



ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL METÍLICO A PARTIR DO ÓLEO DE PINHÃO-MANSO E DE GORDURA SUÍNA

F.C. FONSECA¹, A. S. BISPO¹, W.W.D. VECHIATTO¹, P.R.SILVA¹, G.F.ZAGONEL¹, L.D. DELFINO¹, E.M.SUCHEK¹, D.C. ADÃO¹ e B.J. COSTA¹

¹Divisão de Biocombustíveis - DBIO, Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR
e-mail: fefe_cris@hotmail.com

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo principal estudar a viabilidade técnica da síntese do biodiesel metílico a partir do óleo de pinhão-manso e gordura suína utilizando catálise homogênea em meio alcalino. Para isso, foram empregadas duas etapas de reação, somando ao todo um tempo reacional de 2h30min, conduzidas a temperatura de 60°C e agitação constante. O biodiesel produzido foi caracterizado conforme a Resolução ANP n° 4 de 22/02/2010. Observou-se que ambos apresentaram rendimentos ao redor de 85% com teores de ésteres metílicos acima de 96,5%. Os resultados das análises físico-químicas demonstraram que a legislação vigente, exceto com relação ao parâmetro estabilidade a oxidação, foi atendida. O biodiesel de gordura suína apresentou baixa estabilidade à oxidação e um alto ponto de entupimento de filtro a frio. Para solucionar estes problemas, está sendo estudado o uso de *blends*.

PALAVRAS-CHAVE: Óleo de Soja, Óleo de Pinhão-Manso, Gordura Suína, Biodiesel

1. INTRODUÇÃO

Diversificar a matriz energética e aumentar a participação dessa de um combustível renovável, mais limpo e menos danoso ao meio ambiente despertou a preocupação mundial.

Na cadeia produtiva do biodiesel, o custo e a disponibilidade da matéria-prima são fatores muito importantes. Atualmente, a soja responde por aproximadamente 80% da produção brasileira. Embora, apresente um baixo teor de óleo, ao redor de 18%, possui o ciclo tecnológico e toda a logística desenvolvida para atender a necessidade do mercado (UBRABIO, 2009).

Entretanto, em um país de grande biodiversidade como o Brasil, muitas são as fontes alternativas aptas para produção deste biocombustível, inclusive com maior rendimento em óleo (FERRES, 2003).

As extensões territoriais do país, o clima favorável ao plantio e a presença abundante de recursos hídricos potencializam o aproveitamento de grande parte dos cerca de 40 tipos de oleaginosas capazes de produzir o biodiesel (UBRABIO, 2009).



Girassol, amendoim, colza, dendê, algodão, coco, babaçu e mamona são apenas alguns exemplos de culturas de oleaginosas.

As novas matérias-primas aumentarão o potencial de produção brasileira e melhorarão a qualidade de vida e a renda de muitos produtores.

Por exemplo, a capacidade de produção do óleo de pinhão-mansão pode chegar a $1,5\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$. Ele apresenta duas vantagens em sua cadeia produtiva que são a resistência, sendo por isso cultivado em muitas regiões do país, facilitando a sua distribuição, e sua colheita manual, que impulsiona a mão-de-obra familiar (UBRABIO, 2009).

Dentre as matérias-primas para a produção do biodiesel, não se pode esquecer as gorduras animais disponíveis.

O sebo animal, conforme a ANP em junho de 2009, atendeu quase 15% da produção brasileira de biodiesel (UBRABIO, 2009).

Dentro desse contexto, conhecer as características peculiares de cada óleo e gordura torna-se um desafio para os pesquisadores.

Algumas características são positivas e outras são negativas para a reação de transesterificação em um único óleo e gordura, assim como ao comparar diferentes óleos e gorduras, o que um tem de desejável, torna-se um problema no outro (FREITAS, 2009).

Diante da composição dos ácidos graxos, valores de índice de saponificação, teor de água, índice de iodo, número de acidez, teor de insaponificáveis, e muitas outras características físico-químicas, fica muito difícil saber por qual matéria-prima optar, qual contém a característica mais

favorável para a produção do biocombustível e qual possui a característica que mais impactará negativamente na sua qualidade (FREITAS, 2009).

A escolha da matéria-prima ideal para a produção do biodiesel é uma análise muito ampla e complexa. Constitui-se em uma equação em que devem ser ponderadas as variáveis, viabilidade econômica e técnica, disponibilidade do óleo e gordura e qualidade do produto final (FREITAS, 2009).

Segundo alguns especialistas as características a serem consideradas são dependentes ainda do tipo de processo a ser empregado para a obtenção do biodiesel (SILVA, 2009).

O biodiesel é definido como um éster alquílico de ácidos graxos resultante da reação de transesterificação de um triglicerídeo com álcool de cadeia curta. Em outras palavras, a transesterificação consiste na reação química de um óleo vegetal com um álcool, na presença de um catalisador ácido ou básico. Como resultado é obtido um éster e a glicerina (OLIVEIRA e COSTA, 2001)

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivos, inicialmente avaliar e comparar as diferentes características físico-químicas do óleo de soja, óleo de pinhão-mansão e gordura suína. Busca também estudar a viabilidade técnica da síntese do biodiesel metílico a partir dessas matérias-primas utilizando catálise homogênea em meio alcalino.

2. MATERIAS E MÉTODOS

Primeiramente os óleos vegetais foram filtrados para retirada de sólidos grosseiros e finos em funil de Buchener e em membrana,



respectivamente. Em seguida, a gordura suína foi seca à vácuo para remoção de excesso de água, prejudicial ao processo.

A seguir foi realizada a caracterização físico-química com base em normas técnicas nacionais e europeias, sendo analisados os seguintes parâmetros: Número de Acidez – Titulação Colorimétrica (NBR 14248); Índice de Saponificação (AOCS Cd-3-25); Índice de Iodo (EN 14111); Teor de Água por Karl Fischer (ASTM D 6304); Viscosidade Cinemática a 40°C (NBR 10441); Estabilidade à Oxidação (EN 14112); Massa Específica a 20°C (NBR 7148); Ponto de Mínima Fluidez (NBR 11349); Ponto de Névoa (NBR 11346); Fósforo (EN 14107); Cálcio (EN 14538); Magnésio (EN 14538) e Perfil de Ácidos Graxos.

A partir dos resultados da caracterização físico-química, foram realizados os cálculos para a síntese do biodiesel, sendo adotada uma relação 6:1 em massa (álcool: óleo) e 1% de catalisador hidróxido de potássio (KOH).

O catalisador foi preparado misturando, até completa homogeneização, a massa pesada de KOH e o volume medido de álcool metílico.

Para a reação de transesterificação foram empregadas duas etapas, conduzidas em temperatura de 60°C e agitação constante, em um tempo reacional de 2h30min. Na primeira etapa adicionou-se 70% do catalisador ao óleo previamente aquecido a 60°C, em um período de 1h30min. Na segunda etapa foi adicionado o restante do catalisador ao éster resultante da primeira etapa, permitindo-se a mistura reagir por 1h. A reação foi conduzida em um reator de 3L inserido em uma manta aquecedora. A agitação foi promovida mecanicamente. A Figura 1 mostra o

esquema empregado na reação de síntese do biodiesel. Ao término de cada reação, o conteúdo foi transferido para um funil para separação das fases éster e glicerina.

Para a realização da etapa de lavagem, a fase éster foi novamente adicionada ao reator, aquecida a 50°C e sobre essa foi adicionada 10% de água deionizada. Após 5 min. de agitação constante a mistura foi transferida para um funil para separação das fases éster e água. Esse procedimento foi repetido até que a água de lavagem estivesse límpida.

O biodiesel produzido foi seco a vácuo, na temperatura de 70°C durante 1h. Em seguida foi acondicionado em frascos âmbar para os ensaios de caracterização posteriores. A caracterização físico-química do biodiesel obtido foi realizada conforme a Resolução nº4 da ANP de 22/02/2010.

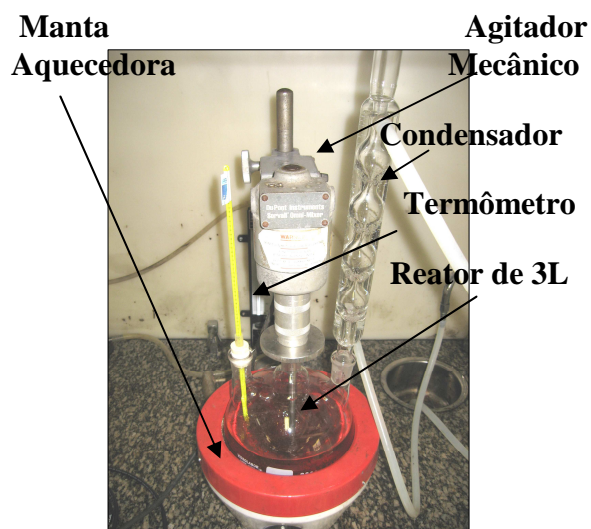


Figura 1 – Esquema da montagem utilizada para a Reação de Transesterificação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados da caracterização físico-química e a Tabela 2 mostra os perfis de ácidos graxos dos óleos de soja, pinhão-manso e da gordura suína.



Tabela 1 – Resultados dos Ensaios de Caracterização Físico-Química das Matérias-Primas.

Ensaio	Gordura Suína	Óleo de Pinhão-Manso	Óleo de Soja
Número de Acidez – Titulação Colorimétrica (mg KOH.g ⁻¹)	3,7 ± 0,0	2,0 ± 0,1	1,5 ± 0,0
Índice de Saponificação (mg.g ⁻¹)	193,00 ± 0,28	187,31 ± 0,39	190,21 ± 0,25
Índice de Iodo (gI ₂ .100g ⁻¹)	74 ± 0	103 ± 2	128 ± 1
Teor de Água por Karl Fischer (mg/kg)	607 ± 1	314 ± 0	912 ± 3
Viscosidade Cinemática a 40°C (mm ² .s ⁻¹)	38,99 ± 0,37	34,58 ± 0,06	33,98 ± 0,05
Estabilidade a Oxidação (h)	0,7 ± 0,0	11,8 ± 0,2	3,8 ± 0,0
Massa Específica a 20°C (kg.m ⁻³)	911,3 ± 0,0	914,9 ± 0,0	918,3 ± 0,0
Ponto de Mínima Fluidez (°C)	12 ± 0	-6 ± 0	-12 ± 0
Ponto de Névoa (°C)	1 ± 0	17 ± 0	-5 ± 0
Fósforo (P) (mg.kg ⁻¹)	nd*	80,01 ± 1,68	27,35 ± 0,78
Cálcio (Ca) (mg.kg ⁻¹)	nd*	41,25 ± 0,48	13,93 ± 0,04
Magnésio (Mg) (mg.kg ⁻¹)	nd*	21,87 ± 0,00	9,95 ± 0,03

*nd: não detectado

Tabela 2 – Resultados dos Perfis de Ácidos Graxos das Matérias-Primas.

Ácidos Graxos	Gordura Suína	Óleo de Pinhão-Manso	Óleo de Soja
	% do Ácido Graxo		
C 10:0 - Ácido Cáprico	0,1	-	-
C 12:0 - Ácido Láurico	0,1	-	-
C 14:0 - Ácido Mirístico	0,1	-	0,1
C 16:0 - Ácido Palmítico	19,9	12,7	11,1
C 16:1 - Ácido Palmitoléico	2,5	0,6	-
C 17:0 - Ácido Margárico	2,3	-	-
C 18:0 - Ácido Esteárico	6,4	5,6	3,6
C 18:1 - Ácido Oléico	52,7	41,3	25,9
C 18:2 - Ácido Linoléico	13,4	39,9	52,8
C 18:3 - Ácido Linolênico	0,5	-	5,3
C 20:0 - Ácido Araquídico	0,1	-	0,3
C 20:1 - Ácido Gadoléico	0,8	-	0,2
C 20:4 - Ácido Araquidônico	0,3	-	-
C 22:0 - Ácido Behênico	-	-	0,5
C 22:1 - Ácido Erúcido	-	-	0,2
C 24:0 - Ácido Lignocérico	-	-	0,1



Observa-se pela Tabela 1 que todas as matérias-primas apresentaram números de acidez inferiores a $4\text{mg KOH}\cdot\text{g}^{-1}$, não sendo necessário nenhum tratamento para neutralização. Também pode ser verificado que após a secagem à vácuo do sebo, todos os teores de água foram menores que 0,5%.

Na tecnologia, mais empregada entre as indústrias produtoras no Brasil, a rota de transesterificação alcalina, o teor de água e o número de acidez do óleo ou gordura são importantíssimos. Altos teores desses parâmetros podem dificultar ou até mesmo inviabilizar a produção. Preferem-se as matérias-primas com os mais baixos números de acidez, ou melhor, com pequenas quantidades de ácidos graxos livres (SILVA, 2009). Para produção de biodiesel via catálise alcalina homogênea é conhecido que valores de acidez maiores que 1% prejudicam o processo de produção (DOMINGOS, 2009). Deve-se lembrar que a quantidade de catalisador utilizada também repercute no custo final do biodiesel. Por isso, é sempre melhor optar por uma matéria-prima que não necessite de muito catalisador (HOFF, 2009).

Em relação ao índice de saponificação, os valores encontrados para a gordura suína foram 3,04% e 1,47% superiores aqueles dos óleos de pinhão-manso e de soja, respectivamente. É interessante ressaltar que o índice de saponificação ajuda a avaliar quanto das matérias-primas será convertida em sabões, dos quais a glicerina é o mais importante (FREITAS, 2009).

Altos valores de índices de saponificação têm como consequência a necessidade de uma maior quantidade de catalisador, o que acaba por exigir mais lavagens do biodiesel (HOFF, 2009).

Ao ser avaliado o índice de saponificação deve-se lembrar do teor de

insaponificáveis, que está sendo determinado em laboratório.

Elevados índices de insaponificáveis resultam em baixa produtividade e altos teores de impurezas no produto final. Os insaponificáveis representam o que não é triacilglicerídeo, ou melhor, tudo o que não pode ser convertido em éster (DOMINGOS, 2009). Com isso, altos índices de insaponificáveis refletem em um baixo teor de biodiesel no produto final, o que provocará danos aos motores de combustão interna produzindo depósitos em forma de ceras, carotenóides, colesterol (por exemplo, quando se trata de sebo) e outras moléculas de maior tamanho. Esses compostos tendem a ter um maior ponto de ebulição quando comparados ao biodiesel e também formam substâncias abrasivas (SILVA, 2009).

Óleos com índices de insaponificáveis entre 1% a 1,5% satisfazem facilmente as especificações vigentes. Quando o valor é mais alto, é preciso um pré-tratamento do óleo para retirar as impurezas. Como exemplo, pode-se citar a “*winterização*”, que consiste em um resfriamento para provocar a precipitação dessas substâncias indesejáveis. Isso acaba por encarecer o processo (PEDROSO, 2009).

Em se tratando do índice de iodo, foi possível observar que o óleo de soja apresentou um valor ($128\text{gI}_2\cdot 100\text{g}^{-1}$) bem acima ao do sebo ($74\text{gI}_2\cdot 100\text{g}^{-1}$). Isso ocorre porque em sua composição predominam ácidos graxos insaturados, como o ácido linoléico (C 18:2), teor de $52,8\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, conforme Tabela 2. O que acontece, é que as duplas ligações presentes atuam como sítios de desestabilização. Enquanto o ácido esteárico é imune ao ataque de oxigênio, os demais ácidos graxos, por apresentarem insaturações exibem altas taxas de oxidação (CAVALCANTI, 2009).



Na literatura são reportadas taxas de oxidação para os ácidos graxos linoléico e linolênico, 41 e 98 vezes maiores que aquela do ácido graxo oléico, respectivamente (FRANKEL, 1998).

O valor do índice de iodo está estreitamente ligado à estabilidade a oxidação do biodiesel a qual, por sua vez, também pode sofrer forte influência do processo produtivo, tanto dos óleos quanto do biodiesel (DOMINGOS, 2009).

O sebo, por apresentar um índice de iodo baixo pode ser misturado ao óleo de soja, resultando um produto mais adequado. No entanto, sua adição contribui para aumentar o ponto de entupimento de filtro a frio do biodiesel obtido, podendo causar sua solidificação nos tanques de armazenamento antes da mistura com o diesel, especialmente em temperaturas baixas (PEDROSO, 2009). Isto é uma complicação particular da região sul do Brasil. As proporções dos *blends* ainda estão sendo estudadas em laboratório.

Dentre as matérias-primas, a gordura suína foi a que apresentou a menor estabilidade à oxidação (0,7h). Tal fato pode ser explicado pelo caráter saturado dessa amostra, que apresentou altos índices dos ácidos graxos palmítico ($19,9\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e oléico ($52,7\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$).

O óleo de soja mostrou a menor viscosidade ($33,98\text{mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$), seguido pelo óleo de pinhão-manso ($34,58\text{mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$). O sebo apresentou o maior valor de viscosidade, ($38,99\text{mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$), o que já era esperado, uma vez que se trata de uma gordura. Valores elevados de viscosidade, como aquele do óleo de mamona, resultam em um produto final de baixa qualidade. Uma solução para esse problema seria a pesquisa de novas cultivares e as misturas

com diferentes óleos (*blends*) (FREITAS, 2009).

O óleo de pinhão-manso, o óleo de soja e a gordura suína apresentaram valores bem distintos de ponto de névoa e de ponto de mínima fluidez. Essas propriedades repercutem bastante na qualidade do produto final. Ao se processar essas diferentes matérias-primas é que se verifica uma diferença muito grande nas temperaturas de solidificação das amostras de biodiesel obtido. Isso se explica pela composição de ácidos graxos presentes (SUAREZ, 2009).

Para todas as matérias-primas analisadas o teor de fósforo, magnésio e cálcio, estiveram conforme o permitido, não inviabilizando o processo.

O teor de fósforo é decorrente dos fosfolipídios presentes nos óleos vegetais e na gordura animal. Caso apresentassem altos teores de fósforo antes do processo de síntese do biodiesel, o óleo ou gordura deveriam passar por um pré-tratamento denominado degomagem, para remoção de grande parte dos fosfolipídios. Neste procedimento são removidas outras impurezas como ceras, substâncias coloidais e íons metálicos, através da lavagem do óleo aquecido com água. A transesterificação de óleos vegetais brutos, isto é, sem o tratamento prévio de degomagem, acarreta na redução do rendimento da reação, bem como na produção de um biodiesel com alto teor de fósforo. Isto resulta em emissões que irão conter grande quantidade de materiais particulados que poderão interferir na operação de conversores catalíticos automotivos (VAN GERPEN, 2005).

A Tabela 3 apresenta os resultados da caracterização físico-química das amostras de biodiesel dos óleos de soja, pinhão-manso e gordura suína.



Tabela 3 – Resultados dos Ensaios de Caracterização Físico-Química do Biodiesel Produzido.

Ensaio	Gordura Suína	Óleo de Pinhão-Manso	Óleo de Soja
Aspecto (Visual)	L.I.I.*	L.I.I.*	L.I.I.*
Corrosividade ao Cobre – 3h a 50°C	I. – a	I. – a	I. – a
Estabilidade a Oxidação (h)	0,5 ± 0,1	5,5 ± 0,3	3,3 ± 0,1
Número de Acidez – Titulação Colorimétrica (mg KOH.g ⁻¹)	0,12 ± 0,00	0,08 ± 0,01	0,11 ± 0,00
Índice de Iodo (gI ₂ .100g ⁻¹)	70 ± 0	102 ± 1	122 ± 1
Massa Específica a 20°C (kg.m ⁻³)	0,7 ± 0,0	11,8 ± 0,2	3,8 ± 0,0
Massa Específica a 20°C (kg.m ⁻³)	874,8 ± 0,0	878,3 ± 0,0	874,8 ± 0,0
Microrresíduo de Carbono (%)	0,00 ± 0	0,01 ± 0	0,02 ± 0
Ponto de Entupimento de Filtro (°C)	5 ± 0,0	-2 ± 0,0	-2 ± 0
Ponto de fulgor Vaso Fechado – Pensky Martens (°C)	174 ± 4	181 ± 4	174 ± 0
Teor de Água por Karl Fischer (mg/kg)	100 ± 2	384 ± 6	159 ± 3
Teor de Cinzas Sulfatadas (%)	0,003 ± 0,001	0,001 ± 0,000	0,003 ± 0,001
Viscosidade Cinemática a 40°C (mm ² .s ⁻¹)	4,587 ± 0,025	4,323 ± 0,016	4,174 ± 0,001
Sódio (Na) (mg.kg ⁻¹)	nd*	nd*	nd*
Potássio (K) (mg.kg ⁻¹)	nd*	nd*	nd*
Magnésio (Mg) (mg.kg ⁻¹)	nd*	0,99 ± 0,01	nd*
Fósforo (P) (mg.kg ⁻¹)	nd*	nd*	nd*
Cálcio (Ca) (mg.kg ⁻¹)	nd*	5,91 ± 0,07	nd*
Teor de Éster (%)	98,3 ± 0,1	98,0 ± 0,3	96,8 ± 0,1
Teor de Glicerina Livre (%)	0,00 ± 0,00	0,07 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Teor de Glicerina Total (%)	0,31 ± 0,00	0,16 ± 0,00	0,15 ± 0,00
Teor de Triglicerídeo (%)	0,04 ± 0,00	0,25 ± 0,01	0,13 ± 0,01
Teor de Diglicerídeo (%)	0,07 ± 0,00	0,29 ± 0,01	0,16 ± 0,00
Teor de Monoglicerídeo (%)	0,19 ± 0,00	0,35 ± 0,00	0,45 ± 0,00
Teor de Álcool (%)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00

*nd: não detectado; L.I.I: límpido e isento de impurezas.



Os resultados das análises físico-químicas demonstraram que todos os biodieseis atenderam a legislação vigente, exceto com relação ao parâmetro estabilidade a oxidação.

É interessante notar que todos os biodieseis apresentaram baixos valores de número de acidez. Valores altos de índice de acidez acarretam problemas de corrosão em motores. O pré-tratamento do óleo corrige esse problema (FREITAS, 2009).

Dado o caráter higroscópico do biodiesel, que pode deixar o produto final fora da especificação durante o período de estocagem, o estudo da absorção de água assume grande importância (CAVALCANTI, 2009). Com isso, destaca-se que todos os biodieseis enquadraram-se na Resolução ANP n° 4 vigente, sendo os teores de água bem inferiores a 500mg/kg.

O biodiesel de sebo apresentou à menor estabilidade a oxidação, 0,5h. Ao contrário dos hidrocarbonetos resultantes do craqueamento do petróleo, que são relativamente inertes e mantém suas características físico-químicas praticamente inalteradas por longos períodos de estocagem, o biodiesel é degradado com o tempo, notadamente em ambientes aerados e em climas quentes e úmidos, típicos do Brasil. A absorção de água favorece a ocorrência de processos hidrolíticos e a ação do oxigênio promove a oxidação do biodiesel armazenado (CAVALCANTI, 2009).

A rancificação oxidativa tem como consequência a liberação de radicais livres e a formação de hidroperóxidos relativamente instáveis, que ao se decomporem promovem o aumento do índice de acidez e polimerizações e a formação de gomas e borras, atuando negativamente na qualidade do produto final (CAVALCANTI, 2009).

O biodiesel de sebo também apresentou o maior ponto de entupimento de filtro entre os estudados, 5°C. Como no Brasil, um ponto de entupimento de filtro em torno de 19°C já atende a Resolução ANP n° 4, todos os biodieseis produzidos estiveram dentro das especificações. No entanto, ao se tratar da Especificação Européia, cujo ponto de entupimento de filtro é de 0°C (PEDROSO, 2009), somente o biodiesel de soja e pinhão-manso atenderam a este parâmetro, sendo o valor do ponto de entupimento de filtro de -2°C.

As três composições são bastante usuais, contendo essencialmente os ácidos graxos saturados palmítico e esteárico e os insaturados oléico e linoléico. Todavia, nos óleos de soja e pinhão-manso predominam os ácidos graxos insaturados e no sebo são majoritários os saturados. Resulta um ponto de solidificação, seja no óleo ou gordura, diretamente relacionado com a presença de insaturações (SUAREZ, 2009).

Embora o biodiesel possua muitas vantagens, seu desempenho a frio se torna uma grande preocupação, podendo afetar sua viabilidade comercial ao longo do ano, particularmente em regiões climáticas de temperatura moderada. Há estudos feitos em temperatura noturna que mostram que quando o biodiesel metílico de óleo de soja é empregado, aumentam os problemas de desempenho, pois ocorrem nucleação e formação de cristais no éster, entupindo e limitando o fluxo das linhas de combustíveis e filtros durante a ignição no dia seguinte. Isso pode levar à interrupção na alimentação do combustível e a subsequentes falhas no motor (MANUAL, 2006).

Pode-se observar que importantes propriedades do biodiesel são influenciadas pela composição química, dentre elas, índice de cetano, calor de combustão, o fluxo a



frio, estabilidade oxidativa, viscosidade e lubrificidade (KNOTHE, 2005).

Os valores de índice de iodo das amostras de biodiesel foram praticamente os mesmos das matérias-primas. O alto índice de iodo é mais um entrave para a exportação.

Conforme, especificação européia, o biodiesel deve ter de 100 a 120gI₂.100g⁻¹, enquanto a média da soja é 130gI₂.100g⁻¹, o que acaba por inviabilizar a exportação do B100 de soja (PEDROSO, 2009).

Observou-se a redução da viscosidade do biodiesel quando comparada ao seu precursor. Isto se deve à remoção da glicerina durante a reação de transesterificação, visto que tal produto equivale a cerca de 10% da molécula do óleo. Como resultado, este torna-se mais fino (OLIVEIRA e COSTA., 2003).

Além da viscosidade, a densidade também é uma importante propriedade fluidodinâmica do biocombustível em relação ao funcionamento dos motores de injeção por compressão, uma vez que interfere na circulação e injeção do combustível (NETO, 2005).

Os valores dos pontos de fulgor dos biodieseis estiveram na faixa de 174-184°C. Esta propriedade assume grande importância no que diz respeito ao transporte, segurança, manuseio e armazenamento (NETO, 2005). Como todos os valores são superiores à temperatura ambiente, o combustível não é inflamável nas condições normais, mostrando que os biodieseis estão isentos de álcool.

Os rendimentos das reações de transesterificação foram de 84%, 85% e 88% para o óleo de pinhão-manso, gordura suína e óleo de soja, com teores de ésteres metílicos de 98,0%, 98,3% e 96,8%,

demonstrando a eficiência da reação de síntese do biodiesel.

Os resultados de glicerina livre e total, parâmetros importantes, foram satisfatórios. Para que o biodiesel possa ser considerado de boa qualidade deve estar isento de sabões no final do processo (HOFF, 2009). A presença de sabões no combustível tem várias conseqüências no motor, especialmente para os bicos injetores.

4. CONCLUSÕES

Os resultados das análises físico-químicas demonstraram que os biodieseis produzidos neste trabalho atendem a legislação vigente.

O biodiesel de gordura suína e pinhão-manso surgem como alternativas ao biodiesel de soja. No entanto, devido às diferenças na composição química apresentadas pelos óleos de soja, pinhão-manso e gordura suína, está sendo estudado o uso de *blends*, que consistem na mistura de amostras de biodiesel provenientes de diferentes matérias-primas, visando à obtenção de um biodiesel com as características desejadas.

Com isso, busca-se demonstrar a importância de investimentos em pesquisa para o desenvolvimento e consolidação de novas tecnologias de produção, beneficiando a cadeia produtiva do biodiesel.

A introdução desses biocombustíveis otimizados no mercado representa uma nova dinâmica para a agroindústria e a economia, com perspectivas de redução das emissões de poluentes para o meio ambiente, além de menores custos de produção em função do uso de matérias-primas alternativas como o pinhão-manso e as gorduras animais.



5. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Agronômico do Paraná - Iapar pela cessão dos óleos e à Fundação Araucária pela concessão da bolsa.

6. NOMENCLATURA

°C – Graus Celsius

h - Horas

kg.m⁻³ - Quilograma por metro cúbico

min. – minutos

mg.g⁻¹ - Miligrama por grama de amostra

mg.kg⁻¹ - Miligrama por quilograma de amostra

gI₂.100g⁻¹ - Grama de iodo por cem gramas de amostra

mgKOH.g⁻¹ - Miligrama de hidróxido de potássio por grama de amostra

mm².s⁻¹ - Milímetro ao quadrado por segundo

7. REFERÊNCIAS

CAVALCANTI, E.H.de S. Estabilidade do Biodiesel e Misturas – Abrangência, Limitações dos Métodos de Avaliação e Alternativas Futuras. *Biodieselbr*, Ano 3, n. 13, 2009.

DOMINGOS, A.K. Biodiesel: Por dentro da matéria-prima. *Biodieselbr*, Ano 3, n. 13, 2009.

FERRÉS, J.D. A indústria de óleos vegetais e a produção de biodiesel no Brasil.

Comissão de Agricultura e Política Rural, Brasília, 31p. 2003.

FRANKEL, E.N. Lipid Oxidation. The Oily Press, Dundee, Scotland, 1998.

FREITAS, R.C. de. Biodiesel: Por dentro da matéria-prima. *Biodieselbr*, Ano 3, n. 13, 2009.

HOFF, N. M. Biodiesel: Por dentro da matéria-prima. *Biodieselbr*, Ano 3, n. 13, 2009.

KNOTHE, G. Fuel Process. Technol. 2005, 86, 1059.

MANUAL de biodiesel. São Paulo: Editora Blucher, 2006. 340 p.

NETO, J.R. de A. Agroindústria para Biocombustíveis (Biodiesel). Distrito Federal, 2005.

OLIVEIRA, L.B; COSTA, A.O. Biodiesel: Uma Experiência de Desenvolvimento Sustentável. IVI/COPPE/UFRJ.2001 14p.

SUAREZ, P. A composição Química do Biodiesel e seu Desempenho a Frio. *Biodieselbr*, Ano 2, n. 11, 2009.

PEDROSO, J.F. Biodiesel: Por dentro da matéria-prima. *Biodieselbr*, Ano 3, n. 13, 2009.

SILVA, F. M. Biodiesel: Por dentro da matéria-prima. *Biodieselbr*, Ano 3, n. 13, 2009.

UBRABIO, União Brasileira do Biodiesel. Biodiesel: a força da matéria-prima. *Biodieselbr*, Ano 3, n. 13, 2009.

VAN GERPEN, J. Fuel Process. Technol. 2005, 86, 1097.