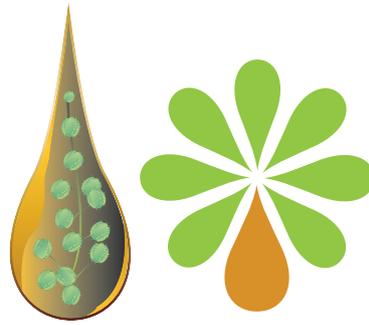


ISBN 978-85-65615-02-0



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



**G-ÓLEO**

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**



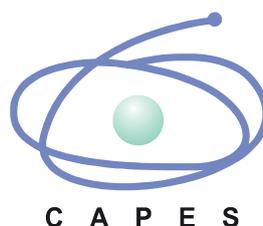
REALIZAÇÃO

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

## Estudo da ação antioxidante do caroço de abacate ralado na estabilidade termo-oxidativa do biodiesel de soja

Franz Miller Branco Ferraz (EEL-USP, franz@alunos.eel.usp.br), Neuana Fernando Neuana (EEL-USP, neuananeuana1988@gmail.com), Maria Lucia Caetano Pinto da Silva (EEL-USP, mlcaetano@dequi.eel.usp.br)

**Palavras Chave:** biodiesel, antioxidante natural, caroço de abacate, aditivo

### 1 - Introdução

Um dos maiores empecilhos para a consolidação do biodiesel como um possível substituto aos combustíveis de origem fóssil é a sua susceptibilidade à oxidação quando exposto à luz, calor, metais, água e oxigênio durante seu período de armazenamento, com consequente aumento da acidez e da viscosidade <sup>1,2</sup>.

Na tentativa de inibir o processo oxidativo, várias pesquisas surgiram nessa área e a utilização de antioxidantes sintéticos despontou como uma alternativa plausível. No entanto, é sabido que muitas espécies vegetais também contêm antioxidantes naturais em concentrações consideráveis. Este é o caso do abacate, que apresenta em sua composição diversos fitonutrientes ( $\beta$ -sisterol e glutatoína) com ação antioxidante, sendo que 70% deles estão concentrados no caroço <sup>3</sup>.

O objetivo do presente trabalho foi realizar o estudo da ação antioxidante do caroço de abacate como aditivo na estabilidade termo-oxidativa do biodiesel de óleo de soja. Para isso determinou-se o índice de acidez e a viscosidade, bem como a espectroscopia por infravermelho com transformada de Fourier para os biodieseis puro e aditivado.

### 2- Material e Métodos

Na preparação do biodiesel foram utilizados óleo de soja da marca Liza e álcool etílico absoluto na proporção molar de 1:9, usando como catalisador o KOH na quantidade de 1,3% da massa do óleo. A reação de transesterificação foi realizada a 30 °C por 80 min. O caroço de abacate foi estocado para a secagem a temperatura ambiente e, posteriormente, ralado e na sequência foi colocado em contato com o biodiesel em diferentes concentrações. Em cada um dos 5 erlenmeyers foram colocados 0,015; 0,06; 0,12; 0,24 e 0,48 g de caroço ralado e 30 mL de biodiesel, sendo cada um denominado de BCA1, BCA2, BCA3, BCA4 e BCA5, respectivamente. Em um sexto erlenmeyer colocou-se 30 mL de biodiesel sem aditivo, denominado de B100, para que o mesmo fosse utilizado como controle. Após a aditivação, as amostras foram armazenadas em estufa a 60°C e analisadas em períodos pré-estabelecidos de 0h, 168h, 504h, 1176h e 1848h, determinando-se o índice de acidez (IA).

Na determinação do índice de acidez, foram colocados em um erlenmeyer 2g de biodiesel, 25 mL de uma solução 2:1 (v/v) de éter dietílico e álcool etílico (95%) e 3 gotas de fenofaleína. Em seguida, titulou-se com uma solução 0,01 mol.L<sup>-1</sup> de KOH <sup>4</sup>.

O Viscosímetro Rotacional Digital (Modelo LVD VIII-CP42, Brookfield) foi utilizado para a medição da viscosidade dinâmica dos biodieseis puro e aditivado. A

viscosidade foi calculada a partir do torque necessário para cada frequência de rotação.

As densidades dos biodieseis de soja puro e aditivado foram determinadas por meio de um Densímetro Digital DMA 35 N da Anton Paar.

As amostras de biodiesel de soja puro e aditivadas foram analisadas antes e após o período de estocagem, em um espectrofotômetro marca Perkin Elmer modelo Frontier.

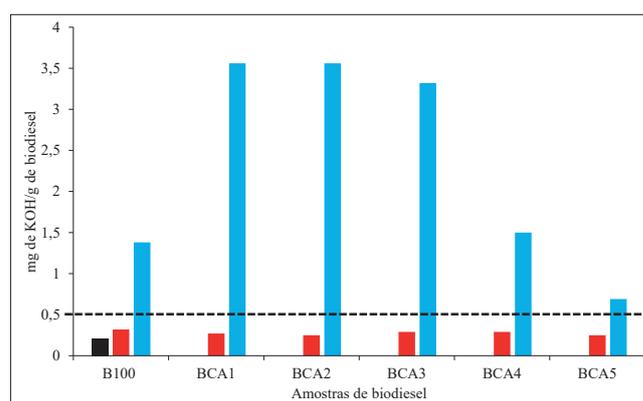
### 3 - Resultados e Discussão

O biodiesel de soja puro no tempo zero apresenta os valores de índice de acidez, viscosidade cinemática e densidade de acordo com as especificações ANP, ASTM, EN (Tabela 1).

**Tabela 1** – Especificações do biodiesel de soja puro no tempo zero

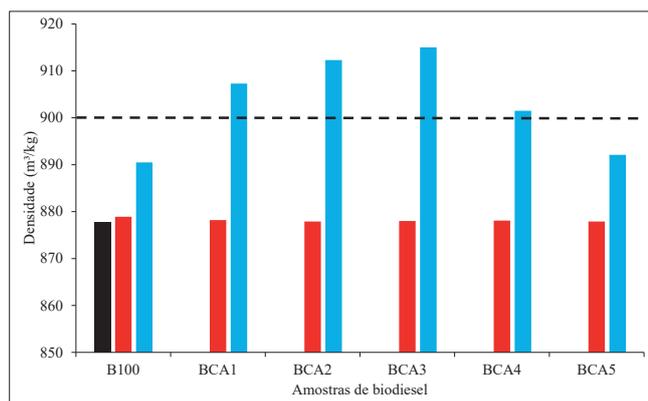
Características	Unidade	Resultado	ANP/ASTM/EN
Índice de acidez, máx.	mgKOH.g <sup>-1</sup>	0,21	0,5 / 0,5 / 0,5
Massa específica a 20°C	Kg. m <sup>-3</sup>	877,8	850-900/-/860-900
Viscosidade cinemática a 40°C	mm <sup>2</sup> /s	4,94	3-6 /1,9-6/ 3,5-5

Os biodieseis de soja puro e aditivado com caroço de abacate mantiveram os valores de índice de acidez de acordo com as especificações após 168h de exposição a 60 °C. Depois de 504h observou-se que o biodiesel aditivado com 0,48 g de caroço de abacate apresentou o IA igual a 0,69 mg KOH g<sup>-1</sup> e o B100 no mesmo período de estudo teve o valor acima de 1 mg KOH/g. (Figura 1).



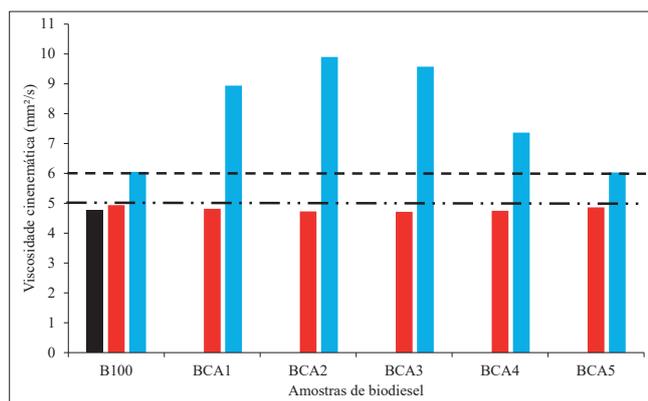
**Figura 1** – Índice de acidez do biodiesel de soja puro e aditivado com caroço de abacate após a exposição a 60 °C por 504h (----- Limite da ANP, ASTM, EN; ■ 0h; ■ 168h; ■ 504h).

Pela Figura 2 observa-se que o biodiesel de soja puro e aditivado com caroço de abacate apresentam valores da densidade abaixo de 900 Kg.m<sup>-3</sup> após a exposição a 60 °C por 504 h, estando de acordo com as especificações da ANP e EN. Esse resultado corrobora com o índice de acidez (Figura 1)



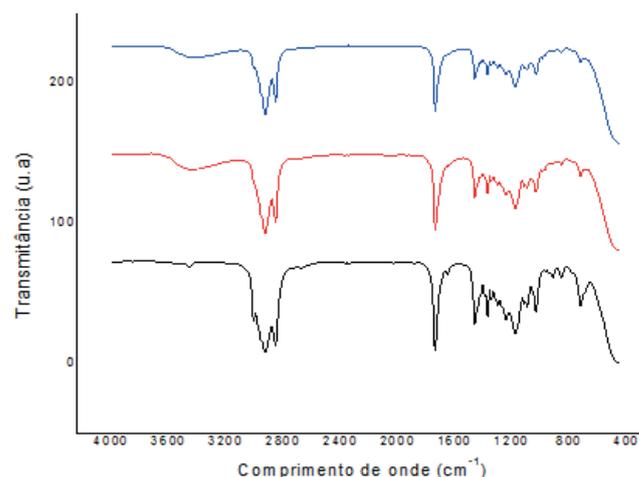
**Figura 2** – Densidade do biodiesel de soja puro e aditivado com caroço de abacate após a exposição a 60 °C por 504 h (----- Limite superior das normas ANP e EN; ■ 0h; ■ 168h; ■ 504h).

A viscosidade cinemática do biodiesel de soja puro e aditivado com caroço de abacate esteve dentro do estabelecido pela norma da ANP, ASTM, após 504 h. No entanto, as amostras BCA5 e B100 foram as que tiveram os valores mais próximos ao limite estabelecido (Figura 3). Esse resultado é concordante com o índice de acidez (Figura 1) e densidade (Figura 2).



**Figura 3** – Viscosidade cinemática ( $\text{mm}^2.\text{s}^{-1}$ ) do biodiesel de soja puro e aditivado com caroço de abacate após a exposição a 60 °C por 504 h (----- Limite superior das normas ANP e ASTM; ..... Limite superior da norma EN; ■ 0h; ■ 168h; ■ 504h).

Na Figura 4, observa-se que as amostras B100 e BCA5 sofreram alterações no perfil das curvas após 504h de exposição a 60°C se comparadas ao biodiesel puro no tempo zero. As bandas de  $1750\text{ cm}^{-1}$  e  $725\text{ cm}^{-1}$ , referentes à carbonila (C=O) e à cadeia alifática dos ácidos graxos, apresentaram redução do pico, o que evidencia a degradação dos ésteres e a formação de compostos voláteis de menor massa molecular, respectivamente. Por outro lado, houve surgimento de um pico entre  $3650\text{ cm}^{-1}$  e  $3584\text{ cm}^{-1}$ , referente à formação do grupamento hidroxila, que está relacionado ao processo oxidativo do biodiesel.



**Figura 4** – Espectro de FTIR das amostras BCA5 t= 504h (—), B100 t=504h (—) e B100 t=0h (—) após armazenamento em estufa a 60°C.

Os resultados mostram o efeito antioxidante exercido pelo caroço de abacate na estabilidade do biodiesel de soja.

#### 4 - Conclusão

O biodiesel aditivado com caroço de abacate manteve a estabilidade do biodiesel após a exposição a 60°C por 168h, apresentando valores de índice de acidez, viscosidade e densidade dentro das normas nacional e internacional. O caroço de abacate mostra-se promissor como aditivo antioxidante na estabilidade termo-oxidativa do biodiesel de soja nas condições estudadas.

#### 5 - Agradecimentos

Ao CNPq/MCT-Mz pela bolsa concedida.

#### 6 - Bibliografia

- 1 Knothe, G. et al. Manual de Biodiesel. São Paulo: Edgar Blucher, **2006**.
- 2 Leung, D. Y. C.; Koo, B. C. P.; Guo, Y. Degradation of biodiesel under different storage conditions. *Bioresource Technology*, **2006**, 97, 250-256.
- 3 Vietes R. L., Daiuto E. R., Fumes J. G. F. Ver. Bras. Frutic., Jaboticabal – SP, **2012**, 34, 2, 336-348,
- 4 Suveges, N. S. Estudo da adição de produtos vegetais no biodiesel de canola e de girassol visando à estabilidade térmica e oxidativa... Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 109p, (**2014**)