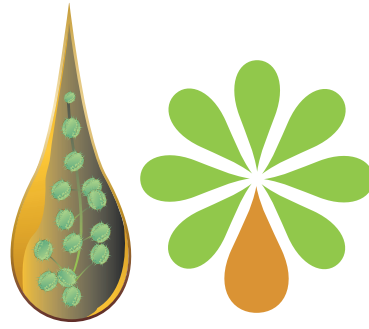


ISBN 978-85-65615-02-0



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.



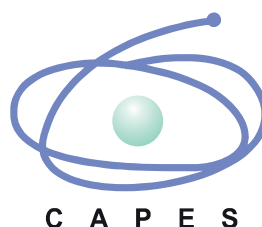
REALIZAÇÃO

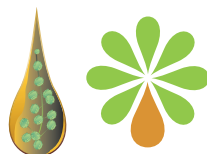
SECRETARIA DE
**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
E INOVAÇÃO**

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

Produção de biodiesel de microalga *Desmodesmus sp* por conversão *in situ*

Danielle K John (DQF/UNISC, daniellekjohn@gmail.com), Maria Silvana Aranda de Moraes (PPGTA/UNISC, silvana_aranda@yahoo.com.br), Michele Hoeltz (DCBF e PPGTA/UNISC, hoeltz@unisc.br), Rosana de Cassia de Souza Schneider (DQF e PPGTA/UNISC, rosana@unisc.br)

Palavras Chave: microalgas, biodiesel, transesterificação *in situ*, *Desmodesmus sp*

1 - Introdução

O biodiesel é produzido a partir da reação de transesterificação de diversas fontes de biomassa (óleos vegetais ou gorduras animais) com álcool, com ou sem a adição de catalisador e, normalmente, utiliza processos de catálise homogênea ou heterogênea. Ele proporciona uma redução das emissões dos gases nocivos ao meio ambiente em relação aos combustíveis fósseis. No entanto, a produção deste biocombustível exige uma grande disponibilidade de terras aráveis para o cultivo das biomassa¹⁻³.

A transesterificação *in situ* é uma alternativa ao processo convencional, visto que é uma técnica emergente que tem um potencial para a redução nas etapas e custos do processo de conversão para biocombustível e significa a conversão direta do óleo da biomassa em ésteres alquílicos de ácidos graxos⁴.

Associada a redução de etapas na produção de biodiesel, é possível o estudo de diferentes catalisadores, visando a produção mais limpa. A catálise enzimática é atrativa para este fim uma vez que é oriunda de matriz renovável e pode ser utilizada em condições amenas de temperatura. Assim, este estudo visa a obtenção de biodiesel a partir da microalga *Desmodesmus subspicatus* através de reação de transesterificação enzimática *in situ*.

2 - Material e Métodos

2.1 Cultivo de microalgas e determinação da densidade celular

A cepa utilizada neste trabalho foi de *Desmodesmus subspicatus* proveniente do Laboratório de Ecotoxicologia da UNISC (Universidade de Santa Cruz, RS, Brasil), a qual foi mantida em fase exponencial em meio N:P:K (18:6:18) 3 g L⁻¹. O sistema utilizado para o cultivo das microalgas foi um fotobiorreator. Os repiques receberam aporte de ar do ambiente através de bombas diafragmáticas e mantidos sob iluminação artificial 24 h por dia.

2.2 Separação da biomassa por eletroflotação

A separação da biomassa de microalgas foi realizada por eletroflotação, com uma fonte de corrente contínua INSTRUTHERM FA-3003 e um eletrodo composto por uma liga de 50% de ferro com paredes de 5 mm, 85 mm de diâmetro e 120 mm de altura. Após sete dias de cultivo a densidade da microalga *D. subspicatus* empregada neste ensaio ficava entre 17 e 21x10⁶ células mL⁻¹ e então a amostra era eletroflotada com densidade de corrente de 1.0 mA cm⁻² durante 45 min. A separação da biomassa em suspensão foi feita com um filtro de algodão. Após a separação, a biomassa foi seca em estufa a 50 °C.

2.3 Determinação do teor de óleo da biomassa microalgal

O teor de lipídios da biomassa foi determinada pelo método Bligh e Dyer. Inicialmente foram pesados 100 mg de biomassa seca em tubo de polipropileno de 15 mL. Após, foram adicionados 6 mL de uma solução 1:2 clorofórmio/metanol. As amostras foram ultrassonicadas por 45 min e deixados em repouso sob resfriamento, protegidos da luz, por 24 horas e novamente ultrassonicados por 15 min. Os extratos foram centrifugados por 15 min. Esta etapa foi realizada 3 vezes e o sobrenadante final foi reservado e à biomassa residual foram adicionados mais 3 mL da solução 1:2 clorofórmio/metanol e novamente centrifugado.

Aos sobrenadantes, foram adicionados 4 mL de água e 2 mL de clorofórmio e a seguir centrifugados. A fase clorofórmica foi transferida para um frasco seco e pré-pesado. Na fase aquosa foi realizada nova extração com 1 mL de clorofórmio, centrifugado e juntado os extratos orgânicos.

O extrato orgânico foi seco sob nitrogênio e o frasco foi pesado até peso constante. A massa obtida foi registrada como conteúdo lipídico da amostra. As amostras foram analisadas por Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas.

2.4 Produção de biodiesel via reação de transesterificação enzimática *in situ*

Foram adicionados 1 g de biomassa seca de microalga e 30 mL de hexano em erlenmeyers de 125 mL de boca esmerilhada. A adição de água, enzima e metanol foi de acordo com um planejamento fatorial 2³. Para constituição da matriz de ensaios, foram consideradas três variáveis independentes: água 0,1 e 1,0 mL, concentração de enzima (lipase comercial) 5 a 30%, teor de metanol 0,5 e 1,0 mL. As amostras foram incubadas à 55 °C por 72 h e sob a agitação com 55 rpm.

2.5 Determinação de biodiesel via Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas (CG-EM)

As amostras foram submetidas à análise qualitativa por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas em um equipamento Shimadzu QP 2010 Plus equipado com Injetor Automático AOC 20i. As amostras de ésteres do óleo extraído das microalgas foram separadas em uma coluna capilar DB-5 (5% diphenyl-95% dimethylpolysiloxane, Ohio Valley, CA, USA) com 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de fase estacionária. O hélio (White Martins Gases Industriais, Canoas, Brasil, 99,999%) foi utilizado como gás de arraste e a sua taxa de fluxo foi de 1 mL min⁻¹. A temperatura de injeção foi de 250 °C e as temperaturas da fonte de íons e interface foram mantidas a 280 °C. O volume injetado foi de 1,0 µL no modo de injeção com divisão de fluxo empregando split 1:5. A programação de temperatura do forno iniciou em 80 °C e em seguida foi aumentada para 280 °C a uma taxa de aquecimento de 8 °C min⁻¹ onde

permaneceu por 20 minutos. A energia de ionização por impacto de elétrons foi de 70 eV. A identificação tentativa dos compostos presentes no biodiesel das microalgas foi efetuada pela comparação dos espectros de massas dos compostos desconhecidos com os espectros da biblioteca do equipamento (Wiley mass spectra library Wiley MS 6th edition). A similaridade mínima considerada para a identificação tentativa dos componentes foi de 90%.

3 - Resultados e Discussão

3.1 Produção do biodiesel

A composição em óleo da biomassa obtida pelo método Bligh e Dyer foi de 7,6 %. Este teor de óleo contido na biomassa foi transesterificado *in situ* com proporções de 5 a 30 % de enzima obtendo-se rendimentos em éster conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Matriz de ensaio para produção de biodiesel via transesterificação enzimática *in situ*.

	Água(mL)	Enzima (g)*	Metanol (mL)	Rendimento (%)
1	0,1	0,05	1,0	1,57
2	1,0	0,05	1,0	2,21
3	0,1	0,05	0,5	0,82
4	1,0	0,05	0,5	0,90
5	0,1	0,1	1,0	2,99
6	1,0	0,1	1,0	3,33
7	0,1	0,1	0,5	3,29
8	1,0	0,1	0,5	1,92
9	0,1	0,2	1,0	5,10
10	1,0	0,2	1,0	1,43
11	0,1	0,2	0,5	2,07
12	1,0	0,2	0,5	1,63
13	0,1	0,3	1,0	0,84
14	1,0	0,3	1,0	2,92
15	0,1	0,3	0,5	0,96
16	1,0	0,3	0,5	6,49

O emprego de lipase nas condições estudadas nas proporções de 5 e 10 % são mais adequadas para avaliar o custo do processo, no entanto com 30 % de enzima foi possível extrair um teor de biodiesel maior, chegando a 85% do conteúdo em óleo da biomassa, sendo extraída como éster metílico. Observou-se também que o teor de enzima foi a principal variável que levou a este máximo de conversão em biodiesel.

3.2 Perfil lipídico do biodiesel

As amostras de biodiesel obtidas foram analisadas por CG/EM para a identificação do perfil lipídico, o qual está apresentado na figura 1. Os principais ácidos graxos identificados estão na Tabela 2.

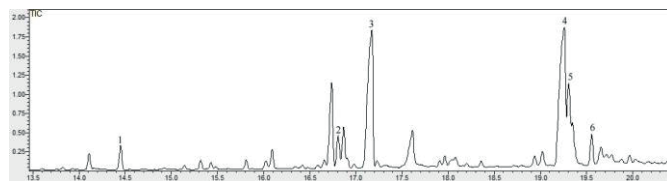


Figura 1: Cromatogramas obtidos via GC/MS para as amostras de biodiesel convertidas com 10% de enzima na condição 0,1 mL de água e 1mL de metanol.

As amostras de biodiesel de microalgas foram analisadas de forma semiquantitativa, na qual foram levadas

em consideração as áreas relativas destes compostos para calcular a área percentual de cada um na composição das mesmas. O percentual de cada composto variou de uma amostra para outra, porém os ésteres linoleato de metila e palmitato de metila foram os compostos majoritários encontrados nas amostras de biodiesel produzidas por transesterificação enzimática *in situ*. Amostras com conversão parcial apresentaram a mesma composição, no entanto o perfil cromatográfico se diferenciou pelas proporções dos ácidos graxos. Observou-se que inicialmente houve a conversão dos ésteres de ácido oleico e linoleico e depois aumentou a concentração de ésteres saturados como o de ácido palmítico.

Destaca-se que a extração direta de biodiesel no meio reacional eliminou a etapa de extração com solventes orgânicos (metanol e clorofórmio) e utilizou-se o metanol em maior proporção para a realização da conversão. Estes resultados demonstram que é promissor o estudo do uso só de metanol no meio, como reagente e como solvente, eliminando a adição de hexano.

Tabela 2. Ésteres metílicos de ácidos graxos encontrados nas amostras de biodiesel de microalgas.

Nº	tr	Nome	Identificação
1	14.46	Miristato de metila	C14:0
2	16.86	Palmitoleato de metila	C16:1
3	17.11	Palmitato de metila	C16:0
4	19.20	Linoleato de metila	C18:2
5	19.27	Oleato de metila	C18:1
6	19.55	Estearato de metila	C18:0

4 – Conclusões

A conversão do material lipídico extraído da célula evidenciou a potencialidade do emprego de microalgas para a produção de biodiesel pelo método de transesterificação enzimática *in situ*. A composição do óleo e do biodiesel obtidos pelo método em estudo foram similares, alcançando-se 85% de extração do óleo em forma de ésteres metílicos.

5 – Agradecimentos

FAP-UNISC, MCTI (01.0144.00/2010), CNPq.

6 - Bibliografia

1. Harun, R., et al., *Biomass and Bioenergy*, 2011. **35(1)**: p. 741-747.
2. Mata, T.M., A.A. Martins, and N.S. Caetano, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2010. **14(1)**: p. 217-232.
3. G., K. and B. GHAZALA, *Pak. J. Bot.*, 2012. **44(1)**: p. 3.
4. Amaro, H.M., Â.C. Macedo, and F.X. Malcata, *Energy*, 2012. **44(1)**: p. 158-166.