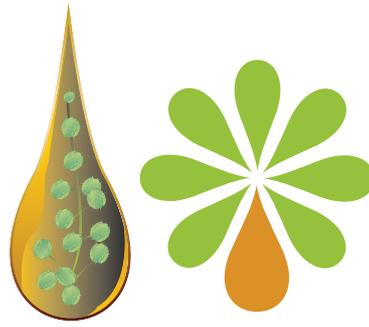


ISBN 978-85-65615-02-0



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)  
Fergunson 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**



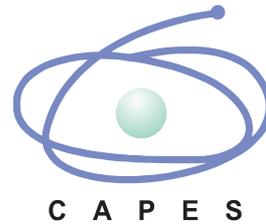
REALIZAÇÃO

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**

## Potência e torque de um motor diesel alimentado com biodiesel de óleo de macaúba.

Ronald Leite Barbosa (IFMG, ronald.leite@ifmg.edu.br), Carlos Eduardo Silva Volpato (DEG/UFLA, volpato@deg.ufla.br), Pedro Castro Neto (DEG/UFLA, pedroc@deg.ufla.br), Jackson Antônio Barbosa (DEG/UFLA, jackson@deg.ufla.br), Fábio Moreira da Silva (DEG/UFLA, famsilva@deg.ufla.br), Diego José Carvalho Alonso (DEG/UFLA, dj.ufla@gmail.com)

**Palavras Chave:** biodiesel, macaúba, potência, torque.

### 1 - Introdução

As características de combustão e de emissões de exaustão de um motor de ignição por compressão são afetadas pelas características do spray de combustível e de atomização como também pelas propriedades do combustível.

Com a atual busca por fontes alternativas de energia, a macaúba é uma das principais espécies nativas com alta potencialidade de fornecimento de óleo para a produção de biodiesel.

O óleo extraído da polpa da macaúba, com maior potencial para a fabricação de biodiesel, é dominado por ácido oléico (53%) e palmítico (19%) e tem boas características para o processamento industrial (EMBRAPA AGROENERGIA, 2011).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a potência e o torque de um motor diesel alimentado com biodiesel de óleo de macaúba.

### 2 - Material e Métodos

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Tratores e Motores do Departamento de Engenharia (DEG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O biodiesel de macaúba testado neste trabalho, foi produzido pelo Laboratório de Pesquisas em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG.

Utilizou-se um motor diesel modelo AGCO Sisu, 90 cv (66,2 kW) a 2200 rpm, torque de 330 Nm a 1400 rpm, 4400 cm<sup>3</sup>, 4 cilindros, turbo aspirado, sistema de injeção com bomba rotativa, injeção direta, de um trator marca Valtra modelo A950.

O motor de teste foi devidamente acoplado através da tomada de potência a um dinamômetro marca AW Dynamometer, modelo NEB 200.

Atualmente, no Brasil, o diesel mineral comercial consiste de uma mistura contendo 7% de biodiesel adicionado ao diesel mineral puro (B7). As misturas combustíveis testadas foram designadas como diesel (B7), (B7+20) - 80% de diesel B7 e 20% de biodiesel de óleo de macaúba, (B7+50) - 50% de diesel B7 e 50% de biodiesel de óleo de macaúba, (B7+80) - 20% de diesel B7 e 80% de biodiesel de óleo de macaúba, e B100 - 100% de biodiesel de óleo de macaúba).

Para a realização dos ensaios do motor, foi adotada a metodologia estabelecida pela norma NBR ISO 1585 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1996).

Algumas características físico-químicas dos combustíveis utilizados durante o experimento e determinadas pela Universidade Federal de Lavras e pela Universidade Federal de Minas Gerais são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 Características Físico-Químicas dos combustíveis

Características Físico-Químicas	Combustível				
	B7	B7+20	B7+50	B7+80	B100
Massa Específica (kg.m-3)	0,8524	0,8247	0,8366	0,8585	0,8763
Viscosidade dinâmica a (cP) a 40° C	3,48	3,88	4,66	6,17	7,77
Viscosidade cinemática (c.St)	4,08	4,7	5,57	7,19	8,87
PCS (kJ.kg-1)	46500	43200	41000	39900	39400
PCI (KJ.kg-1)	43900	40700	38500	37400	36800

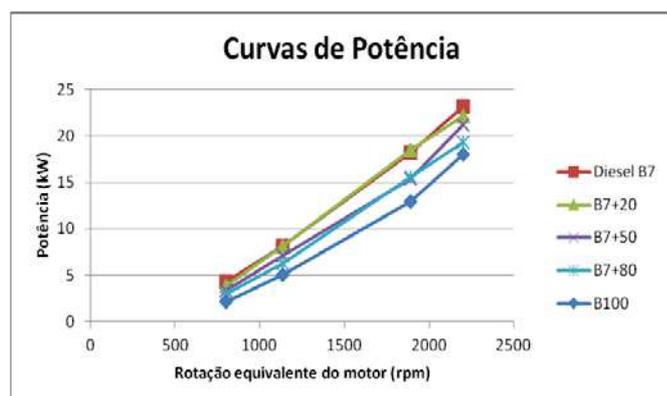
Fonte: UFLA, UFMG (2016).

### 3 - Resultados e Discussão

Os ensaios foram executados com o motor a plena carga. Não foram feitas modificações mecânicas no motor para a realização dos testes.

De acordo com a Figura 1, na rotação de 540 rpm da TDP, equivalente a 1890 rpm do motor, observou-se uma redução da potência ao se utilizar biodiesel B100 de 28,6% em relação ao diesel mineral comercial. Nessa mesma rotação, ao se utilizar (B7+20), o motor apresentou um ganho de potência de 1,6% em relação ao diesel mineral comercial.

Na rotação de 324 rpm da TDP, equivalente a 1134 rpm do motor, a redução de potência foi de 38,3% ao se utilizar B100. Ao se utilizar (B7+20), o valor de potência permaneceu igual ao valor obtido em relação ao diesel mineral comercial (B7).



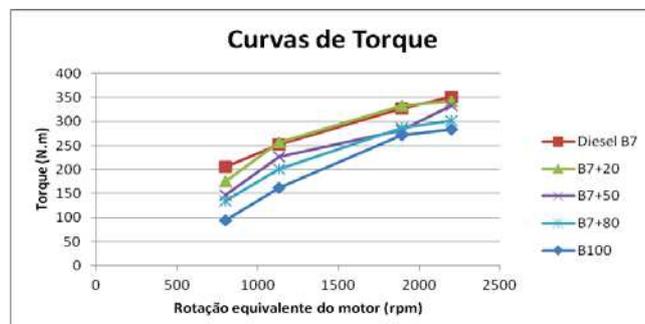
**Figura 1** Curvas de potência do motor do trator a plena carga para os combustíveis utilizados.

De acordo com a Figura 2, com relação ao torque desenvolvido pelo motor, observou-se na rotação de 540 rpm da TDP, equivalente a 1890 rpm do motor, quando utilizando biodiesel B100, uma redução de 17,3% em relação ao diesel mineral (B7). Já quando se utilizou (B7+20), notou-se um ganho de 1,9% em relação ao B7.

A redução de torque na rotação de 324 rpm da TDP foi de 36,2% ao se utilizar B100 em relação ao diesel (B7). Quando se utilizou (B7+20), observou-se um ganho de 1,4% no torque em relação ao (B7).

Segundo AYDIN; BAYINDIR (2010), o torque do motor aumenta até um ponto máximo com o aumento da velocidade do motor. Após esse ponto, o torque diminui passo a passo. Isso pode ser atribuído à mais alta viscosidade e ao menor poder calorífico do biodiesel.

Quando a viscosidade do combustível aumenta, a quantidade de combustível que deveria encher a bomba de óleo diminui e a eficiência volumétrica do motor fica mais baixa, consequentemente resultando em uma redução do torque.



**Figura 2** Curvas de torque do motor do trator a plena carga, para os combustíveis utilizados.

### 4 – Conclusões

A potência do motor com o uso de biodiesel de óleo de macaúba em 100% ou, em misturas com diesel, foi inferior à potência apresentada com diesel mineral comercial (B7), chegando a uma redução média de 18,4%. Nos regimes de rotação do motor de 1134 rpm e 1890 rpm, a mistura (B7+20) apresentou, respectivamente, potência igual e 1,6% superior ao diesel mineral comercial (B7);

Os valores obtidos de torque, quando se utilizou diesel (B7), foram, em média, 17,4% maiores do que quando se utilizou 100% biodiesel. Nos regimes de rotação do motor de 1134 rpm e 1890 rpm, a mistura (B7+20) apresentou um ganho de torque, respectivamente, de 1,3% e 1,9% em relação ao diesel mineral comercial (B7).

### 5 - Bibliografia

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 1585**: veículos rodoviários – código de ensaio de motores – potência líquida efetiva. Rio de Janeiro, 1996. 26 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - AGROENERGIA. Macaúba: matéria-prima para o biodiesel. **Prosa Rural**. Disponível em: <[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)>. Acesso em: 18 out. 2011.
- AYDIN, H.; BAYINDIR, H. Performance and emission analysis of cottonseed oil methyl ester in a diesel engine. **Renewable Energy**, Oxford, v. 35, p. 588-592, 2010.