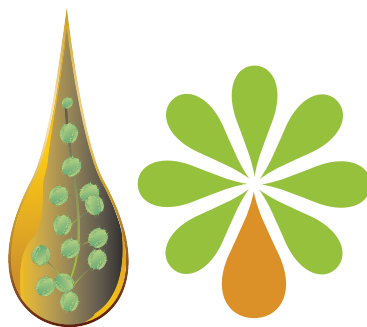


ISBN 978-85-65615-02-0



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 Margaretti 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**



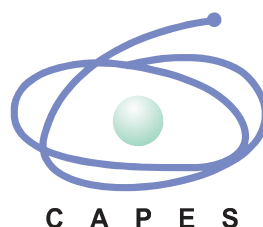
REALIZAÇÃO

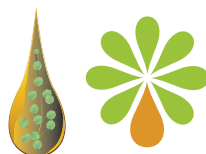
SECRETARIA DE  
**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO  
E INOVAÇÃO**

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

## Estratégias analíticas empregando infravermelho e análise de imagens para a diferenciação de biodiesel de origem animal e vegetal

Juliana Mônica da Costa, Marco Flôres Ferrão, Camila Corrêa, Marcelo Caetano Alexandre Marcelo, Carla Felippi Chiella Ruschel

**Palavras Chave:** Biodiesel, infravermelho, imagens digitais, quimiometria

### 1 - Introdução

A dependência de combustíveis fósseis, como o óleo diesel, para veículos e para a indústria, tem levado à procura de alternativas de energia para substituir, ou complementar, o esgotamento das fontes de petróleo.<sup>1</sup> A demanda mundial por energia irá aumentar prospectivamente em torno de 50% até 2030, sendo que o biodiesel surge como uma opção para reduzir as emissões, bem como apoiar o setor de transportes, diminuindo a poluição ambiental.<sup>2</sup>

A ANP, segundo a Lei nº 13.033, de 24 setembro de 2014 estabelece a adição obrigatória de 7% de biodiesel ao óleo diesel comercializado com o consumidor final, medidos em volume, em qualquer parte do território nacional.<sup>3</sup>

No Brasil, as matérias-primas mais utilizadas, são o óleo de soja, e a gordura bovina (sebo), com uma participação de 96,6% na produção de biodiesel, sendo que o sebo passou de 12,7% em 2010, para 19,8% em 2013 e 2014, e se manteve em 16,7% até junho de 2016, apresentando um aumento significativo neste setor.<sup>4</sup>

A qualidade do biodiesel está diretamente relacionada com a composição dos ácidos graxos de cada tipo de óleo, ou gordura utilizada na sua produção, influenciando diretamente em suas propriedades físico-químicas.

Nesta perspectiva, é necessário desenvolver metodologias que possam identificar a fonte de matéria-prima utilizada na produção de biodiesel e, por conseguinte, nas suas misturas com óleo diesel mineral.

### 2 - Materiais e Métodos

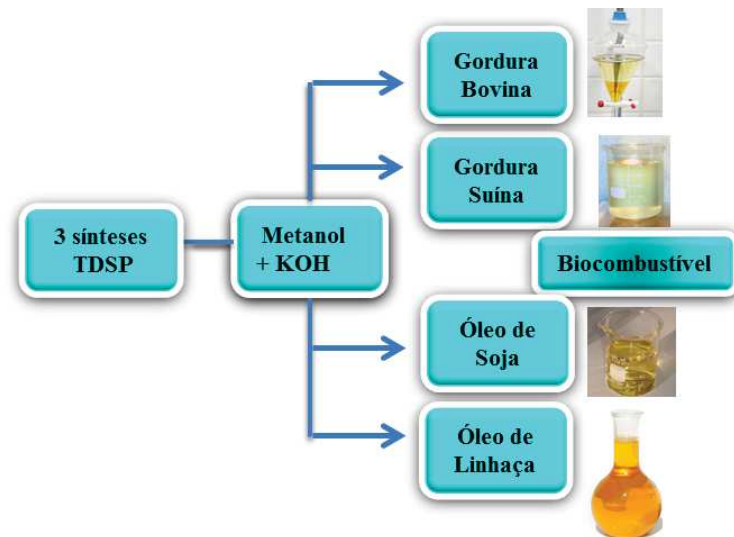
A síntese de biodiesel foi realizada por meio de reação de transesterificação com base no método *Transesterification Double Step Process* (TDSP)<sup>5</sup>. Foi sintetizado três amostras de biodiesel para cada matéria-prima (gordura suína, gordura bovina, óleo de soja e óleo de linhaça), Figura 1.

Os espectros no infravermelho foram obtidos num espectrômetro Agilent Cary 630 FTIR empregando acessório de reflexão total atenuada (ATR). Todas as amostras foram analisadas em quaduplicata na faixa de 4000-800  $\text{cm}^{-1}$ , a temperatura ambiente.

O Software utilizado para a análise de componentes principais (PCA), e análise hierárquica de agrupamentos (HCA) foi o Chemostat<sup>6</sup> sendo os dados previamente normalizados, e alisados (Savitzky-Golay, 15 pontos), e posteriormente foram centrados na média.

As imagens foram capturadas por scanner de mesa HP em triplicata. O Software utilizado para a análise de componentes principais (PCA) e análise hierárquica de

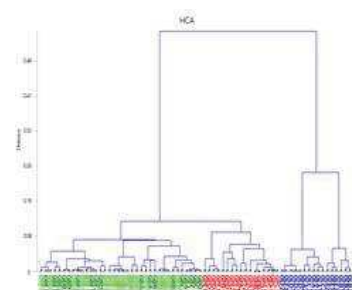
agrupamentos (HCA) foi o Chemostat que também carrega as imagens no formato PNG e decompõem nos canais RGB e HVS.



**Figura 1.** Fluxograma da síntese dos biocombustíveis pelo método TDSP.

### 3 - Resultados e Discussão

A HCA dos dados HSV, primeiramente separou dois grupos: amostras sintetizadas a partir de óleo de linhaça das demais amostras (de gordura animal e óleo de soja). No maior grupo também foi possível observar a separação das amostras de biodiesel obtidas a partir da gordura suína, e da gordura bovina. Porém as amostras obtidas com gordura bovina e óleo de soja apresentaram alta similaridade, conforme apresentado na Figura 2.

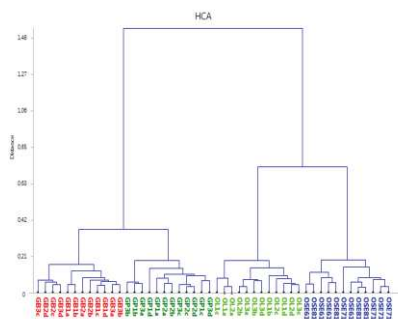


**Figura 2.** Dendrograma da decomposição de imagens das diferentes amostras sintetizadas

Através das informações obtidas nos espectros por infravermelho, realizou-se a HCA, que primeiramente

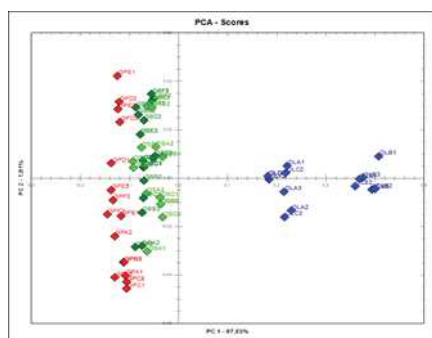
separou dois grandes grupos, amostras de origem animal e vegetal.

Após separou as gorduras animais em dois grupos, gordura suína, e gordura bovina, bem como as amostras de origem vegetal, em óleo de linhaça e óleo de soja, conforme o dendrograma da Figura 3.



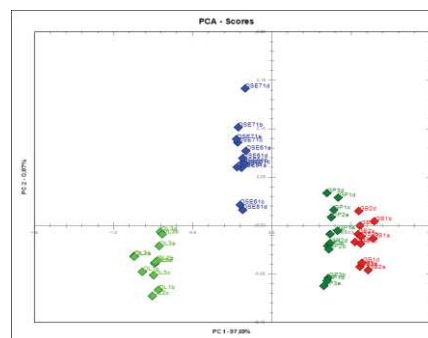
**Figura 3.** Dendrograma das diferentes amostras sintetizadas, e analisadas por espectroscopia no IV

A PCA dos dados decompostos pelos canais HSV, confirmou os resultados da HCA, sendo que a PC1 acumulou 97,63% das informações, e a PC2 1,81%. A PC1 separou as amostras obtidas com óleo de linhaça (com escores positivos) das demais amostras de biodiesel (com escores negativos), de acordo com a figura 4.



**Figura 4.** Gráfico de escores da PCA PC1 (97,63%) e PC2 (1,81%) das amostras analisadas por decomposição de imagem

A amostra proveniente de óleo de linhaça apresentou uma coloração diferente das demais, possivelmente devido a sua composição de ácidos graxos, sendo um óleo rico em metil-ésteres insaturados, aproximadamente, C18:1 22%, e poli-insaturados, aproximadamente, C18:2 17% e C18:3 52%. Para os dados obtidos pela espectroscopia no IV, a PCA também confirmou os resultados da HCA, sendo que a PC1 acumulou 97,69% das informações, e a PC2 0,97%. A PC1 separou as amostras de origem animal (com escores positivos), e as de origem vegetal (com escores negativos) conforme apresentado na Figura 5.



**Figura 5.** Gráfico de escores da PCA, das amostras analisadas por espectroscopia no IV, PC1 (97,69%) e PC2 (0,97%)

#### 4 – Conclusões

Os resultados obtidos demonstram que a utilização da análise de imagens, quando comparada à análise por espectroscopia no infravermelho, associada a ferramentas de análise exploratória, pode diferenciar algumas amostras de biodiesel produzidas a partir de diferentes matérias primas. Porém para aquelas que apresentaram semelhantes colorações, como as sintetizadas a partir de gordura bovina, e óleo de soja, o estudo por imagens separou de forma parcial os biocombustíveis estudados. Enquanto que a espectroscopia no infravermelho possibilita agrupar amostras produzidas a partir de matérias primas de mesma origem, além de identificar nestes grupos, a fonte da qual foi produzido o biocombustível.

#### 5 - Bibliografia

- <sup>1</sup>Singh S.P. et al. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, **2010**, 14, 200–216.
- <sup>2</sup>Chakraborty R. et al. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, **2014**, 29, 120-134.
- <sup>3</sup>Brasil, Lei 13.033, de 24 de setembro de **2014**. Dispõe sobre a adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado com o consumidor final. Legislação Federal.
- <sup>4</sup>Boletim Mensal Dos Combustíveis Renováveis. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de petróleo, Gás Natural e Combustíveis. Ed. 102, agosto de **2016**.
- <sup>5</sup>Samios, D. et al. *Fuel Processing Technology*, **2009**, 90:599-605.
- <sup>6</sup>Helfer G.A. et al. *Química Nova*, **2015**, 38, 575-579.