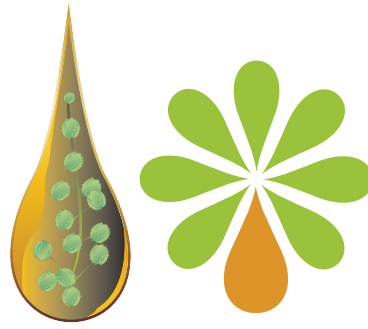


ISBN 978-85-65615-02-0



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.



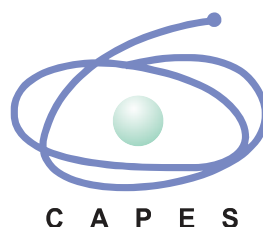
REALIZAÇÃO

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

Determinação de alguns macronutrientes na biomassa de microalga após extração do conteúdo lipídico via solvente e após estereficação direta.

Eliéser Viégas Wendt (LAMES/UFG, elieserwendt@gmail.com), Aline Terra Soares (LAMES/UFG, alineterras1@hotmail.com), Bruna Ferreira Silva (LAMES/UFG, brufesil@hotmail.com), Juliana Cristina Teixeira de Castro (LAMES/UFG, ju_cris_castro@hotmail.com), Roberto Bianchini Derner (LCA/UFSC, roberto.derner@ufsc.br), Armando Augusto Henriques Vieira (CCBS/UFSCAR, ahvieira@power.ufscar.br) e Nelson Roberto Antoniosi Filho (LAMES/UFG, nelson@quimica.ufg.br).

Palavras Chave: Microalga, ração animal, resíduo de biomassa.

1 - Introdução

Microalgas são micro-organismos de elevada eficiência fotossintética e, conseqüentemente, elevada produção de biomassa¹. Dentre as diversas aplicações que vem sendo estudadas para utilização industrial destes micro-organismos, destaca-se a produção de biodiesel pelo fato de serem fontes ricas em triacilglicerídeos². As microalgas têm sido consideradas como única matéria-prima capaz de produzir um combustível de maneira competitiva com o diesel de origem fóssil. No entanto, a produção de biomassa de microalga para este fim ainda é cara em relação às outras culturas. Visando a redução do custo de produção, deve-se utilizar todos os componentes gerados no processo de obtenção do biocombustível como, por exemplo, a biomassa residual como ração animal³.

Atualmente, a farinha de peixe é o principal ingrediente utilizado na formulação de rações, sendo constituída por 51 a 72% de proteína, 3,2% de fósforo e 6,5% de cálcio⁴. Na aquicultura a utilização de peixes na alimentação de peixes é tida como insustentável, pois para cada 1 kg de peixe de criação produzido é necessário mais de um 1 kg de peixe como alimento⁵. Além disto, a utilização desta matéria-prima como ração animal está diretamente relacionada à atividade pesqueira e, como alternativa, destaca-se o farelo de soja como fonte de proteína vegetal.

A obtenção de biodiesel utilizando a transesterificação direta, no qual o processo de extração e transesterificação ocorrem simultaneamente em uma única etapa, tem sido uma alternativa de reduzir o custo de produção e aumentar o rendimento do biodiesel de microalgas⁶. Porém, não se sabe se a biomassa de microalga residual, proveniente deste processo, poderia ser utilizada para outros fins, como na alimentação animal.

Neste sentido, avaliou-se a composição de Ca, Mg, K, Na e P em 15 amostras de microalga dulcícolas antes e após o processo de transesterificação direta. Também foi avaliada a composição destes elementos em uma amostra de *Desmodesmus* ssp., antes e após extração do conteúdo lipídico via solvente.

2 - Material e Métodos

As amostras de microalgas dulcícolas utilizadas no procedimento de transesterificação direta foram: *Apodochloris simplicissima*, *Chlamydomonas* sp., *Chlorella* sp., *Chorella vulgaris*, *Choricystis minor*, *Coelastrum* sp., *Desmodesmus granulatus*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Haematococcus pluvialis*, *Kirchneriella irregulares* var. *spiralis*, *Monoraphidium komarkovae*, *Planktocoocomyxa lacustri*, *Scenedesmus disciformis*, *Scenedesmus* sp. e

Staurastrum muticum Brébisson. As 15 amostras foram cultivadas em meio WC pelo Laboratório de Ficologia da Universidade Federal de São Carlos. Visando simular a produção de biodiesel diretamente a partir da biomassa de microalga, as amostras foram submetidas a procedimento de transesterificação direta conforme método de Hartman e Lago adaptado para microescala, descrita por Menezes et al. (2013). A biomassa residual deste processo foi lavada 5 vezes com água ultra-pura, centrifugada e seca em estufa por 6 horas a 105 °C.

A cepa da microalga *Desmodesmus* ssp., utilizada na extração do conteúdo lipídico via solvente foi fornecida pelo Laboratório de Ficologia da Universidade Federal de São Carlos e cultivada em meio WC pelo Laboratório de Camarões Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina. O conteúdo lipídico da *Desmodesmus* ssp. foi extraído utilizando a combinação hexano/etanol na proporção de 4:1, devido ao melhor rendimento em óleo em relação a outros solventes, obtido por Soares et al. (2014). A razão biomassa/solvente foi de 1:6; com pré-tratamento da amostra utilizando banho ultrassônico por 30 minutos e extração por agitação orbital a 250 rpm, por 30 minutos, a 60 °C. O conteúdo sólido foi separado por centrifugação, submetida por mais três vezes ao procedimento de extração e seca em estufa a 105 °C por 6 horas.

Após secagem, as amostras foram digeridas em frascos de TFM, com ácido nítrico ultrapuro, utilizando digestor por micro-ondas. Posteriormente as amostras foram analisadas por ICP-OES.

3 - Resultados e Discussão

Conforme Figura 1, a concentração dos macronutrientes da microalga diminui após o processo de transesterificação direta. As reduções das concentrações foram de $98.3 \pm 2.2\%$ para Ca; $99,8 \pm 0,2\%$ para K; $99.3 \pm 0.6\%$ para Mg; $95.7 \pm 8,1\%$ para Na e $67.2 \pm 25.2\%$ para P. É provável que, durante o processo, ocorra a extração de boa parte destes elementos da biomassa de microalgas para o meio aquoso.

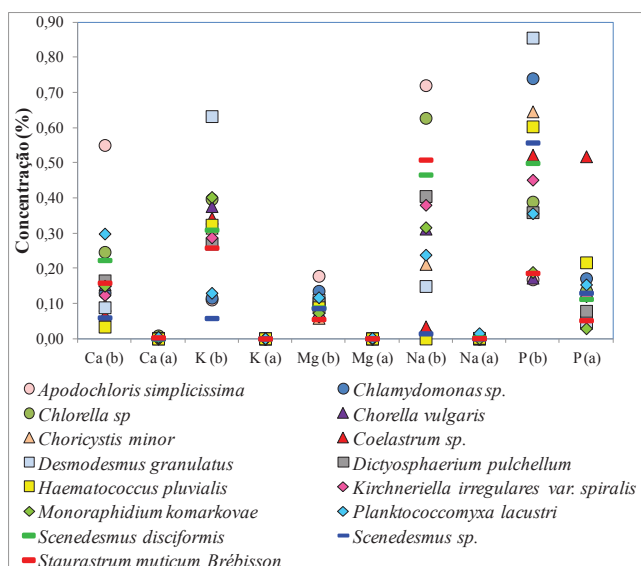


Figura 1. Concentrações dos elementos em microalgas (b) e em suas respectivas biomassas transesterificadas (a).

Dentre os elementos requeridos em grande quantidade na alimentação animal, o P foi o que sofreu menor redução. A concentração requerida deste elemento para a maioria das espécies de animais é de 0,2 a 0,8%, podendo variar de acordo com a idade, estado fisiológico, níveis de cálcio e de vitamina D. No caso do cálcio, a quantidade em alimentos para animais deve variar de 0,5 a 1%, sendo que animais na fase de crescimento e reprodução, incluindo lactação, requerem maiores concentrações de Ca para sua alimentação⁷. Entretanto, a maior concentração de fósforo e cálcio encontrada nas biomassas de microalgas transesterificadas foi de 0,52 e 0,01% respectivamente. Neste caso, a biomassa só poderá ser utilizada na alimentação animal se misturada com outras matérias-primas ricas em Na, K, Ca, Mg e P ou suplementada por minerais contendo estes elementos.

No caso da biomassa obtida após extração do conteúdo lipídico, conforme a Tabela 1, para a maioria dos elementos, os resultados são superiores após procedimento de extração. Isto se deve ao aumento da relação massa do elemento/massa da amostra, uma vez que parte constituinte desta (lipídeos) é removida na extração.

Tabela 1. Concentrações dos elementos na biomassa da microalga *Desmodesmus* ssp. antes e após extração.

Elemento Químico	Concentração (%)	
	Biomassa de Microalga antes da Extração	Biomassa Residual após a Extração
Ca	0,20 ± 0,003	0,29 ± 0,001
K	0,44 ± 0,022	0,66 ± 0,015
Mg	0,35 ± 0,005	0,46 ± 0,022
Na	0,34 ± 0,004	0,29 ± 0,001
P	0,33 ± 0,005	0,55 ± 0,001

Dos macronutrientes analisados, Ca é o único elemento cuja concentração estaria abaixo do requerido para dieta de animais⁷, necessitando de suplementação deste nutriente, caso a biomassa fosse utilizada como ração animal. As concentrações de K e Mg estariam acima do

recomendado para dieta de animais, cujas concentrações requeridas são de 0,15 a 0,60% para K e de 0,15 a 0,30% para Mg, no caso de ruminantes. Para não ruminantes, a concentração requerida é de 0,06%. As concentrações de Na e P estariam dentro da faixa estipulada para nutrição animal, ou seja, de 0,1 a 0,4% para o Na e de 0,2 a 0,8% para P.

A biomassa residual do procedimento de extração via solvente obteve teores de macronutrientes mais elevados do que a biomassa provida pela transesterificação direta. Neste sentido, a utilização da biomassa residual do processo de extração via solvente é mais viável para utilização na alimentação animal, uma vez que a biomassa obtida da transesterificação direta necessitaria de uma reposição maior de conteúdo mineral.

4 – Conclusões

Por mais que a transesterificação direta possa diminuir os custos na produção de biodiesel, eliminando a etapa da extração do conteúdo lipídico, a utilização da biomassa proveniente da transesterificação direta somente poderá ser utilizada como ração animal se suplementada por outras fontes ricas em Na, K, Ca, Mg e P.

A extração do óleo de microalgas para posterior transesterificação propiciou uma biomassa residual com altos teores dos macronutrientes estudados, ideal para utilização como ração animal.

5 – Agradecimentos

Ao MCTI, FINEP, FUNAPE, UFG, CNPQ, CAPES e LAMES.

6 - Bibliografia

- 1 Tabatabaei, M. M.; Tohidfar, M.; Jouzani, G. S.; Safarnejad, M.; Pazouki, M.; *Renew. Sust. Energ. Rev.* **2011**, 15, 1918.
- 2 Soares, A. T.; Costa, D. C.; Silva, B. F.; Lopes, R. G.; Derner, R. B.; Antoniosi Filho, N. R.; *Bioenerg. Res.* 2014, 7, 1035.
- 3 Chisti, Y.; *Biotechnol. Adv.* **2007**, 25, 294.
- 4 Cyrino, J.E.P., Bicudo, A.J.A., Sado, R.Y., Borghesi, R., Dairiki, J. K. A.; *Rev. Bras. Zootecn.* **2010**, 39, 68.
- 5 Taelman, S. E.; De Meester, S.; Roef, L.; Michiels, M.; Dewulf, J.; *Bioresource Technol.* **2013**, 150, 513.
- 6 Menezes, R. S.; Leles, M. I. G.; Soares, A. T.; Brandão, P. I.; Franco, M.; Antoniosi Filho, N. R.; *Quim. Nova* **2013**, 36, 10.
- 7 Klasing, K. C.; Goff, J. P.; Greger, J.L.; King, J.C.; Lall, S.P.; Lei, X.G.; James, G.L.; Nielsen, F.H.; Spears, J.W.; *Mineral Tolerance of Animals. The National Academies Press, Washington* (2005).