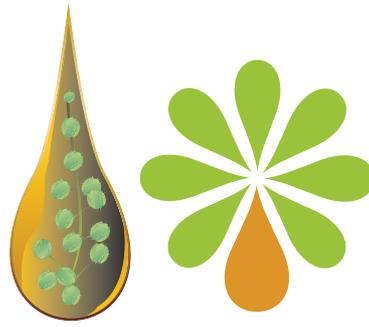


ISBN 978-85-65615-02-0



6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

BIODIESEL: 10 ANOS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO BRASIL



VOLUME 2
ANAIS - ARTIGOS CIENTÍFICOS
2016



6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

BIODIESEL:
10 ANOS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO BRASIL
Anais - Trabalhos Científicos

Editores:

Pedro Castro Neto

Antônio Carlos Fraga

Rafael Silva Menezes

Gustavo de Lima Ramos

Natal, 22 a 25 de Novembro de 2016

Rio Grande do Norte - Brasil

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
(6. : 2016 : Natal, RN).

Anais do 6. Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia
de Biodiesel, 9. Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas,
Óleos, Gorduras e Biodiesel, Natal, RN, 22 a 25 de novembro
de 2016 / Editores: Pedro Castro Neto ... [et al.]. – Lavras :
UFLA, 2016.

1432 p.

Bibliografias

ISBN 978-85-65615-02-0

1. Biodiesel. 2. Plantas oleaginosas. 3. óleos vegetais. I

Castro Neto, Pedro et al. II. Congresso Brasileiro de Plantas
Oleaginosas, óleos, Gorduras e Biodiesel.

CDD – 633.85

APRESENTAÇÃO

O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) possui papel fundamental no processo de aprimoramento tecnológico do biodiesel brasileiro. No âmbito do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), o módulo de Desenvolvimento Tecnológico é coordenado pelo MCTIC e objetiva organizar e fomentar a base tecnológica existente no País e norteá-la a gerar resultados que atendam às demandas do PNPB.

Nesse sentido, foi implantada a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), que articula os diversos atores envolvidos, permitindo a convergência de esforços e a otimização de investimentos públicos na busca por soluções para os desafios tecnológicos da cadeia produtiva, levando em consideração aspectos de sustentabilidade, geração de empregos e desenvolvimento regional.

Como ferramenta de avaliação e divulgação dos resultados dos projetos fomentados, o MCTIC promove, desde 2006, o Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel e a Universidade Federal de Lavras promove, desde 2004, o Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Eventos que em suas edições anteriores foram um sucesso, tanto em termos de público, como na divulgação do conhecimento gerado por pesquisadores de inúmeras universidades e institutos de pesquisa de todo o país. A partir de 2010 esses dois eventos foram realizados simultaneamente constituindo o maior evento técnico científico em biodiesel do mundo. Este evento é referência para as áreas de produção de plantas oleaginosas, óleos, gorduras e biodiesel.

APRESENTAÇÃO

É estratégico para o setor de biodiesel possuir fóruns de discussão para se debater temas ligados à pesquisa, desenvolvimento e inovação em Biodiesel, como também promover encontros entre especialistas, estudantes, empresários e a sociedade civil para discutir meios para o desenvolvimento desse novo combustível.

Para o evento deste ano os organizadores receberam 884 trabalhos, dos quais 715 foram aprovados e serão expostos nas sessões de apresentação de pôster. Foram destacados trabalhos que também serão apresentados oralmente nas sessões temáticas. Busca-se atingir com a divulgação dos Anais do evento a difusão do conhecimento gerado, servindo como base para a continuidade das ações e como motivação para que a inovação tecnológica contribua de forma efetiva para os objetivos do PNPB.

Cordialmente,

Professor Pedro Castro Neto
Presidente do Congresso

Professor Antônio Carlos Fraga
Presidente da Comissão Técnico-Científica

Rafael Silva Menezes
**Coordenador de ações de
desenvolvimento
energético RBTB-MCTIC**

COMISSÃO ORGANIZADORA

Pedro Castro Neto
**Presidente do Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas,
Óleos, Gorduras e Biodiesel**

Rafael Silva Menezes
**Presidente do Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia
de Biodiesel**

Gustavo de Lima Ramos
Secretário-Geral

Antônio Carlos Fraga
Presidente da Comissão Técnico-Científica

Juliana Espada Lichston
Presidente da Comissão Local da UFRN

Rafael Peron Castro
Anderson Lopes Fontes
Secretários Comissão Local da UFRN

COMISSÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Antônio Carlos Fraga (UFLA) - Presidente

Pedro Castro Neto (UFLA) - Vice-Presidente

Lucas Ambrosano (UEM) - Secretário

Geovani Marques Laurindo (G-Óleo/UFLA) - Secretário

Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (G-Óleo/UFLA) - Secretário

MEMBROS DAS ÁREAS TEMÁTICAS

Aristeu Gomes Tininis (IFSP)

Bill Jorge Costa (TECPAR)

Bruno Galvêas Laviola (EMBRAPA)

Cláudio José de Araujo Mota (UFRJ)

Danilo Luiz Flumignan (IFSP)

Donato Alexandre Gomes Aranda (UFRJ)

Eduardo Homem de Siqueira Cavalcanti (INT)

Fátima Menezes Bento (UFRGS)

Gustavo Lima Ramos (SETEC/MCTIC)

Iêda Maria Garcia dos Santos (UFPB)

Luiz Pereira Ramos (UFPR)

Maria Aparecida Ferreira César-Oliveira (UFPR)

Nelson Roberto Antoniosi Filho (UFG)

Paulo Anselmo Ziani Suarez (UnB)

Rafael Silva Menezes (SETEC/MCTIC)

Roberto Bianchini Derner (UFSC)

Rosenira Serpa da Cruz (UESC)

Sérgio Peres Ramos da Silva (UPE)

Simoni Margaretta Plentz Meneghetti (UFAL)

COMISSÃO EXECUTORA

Associação dos
Pesquisadores em Plantas Oleaginosas,
Óleos, Gorduras e Biodiesel



Rede Brasileira de
Tecnologia de Biodiesel

SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
E INOVAÇÃO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



REVISÃO E EDITORAÇÃO

Pedro Castro Neto (UFLA)
Antônio Carlos Fraga (UFLA)
Lucas Ambrosano (UEM)
Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (G-Óleo/UFLA)
Geovani Marques Laurindo (G-Óleo/UFLA)

COMISSÃO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Pedro Castro Neto (UFLA) - Presidente
Antônio Carlos Fraga (UFLA)
Gilson Miranda Júnior (BCC/UFLA)
Jaime Daniel Corrêa Mendes (BCC/UFLA)
João Paulo de Araújo (BCC / G-Óleo/UFLA)
Ferguson Antônio Gomes Peres de Souza (G-Óleo/UFLA)
Henrique Fidencio (G-Óleo/UFLA)
Arnon de Castro Oliveira (G-Óleo/UFLA)
Saulo Kirchmaier Teixeira (G-Óleo/UFLA)

AGRADECIMENTOS

Apoiadores, Autores, Congressistas, Expositores e Palestrantes.

MEMBROS DA G-ÓLEO

Associação dos Pesquisadores em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

Pedro Castro Neto (Presidente)
Lucas Ambrosano (Vice-Presidente)
Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (Tesoureiro)
Vinícius Reis Bastos Martins (Secretário)
Antônio Carlos Fraga
Arnon de Castro oliveira
Bárbara Lemes
Camilla Freitas Maia
Camilo José Rodrigues Dal Bó
Carlos Henrique Santos Fonseca
Carlúcio Queiroz Santos
Clara de Almeida Filippo
Daniel Augusto de Souza Borges
Danilo da Silva Souza
Diego Flausino Brasileiro
Erika Tokuda
Ferguson Antonio Gomes Peres de Souza
Gabriel Dlouhy Alcon
Gabriele de Faria Castro
Geovani Marques Laurindo
Gilson Miranda Júnior
Guilherme de Oliveira Martins
Gustavo de Almeida Adolpho
Hamilton Olinto Pimenta Lima Junior
Henrique Fidencio
Jaime Daniel Corrêa Mendes
Janice Alvarenga Santos Fraga
João Paulo de Araújo
Julia Andrade de Ávila
Juliana de Xisto Silva
Maraiza Assis Mattar Silva
Marcela Santos Moreira
Matheus Sterzo Nilsson
Paulo Rogério Ribeiro Pereira
Pedro Henrique Barcelos Mota
Pedro Rodolfo Bianchim de Oliveira
Rafael Peron Castro
Rodrigo Martins Santos
Sandra Regina Peron Castro
Sandro Freire de Araújo
Saulo Kirchmaier Teixeira
Stênio Carvalho
Thalita Caroline Azevedo Gonçalves
Thiago Matiulli
Vitor Favareto Silva

REALIZAÇÃO

O Núcleo de Estudos em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biocombustíveis (G-Óleo) idealizado

pelos professores Antônio Carlos Fraga

do Departamento de Agricultura

e Pedro Castro Neto do

Departamento de Engenharia

da Universidade Federal de

Lavras, desde 2006 promove a



produção científica e realiza eventos acadêmicos voltados a estudantes, pesquisadores e empreendedores que atuam nas diversas etapas da cadeia produtiva do biodiesel, transferindo ao produtor rural por meio de eventos de extensão, onde inovações da pesquisa e indústria são levadas e apresentadas à comunidade.

A diversidade das áreas de atuação do grupo torna os projetos amplamente diversificados, englobando atividades em fitotecnia, química, projetos e manutenção de máquinas agrícolas e industriais, gerência e tecnologia de informação, administração, extração e purificação de óleos e gorduras, gestão de coprodutos e resíduos, todas associadas à produção científica visando inovação para a indústria e melhoria na produção rural.

REALIZAÇÃO

Com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento tecnológico e a inovação do biodiesel no Brasil, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) promove diversas ações, principalmente por meio da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), que envolve diversos atores da cadeia produtiva. Isso permite a convergência de esforços e a otimização de investimentos públicos, buscando soluções para os desafios tecnológicos do setor. Desde 2006, a Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (SETEC/MCTIC) promove o Congresso da RBTB com objetivo de disseminar os conhecimentos tecnológicos gerados, a divulgação das potencialidades da Rede, as competências e os trabalhos em andamento. A realização do evento envolve a comunidade científica e empresarial e abrange sete diferentes áreas temáticas: Matéria Prima; Armazenamento, Estabilidade e Problemas Associados; Caracterização e Controle da Qualidade; Co-Produtos; Produção do Biocombustível; Uso de Biodiesel; e Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável.

Rede Brasileira de Tecnologia de

BioDiesel



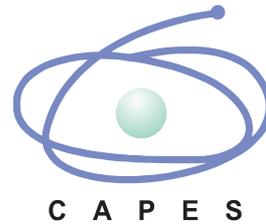
REALIZAÇÃO

SECRETARIA DE
**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
E INOVAÇÃO**

MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**



APOIO





6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

TRABALHOS CIENTÍFICOS APROVADOS

Parâmetros físico-químicos para a reação de transesterificação: estudos envolvendo biodiesel etílico de soja

Filipe Lins da Silva (IQB/UFAL, filipe.lins@hotmail.com), José Anderson Silva de Freitas (IQB/UFAL), Bruno Salgueiro (IQB/UFAL), Lucas Natã de Melo (IQB/UFAL, lucasndm@outlook.com), Wenjohn Washington Lima da Silva (IQB/UFAL), Jeilma Rodrigues do Nascimento (IQB/UFAL), Janaína Heberle Bortoluzzi (IQB/UFAL, janaa90@hotmail.com), Simoni Margareti Plentz Meneghetti (IQB/UFAL).

Palavras Chave: Transesterificação, parâmetros físico-químicos, álcool etílico.

1 - Introdução

Os processos de obtenção de biodiesel por transesterificação podem ser melhorados e ter o comportamento de seu meio reacional melhor compreendido através da aplicação de parâmetros físico-químicos. Neste estudo, várias misturas, que simularam condições reacionais, foram obtidas e devidamente caracterizadas.

A produção de biodiesel etílico de soja por transesterificação alcalina foi simulada em escala laboratorial através da obtenção de parâmetros físico-químicos durante o processo reacional. Foram realizadas análises dos parâmetros físico-químicos (massa específica, viscosidade cinemática, teor de água, teor de álcool, teor de monoésteres, teor de mono-, di- e triacilglicerídeos, pH e índice de acidez) das amostras obtidas e possíveis correlações entre os parâmetros físico-químicos para as várias amostras obtidas durante o processo reacional foram determinadas.

2 - Material e Métodos

As reações de transesterificação foram realizadas a partir do óleo de soja, empregando o álcool etílico e hidróxido de sódio como catalisador. Para a produção das amostras que simulem o processo reacional da produção de biodiesel, foram adotadas as relações molares 1:1, 1:2, 1:3 e 1:6 (óleo de soja:álcool), proporção massa/massa de catalisador em relação ao óleo de soja de 0,5 ou 1,0 %, tempo reacional de 5, 10, 15 e 30 min e temperatura de 40 e 60 °C. As reações foram realizadas em reator de vidro com capacidade de 2,0 L e agitação mecânica, acoplado a um condensador e sistema de aquecimento.

Em seguida, as amostras obtidas a partir de óleo de soja foram transferidas para um funil de decantação de 2,0 L, no qual permaneceram em repouso por 3 h para total separação dos produtos de reação, biodiesel e glicerol. Quando houve separação de fases, uma amostra da fração de biodiesel foi purificada pela neutralização com ácido fosfórico 5 % (v/v), seguida de lavagem com salmoura até alcançar pH igual a 7,0. Para amostras em que não ocorreu separação de fases, amostras de biodiesel purificado foram obtidas com a mesma sequência de lavagem, sendo verificada a necessidade de um número muito superior destas para se alcançar pH igual a 7,0.

Portanto, para as reações de transesterificação de biodiesel de soja etílico, foram geradas as seguintes amostras: 1) quando houve separação de fases: fração de biodiesel (fração bruta), biodiesel purificado e fração de glicerol, ou; 2) quando não houve separação de fases: mistura reacional e biodiesel purificado. As amostras de

biodiesel foram armazenadas em recipientes de vidro âmbar à temperatura ambiente.

O estudo dos parâmetros físico-químicos do processo reacional foi realizado a partir de análises realizadas a partir de normas americanas da *American Society for Testing and Materials* (ASTM), bem como por técnicas de separação, tanto para as frações brutas obtidas (Tabela 1), quanto para as frações purificadas (Tabela 2).

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos determinados das diferentes frações brutas obtidas.

Frações brutas (biodiesel, glicerol e mistura reacional)	Metodologia
Massa específica	ASTM D-4052
Viscosidade cinemática	ASTM D445-12
Teor de água	ASTM D6304-07
pH	ASTM D664-11
Teor de álcool	Gravimetria

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos determinados das diferentes frações purificadas obtidas.

Frações purificadas (biodiesel e mistura reacional)	Metodologia
Teor de monoésteres	Cromatografia Gasosa (fator resposta e padronização interna)
Teor de mono-, di- e triacilglicerídeos	Cromatografia líquida de alta eficiência ¹ (CLAE-UV)
Índice de acidez	ASTM D664-11

3 - Resultados e Discussão

Dentre as 39 amostras de biodiesel etílico de soja obtidas, praticamente não houve separação de fases e, portanto, a maior parte das caracterizações foi realizada na mistura reacional. Os parâmetros utilizados para preparar as amostras de biodiesel etílico foram utilizados com o intuito de representar todo o processo reacional, ou seja, entre 0 e < 98 % de conversão em ésteres etílicos. Somente em 7 das 39 reações houve separação das fases. Segundo a literatura, a dificuldade de separação de fases é comum na etanolise e butanolise².

Os parâmetros físico-químicos medidos tanto nas frações de biodiesel quanto nas misturas reacionais, quando não houve separação de fases das amostras obtidas com diferentes condições para a reação de transesterificação de soja com etanol, foram avaliados. Inicialmente, a composição do meio, em termos de B100, TAG, DAG e MAG, foi avaliada para as amostras em que não ocorreu separação de fases (Figura 1).

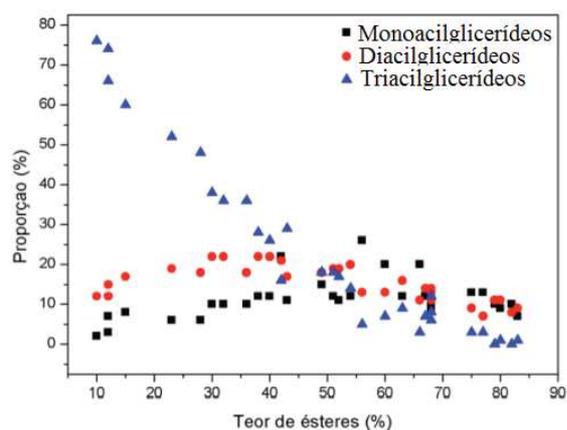


Figura 1. Composição do meio ao longo da transesterificação de óleo de soja com etanol.

Com a finalidade de compreender como tais parâmetros físico-químicos estão relacionados com a composição do meio, construíram-se gráficos indicando as correlações entre o rendimento em monoésteres etílicos, a viscosidade cinemática e a massa específica. Inicialmente, a evolução da viscosidade e a massa específica são analisadas em função da composição do meio em termos de B100 (Figura 2) e TAG (Figura 3). Para a construção dos gráficos, foram considerados todos os valores determinados nas análises em triplicata.

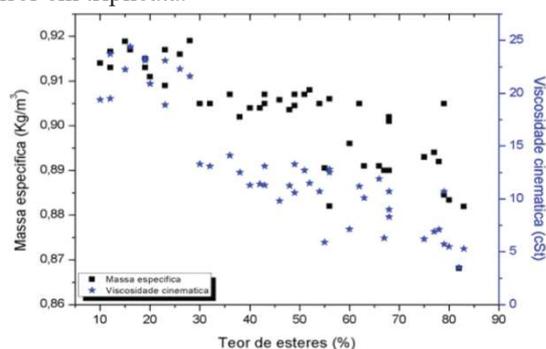


Figura 2. Relação obtida entre a viscosidade cinemática, a massa específica da mistura reacional e o rendimento de conversão da reação de transesterificação de soja com etanol.

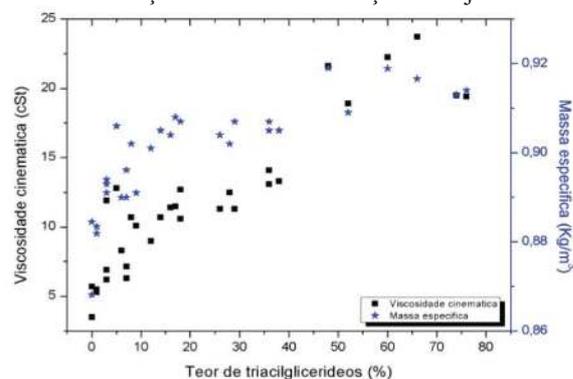


Figura 3. Relação obtida entre a viscosidade cinemática, a massa específica da mistura reacional e o teor de triacilglicerídeos restantes da reação de transesterificação de soja com etanol.

Como pode ser visto na Figura 2, a evolução dos valores de viscosidade cinemática foi inversamente proporcional ao valor do teor de monoésteres etílicos, ou seja, quanto maior a conversão de ésteres menor a viscosidade cinemática da mistura reacional. Um

comportamento semelhante ocorreu com a massa específica da mistura reacional, para a qual também existe uma tendência proporcional ao teor de monoésteres etílicos formados. Tal comportamento está relacionado às interações intermoleculares presentes no óleo de soja e no biodiesel, as quais têm influência significativa sobre os valores de viscosidade e massa específica³.

Como pode ser observada na Figura 3, a viscosidade cinemática foi diretamente proporcional ao teor de triacilglicerídeos restantes na reação de transesterificação, ou seja, quanto maior a conversão em monoésteres, menor a viscosidade cinemática do biodiesel de soja etílico. Conforme aumenta o rendimento da reação, isto é, a formação de monoésteres etílicos, significa que menos triacilglicerídeos permaneceram no meio. Um comportamento semelhante foi observado para os valores de massa específica, para a qual também existe uma tendência proporcional ao teor de triacilglicerídeos restantes na amostra.

Não foi possível estabelecer correlações ou tendências entre os teores de DAG e MAG e as propriedades avaliadas. É provável que esse comportamento esteja relacionado à complexidade do meio. De forma análoga, as correlações do índice de acidez e pH com o teor de monoésteres presentes não foram estabelecidas com sucesso, confirmando que esses parâmetros indicam se a etapa de purificação foi ou não bem sucedida.

Como o número de amostras, nas quais houve separação de fases, foi reduzido, não foi possível a construção de gráficos que permitissem uma análise acurada de possíveis tendências entre a composição do meio e as propriedades viscosidade e massa específica.

4 – Conclusões

Através deste estudo foi possível comprovar correlações entre os parâmetros físico-químicos, massa específica e viscosidade cinemática, com a composição do meio durante a reação de transesterificação de óleo de soja com etanol. Pelo conjunto de resultados analisados, é possível afirmar que a composição do meio, em termos de resíduos de catalisadores, teor de álcool e água, entre outros, não apresenta influência significativa nas propriedades físico-químicas, viscosidade e massa específica. Essas são principalmente influenciadas pela composição do meio em termos de B100, TAG, DAG e MAG, mesmo que impurezas e contaminantes estejam presentes.

5 – Agradecimentos

MCTI, CNPq, Finep, Capes, PROJETO FISQUIBODIESEL e RBTB.

6 – Bibliografia

- CARVALHO, M. S.; MENDONÇA, M. A.; PINHO, D. M. M.; RESCK, I. S.; SUAREZ, P. A. Z. *J Braz Chem Soc*, 23, 763-769, 2012.
- ZHOU, W.; KONAR, S.K.; BOOCOCK, D.G.B. *JAACS*, 80, 367-371, 2003.
- KNOTHE, G. *Fuel Process Technol*, 86, 1059-1070, 2005.