

# Impactos das Tecnologias nas Engenharias 5

**Franciele Bonatto  
João Dallamuta  
Rennan Otavio Kanashiro  
(Organizadores)**

**Franciele Bonatto**  
**João Dallamuta**  
**Rennan Otavio Kanashiro**  
(Organizadores)

# **Impactos das Tecnologias nas Engenharias**

## **5**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Lorena Prestes e Geraldo Alves

**Revisão:** Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

134 Impactos das tecnologias nas engenharias 5 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Bonatto, João Dallamuta, Rennan Otavio Kanashiro. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias nas Engenharias; v. 5)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-7247-195-4  
DOI 10.22533/at.ed.954191503

1. Engenharia. 2. Inovações tecnológicas. 3. Tecnologia.  
I. Bonatto, Franciele. II. Dallamuta, João. III. Kanashiro, Rennan Otavio.

CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Caro leitor(a)

A engenharia, em um aspecto etimológico é derivada do latim ingenium , cujo significado é "inteligência" e ingeniare , que significa "inventar, conceber". A inteligência de conceber define o engenheiro.

Fácil perceber que aqueles cujo ofício está associado a inteligência de conceber, dependem umbilicalmente da tecnologia. Mostrar parte desta ligação é o principal propósito desta obra.

Nela reunimos várias contribuições de trabalhos, ligados sobretudo a indústria petroquímica com potencial de impacto nas engenharias. São apresentados vários trabalhos de cunho tecnológico associados a temas como Biodiesel, Offshore, técnicas e ensaios associados a manutenção e segurança, processos químicos, entre outras temáticas. Todos com resultados e discussões enriquecedoras.

Aos autores dos diversos trabalhos que compõe esta obra, expressamos o nosso agradecimento pela submissão de suas pesquisas junto a Editora Atena. Aos leitores, desejamos que esta obra possa colaborar com suas carreiras e gerar uma reflexão mais aprofundada sobre a relação entre a tecnologia e a engenharia.

Boa leitura!

Franciele Bonatto  
João Dallamuta  
Rennan Otavio Kanashiro

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
PRODUÇÃO DE BIODIESEL ATRAVÉS DA REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO COM ÓLEO RESIDUAL E CATALISADOR DO TIPO ZS/MCM-41	
<i>Heloísa do Nascimento Souza</i>	
<i>Mateus Andrade Santos da Silva</i>	
<i>Carlos Eduardo Pereira</i>	
<i>José Jailson Nicacio Alves</i>	
<i>Bianca Viana de Sousa Barbosa</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9541915031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA A DETERMINAÇÃO DE ADULTERANTES NO DIESEL S10 COM ÓLEOS VEGETAIS	
<i>Anne Beatriz Figueira Câmara</i>	
<i>Fernanda Maria de Oliveira</i>	
<i>Heloise Oliveira Medeiros de Araújo Moura</i>	
<i>Leila Maria Aguilera Campos</i>	
<i>Clenildo de Longe</i>	
<i>Luciene da Silva Santos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9541915032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
BENTONITA CÁLCICA TRATADA QUIMICAMENTE VIA ACIDIFICAÇÃO E IMPREGNADA COM ÓXIDO METÁLICO COMO CATALISADOR NA OBTENÇÃO DE BIODIESEL	
<i>Renan Pires de Araújo</i>	
<i>Yasmin Maria da Silva Menezes</i>	
<i>Erivaldo Genuino Lima</i>	
<i>Adriana Almeida Cutrim</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9541915033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>32</b>
REDUÇÃO DO TEOR DE ÓLEOS E GRAXAS DA ÁGUA PRODUZIDA UTILIZANDO MICROEMULSÃO COM TENSOATIVO VEGETAL	
<i>Jôsy Suyane de Brito Souza</i>	
<i>Luiz Mário Nelson de Góis</i>	
<i>José Roberto de Souza</i>	
<i>George Simonelli</i>	
<i>Luiz Carlos Lobato dos Santos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9541915034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>45</b>
REUTILIZAÇÃO DO CATALISADOR DO TIPO MOO <sub>3</sub> /MCM-41 NA REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO DO ÓLEO DE SOJA	
<i>Heloísa do Nascimento Souza</i>	
<i>André Miranda da Silva</i>	
<i>José Jailson Nicacio Alves</i>	
<i>Bianca Viana de Sousa Barbosa</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9541915035</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 53**

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO DIESEL APÓS ADIÇÃO DO BIODIESEL EM DIFERENTES PROPORÇÕES

*Lorena Silva Querino da Costa*  
*Tatyane Medeiros Gomes da Silva*  
*Rafael Viana Sales*  
*Anne Beatriz Figueira Câmara*  
*Leila Maria Aguilera Campos*  
*Luciene Santos de Carvalho*

**DOI 10.22533/at.ed.9541915036**

**CAPÍTULO 7 ..... 61**

DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DO MATERIAL LIPÍDICO PRESENTE NO CHORUME: UM POSSÍVEL CAMINHO PARA PRODUÇÃO DE BODIESEL

*Tamara Miranda de Moura*  
*Miguel Martins dos Santos Neto*  
*Daniele da Silva Oliveira*  
*Rafael Oliveira Batista*  
*Anne Gabriella Dias Santos*  
*Luiz di Souza*

**DOI 10.22533/at.ed.9541915037**

**CAPÍTULO 8 ..... 78**

AVALIAÇÃO DO COMPLEXO OXALATO MISTO DE NIÓBIO E TÂNTALO COMO CATALISADOR NA PRODUÇÃO DE BODIESEL VIA ESTERIFICAÇÃO METÍLICA

*Tiago Fernandes de Oliveira*  
*Maria Veronilda Macedo Souto*  
*Angelinne Costa Alexandrino*  
*Carlson Pereira de Souza*  
*Rayane Ricardo da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.9541915038**

**CAPÍTULO 9 ..... 87**

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE ZNMCM-41 E NIMCM-41 APLICADOS NA DESSULFURIZAÇÃO ADSORTIVA DO DIESEL CÔMBUSTÍVEL

*Rafael Viana Sales*  
*José Alberto Batista da Silva*  
*Tatiana de Campos Bicudo*  
*Maritza Montoya Urbina*  
*Leila Maria Aguilera Campos*  
*Luciene da Silva Santos*

**DOI 10.22533/at.ed.9541915039**

**CAPÍTULO 10 ..... 99**

INFLUÊNCIA DO FRACIONAMENTO DE PETRÓLEO POR SISTEMA PRESSURIZADO PARA A DETERMINAÇÃO DE ÁCIDOS NAFTÊNICOS POR GC/MS E GC×GC/TOF-MS

*Juciara dos Santos Nascimento*  
*Roberta Menezes Santos*  
*Flaviana Cardoso Damasceno*  
*Silvia Maria Silvia Egues*  
*Elton Franceschi*  
*Lisiane dos Santos Freitas*

**DOI 10.22533/at.ed.95419150310**

**CAPÍTULO 11 ..... 112**

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DE ENXOFRE TOTAL EM PETRÓLEO PESADO POR CROMATOGRAFIA DE ÍONS

*Álvaro Gustavo Paulo Galvão*  
*Jildimara de Jesus Santana*  
*Izabel Kaline da Silva Oliveira*  
*Emily Cintia Tossi de Araújo Costa*  
*Djalma Ribeiro da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.95419150311**

**CAPÍTULO 12 ..... 121**

OTIMIZAÇÃO DO MÉTODO DE SEPARAÇÃO SARA E USO DE CORRELAÇÕES MATEMÁTICAS NA AVALIAÇÃO COMPOSICIONAL DE ÓLEOS CRUS

*Keverson Gomes de Oliveira*  
*Heloise Oliveira Medeiros de Araújo Moura*  
*José Alberto Batista da Silva*  
*Valdic Luiz da Silva*  
*Ramoni Renan Silva de Lima*  
*Luciene da Silva Santos*

**DOI 10.22533/at.ed.95419150312**

**CAPÍTULO 13 ..... 131**

TÉCNICA DE INSPEÇÃO ULTRASSÔNICA PARA O MONITORAMENTO DO MECANISMO DE DANO EM DUTOS DE TRANSPORTE DE PETRÓLEO

*David Domingos Soares da Silva*  
*Genilton da França Barros Filho*

**DOI 10.22533/at.ed.95419150313**

**CAPÍTULO 14 ..... 138**

USO DE ENSAIO NÃO DESTRUTIVO BASEADO EM PARÂMETROS MAGNÉTICOS COMO TÉCNICAS AVANÇADAS DE MANUTENÇÃO PARA O MONITORAMENTO DA INTEGRIDADE ESTRUTURAL DE EQUIPAMENTOS OFFSHORE

*David Domingos Soares da Silva*  
*Genilton da França Barros Filho*

**DOI 10.22533/at.ed.95419150314**

**CAPÍTULO 15 ..... 144**

SIMULAÇÃO FLUIDODINÂMICA (CFD) DE VAZAMENTO DE GASES INFLAMÁVEIS EM PLATAFORMAS OFFSHORE

*Davith da Silva Campos*  
*Anaximandro Anderson Pereira Melo de Souza*  
*Paulo Emanuel Medeiros Paula*  
*Lígia Maria dos Santos Barros Rodrigues*  
*Luís Jorge Mesquita de Jesus*

**DOI 10.22533/at.ed.95419150315**

**CAPÍTULO 16 ..... 153**

CONCEPTUAL DEVELOPMENT OF AN UNDERGROUND EXCAVATION TECHNIQUE

*Lidiani Cristina Pierri*  
*Rafael Pacheco dos Santos*  
*Jair José dos Passos Junior*  
*Anderson Moacir Pains*  
*Marcos Aurélio Marques Noronha*

**DOI 10.22533/at.ed.95419150316**

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>164</b>
ANÁLISE DE UM TESTE DE FORMAÇÃO A POÇO REVESTIDO DA BACIA POTIGUAR	
<i>Marcio Murinelly Josino Filho</i>	
<i>João Luiz Porfirio da Silva</i>	
<i>Regina Celia de Oliveira Brasil Delgado</i>	
<i>Jardel Dantas da Cunha</i>	
<i>Antônio Robson Gurgel</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95419150317</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>172</b>
REMOÇÃO DE ÓLEOS E TURBIDEZ DA ÁGUA PRODUZIDA DO PETRÓLEO UTILIZANDO POLIELETROLITOS COMERCIAIS	
<i>Valécia Dantas de Souza</i>	
<i>João Luiz Porfirio da Silva</i>	
<i>Márcio Murinelly Josino Filho</i>	
<i>Andrea Francisca Fernandes Barbosa</i>	
<i>Rafael Oliveira Batista</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95419150318</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>180</b>
OBTENÇÃO DE ALUMINATO DE ZINCO ATRAVÉS DO MÉTODO HIDROTÉRMICO ASSISTIDO POR MICRO-ONDAS E APLICAÇÃO COMO CATALISADOR NA OBTENÇÃO DO BIODIESEL	
<i>Erivane Oliveira da Silva</i>	
<i>Guilherme Leocárdio Lucena</i>	
<i>Max Rocha Quirino</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95419150319</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>191</b>
ESTUDO DA LUMINOSIDADE EM SOLUÇÃO DE NITRATO DE PRATA PARA DETERMINAÇÃO DE SULFETO EM ÁGUA POR POTENCIOMETRIA	
<i>Larissa Sobral Hilário</i>	
<i>Letícia Gracyelle Alexandre Costa</i>	
<i>Ana Gabriela Soares da Silva</i>	
<i>Henrique Borges de Moraes Juviano</i>	
<i>Djalma Ribeiro da Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95419150320</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>199</b>



## AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO DIESEL APÓS ADIÇÃO DO BIODIESEL EM DIFERENTES PROPORÇÕES

### **Lorena Silva Querino da Costa**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

### **Tatyane Medeiros Gomes da Silva**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

### **Rafael Viana Sales**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

### **Anne Beatriz Figueira Câmara**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

### **Leila Maria Aguilera Campos**

Universidade de Salvador, Departamento de  
Engenharia Química  
Salvador – BA

### **Luciene Santos de Carvalho**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal – RN

**RESUMO:** O desenvolvimento de combustíveis renováveis como alternativa para os combustíveis à base de petróleo tem aumentado nos últimos anos. A utilização de matérias primas renováveis como gordura e

óleos vegetais, trazem uma série de vantagens sociais, econômicas e ambientais. Vários tipos de combustíveis podem ser obtidos a partir destas matérias-primas contendo triglicerídeos. Um deles é o biodiesel, que é definido como ésteres monoalquil obtido de óleos vegetais ou de gorduras animais. Este trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos da adição de diferentes concentrações de biodiesel, 7%, 10% e 15% (v/v), nas propriedades físico-químicas do diesel comercial, obtido a partir da mistura de matrizes com diferentes teores de enxofre. Os resultados indicaram que as amostras de diesel B7 estavam dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível – ANP. As amostras de diesel B10 e B15 também apresentaram resultados satisfatórios, dentro dos parâmetros exigidos pela ANP.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biodiesel, Diesel B7, B10 e B15, Propriedades físico químicas.

**ABSTRACT:** The development of renewable fuels as an alternative to petroleum-based fuels has increased in recent years. The use of renewable raw materials, such as vegetable oils and fats, bring some social, economic and environmental advantages. Various types of fuels can be obtained from these raw materials containing triglycerides. One of them is biodiesel, which is defined as monoalkyl esters obtained

of vegetable oils or animal fats. This work aims to evaluate the effects from the addition of different biodiesel concentrations, 7%, 10% and 15% (v/v), on the physical-chemical properties of commercial diesel, obtained from the mixture of matrices with different levels of sulfur. The results indicated that the B7 diesel samples were within the quality standards established by the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels - ANP. The B10 and B15 diesel samples also presented satisfactory results, within the parameters required by the ANP.

**KEYWORDS:** Biodiesel, Diesel fuel B7, B10 and B15, Physicochemical properties.

## 1 | INTRODUÇÃO

A maior parte de toda a energia consumida no mundo provém do petróleo, uma fonte limitada, finita e não renovável. Atualmente o diesel é o derivado de maior consumo na matriz energética brasileira, com cerca de 43%. Em 2003, o consumo de diesel no Brasil, foi de cerca de 38 bilhões de litros e, em 2005, o Brasil ainda importava cerca de 11% desse derivado de petróleo. No ano de 2007 o Brasil consumiu cerca de 40 bilhões de litros desse combustível, ocorrendo a importação de 2 bilhões de litros por ano (Kaplan, Ferraz e Ferraz, 2007). A expansão do refino, com perfis que privilegiam a produção de derivados leves e médios tendem a tornar o balanço superavitário (Tolmasquim, Guerreiro, Gorini, 2007). Dentro deste cenário, surgiu o biodiesel, como a alternativa mais provável ao uso do diesel comercial. No Brasil, o biodiesel pode ser extraído de várias espécies vegetais, tais como mamona, soja, algodão, girassol, dendê, entre outros (Shahid & Jamal, 2008; Holanda, 2004).

O biodiesel apresenta propriedades características como: biodegradabilidade, número de cetano equivalente ou superior em relação ao óleo diesel, possui teor médio de oxigênio em torno de 11%, apresenta caráter não tóxico, possui maior viscosidade, densidade e maior ponto de fulgor que o diesel convencional e combustão mais eficiente que a do diesel, além de ser praticamente isento de enxofre e aromáticos. Na literatura estudos indicam que o uso do biodiesel, além de provocar a redução das emissões de gases associados ao efeito estufa, como o CO<sub>2</sub> e CO, ocasionam também uma redução de óxidos de enxofre (Fangrui et al. 1999 ; Suarez et al. 2009). O biodiesel vem sendo utilizado como uma fonte de energia alternativa, contribuindo para a diminuição da demanda por diesel mineral importado pelo Brasil. Para isto, esse biocombustível deve apresentar atributos de qualidade que devem ser controlados para que se possa produzir e distribuir biodiesel com a qualidade que o mercado exige. Segundo a norma nº 14 (2012) da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), diversas propriedades são utilizadas para atender aos critérios de avaliação da qualidade do biodiesel. Dentre estas propriedades estão o ponto de entupimento de filtro a frio, viscosidade cinemática, ponto de fulgor, massa específica, teor de água e teor de enxofre.

No Brasil, a pequena participação de porcentagem de biodiesel no diesel mineral tem como principal funcionalidade ser um aditivo, não ocasionando nenhuma adaptação dos motores. De fato, a real finalidade na utilização do biodiesel é ampliar o consumo de um combustível não fóssil, gerando energia renovável, diminuindo a emissão de gases tóxicos e poluentes e expandindo a fronteira mercadológica do mesmo.

Desta forma, este trabalho apresenta como objetivo principal a avaliação dos resultados obtidos nas análises físico-químicas das misturas de biodiesel e diesel, em diferentes proporções volumétricas, atendendo os parâmetros exigidos pela ANP, que estabelece especificações para a comercialização do biodiesel, do óleo diesel e das misturas automotivas, definindo as obrigações sobre o controle de qualidade dos produtos em território nacional.

## 2 | METODOLOGIA

A metodologia empregada neste trabalho utilizou as seguintes etapas: Inicialmente foram obtidas misturas de diesel, com teor final de 500 mg de S/L de enxofre (S500), a partir de amostras de diesel com diferentes teores de enxofre, S10 (10 mg de S/L) e S1500 (1500 mg de S/L), provindos da Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPCC). Posteriormente, foram adicionadas quantidades de biodiesel para as seguintes concentrações finais, em %v/v, 7%(B7), 10%(B10) e 15%(B15) das misturas de diesel, obtendo-se as misturas M1, M10 e M15, respectivamente, conforme mostrado na Figura 1. O biodiesel utilizado foi obtido da mistura do óleo de soja e sebo bovino. Alíquotas das misturas foram retiradas para análises físico-químicas, tais como ponto de entupimento de filtro a frio, viscosidade dinâmica e cinemática, ponto de fulgor e destilação a pressão atmosférica.

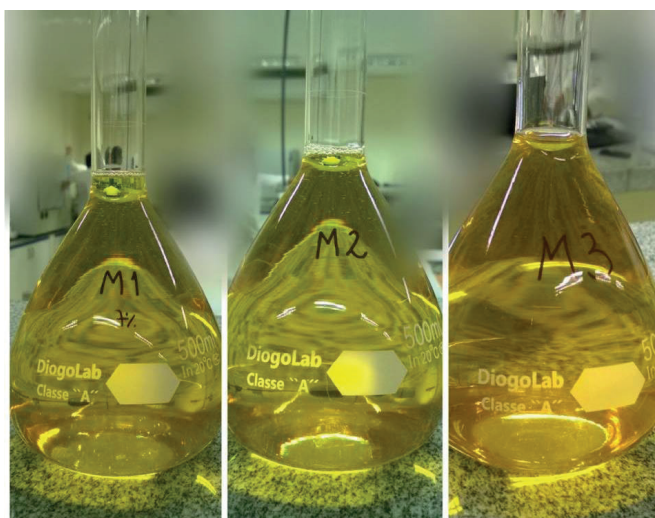


Figura 1. Diesel B7 (M1), Diesel B10 (M10) e Diesel B15 (M15).

O ponto de entupimento de filtro a frio foi analisado utilizando o AFP-102 Cold Filter Plugging Point, de acordo com a norma ASTM D6371, procedimento que consiste

no resfriamento do combustível até uma temperatura em que ele não consiga passar através do filtro. Esse ponto ocorre devido ao aumento da quantidade de cristais de parafina que se formam em baixas temperaturas. É utilizado, principalmente, para avaliar o desempenho nas condições de uso em que o óleo é submetido a baixas temperaturas ou em climas frios.

A viscosidade dinâmica e a cinemática a 40°C e a densidade a 20° e a 15°C foram medidas através do Viscosímetro SVM 3000, utilizando o método M0, conforme a norma ASTM D7042. Esta é uma medida da resistência oferecida pelo diesel ao escoamento. Seu controle visa permitir uma boa atomização do óleo e preservar sua característica lubrificante.

O ponto de fulgor foi medido através do aparelho Flash Point Pensky-Martens Seta Multiflash. Este indica a menor temperatura em que líquidos inflamáveis geram vapores e gases inflamáveis, que ao serem submetidos por uma fonte de calor externa entram em combustão, entretanto, se essa fonte de calor for retirada, a combustão é interrompida. Essa análise segue a norma ASTM D93. O ponto de fulgor está ligado à inflamabilidade e serve como indicativo dos cuidados a serem tomados durante o manuseio, transporte, armazenamento e uso de um combustível.

A destilação atmosférica foi efetuada, utilizando-se a Unidade Automática de Destilação ADU 4+. Na realização da análise são destilados 100 mL de amostra, em condições específicas, conforme sua matriz, se diesel ou gasolina. Os dados de temperatura são obtidos em graus Celsius, após efetuadas as correções necessárias. Para as amostras de óleo diesel com biodiesel são consideradas as seguintes porcentagens de evaporados: 10, 50, 85 e 90%.

### **3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os valores da viscosidade dinâmica e cinemática obtidas pelo viscosímetro SVM 3000 estão apresentados na Figura 2. A viscosidade dinâmica para o diesel B7 foi de 2,92 mPa.s.

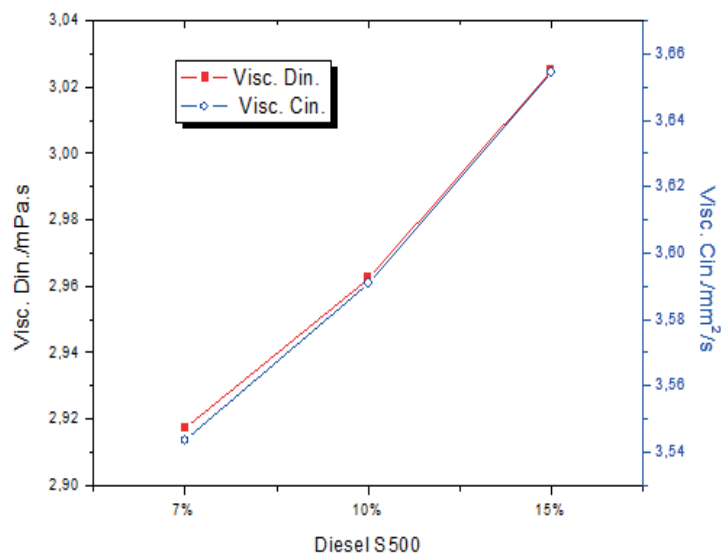


Figura 2. Dados de viscosidade dinâmica e cinemática em função do teor de biodiesel.

Quando a concentração é aumentada para B10 não há variação perceptível na viscosidade, com valor de 2,96 mPa.s. Ao elevar a concentração para B15 ocorre uma pequena variação na viscosidade, que aumentou para 3,02 mPa.s. Os valores de viscosidade cinemática obtidos para as amostras de diesel, com diferentes teores de biodiesel, foram calculados a partir da viscosidade dinâmica, também apresentaram pequena variação, conforme apresentado na Figura 2.

A pequena variação na viscosidade com a adição do biodiesel é esperada, de acordo com o teor, uma vez que o biocombustível possui uma viscosidade maior que o óleo diesel. Os valores encontrados durante a análise estão conforme a especificação da ANP (ANP n°50, 2013).

As temperaturas atingidas para os pontos de entupimento e fulgor estão plotadas na Figura 3.

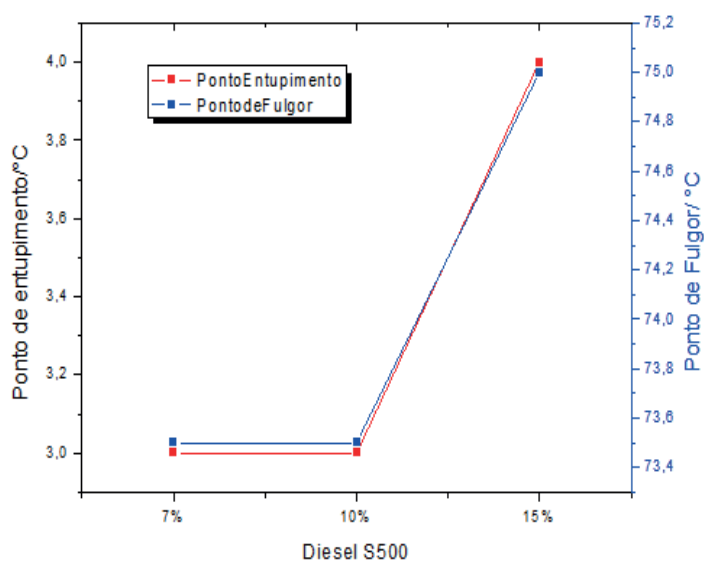


Figura 3. Dados dos pontos de entupimento e de fulgor em função do teor de biodiesel.

A Figura 3 nos mostra que o ponto de entupimento não é afetado com pequenas variações do biodiesel. Ao aumentar a concentração de 7% para 10% o ponto de entupimento permaneceu o mesmo, de 3°C. Ao aumentar para 15% o ponto de entupimento sofreu uma variação de 1°C, atingindo 4°C. De acordo com as normas da ANP, as temperaturas obtidas não ultrapassaram o limite especificado para o ponto entupimento (ANP n° 50, 2013).

Pode-se afirmar que os pontos de fulgor das amostras com teores de 7% e 10% de biodiesel, não sofreram alteração, e o valor obtido foi de 73,5°C. Entretanto, para a amostra de diesel com teor de 15% em biodiesel, o ponto de fulgor aumentou para 75°C. Todos os valores obtidos permaneceram dentro da especificação da ANP, (ANP n° 50, 2013).

Os valores de densidades medidas a 20°C e a 15°C estão mostradas na Figura 4.

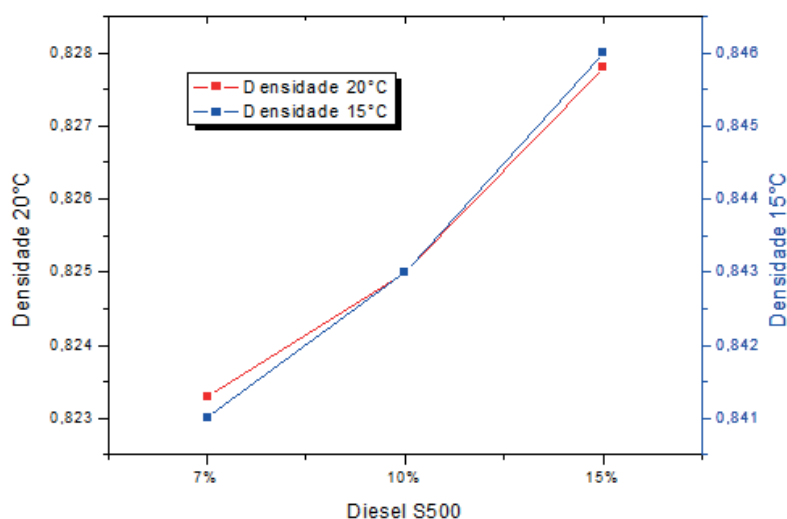


Figura 4. Dados de densidades a 20°C e a 15°C em função do teor de biodiesel.

Observa-se que o valor da densidade, a 20°C, na mistura com teor de biodiesel 7% é 0,82 g/cm<sup>3</sup>, e que não ocorreu alteração perceptível para o teor de 10%, porém, quando o teor foi alterado para 15%, a valor da densidade foi de 0,83 g/cm<sup>3</sup>. Os valores obtidos estão de acordo com o especificado pela ANP para o diesel S500, (ANP n° 50, 2013).

Em relação à densidade a 15°C, é visto que ela permanece constante quando a concentração de biodiesel muda de 7% para 10%, atingindo o valor de 0,84 g/cm<sup>3</sup>. Quando o teor de biodiesel foi de 15%, o valor da densidade foi 0,85 g/cm<sup>3</sup>, com pequena elevação, devido a densidade do biodiesel ser maior que a do diesel.

Os dados de porcentagens dos destilados (%v/v), 10, 50, 85 e 90 com suas respectivas temperaturas, da destilação atmosférica, estão apresentados na Figura 5.

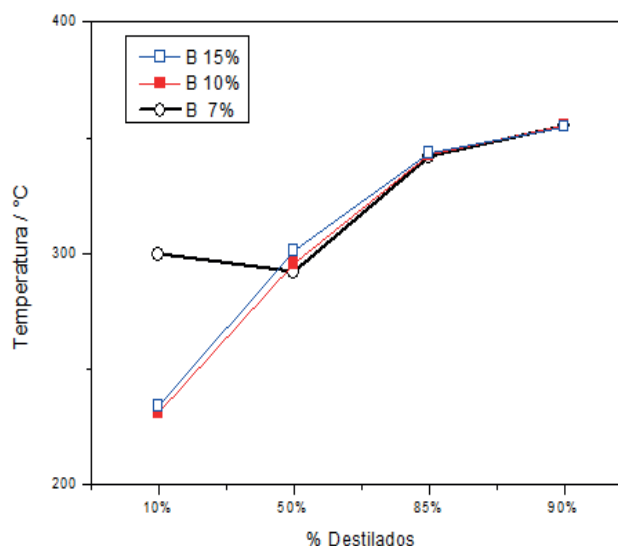


Figura 5. Dados obtidos de % destilado X temperatura (°C) em função do teor de biodiesel.

De acordo com a Figura 5, é possível observar que o aumento do teor de biodiesel, provoca consideráveis alterações para alguns pontos da curva de destilação. Nas temperaturas correspondentes a 10% de destilado, verifica-se que, para os teores de biodiesel de 10% e 15%, há grande diferença, em relação ao teor vigente, de 7% de biodiesel.

Nas temperaturas correspondentes a 50% e 85% de destilado, verifica-se que o aumento no teor de biodiesel, provoca elevação na temperatura de destilação da mistura. Para os 90% de destilado a taxa de destilação se mantém constante. Os valores de temperatura e porcentagem de destilado estão apresentados na Tabela 1.

% v/v Destilado	Temperatura de destilação (°C)			
	Valor ANP para B7	B7	B10	B15
10	-	299,7	231,5	234,2
50	245 a 310	292,0	295,7	301,2
85	360	341,9	342,9	343,7
90	-	355,1	355,4	354,9

Tabela 1. Temperatura de destilação das amostras de diesel B7, B10 e B15.

Comparando as temperaturas obtidas nas destilações ASTM D86 com os valores especificados, que estão apresentados na Tabela 1, para as misturas de diesel B7 em 50% e 85% de destilados, foi observado que os resultados estão de acordo com o especificado pela ANP (ANP nº 50, 2013).

## 4 | CONCLUSÃO

O uso de misturas de diesel contendo biodiesel, em substituição ao diesel puro e outros derivados do petróleo, tem-se mostrado uma alternativa favorável devido à contribuição para a redução dos níveis de poluição ambiental. De acordo com os resultados das caracterizações físico-químicas, a adição de biodiesel ao diesel (B7) apresentou conformidade com a especificação da ANP para todos os parâmetros estudados neste trabalho. Para as demais misturas, B10 e B15, os valores obtidos em todos os ensaios especificados pela ANP, se enquadraram na especificação do B7, o que representa um resultado satisfatório, para aplicações futuras.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 14. 11 de maio de 2012.** Disponível em: [www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br). Acesso em 03/02/2015.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 50. 23 de dezembro de 2013.** Disponível em: [www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br). Acesso em 27/03/2015.

FANGRUI, M.; HANNA, M. A. **Biodiesel production: a review.** Bioresour. Technol., v. 70, p. 1, 1999.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social, Cadernos de Altos Estudos.** Cadernos de altos estudos n. 1, p. 16-17, 2004. Disponível em [www.camara.gov.br/conheca/altosestudos/biodiesel](http://www.camara.gov.br/conheca/altosestudos/biodiesel). Acesso em 29/03/2015.

KAPLAN, S.; FERRAZ, F.F. e FERRAZ, M. **Biocombustíveis Petrobrás: uma evolução inspirada na natureza.** Ciência Hoje, v. 41, p. 2-7, 2007.

SHAHID, E.M., JAMAL, Y. **A review of biodiesel as vehicular fuel.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, 12: 2484–2494.2008.

SUAREZ, P. A. Z.; SANTOS, A. L. F.; RODRIGUES, J. P.; ALVES, M. B. **Bicombustíveis a partir de óleos e gorduras: desafios tecnológicos para viabilizá-los.** Quim. Nova, v. 32, p. 768, 2009.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A. e GORINI, R. **Matriz energética brasileira: uma prospectiva.** Novos estud. - CEBRAP [online]. 2007, n.79, pp. 47-69. ISSN 0101-3300.



Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-195-4

