil from the frying of various origins, such as preparation of pastries and potato chips and oil donated by restaurants and residences. Through analysis of the flash point, acid value, kinematic viscosity at 40 ° C, and thin layer chromatography, it was perceived success in the reaction. However, these results indicate that the different origin of the oil causes a reaction yield varied, finding a direct relationship with the index of acidity due to the different degree of re-use of the oil. Nevertheless, after the synthesis of biodiesel, all samples have the same properties, regardless of the quality of the oil source. Thus, the oil donated by households presented as a proposal for better frying oil in the synthesis of biodiesel by volume given opposite the raw product quality, introducing himself as a promising alternative for the production of biodiesel in the state of Pernambuco.

Index terms: frying oil, biodiesel synthesis, flash point, kinetic viscosity, acid value.

1. INTRODUÇÃO

Os problemas causados pelas mudanças climáticas têm despertado o interesse de autoridades e cientistas de diversos países, que vem por sua vez propondo a introdução de biocombustíveis na sua matriz energética, em substituição aos combustíveis fósseis (Mittelbach *et al.*, 1992). Dentre esses, o biodiesel vem como proposta de substituir total ou parcialmente o diesel de petróleo, tendo frente a esse a vantagem ambiental de ser uma fonte renovável, podendo reduzir emissões gasosas de hidrocarbonetos, CO₂ e material particulado, e de ser isento de compostos sulfurados e nitrogenados, não tóxico e biodegradável (Peterson *et al.*, 2002). O Governo Federal do Brasil lançou em 2004 o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), tendo um forte cunho social como um de seus principais pilares, além do aspecto ambiental e mercadológico.

Apesar de vários autores definirem o biodiesel como um produto de transesterificação, ou como um derivado mono-alquil éster de ácidos graxos de cadeia longa proveniente de fontes renováveis como óleos vegetais ou gordura

animal, esse também pode ser obtido através de processos de esterificação e craqueamento desses óleos (Suarez, 2007). Independentemente da matéria-prima ou do método de obtenção do biodiesel, esse deve ter sua utilização associada à substituição de combustíveis fósseis em motores de ignição por compressão e deve atender a alguns pré-requisitos, onde as normas técnicas são baseadas nas normas europeias (DIN 14214) e americanas (ASTM D-6751), e as características físico-químicas estabelecidas pela Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP, 2010). Entretanto, ao se questionar qual é o método mais usado na síntese do biodiesel, a transesterificação é, de fato, a mais usada tanto em escala laboratorial como industrial.

A transesterificação se trata de uma importante classe de reação orgânica na qual um éster é transformado em outro por meio da troca do resíduo alcoila (Geris *et al.*, 2007). Nesse processo, o óleo vegetal ou gordura animal, composto basicamente por triglicerídeos (éster), reage com um álcool, na presença de um catalisador (alcalino ou ácido) formando uma mistura de ésteres denominada biodiesel (Figura 1). Dentre os alcoóis usados, o metanol apresenta-se mais vantajoso pelo seu baixo custo e por permitir a fácil separação do glicerol, e o meio alcalino é o que apresenta melhor rendimento e menor tempo de reação.

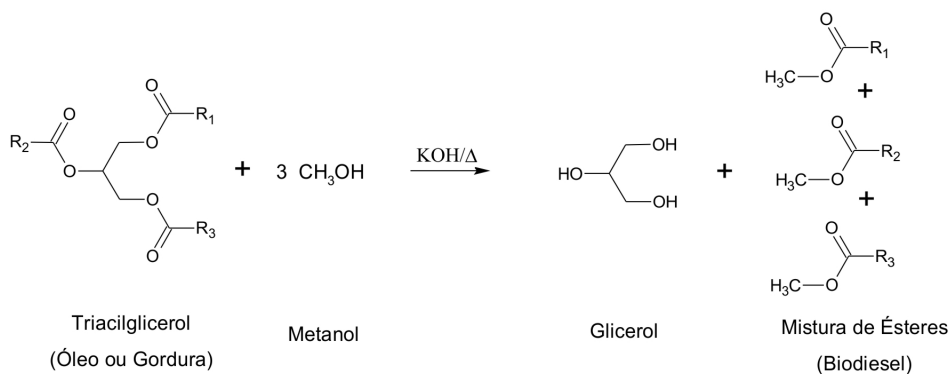


Figura 1. — Síntese de biodiesel a partir da reação de transesterificação de óleos e gorduras com metanol, em meio catalítico alcalino.

Dentre as matérias-prima usadas na síntese do biodiesel, o óleo oriundo de oleaginosas apresenta grande destaque, entretanto matérias-prima alternativas, tais como resíduos de esgoto, gordura animal e o óleo e gordura residuais (OGR) têm se tornado alvos de diferentes grupos de pesquisa no mundo inteiro devido ao apelo da sociedade em não destinar óleo comestível na produção de biocombustíveis, e

ao apelo ambiental por se tratarem de resíduos causadores de grandes impactos ambientais (Anggraini, 1999, *Apud* Almeida-Neto *et al.*, 2000).

O uso dos OGR's resultante de processamento doméstico, comercial e industrial, tem como principal vantagem a de se referir à reciclagem, sendo esta uma forma muito atrativa de gerenciamento de resíduos, pois além de se utilizar de matéria-prima de baixo custo, geralmente considerada como lixo, diminui a degradação ambiental. Apesar do pouco tempo que estes resíduos levam para se decompor (cerca de seis meses), sua decomposição gera metano, cujo potencial de aquecimento global é 21 vezes maior do que o potencial do CO₂, e o despejo nos ralos permite seu acúmulo nos encanamentos que pode causar entupimentos, refluxo de esgoto e até rompimentos nas redes de coleta (Ramos, 2003). Entretanto, ao contrário das oleaginosas, a origem do OGR irá determinar sua disponibilidade, qualidade e custo, implicando numa maior dificuldade de padronização industrial com essa matéria-prima (Tabela 1). Além disso, nesse tipo de resíduo há impurezas que não podem ser eliminadas através de filtração ou decantação, tais como os ácidos graxos livres, polímeros e fosfolipídeos, dificultando ou até mesmo inviabilizando, seu aproveitamento como matéria-prima na produção de biocombustíveis (Jurisch & Meyer-Pittroff, 1995, *Apud* Almeida-Neto *et al.*, 2000).

Tabela 1. — Principais tipos de resíduos gordurosos e suas disponibilidade/qualidade para uso como combustível.

Óleo e gordura residual	Custo	Qualidade	Volume	Preparo
de fritura comercial	0	+	++	+
de fritura residencial	0	++	-	++
de fritura industrial	-	+	++	+
de matadouros e frigoríficos	0	-	++	-
de tratamento de esgoto	+	--	+	--

(+ +) muito favorável; (+) favorável; (0) satisfatório; (-) desfavorável; (- -) muito desfavorável.

Fonte: Jurisch & Meyer, 1995 (*Apud* Almeida-Neto *et al.*, 2010).

Apesar dessa dificuldade exposta, o OGR serve como matéria-prima na síntese do biodiesel em diversos países, tais como Austrália, China, Alemanha, Itália, Portugal, Reino Unido e nos EUA. Essa ação ainda tímida no Brasil pode ser atribuída ao uso alternativo do OGR como matéria-prima na produção de sabão, ou ao despejo de modo indevido, consequência da inexistência de uma lei que nos obrigue ou incentive a coleta e destinação do OGR, e da falta de uma educação ambiental mais agressiva nesse sentido.

Mesmo assim, no Brasil podemos contar com ações pontuais em alguns poucos Estados ou municípios sobre o recolhimento do óleo. Como exemplo, podemos citar o Estado do Paraná que instituiu em 02/02/2010, de acordo com a Lei 16393 um Programa de Incentivo à reciclagem do óleo de cozinha para a produção de Biodiesel, através da desoneração progressiva no pagamento de impostos estaduais. Outro exemplo se dá com a Lei Estadual do Rio de Janeiro N° 3467, de 14/09/2000 que autoriza o Poder Executivo a implantar mecanismo de incentivo fiscal e tributário objetivado o desenvolvimento e a produção de biodiesel no âmbito do Estado do Rio de Janeiro, através do Programa Estadual de Tratamento e Reciclagem de Óleos e Gorduras de Origem Vegetal ou Animal e de Uso Culinário, de acordo com a Lei de No. 5065, sancionada em 05/07/2007.

Enquanto isso, em Pernambuco há uma Lei Estadual N° 13.047, criada em 26 de junho de 2006, que estimula a coleta seletiva, mas aqui não é feita nenhuma menção ao OGR. O que se observa são ações pontuais de fábricas de produtos de limpeza, de pequeno a grande porte, que compram o óleo ou o trocam por produtos de limpeza, não existindo nenhuma campanha educativa, nem associação de catadores nesse segmento, no sentido de estimular a população no despejo correto desse óleo, muito menos no seu destino para a produção de biodiesel.

Só em Pernambuco são necessários 46.000.000 L/ano de biodiesel para atender a demanda do B5 (5% de biodiesel adicionado ao óleo diesel) (ANP, 2010). De acordo com estudo feito por Santos (2007), a Região Metropolitana do Recife (RMR) tem um elevado potencial de recolhimento de resíduo de fritura, podendo chegar à obtenção de aproximadamente 97.000.000 L/ano, sendo cerca de 96,5% oriundo de estabelecimentos comerciais e 3,5% de residências. De modo que, considerando um rendimento de aproveitamento de 90% do OGR para a produção de biodiesel, se cerca de aproximadamente 53% do OGR disponível na RMR fosse devidamente coletado e destinado à produção de biodiesel, o problema de matéria-prima em todo o Estado de Pernambuco estaria solucionado para a produção atual de B5.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Coleta e beneficiamento do óleo

O óleo residual foi coletado através de uma campanha educacional promovida por alunos envolvidos no curso de extensão “Biodiesel: Combustível da Cidadania” realizado durante trabalho de parceria entre a Universidade Federal Rural de

Pernambuco (UFRPE), a Escola Diário de Pernambuco (EDPE) e a Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco (SEDUC). Como parte integrante do curso, durante um período de 3 meses, os alunos do 1º ao 3º ano do ensino médio da EDPE, fizeram um mutirão para coletar óleo de fritura na comunidade local. Salientando a importância da preservação ambiental aos doadores, os alunos visitaram estabelecimentos alimentícios tais como, restaurantes, lanchonetes e ambulantes (vendedores de pastel e batata frita). O óleo foi coletado em garrafas PET limpas e secas, também recuperadas pelos mesmos alunos. Cada amostra de óleo recebida foi pesada, catalogada e transferida para bombonas específicas de acordo com a sua origem.

O óleo coletado passou por um processo de beneficiamento a partir da remoção dos resíduos sólidos com peneira, lavado com água de torneira a temperatura ambiente e separado por decantação após um período de 24 h. O óleo resultante passou por um filtro específico para óleo a fim de retirar os resíduos restantes, foi seco em chapa a 50° C, pesado, catalogado e armazenado. Amostras do óleo bruto e do óleo beneficiado, separadamente por origem, foram coletadas para posterior caracterização e síntese de biodiesel em escala de bancada, e o restante do óleo beneficiado foi doado à Usina Experimental de Biodiesel, situada em Caetés, no Agreste de Pernambuco, para a síntese de biodiesel em escala industrial.

2.2. Síntese e purificação do biodiesel

A síntese e purificação do biodiesel em escala de bancada foi realizada a partir da reação de transesterificação do óleo beneficiado com metanol, sob catálise alcalina na presença de KOH, adaptada da metodologia proposta por Geris *et al.* (2007): Dissolveu-se 1,50 g de hidróxido de sódio (KOH) em 35 mL de metanol sob constante agitação e temperatura de 40 °C. A suspensão foi transferida para um balão de reação com 100 g do óleo pré-aquecido a 40 °C e manteve-se sob agitação e aquecimento por 60 minutos. O solvente em excesso foi evaporado e recuperado no rotavapor sob pressão reduzida a 55°C. A mistura resultante foi levada ao funil de separação para a remoção da glicerina. Ainda no funil de separação, o biodiesel bruto foi lavado com 50 mL de uma solução aquosa de HCl 0,05%, seguida de 50 mL de solução saturada de NaCl e água destilada. O pH da água de lavagem foi medido com papel tornassol e o processo de lavagem com água destilada foi repetido até que o pH dessa água ficasse em torno de sete. O biodiesel resultante foi seco sob Na₂SO₄ com agitação magnética constante até desaparecimento da turvação, seguida

de filtração a vácuo. O rendimento da reação foi medido de acordo com a relação de massa entre o óleo de partida e o biodiesel seco resultante (m/m). Como referência, usou-se o óleo de soja refinado comercial (SOYA®).

2.3. Caracterização do óleo e do biodiesel

As medições de ponto de fulgor, viscosidade cinemática e índice de acidez (IA) foram realizadas no óleo e no biodiesel de acordo com as normativas aprovadas pela portaria 245/2005, que estabelece as especificações técnicas do biodiesel puro a ser adicionado ao óleo diesel (ANP, 2010). A análise de Cromatografia em Camada Delgada (CCD) foi realizada a fim de confirmar o sucesso da reação seguindo metodologia descrita em literatura (Geris *et al.*, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o término do curso de extensão que durou 3 meses, coletou-se cerca de 300 kg de óleo de diversas fontes. Cada amostra de óleo recebida foi pesada, catalogada e transferida para bombonas específicas de acordo com a sua origem. Dessa forma foram classificados como: i) Óleo de Restaurante (ORT); ii) Óleo de Residência (ORD); iii) Óleo de Batata Frita (OBF); e iv) Óleo de Pastel (OPT). O gráfico da Figura 2 mostra a distribuição percentual do óleo bruto coletado nesse período, de acordo com a sua origem.

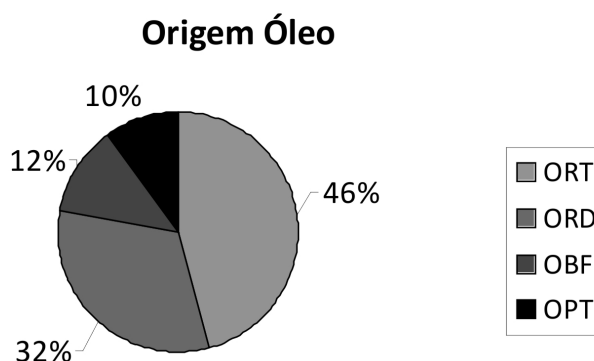


Figura 2. — Valores percentuais de óleo de acordo com a sua origem: Óleo de Restaurante (ORT); Óleo de Residência (ORD); Óleo de Batata Frita (OBF); e Óleo de Pastel (OPT).

Analisando-se o óleo bruto coletado percebeu-se que a maioria das impurezas presente trata-se de resto de comida, resíduo de farinha de trigo, insetos e água. No caso do óleo oriundo de restaurantes (ORT) a quantidade dessas impurezas foi ainda mais acentuada, o que aumentou o tempo necessário no tratamento e dificultou o processo de beneficiamento desse óleo, quando comparado aos demais. Dentre as 4 amostras, o óleo proveniente da batata frita (OBF) foi o que mostrou insignificante quantidade de impurezas sólidas tendo sido recuperado quase 100% do óleo (Tabela 2).

Tabela 2. — Dados sobre o beneficiamento do óleo e de seus respectivos biodieséis, dependendo da fonte doadora, sendo ORT=óleo de restaurante, ORD=óleo de residência, OBF=óleo de batata frita e OPT=óleo de pastel.

Amostra	Rendimento (%, m/m)	Rendimento total (%, m/m)	Índice de Acidez (mg de KOH/g)	Viscosidade cinemática a 40°C (mm ² /s)	Ponto de fulgor (°C)
OS	--	--	0,33	--	--
ORT	50,5*	23,3*	1,53	37,92	258
ORD	75,0*	29,6*	0,92	33,38	250
OPT	92,3*	7,4*	2,55	40,29	256
OBF	99,9*	12,3*	3,04	46,31	250
BOS	76,2 [#]	--	0,38	4,48	172
BORT	69,6 [#]	16,0 [#]	0,45	4,33	161
BORD	73,4 [#]	21,7 [#]	0,44	4,17	130
BOPT	63,0 [#]	4,7 [#]	0,48	4,55	128
BOBF	60,2 [#]	7,4 [#]	0,49	4,48	140

* Rendimento de beneficiamento.

[#] Rendimento de reação.

A fim de se ter um valor real da quantidade de óleo aproveitável para a síntese do biodiesel, deve-se considerar o rendimento de cada beneficiamento sobre a quantidade de óleo coletado, ou seja, calcular o rendimento total. Nesse caso, temos que, apesar do ORT ser essa a maior fonte de óleo bruto, a grande quantidade de impurezas fez com que apenas 50,5% de óleo pudesse ser recuperado após beneficiamento, resultando num rendimento total de 23,2% (46,0x50,5%). Esse resultado torna essa fonte ORT em desvantagem com relação ao ORD, que por sua vez apresentou, dentre os demais, o de maior rendimento total com 29,6% (Tabela 2). Esses dados indicam que, apesar do óleo coletado do restaurante apresentar-se inicialmente em quase 50% de todo o óleo coletado, a grande quantidade e diversidade

de impurezas sólidas finda não somente na maior complexidade de sua purificação, mas em seu menor rendimento, pondo o óleo coletado por donas de casa bem mais viável comparado aos demais, no que se refere à quantidade.

Apesar de menor quantidade de partículas sólidas, o OBF apresentou-se nitidamente com uma coloração mais escurecida dentre os óleos coletados. Durante o processo de fritura, também ocorre um processo de oxidação do óleo verificado pela sua mudança de coloração para marrom e alaranjado. Esse escurecimento pode ser explicado pelo fato que quando óleos insaturados são aquecidos ocorrem isomerização e migração de duplas ligações, levando à conjugação das mesmas, e é a conjugação de duplas ligações que leva à absorção de quantidades maiores de luz azul, provocando um aumento de cores laranja e marrom no óleo.

A acidez livre de um óleo decorre da hidrólise parcial dos triglicerídeos, por isso não é uma característica do triglicerídeo em si, mas é uma variável intimamente relacionada com a natureza e a qualidade da matéria-prima e com as condições de armazenamento. Altos índices de acidez têm um defeito bastante negativo sobre a qualidade do óleo, a ponto de torná-lo impróprio para a alimentação humana ou até mesmo para fins carburantes. Além disso, a pronunciada acidez dos óleos pode catalisar reações intermoleculares dos triglicerídeos, ao mesmo tempo em que afeta a estabilidade térmica do combustível na câmara de combustão. Também no caso do emprego carburante do óleo, a elevada acidez livre tem ação corrosiva sobre os componentes metálicos do motor (Boccardo, 2004). Ou seja, altos IA implicam tanto na qualidade do óleo como do biodiesel uma vez usado como combustível.

Os valores do IA apresentou-se diferente para cada óleo beneficiado (Tabela 2), tendo em vista que esses passaram apenas por um processo físico de remoção de impurezas sólidas e água, não tendo sido corrigido o pH desses óleos. A coloração mais acentuada do OBF, combinada com seu alto IA, nos faz deduzir que o óleo usado nesse processo, ao menos os usados por ambulantes, sofre maior número de re-uso que os demais analisados.

O biodiesel foi obtido a partir da reação de transesterificação do óleo beneficiado com metanol em meio catalítico alcalino, seguindo a metodologia adaptada por Geris *et al.* (2007). A fim de fazer um estudo comparativo, na tentativa de evidenciar se a origem do óleo de fritura implicaria em alguma alteração no rendimento e característica, fez-se a síntese do biodiesel seguindo as mesmas condições de reação, alterando-se apenas o óleo de partida. Comparou-se os produtos das reações usando-se os óleos beneficiados das quatro diferentes fontes, o ORT, ORD, OBF,

OPT e como referência, também fez-se uma reação com o óleo de soja refinado (OSR) comercial. Os cinco produtos de reação foram codificados como BORT, BORD, BOBF, BOPT e BOSR, respectivamente.

A análise das CCD's dos produtos de síntese sugeriu a conversão total dos triacilglicerídeos em ésteres metílicos em todas as reações, visto a presença de mancha única na cromatoplaça sem vestígios do material de partida. Além disso, os valores de Rf's dos óleos beneficiados e de seus produtos foram comparados com o óleo de soja comercial, seu respectivo biodiesel, e com dados da literatura (Geris *et al.*, 2007).

Depois de removido o excesso de metanol, lavados e secos, os produtos das cinco reações apresentaram como rendimento percentual (m/m) os expostos na Tabela 2. Dos dois dados de rendimento da síntese do biodiesel apresentados nessa tabela, o primeiro se deve ao cálculo baseado na quantidade da matéria-prima beneficiada e o segundo com base no percentual do produto bruto e beneficiado. Baseado nisso os dados provenientes do óleo de soja comercial (OSR) não são inseridos nos cálculos desse segundo rendimento. Os valores desse rendimento estão melhor evidenciados no gráfico da Figura 3. Ao menos no que concerne a quantidade de biodiesel obtido a partir de diferentes fontes de óleo, o óleo recebido de doações das residências continua sendo a opção com maior aproveitamento.

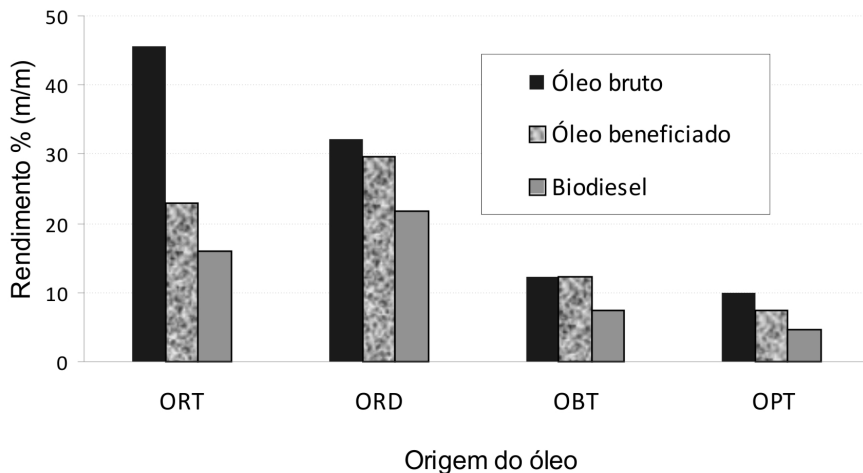


Figura 3. — Rendimento percentual (m/m) do óleo beneficiado e do seu respectivo biodiesel a partir do óleo de fritura total (315 kg) coletado durante campanha educacional de acordo com a sua origem: Óleo de Restaurante (ORT); Óleo de Residência (ORD); Óleo de Batata Frita (OBF); e Óleo de Pastel (OPT).

Essa vantagem no rendimento do biodiesel obtido a partir do ORD se dá não somente ao seu maior volume de óleo, mas também pelo menor IA do óleo de origem, frente aos demais óleos beneficiados. Nota-se uma clara relação entre o rendimento na síntese do biodiesel com o índice de acidez de seu óleo de origem, haja vista que os ácidos graxos formados durante as reações hidrolíticas que ocorrem no processo de cocção aumentam a produção de sabões, um dos subprodutos nas reações de transesterificações alcalinas (Costa-Neto *et al.*, 2000). Apesar da diferença no IA dentre as quatro amostras de óleo beneficiados, e de seus altos valores, os IA dos biodieseis resultantes em todos os casos, apresentaram valores muito próximos e dentro dos padrões recomendados pela ANP que indica um máximo de 0,80 mg KOH/g (ANP, 2010).

Uma das caracterizações realizadas para cada uma das quatro amostras de biodiesel sintetizada e purificada foi a medição da viscosidade cinemática. A viscosidade cinemática a 40 °C é uma propriedade importante para o funcionamento dos motores por injeção do ciclo diesel. Essa mede a resistência oferecida pelo líquido ao escoamento, a uma determinada temperatura. Nos combustíveis o controle visa permitir uma boa atomização do óleo e preservar sua característica lubrificante. Valores de viscosidade abaixo ou acima do especificado podem causar avarias no motor. Valores abaixo da faixa podem levar ao desgaste excessivo nas partes auto-lubrificantes do sistema de injeção, vazamento na bomba de combustível e danos ao pistão. Viscosidades superiores à faixa podem levar a um aumento do trabalho da bomba de combustível, que ao trabalhar forçada ocasiona maior desgaste do trem de engrenagens, eixo de cames e tuchos do conjunto de bombas injetoras, além de proporcionar má atomização do combustível com conseqüente combustão incompleta e aumento da emissão de fumaça e material particulado, além de maior dificuldade na partida.

A Tabela 2 mostra que todas as amostras de biodiesel sintetizadas encontram-se com os valores de viscosidade cinemática dentro dos padrões estabelecidos pela ANP, independentemente do material de partida. O mesmo não ocorre com seus respectivos os óleos de fritura de origem que apresentam cerca de 10 vezes mais viscoso. Daí uma das razões em não poder usar o óleo vegetal diretamente no motor a diesel, sem que ocorra a sua transformação em biodiesel. Valores elevados na viscosidade dos óleos são esperados, pois esse se deve a sua grande massa molecular atribuída à cadeia triglicéridica (Schuchardt *et al.*, 2007).

Outra análise realizada foi a medição do ponto de fulgor, que por sua vez apresenta-se importante por questões de segurança e não por apresentar uma relação direta com o motor (características de operação do motor). Ponto de fulgor é a menor temperatura na qual o produto desprende vapores em proporções suficientes para formar uma mistura inflamável com ar, provocando lampejo ou clarão quando se dá a aplicação de uma chama, em condições controladas. Ou seja, o ponto de fulgor está ligado à inflamabilidade e serve como indicativo dos cuidados a serem tomados durante o manuseio, transporte, armazenamento e uso do produto. Daí a necessidade de se certificar que a temperatura do tanque onde o combustível encontra-se armazenado é menor que seu ponto de fulgor a fim de evitar acidentes com explosões.

As medidas de ponto de fulgor, tanto dos óleos beneficiados como dos seus respectivos biodieseis, apresentaram resultados acima da temperatura ambiente (Tabela 2), significando que os combustíveis e suas matérias-primas, não são inflamáveis em condições normais onde ele é transportado, manuseado e armazenado. Além disso, tanto os óleos de fritura como seus respectivos biodieseis apresentaram-se dentro das especificações impostas pela ANP, que exige uma temperatura mínima de 100 °C para essa medida. Apesar disso, ainda observa-se que o ponto de fulgor dos óleos vegetais apresenta o dobro do valor de seus respectivos biodieseis, evidenciando a presença de hidrocarbonetos mais pesados nessas amostras, ou seja, o sucesso da reação.

4. CONCLUSÃO

Após 3 meses de campanha educacional atrelada a um curso de extensão universitária, pode-se coletar da comunidade local, através dos alunos envolvidos no curso, cerca de 300 kg de óleo de fritura. Esses foram classificados em 4 grupos, de acordo com a sua origem de doação: óleo de restaurante (ORT), óleo de residência (ORD), óleo de batata frita (OBF) e óleo de pastel (OPT). Esses apresentaram rendimento e qualidade diferentes o que incentivou um estudo mais detalhado das consequências disso quando se pretende destiná-lo à produção de biodiesel. Esses passaram por um processo de beneficiamento através de processos físicos de lavagem aquosa, filtração e secagem. Observou-se que, nessa amostragem, apesar do ORT bruto apresentar-se com quase 50% de todo o óleo coletado, sua grande quantidade de impurezas sólidas e água o torna menos viável quando comparado ao ORD após o beneficiamento dos mesmos. Ao passo que os óleos provenientes

de batata frita e de pastel, mesmo tendo como desprezível seu material particulado, apresentam maiores índices de acidez (IA) que os demais indicando maior re-uso desses óleos pelos ambulantes.

A síntese do biodiesel a partir de cada óleo apresentou diferentes rendimentos, dependendo de sua origem, que variou entre 60,2 e 73,5% após lavagem aquosa, secagem e remoção do metanol. Esse rendimento variável mostrou uma relação inversa com o IA de seus materiais de partidas, uma vez que uma maior quantidade de ácidos graxos produzidos no processo de cocção permite maior formação de sabões nas reações de transesterificações alcalinas, diminuindo então a produção de biodiesel. Mesmo mediante variação e altos valores do IA dos materiais de partida (entre 0,92 e 3,05), o IA dos respectivos biodieseis tiveram baixa variação (entre 0,44 a 0,49), encontrando-se todos eles dentro das especificações estabelecidas pela ANP (máxima de 0,80 mg KOH/g).

Independentemente da fonte de origem de sua matéria-prima estudada, seja ela do restaurante, residência, batata frita ou pastel, o biodiesel resultante também se apresentou dentro das especificações estabelecidas pela ANP no que tange à viscosidade cinemática a 40 °C e ponto de fulgor, após a reação e purificação realizadas. Tanto o ponto de fulgor como a viscosidade cinemática dos óleos mostraram-se com valores bem maiores que seus respectivos biodieseis devido às suas maiores massas molares, evidenciando o sucesso da reação.

Diante deste cenário fica evidente que, apesar da grande quantidade de óleo de fritura disponível para beneficiamento em Pernambuco, e seu grande e já conhecido potencial como matéria-prima na produção de biodiesel, a falta de leis e incentivos inibe a participação da população, e de empresas públicas e privadas no seu recolhimento e uso como matéria-prima do biodiesel, concentrando todos os esforços, quando muito, na produção de sabão. Enquanto isso Pernambuco fica muito aquém de ter o OGR como matéria-prima competitiva, apesar de dados anteriores (Santos, 2007) terem indicado que se apenas 53% do OGR disponível na RMR fosse devidamente recolhido e destinado à produção de biodiesel, o problema de matéria-prima em todo o Estado de Pernambuco estaria solucionado a fim de abastecê-lo com B5.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA-NETO, J.A., NASCIMENTO, J.C., SAMPAIO, L.A.G., *et al.* Projeto bio-combustível: processamento de óleos e gorduras vegetais in natura e resíduos em combustíveis tipo diesel. Anais, 3º Encontro de energia no meio rural, Campinas/SP. 2000. (Resumo).

ANGGRAINI-Süß, A.A. Wiederverwertung Von gebrauchten Speiseölen/–fetten im energetisch–technischen Bereich: Ein Verfahren und dessen Bewertung. (Tese de doutorado). Fortschr. Ber. VDI Série 15 nº 219, Editora VDI. Duesseldorf. 1999.

ANP. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Portaria Nº 255, de 15 de setembro de 2003. Especificação para o biodiesel puro a ser adicionado ao óleo diesel automotivo. Disponível em: <http://www.perkinelmer.com.br/downloads/biodiesel/ANP%20Portaria%20255%2003.pdf>. Acesso em junho de 2010.

BOCCARDO, R.C. Panorama atual do biodiesel. (Dissertação de Mestrado). Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2004.

COSTA–NETO, P.R., ROSSI, L.F.S. & RAMOS, L.P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. Química Nova 23:531–537. 2000.

GERIS, R., SANTOS, N.A.C., AMARAL, B.A., MAIA, I.S. & DOURADO, V. Biodiesel de soja: reação de transesterificação para aulas práticas de química orgânica. Química Nova 30:1369–1373. 2007.

JURISCH, C. & MEYER–PITTROF, F. Verwertung von pflanzlichem Altfett als Biogener Kraftstoff. Palestra proferida no 3º Simpósio „Im Kreislauf der Natur – Naturstoffe moderne Gesellschaft für die“. Würzburg. 1995.

MITTELBACH, M., POKTIS, B. & SILBERHOLZ, A. Production and fuel properties of fatty acid methyl ester from used frying oil. Liquid Fuels from Renewable Sources. Nashville. 1992. pp.74–78.

PETERSON, C.L., COOK, J.L., THOMPSON, J.C. & TABERSKI, J.S. Continuous flow biodiesel production. Applied Engineering in Agriculture 18:5–11. 2002.

RAMOS, L.P., DOMINGOS, A.K., KUCEK, K.T. & WILHELM, H.M. Biodiesel: um projeto de sustentabilidade econômica e sócio–ambiental para o Brasil. Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento 31:28–37. 2003.

SUAREZ, P.A.Z. Produção de biodiesel na fazenda. Viçosa. CPT. 2006.

SANTOS, C.A. Diagnóstico de matérias–primas para a produção de biodiesel. (Dissertação de mestrado profissional em tecnologia ambiental). Recife. Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP). 2007.

RINALDI, R., GARCIA, C., MARCINIUK, L.L., ROSSIE, A.V. & SCHUCHARDT, U. Química Nova 30:1374–1380. 2007.