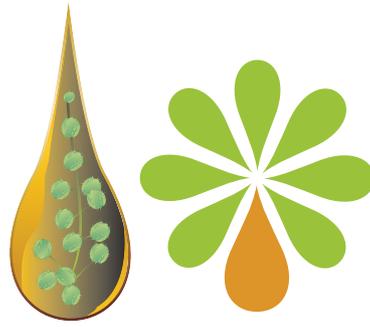


ISBN 978-85-65615-02-0



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)
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



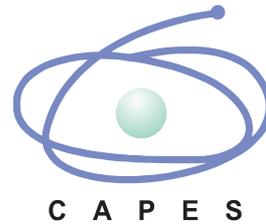
REALIZAÇÃO

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

Emprego dos óleos da *Terminalia catappa L.* (TC) (castanhola) e *Carapa guianensis* (CG) (andiroba) na produção de biocombustíveis: biodiesel e bioóleo

Iha, Osvaldo K. (PG/IQ/UnB), Alves, Flávio C.S.C. (PG/IQ/UnB), Suarez, Paulo A.Z.* (PQ/IQ/UnB), Silva, Cassia R.P. (PG/CTEC/UFAL), Meneghetti, Mario R., Meneghetti, Simoni M.P. (PQ/IQB/UFAL, simoni.plentz@gmail.com)

Palavras Chave: *terminalia catappa l.*, *carapa guianensis*, transesterificação, craqueamento

1 - Introdução

Nesse trabalho, duas espécies arbóreas perenes foram estudadas, como fontes de triacilglicerídeos para a produção de biocombustíveis. Essas espécies crescem na Amazônia e ao longo da costa brasileira, constituindo uma excelente alternativa para produção de biocombustíveis, sem competição com espécies que servem como alimentos, além de contribuírem com a preservação da floresta tropical e vegetação litoral. Para tanto, foram obtidos os óleos da *Terminalia catappa L.* / castanhola (TC) e *Carapa guianensis* / andiroba (CG), a fim de avaliar suas características e composição química. Além disso, foram produzidos biocombustíveis a partir destes óleos e as suas propriedades físico-químicas foram avaliadas.

2 - Material e Métodos

O óleo de CG foi comprado na região amazônica brasileira (Ver o Peso, Belém, PA, Brasil) e usado como recebido. Os frutos da TC foram coletadas de árvores na Universidade Federal de Alagoas Campus (Maceió, AL, Brasil). As amêndoas foram secas a 105 ° C durante 24 h e, em seguida, moídas. O óleo foi extraído dos flocos obtidos usando *n*-hexano de acordo com o método da AOAC Oficial 963,15 (A.O.A.C, 1976), e também o teor em óleo foi determinada por meio desta metodologia.

As amostras de biodiesel de CT e GC foram sintetizados num reator de vidro equipado com um agitador mecânico, em duas etapas (empregando catalisador H₂SO₄ e NaOH)¹. Amostras com grau de pureza em éster metílico superior a 98% em massa, detectados HPLC. Os ésteres metílicos foram armazenados em frascos âmbar, sob refrigeração¹. Os óleos de CT e GC (175 g) foram pirolisados em um balão de três bocas, ligado a um condensador. O óleo foi aquecido a 400 ° C e os vapores formados condensados. Foram obtidas duas fases (uma aquosa e uma bioóleo). Os rendimentos em bioóleo foram de aproximadamente 60%¹. Os óleos e biocombustíveis foram caracterizados empregando metodologias padrão utilizadas para esse fim¹.

3 - Resultados e Discussão

O teor de óleo de semente de TC foi de 50% em massa. O óleo de CG foi adquirido comercialmente, porém dados da literatura indicam até 45% de óleo nas sementes². Esses teores de óleo indicam que tais fontes de TAG são promissoras. A composição dos ácidos graxos destes óleos é apresentada na Tabela 1.

A Tabela 2 resume as propriedades físico-químicas dos óleos e das amostras de biodiesel. As propriedades físico-químicas dos óleos estão de acordo com sua composição em ácidos graxos.

Devido ao seu valor de acidez elevada, foram utilizados dois passos para se obter os ésteres metílicos de TC e CG: (i) uma esterificação catalisada por ácido, seguido por (ii) uma transesterificação catalisada por base, tal como proposto para óleos com alto teor de ácidos graxos livres há mais de 50 anos³.

Tabela 1: Composição em ácidos graxos dos óleos TC e CG

Ácido Graxo	TC	CG
C14:0 (mirístico)	0,1	0,5
C16:0 (palmitico)	28,3	25,3
C16:1 cis 9 (palmitoleico)	0,9	-
C18:0 (estearico)	4,9	10,5
C18:1 (oleico)	30,0	57,8
C18:2 cis/cis 9,12 (linoleico)	32,8	5,9
C18:3 cis/cis/cis 9,12,15 (linolenico)	1,7	-
Saturados (%)	34,2	36,3
Monoinsaturados (%)	30	57,8
Poliinsaturados (%)	34,5	5,9

As propriedades físico-químicas do biodiesel de GT e GC são apresentadas na Tabela 2 e, com a exceção da estabilidade oxidativa do biodiesel TC, as demais propriedades correspondem aos valores esperados. A diferença, em termos de estabilidade oxidativa, está diretamente relacionado com as diferenças de grau de instauração¹.

De acordo com a análise por GC-MS, o craqueamento térmico de ambos os óleos e TC CG leva a misturas semelhantes, complexos de mais de 500 compostos e os hidrocarbonetos oxigenados, principalmente olefinas alifáticas, parafinas e ácidos carboxílicos com ambas as cadeias curtas e longas. Como resultado, as propriedades físico-químicas semelhantes foram obtidos para as duas misturas, como se mostra na Tabela 3. É importante notar que foram observados elevados acidez, de acordo com os resultados de GC-MS, o que indica que os passos do fracionamento secundários eram ineficientes a desoxigenação completamente os ácidos carboxílicos formados durante o craqueamento primária. Este problema pode ser resolvido utilizando apenas um catalisador de ácido de Lewis (Quirino et al., 2009) ou associada hidrogênio com um catalisador nobre (Suarez et al., 2009). Em contraste, as outras propriedades físico-químicas demonstrar o elevado potencial para se obter uma mistura adequada destes bioóleos para utilização em motores a diesel. Um estalido secundária na presença de um catalisador pode ser suficiente para melhorar a sua qualidade como diesel renováveis¹.

Tabela 2: Propriedades físico-químicas dos óleos e amostras de biodiesel de TC e CG.

Análises	TC		CG		Especificações ^a	Normas ^a
	Óleo	Biodiesel Metílico	Óleo	Biodiesel Metílico		
Viscosidade (mm ² s ⁻¹)	36,8	4,3	38,4	4,6	3,0 – 6,0	ASTM D445
Índice de acidez (mg KOH/ g oil)	10,5	0,5	36,1	<0,5	0,5 max	AOCS CD 3d-63
Massa específica a 20 °C (g m ⁻³)	913	879	915 ^b	875	850 - 900	NBR 7148
Ponto de entupimento a frio (°C)	-	12	-	0	7 max	ASTM 6371
Calor de combustão (MJ kg ⁻¹)	38,0	38,5	37,6	39,1	-	ASTM D240
Estabilidade oxidativa (h)		2,1	2,8	6,7	6,0 min	
Corrosão ao cobre	1a	1a	1a	1a	1a	ASTM D130

^a Métodos e especificações, de acordo com a ANP (ANP, 2012).

^b Devido ao baixo ponto de fusão, a densidade foi determinada a 25 °C.

Tabela 3: Propriedades físico-químicas das amostras de bioóleo de TC e CG.

Análises	TC	CG	Normas ^a
Viscosidade (mm ² s ⁻¹)	5.5	4.9	ASTM D445
Ponto de fulgor (°C)	29	66	ASTM D93
Índice de acidez (mg KOH/ g oil)	150.9	143.2	AOCS CD 3d-63
Massa específica a 20 °C (g m ⁻³)	871	864	NBR 7148
Ponto de entupimento a frio (°C)	30	22	ASTM 6371
Resíduo de carbono (%)	0.3	0.7	ASTM D189
Calor de combustão (MJ kg ⁻¹)	41	38	ASTM D240
Destilação automática (°C)	10 %	218	106
	50 %	329	283
	90 %	326	348
Corrosão ao cobre	1a	1a	ASTM D130

^a Métodos e especificações, de acordo com a ANP (ANP, 2012).

4 – Conclusões

Foram estudadas duas espécies arbóreas perenes diferentes como fontes de triacilglicerídeos, para a produção de biocombustíveis. Estas duas espécies se desenvolvem na Amazônia e na costa brasileira, tornando-as uma solução elegante para a produção de óleos, evitando dilemas relacionados ao emprego de óleos como alimentos ou como combustível, além de contribuir na preservação da floresta tropical e vegetação litorânea.

Devidos aos teores elevados de ácidos graxos livres nos óleos vegetais brutos, foi empregada uma etapa de esterificação, evitando-se assim a formação de sabões e emulsões estáveis. As propriedades físico-químicas das amostras de biodiesel de GT e GC torná-os aceitáveis para uso em motores a diesel, o que demonstra a potencialidade econômica promissora dessas matérias-primas.

As propriedades físico-químicas dos bioóleos de TC e CG mostraram o potencial para a produção de combustíveis renováveis, para uso em motores diesel. São necessários estudos adicionais para atingir desoxigenação completa desses bioóleos e melhorar as propriedades desses compostos.

5 – Agradecimentos

LMC-IQ-UnB, GCAR-IQB-UFAL, MCTIC, FINEP, CAPES, FAPEAL, CNPq

6 - Bibliografia

- ¹ Iha O.K. et al., Industrial Crops and Products, 2014, 52, 95-98.
- ² Cabral E.C. et al., 2013. Analytical Methods 5, 1385-1391.
- ³ Keim GI, 1945. Fat acid alkyl esters from low-grade oils and fats. US Patent 2,383-601, Chem. Abstr. 40:4617 (1946).