

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

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.



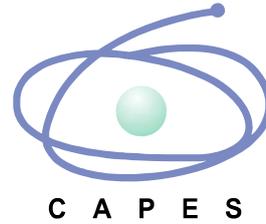
REALIZAÇÃO

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**

Estudo do comportamento térmico do óleo de filé de peixe (*Clupea harengus*) em atmosferas de nitrogênio e ar

Ingrid Cristina de Oliveira (LAMES/UFG, grynd123@gmail.com), Maria Inês Gonçalves Leles (LAMES/UFG, leles@quimica.ufg.br), Nelson Roberto Antoniosi Filho (LAMES/UFG, nelson@quimica.ufg.br)

Palavras Chave: Óleos de peixes, arenque, estabilidade térmica, termogravimetria, calorimetria exploratória diferencial, winterização, fracionamento, PUFA, ômega-3

1 - Introdução

Os peixes marinhos são ótimas fontes de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3, sendo esses ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (mais conhecidos como PUFA, sigla originária do termo em inglês Polyunsaturated fatty acid), excelentes nutrientes para redução nos riscos de distúrbios metabólicos e prevenção de doenças tais como as cardiovasculares, inflamatórias, câncer, hipertensão, depressão, ansiedade, colesterol alto, e até mesmo obesidade^{1,2}.

Entretanto, devem ser avaliados fatores como a qualidade e estabilidade térmica dos óleos de peixe destinados para fins de alimentação humana, e também os efeitos dos processamentos térmicos a que esses óleos são submetidos (aquecimento e resfriamento).

O arenque, é um dos tipos de peixes marinhos que possuem grandes quantidades de ácidos graxos ômega 3². O *Clupea harengus* (figura 1) é uma espécie de arenque, que alimenta-se de plâncton e de pequenos crustáceos, e vive em grandes cardumes nas águas profundas e frias do Atlântico Norte.

Nesse contexto, este trabalho objetivou o estudo da estabilidade térmica e/ou oxidativa sobre o comportamento do óleo de filé de peixe *Clupea harengus* por análise Termogravimetria (TG), e o comportamento mediante ao resfriamento do óleo por Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC).

2 - Material e Métodos

Os peixes congelados (5,3 Kg) foram comprados em um hipermercado da região de Goiânia. Somente o filé foi separado, triturado e seco em estufa por 36 h à 60 °C. A obtenção do óleo de peixe foi através de extração química em sohxlet e tendo como solvente, hexano.

As curvas termogravimétricas (TG e DTG) para estudo da estabilidade térmica das amostras foram obtidas em equipamento TGA/SDTA 851e da marca Mettler Toledo, usando cadinho de α -alumina e massa inicial das amostras de aproximadamente 7 mg.

O intervalo de temperatura foi de 25 °C a 600 °C com razão de aquecimento de 10 °C/min. Foram utilizadas para o óleo de peixe e FFA, uma atmosfera de ar e uma atmosfera de nitrogênio, a uma vazão de 50 mL/min.

Visando avaliar as temperaturas de fusão ou de fracionamento de grupos de componentes pelo grau de instauração, fez-se análises por DSC de resfriamento e aquecimento do óleo de peixe e dos FFA.

Tais análises foram realizadas em equipamento modelo 822e da Mettler Toledo. Foi realizada uma curva

dinâmica com intervalo de temperatura foi de 30 °C a -80 °C e depois aquecendo até 20°C. A razão de resfriamento ou de aquecimento foi de 2°C/min. Foi utilizada uma atmosfera de nitrogênio à uma vazão de 50 mL/min e um cadinho de alumínio com tampa furada.



Figura 1. Espécie de peixe *Clupea harengus*, popularmente conhecido no Brasil, com os nomes de arenque e sardinha norueguesa.

3 - Resultados e Discussão

As curvas TG e DTG do óleo de filé de peixe em atmosfera de ar e nitrogênio, são apresentadas na figura 2.

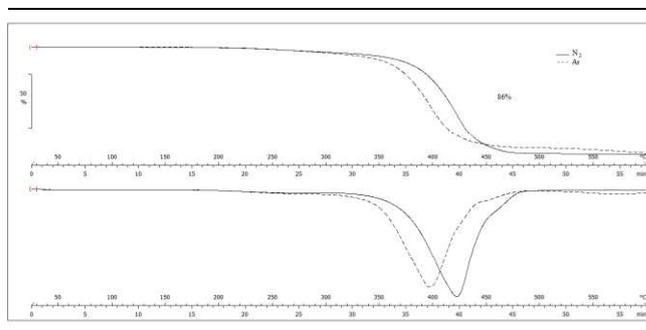


Figura 2. Curvas TG e DTG do óleo de filé de peixe em atmosferas de ar e nitrogênio.

O perfil da curva do óleo de filé de *Clupea harengus* é similar ao de outros tipos de peixes que possuem perda de massa em uma única etapa³. A curva termogravimétrica apresentou perda de massa de 86 % em uma única etapa relativa à volatilização e/ou decomposição. A temperatura inicial de volatilização e/ou decomposição das amostras foi de 300 °C e a temperatura final, de aproximadamente 475 °C. As curvas apresentaram mesmo perfil tanto em ar como nitrogênio, somente deslocando o ponto de máxima perda de massa de 400 °C em ar para 425°C em nitrogênio.

A curva DSC de resfriamento e aquecimento do óleo de filé de peixe de *Clupea harengus* em atmosfera de nitrogênio, é apresentada na figura 3.

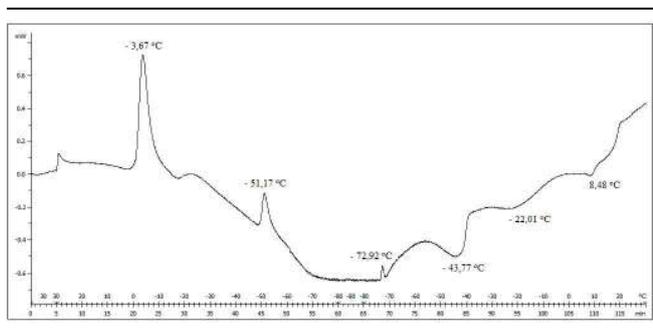


Figura 3. Curva de DSC de resfriamento e aquecimento do óleo de peixe *Clupea harengus* em nitrogênio.

Pode-se observar pela curva DSC de resfriamento (figura 3) que a maior parte do óleo de filé de peixe congela à temperatura de $-3,67\text{ °C}$ (primeiro e principal evento do DSC).

Vale observar que a temperatura de congelamento de $-3,67\text{ °C}$ é possível de ser obtida em equipamentos de refrigeração de custo acessível, o que indica uma possibilidade de fracionamento por resfriamento (“winterização”) para concentrar a fração do óleo formada por triacilgliceróis contendo ácidos graxos poli-insaturados (possivelmente representada no DSC como o segundo evento, congelamento à $-51,17\text{ °C}$). Sendo a baixa temperatura de congelamento, causada pela grande quantidade de insaturações em alguns ácidos graxos formadores destes triacilgliceróis que congelam em tão baixa temperatura.

A “winterização” é uma etapa adicional no refino de um óleo de pescado, visando a concentração dos ácidos graxos poli-insaturados, através do fracionamento por cristalização para separar os triacilgliceróis com elevado ponto de fusão, tornando o óleo rico em ômega-3⁴.

Contudo, no óleo, os diacilgliceróis e triacilgliceróis possuem seus ácidos graxos distribuídos randomicamente⁵. Isso quer dizer que em uma mesma molécula, pode-se encontrar ácidos graxos saturados e insaturados em sua constituição, dificultando o processo de fracionamento por “winterização”.

Sendo assim, uma estratégia interessante na concentração de ácidos graxos insaturados, seria a transformação dos triacilgliceróis (maior constituinte dos óleos e gorduras) em ácidos graxos livres (mais conhecidos como FFA, do inglês free fatty acids) e subsequente fracionamento desses ácidos graxos livres. Assim, a separação será limitada somente pela eficiência das metodologias de fracionamento empregadas⁶.

4 – Conclusões

Os resultados obtidos por TG e DTG em atmosferas de ar e nitrogênio, mostraram que o comportamento térmico do óleo de filé de peixe *Clupea harengus* possui perda de massa em uma única etapa (86%). Sofreu completa volatilização e/ou decomposição entre 300 °C e 475 °C , e detém uma comparativa maior estabilidade em atmosfera de nitrogênio do que em atmosfera de ar.

Os resultados obtidos pela análise termogravimétrica são valiosos na investigação da

estabilidade térmica do óleo e temperatura de manipulação deste.

O resultado do DSC, apresentou dois principais eventos durante o resfriamento, relativos aos congelamentos nas temperaturas de aproximadamente -4 °C e -51 °C .

Além disso, a análise de DSC pode dar pistas sobre o fracionamento desse tipo de óleo, e concentração dos triacilgliceróis contendo ácidos graxos poli-insaturados, artigo de valor na comercialização de suplementos alimentares ômega-3 principalmente.

5 – Agradecimentos

Agradecimentos ao Projeto Microalgas e aos órgãos de fomento e pesquisa –CAPES; FINEP; CNPq; FUNAPE; UFG – pelo apoio financeiro na forma de bolsas de estudos e de apoio a projetos.

6 - Bibliografia

- Barbosa, M. *et al*; *Rev. Inst. Ciência Saúde* **2008**, *26*, 2.
- MPA; Primeiro Anuário Brasileiro da Pesca e Aquicultura. Disponível em: <http://formsus.datasus.gov.br/novoimgarq/16061/2489520_218117.pdf> Acesso: 02/09/2016 (2014).
- Garcia, J. U. *et al*; *Ecl. Quím.*, **2004**, *29*, n. 2, p. 41 – 46.
- Cunha, D. C. *et al*; *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, **2009**, *29*, n. 1, p. 207 – 213.
- Antoniosi Filho, N. R.; Análise de óleos e gorduras vegetais utilizando métodos cromatográficos de alta resolução e métodos computacionais. Tese de doutorado: Universidade de São Carlos-SP (1995).
- Padilha, M. E. S.; Augusto-Ruiz, W.; *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, **2010**, *30*, n. 1, p. 35 – 41.