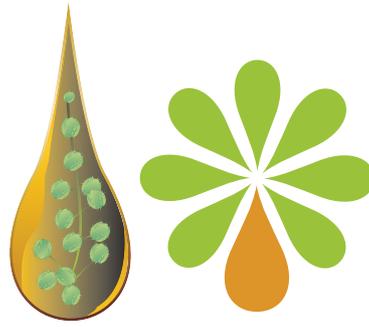


ISBN 978-85-65615-02-0



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)  
Fergunson 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.



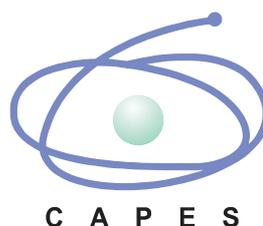
REALIZAÇÃO

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**

## Teste de anova duplo fator para avaliar o efeito dos metais e concentração na estabilidade oxidativa

Dhanúbia de Fátima Ferreira (UFU/ESTES, dhanubia\_29@yahoo.com.br), Alessandro Nassau Batista (FEQ, alessandronassau@gmail.com), Maíra Martins Franco (UFU, mairafranco.mel@gmail.com), Waldomiro Borges Neto (IQ/UFU, tagowbn@gmail.com), Douglas Queiroz Santos (UFU/ESTES, douglas@ufu.br)

**Palavras Chave:** Contaminação metálica, biodiesel, estabilidade oxidativa, antioxidantes naturais

### 1 - Introdução

O biodiesel destaca-se por ser considerado um combustível de menor impacto ambiental, biodegradável, obtido a partir de fontes renováveis e menos poluente que o diesel. Apesar das muitas vantagens citadas, a natureza química do biodiesel torna-o mais susceptível à oxidação em comparação com diesel mineral durante a produção, o transporte e o armazenamento. Este biocombustível possui um elevado nível de reatividade com o oxigênio, principalmente quando colocado em contato com superfícies metálicas, presença de ar, umidade, luz e calor ou mesmo ambientes contaminados por microrganismos, comprometendo assim suas características. A qualidade do biodiesel é designada por três normas EN 14112, ASTM D – 6751 e ANP 45/2014, e a estabilidade oxidativa, está entre os parâmetros monitorados por estes regulamentos. O objetivo principal deste trabalho foi avaliar o efeito da estabilidade oxidativa do biodiesel B100, obtido a partir do óleo de soja (*Glycine max*) pela rota metilílica, frente a alguns contaminantes metálicos e o efeito da concentração destes.

### 2 - Materiais e Métodos

Para isso foram preparadas sete concentrações diferentes no intervalo de 0,5 a 3,5 mg L<sup>-1</sup> com incremento de 0,5 mg L<sup>-1</sup> de diferentes tipos de íons (Fe, Cu, Co, Mn, Zn, Cd, Ni, K, Pb, Cr) e aplicou-se o teste estatístico de Anova com duplo fator.

### 3 - Resultados e Discussão

Utilizando a Anova de duplo fator sem repetição para todos os metais, pode-se dizer que a variação na concentração destes influencia de maneira significativa na estabilidade oxidativa, pois  $F_{\text{calculado}} > F_{\text{crítico}}$ . Os metais apresentam comportamentos estatisticamente diferentes entre si, pois  $F_{\text{calculado}} > F_{\text{crítico}}$  (Tabela 1).

**Tabela 1:** Anova de fator duplo sem repetição para os contaminantes metálicos: Ni, Fe, Cu, K, Zn, Cr, Co, Pb, Cd e Mn. Dopados no biodiesel metílico de soja.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	p valor	F crítico
Concentração	1,21	7	0,173	6,06	1,99 10 <sup>-5</sup>	2,16
o Metal	3,12	9	0,347	12,13	7,29 10 <sup>-11</sup>	2,03
Erro	1,80	63	0,029			
Total	6,13	79				

A Tabela 2 apresenta os resultados do teste de Tukey para o nível de 95% de confiança. O ferro foi o metal que apresentou comportamento diferente com maior número de metais (Cu, K, Cr, Co, Pb, Cd e Mn). Portanto, este foi excluído para uma nova avaliação de Anova e teste de Tukey.

**Tabela 2:** Resultado do teste de Tukey para os metais

	Ni	Fe	Cu	K	Zn	Cr	Co	Pb	Cd	Mn
Ni	-	0,15	0,28 <sup>#</sup>	0,28 <sup>#</sup>	0,09	0,20	0,55 <sup>#</sup>	0,32 <sup>#</sup>	0,20	0,47 <sup>#</sup>
Fe	0,15	-	0,43 <sup>#</sup>	0,43 <sup>#</sup>	0,23	0,35 <sup>#</sup>	0,69 <sup>#</sup>	0,47 <sup>#</sup>	0,35 <sup>#</sup>	0,62 <sup>#</sup>
Cu	0,28 <sup>#</sup>	0,43 <sup>#</sup>	-	0,00	0,20	0,08	0,26	0,04	0,09	0,19
K	0,28 <sup>#</sup>	0,43 <sup>#</sup>	0,00	-	0,20	0,08	0,26	0,04	0,08	0,19
Zn	0,09	0,23	0,20	0,20	-	0,12	0,46 <sup>#</sup>	0,23	0,11	0,39 <sup>#</sup>
Cr	0,20	0,35 <sup>#</sup>	0,08	0,08	0,12	-	0,34 <sup>#</sup>	0,12	0,00	0,27
Co	0,55 <sup>#</sup>	0,69 <sup>#</sup>	0,26	0,26	0,46 <sup>#</sup>	0,34 <sup>#</sup>	-	0,23	0,35 <sup>#</sup>	0,07
Pb	0,32 <sup>#</sup>	0,47 <sup>#</sup>	0,04	0,04	0,23	0,12	0,23	-	0,12	0,15
Cd	0,20	0,35 <sup>#</sup>	0,09	0,08	0,11	0,00	0,35 <sup>#</sup>	0,12	-	0,28
Mn	0,47 <sup>#</sup>	0,62 <sup>#</sup>	0,19	0,19	0,39 <sup>#</sup>	0,27	0,07	0,15	0,28	-

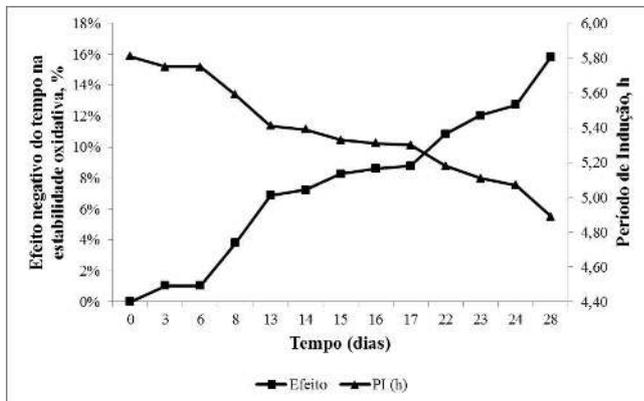
Com base nas informações obtidas a partir da Anova de duplo fator para os íons Ni, Cu, K, Zn, Cr, Pb, Cd e Mn, torna-se possível analisar que estes apresentaram comportamentos estatisticamente diferentes, pois o valor do  $F_{\text{crítico}}$  foi menor que o valor do  $F_{\text{calculado}}$ . Da mesma forma ocorreu para a análise das concentrações dos metais, o  $F_{\text{crítico}}$  mostrou-se menor que o valor do  $F_{\text{calculado}}$ , assim apresentando que a mudança na concentração dos metais influenciam na estabilidade oxidativa (Tabela 3).

**Tabela 3:** Anova de fator duplo sem repetição para os contaminantes metálicos: Cu, K, Zn, Cr, Pb, Cd, Co e Mn. Dopados no biodiesel metílico de soja.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Concentração	0,66	6	0,111	3,04	1,64 10 <sup>-2</sup>	2,36
Metal	1,21	6	0,201	5,543191	3,76 10 <sup>-4</sup>	2,36
Erro	1,31	36	0,036			
Total	3,18	48				

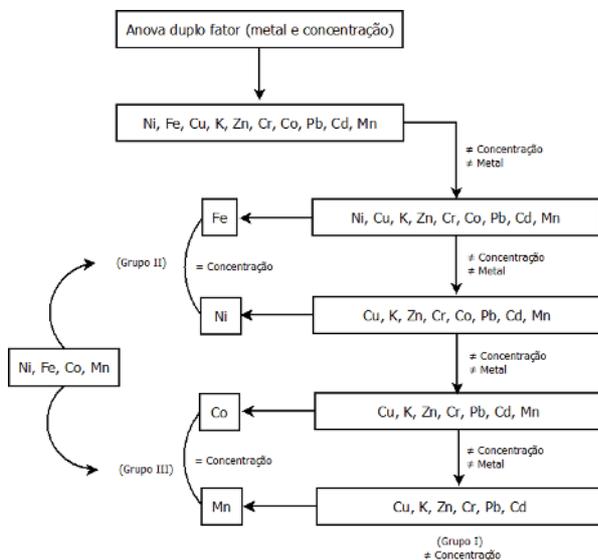
O fluxograma da Figura 1 mostra, através de um esquema e de forma sintética, os resultados obtidos por meio do teste estatístico de anova com duplo fator para os

contaminantes metálicos. Ao realizar o teste com os 10 íons houve diferença significativa tanto na concentração quanto nos metais, e o Fe foi o íon que teve maior divergência. Dessa forma foi retirado do grupo e realizou-se um novo teste, o qual também houve diferença tanto para a concentração quanto para os metais, e o íon que teve maior divergência foi o Ni. Repetiu-se o teste sem o Ni e o resultado também mostrou diferença tanto para as concentrações quanto para os metais, e o íon retirado foi o Co. Fez-se o teste novamente, o qual também apresentou diferença nas concentrações e nos metais, e o íon separado foi o Mn. Por último fez-se o teste novamente com os íons que sobraram, mas não houve nenhuma divergência referente aos metais, somente às concentrações. Dessa maneira formou-se o primeiro grupo, composto pelo Cu, K, Zn, Cr, Pb e Cd. Realizou-se novos testes com os íons que foram retirados do grupo (Fe, Ni, Co e Mn), os quais deram igualdade tanto para na concentração quanto aos metais, formando assim o segundo grupo com Fe e Ni e o terceiro grupo com Co e Mn.



**Figura 1:** Efeito negativo e período de indução da estabilidade oxidativa do biodiesel metílico de soja em relação ao tempo.

Com o uso do método EN 14112 (Rancimat) como acelerador da estabilidade oxidativa no biodiesel pode-se perceber que houve a influência dos contaminantes metálicos frente à estabilidade oxidativa. Assim, é possível afirmar que os íons metálicos podem provocar alteração significativa na qualidade do biodiesel, dependendo do



metal e da sua concentração.

## 4 – Conclusões

Na análise estatística considerando os dois fatores, metais e concentração, houve o agrupamento dos íons que contém o mesmo comportamento, formando assim três grupos. O primeiro grupo formado pelos íons Cu, K, Zn, Cr, Pb e Cd, o segundo grupo com os íons Ni e Fe e o terceiro com o Co e Mn. Os íons do grupo I apresentam o mesmo comportamento entre eles, porém são diferentes quanto ao fator concentração. Para o grupo II e III, os íons destes grupos possuem semelhança no comportamento entre eles, tanto para os metais quanto para as concentrações.

## 5 – Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio técnico do Instituto de Química e da Escola Técnica de Saúde da UFU, apoio financeiro do CNPq e FAPEMIG.

## 6 - Bibliografia

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em: 09 mar. 2015.