

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)

I34 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

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

CAPÍTULO 1	1
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>	
DOI 10.22533/at.ed.9541915031	
CAPÍTULO 2	12
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>	
DOI 10.22533/at.ed.9541915032	
CAPÍTULO 3	24
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>	
DOI 10.22533/at.ed.9541915033	
CAPÍTULO 4	32
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>	
DOI 10.22533/at.ed.9541915034	
CAPÍTULO 5	45
REUTILIZAÇÃO DO CATALISADOR DO TIPO MOO ₃ /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>	
DOI 10.22533/at.ed.9541915035	

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

CAPÍTULO 17	164
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>	
DOI 10.22533/at.ed.95419150317	
CAPÍTULO 18	172
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>	
DOI 10.22533/at.ed.95419150318	
CAPÍTULO 19	180
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>	
DOI 10.22533/at.ed.95419150319	
CAPÍTULO 20	191
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>	
DOI 10.22533/at.ed.95419150320	
SOBRE OS ORGANIZADORES	199

BENTONITA CÁLCICA TRATADA QUIMICAMENTE VIA ACIDIFICAÇÃO E IMPREGNADA COM ÓXIDO METÁLICO COMO CATALISADOR NA OBTENÇÃO DE BIODIESEL

Renan Pires de Araújo

Universidade Federal de Campina Grande,
Unidade Acadêmica de Engenharia de Petróleo
Campina Grande – Paraíba

Yasmin Maria da Silva Menezes

Universidade Federal de Campina Grande,
Unidade Acadêmica de Engenharia de Petróleo
Campina Grande – Paraíba

Erivaldo Genuino Lima

Universidade Federal de Campina Grande,
Unidade Acadêmica de Engenharia Química
Campina Grande – Paraíba

Adriana Almeida Cutrim

Universidade Federal de Campina Grande,
Unidade Acadêmica de Engenharia de Petróleo
Campina Grande – Paraíba

RESUMO: Devido fortemente à pressão de órgãos ambientais para a redução do uso dos combustíveis fósseis na geração de energia, a quantidade de pesquisas relacionadas ao biodiesel, principalmente no tocante aos insumos e técnicas empregadas para sua geração, tem crescido ano após ano, sendo o desenvolvimento de catalisadores cada vez mais eficientes no processo de obtenção do biodiesel ponto crítico, visto que a eficiência do processo está intimamente ligada com a interação daqueles materiais com os reagentes empregados. O objetivo principal

deste trabalho é analisar o emprego de uma argila bentonítica cálcica, após passar por tratamento de acidificação apenas (amostra A) e em conjunto com uma impregnação de MoO_3 (amostra B), como catalisador na reação de transesterificação, usando como reagentes o óleo de algodão e o álcool etílico e postos em reator batelada durante 4 horas a 200 °C, a fim de obter biodiesel. Para caracterizar as amostras de argila foram empregadas as técnicas de Difração de Raios X (DRX) e de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva (EDX), enquanto que para os biodieseis a técnica foi a Cromatografia Gasosa (CG). Os resultados das caracterizações das amostras de argila evidenciaram a efetividade dos tratamentos aplicados e os da cromatografia indicaram que a combinação de tratamentos (acidificação mais impregnação metálica) aprimorou a efetividade catalítica da argila, passando de 34,50 % para 53,11 % a conversão de óleo de algodão em biodiesel durante o processo.

PALAVRAS-CHAVE: Bentonita, biodiesel, acidificação, impregnação metálica.

ABSTRACT: Due to the strong pressure of environmental agencies to reduce the using of fossil fuels on the energy generation, the quantity of researches related to the biodiesel, mainly about the materials and techniques applied for its generation, has been increased

year after year, being the development of catalysts each time more efficient at the process of biodiesel obtainment the critic point, because the process efficiency is intimately connected with the interaction of those materials and the reagents used. The main objective of this work is to analyze the use of a calcic bentonite clay, after being only treated with acid (sample A) and with acid and MoO_3 impregnation (sample B), as catalyst on the transesterification reaction, using as reagents the cotton oil and the ethylic alcohol and put in batch reactor for 4 hours at $200\text{ }^\circ\text{C}$ to obtain biodiesel. To characterize the clay samples were used the X-Ray Diffraction (XRD) and Energy Dispersive X-Ray Analysis (EDX), while the characterization of the biodiesels was made by Gaseous Chromatography (GC). The clay samples characterization results evidenced the effectiveness of the applied treatments and the chromatography results indicated that the combination of treatments (acid and metallic impregnation) improved the clay catalytic effectiveness, passing from 34.50 % to 53.11 % the conversion of cotton oil to biodiesel during the process.

KEYWORDS: Bentonite, biodiesel, acidification, metallic impregnation.

1 | INTRODUÇÃO

A busca por fontes renováveis e limpas com capacidade de substituir parcial ou totalmente o uso de combustíveis fósseis na produção de energia e reduzir, conseqüentemente, a emissão de gases poluentes para a atmosfera tem crescido anos após ano, principalmente após a assinatura do Protocolo de Kyoto, em 1997 [FERRARI *et al.*, 2005; CAMACHO *et al.*, 2005]. Dentre as várias alternativas existentes, o emprego de óleos vegetais é alvo de diversas pesquisas devido ao alto teor energético apresentado [LIMA *et al.*, 2007], porém seu uso direto em motores do ciclo Diesel não é indicado devido a sua alta viscosidade e maior facilidade de ocorrência de combustão incompleta, promovendo a redução da potência do motor e obstrução dos bicos injetores [TORRES *et al.*, 2006].

Uma forma de contornar o problema da aplicação direta de óleos vegetais em motores é a reação de transesterificação (Figura 1), reação esta que ocorre entre uma fonte de triacilglicerídeos e um álcool de cadeia pequena, gerando um produto com propriedades físico-químicas similares ao diesel de petróleo e cuja aplicação em motores diesel não compromete o desempenho destes [MONTEIRO *et al.*, 2005], denominado biodiesel.

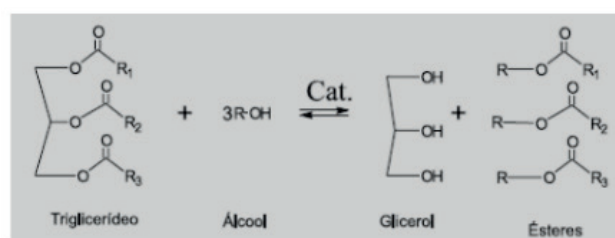


Figura 1: Reação de transesterificação

Fonte: Lima *et al.*, 2007.

Segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP), o biodiesel é um combustível composto de alquil ésteres de ácidos carboxílicos de cadeia longa, produzido a partir das reações de transesterificação e/ou esterificação de matérias graxas, de gorduras de origem vegetal ou animal, que atenda a especificação da própria agência reguladora. A fonte de gordura para o processo depende da disponibilidade na região e do preço, sendo no Brasil mais comum o emprego de plantas oleaginosas (milho, soja e algodão, por exemplo) e gordura de peixe e de boi [SILVA, 2011b].

Levando em conta o tipo de catalisador empregado, há, industrialmente, duas rotas possíveis: a rota homogênea e a rota heterogênea. Na rota homogênea, a mais empregada, o catalisador, geralmente o KOH ou NaOH, e os reagentes formam uma mistura homogênea, acarretando numa maior eficiência do catalisador. Em contrapartida, este tipo de catalisador requer que a matéria-prima fonte da gordura esteja dentro de rigorosas especificações de pureza, o que, junto com o demorado tempo para purificação do biodiesel final, eleva seu custo final [VIEIRA, 2011].

A rota heterogênea é caracterizada pelo catalisador e os reagentes formarem uma mistura heterogênea, o que facilita na separação entre catalisador e produto final, possibilitando a recuperação e reutilização daquele. Além disso, a possibilidade do emprego de reagentes com menores rigores de especificações acarreta na redução do custo final do biodiesel. Entre os catalisadores heterogêneos empregados estão as zeólitas, as argilas, as resinas de troca iônica e os óxidos de metais de transição [LISBOA, 2010].

As argilas são materiais naturais, terrosos, que apresentam plasticidade quando umedecidas em águas e grãos com diâmetro em torno de $2\ \mu\text{m}$ [CAVALCANTI *et al.*, 2010]. São formadas por argilominerais, que são minerais que conferem características específicas e são formados basicamente por silicatos de alumínio hidratados além de outros elementos químicos como ferro e magnésio [PEREIRA, 2008].

As argilas bentoníticas são formadas por argilominerais, principalmente do grupo das esmectitas, formados por sílica (SiO_2), alumina (Al_2O_3), feldspato, carbonatos e certa quantidade de água. Sua estrutura é formada por lamelas compostas por tetraedros e octaedros na proporção de 2:1 (Figura 2). Apresentam também cátions trocáveis, como Na^+ e Ca^{2+} , que conferem propriedades características das bentonitas, como inchar na presença de água. Outras características são: alta área específica, resistência térmica elevada e alta capacidade de adsorção [PAIVA *et al.*, 2008; SILVA, 2011a].

As argilas na forma natural não possuem propriedades catalíticas ativas, requerendo tratamentos químicos para melhorar suas propriedades. Dentre os tratamentos existentes, a ativação ácida e a impregnação com óxidos metálicos são muito empregados.

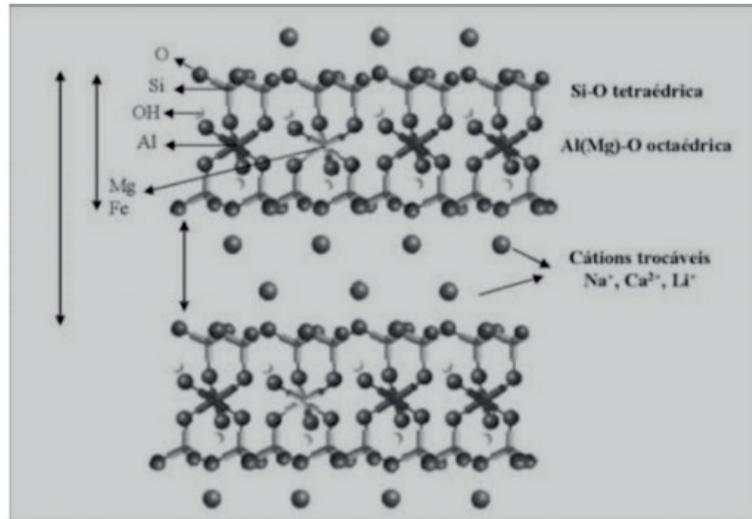


Figura 2: Estrutura das bentonitas.

Fonte: Paiva *et al.* [2008].

A ativação ácida funciona por meio da destruição parcial da estrutura da argila, o que aumenta sua área superficial e cria mesoporos, e da troca dos íons trocáveis presentes na argila por íons hidrônio (H_3O^+), acarretando no aumento da acidez da argila, promovendo uma melhor atuação desta como catalisador [GUERRA, 2006].

No caso do tratamento por impregnação de óxido metálico, a argila passa a funcionar como um suporte, cuja função se resume em permitir o contato entre os reagentes da reação e as fases ativas do catalisador, no caso, o óxido metálico [SILVA, 2011b].

O objetivo principal deste trabalho é analisar o emprego de uma argila bentonítica cálcica, após passar por tratamento de acidificação apenas (amostra A) e em conjunto com uma impregnação de MoO_3 (amostra B), como catalisador na reação de transesterificação para a obtenção de biodiesel.

2 | METODOLOGIA

Neste trabalho, foram empregadas duas amostras de argila bentonítica cálcica: a amostra A (argila tratada com ácido ou acidificada) e a amostra B (argila acidificada e impregnada com MoO_3). A Figura 3 ilustra as argilas estudadas.



Figura 3: Argilas estudadas: (a) amostra A e (b) amostra B.

A argila acidificada foi fornecida pela empresa Bentonisa – Bentonita do Nordeste S. A., sendo a metodologia do tratamento ácido não relatada. Já a impregnação da bentonita com óxido metálico foi realizada por meio de dispersão física, de acordo com a Figura 4, sendo dispersado cerca de 0,92 g de hepta-molibdato de amônio sobre 10,0 g de argila durante 30 minutos, seguido de calcinação a 550 °C durante 4 horas.



Figura 4: Esquema de impregnação da bentonita com MoO₃.

Fonte: Araújo *et al*, 2013b.

Para a síntese do biodiesel foram empregados o óleo de algodão (25 g) e o álcool etílico (16,07 g) como reagentes e, como catalisador, a argila (1,25 g). A reação ocorreu em autoclave, no interior de uma estufa, sem agitação e sob aquecimento de 200 °C durante 4 horas. Após este tempo, a autoclave foi resfriada a temperatura ambiente por 30 minutos, sendo, então, o produto obtido posto em balão de decantação e lavado com água destilada, a fim de separar o glicerol do biodiesel. Em seguida, o biodiesel foi aquecido a 100 °C, em estufa, por 1 hora, armazenado e encaminhado para análise.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas de difração de raios X das amostras A e B estão ilustradas na Figura 5.

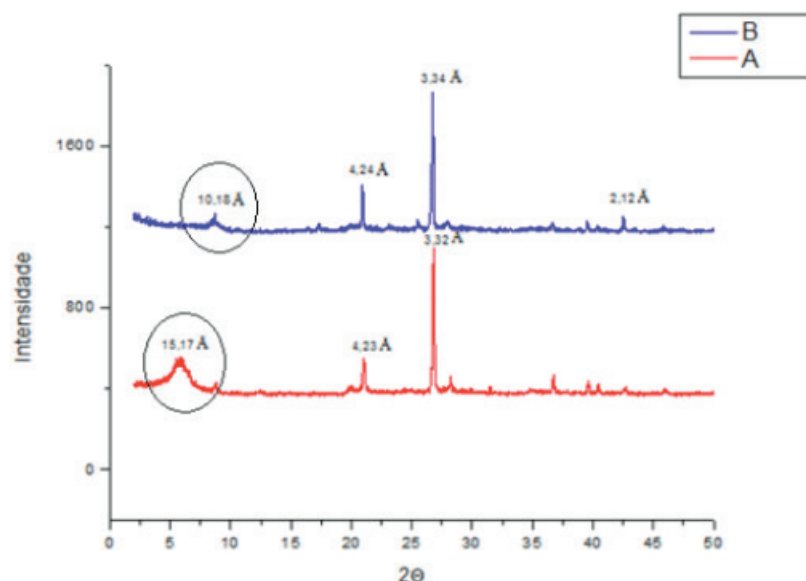


Figura 5: Curvas de difração de raios X das amostras A e B.

De acordo com a Figura 5, percebeu-se a ocorrência da redução do espaçamento basal d_{001} da argila que passou pelo processo de impregnação (B) quando em comparação com a amostra apenas acidificada (A), de 15,17 Å para 10,18 Å, assim como o deslocamento do pico relacionado com a montmorilonita, sendo estes fatos devidos, segundo Araújo *et al.* [2013b], ao tratamento térmico empregado na etapa final do processo de impregnação e ao processo de dispersão física, respectivamente. A efetividade da impregnação pode ser percebida através do pico característico do MoO_3 , próximo a $2\theta = 45^\circ$ e de intensidade igual a 2,12 Å, na curva da amostra B.

Segundo Pereira [2008], a ocorrência, em ambas as amostras, de picos na região de $2\theta = 20^\circ$ com intensidade de 4,2 Å está relacionada com a presença de argilominerais esmectíticos, característicos de bentonitas. Ainda segundo este autor, o pico na região de $2\theta = 27^\circ$ com intensidade de 3 Å é relacionado com a presença de quartzo na amostra.

Os resultados da análise qualitativa da composição química das amostras de argila estudadas estão apresentados na Tabela 1.

	A	B
SiO₂ (%)	65,308	62,253
Al₂O₃ (%)	13,886	13,420
Fe₂O₃ (%)	8,280	8,746
MoO₃ (%)	-	10,561
Outros (%)	12,526	5,020

Tabela 1: Análise qualitativa da composição química das amostras A e B.

Através dos dados presentes na Tabela 1, verificou-se a efetividade da impregnação da argila acidificada com o trióxido de molibdênio, ratificando, deste modo, os resultados obtidos através das curvas de difração de raios X, visto sua presença na composição química da amostra B. Além disso, foi possível perceber que o processo de impregnação não alterou significativamente os valores percentuais dos compostos básicos da amostra A (SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3).

Os resultados da cromatografia gasosa dos biodieseis obtidos estão apresentados na Tabela 2. Com o intuito de verificar a efetividade da ação catalítica das argilas estudadas, foi produzida uma amostra de biodiesel sem o emprego de catalisador, denominada aqui de amostra em branco.

Catalisador + Óleo de algodão	Conversão (%)
Branco	11,78
Amostra A	34,50
Amostra B	53,11

Tabela 2: Conversão do óleo de algodão em biodiesel.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 2, foi possível verificar a efetividade da ação catalítica das argilas empregadas neste estudo, visto que promoveram aumento na conversão do óleo de algodão em biodiesel (de 11,78%, para a amostra em branco, para 34,50 % e 53,11 %, para a amostra A e para a amostra B, respectivamente).

O aumento na taxa de conversão após a impregnação da amostra com o MoO_3 indica que a combinação de tratamentos químicos para a obtenção de catalisadores a serem empregados na produção de biodiesel mostra-se eficaz [ARAÚJO *et al.*, 2013a].

4 | CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste estudo, pode-se verificar a possibilidade do emprego da argila bentonítica cálcica como catalisador, assim como suporte, na obtenção de biodiesel via reação de transesterificação, devendo, porém, atentar para o fato de que a taxa de conversão do óleo de algodão em éster é dependente do tratamento químico aplicado à argila. Foi possível verificar que a combinação de tratamentos ácidos e de impregnação metálica promoveu melhor resultado quando em comparação com a adoção apenas do tratamento ácido.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. P.; LIMA, E. G.; CUTRIM, A. A. **Aplicação da argila verde lodo natural e impregnada com MoO_3 visando a obtenção de biodiesel através da transesterificação do óleo de soja.** In: Anais do 7º PDPETRO – Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás. Aracaju – SE, 2013a.

ARAÚJO, R. P.; BARROS, R. G.; SOUZA, A. S.; LIMA, E. G.; CUTRIM, A. A. **Aplicação da argila verde lodo acidificada e verde lodo acidificada e impregnada com MoO_3 visando a obtenção de biodiesel via transesterificação do óleo de soja.** In: Anais do 57º Congresso Brasileiro de Cerâmica. Natal –RN, 2013b.

CAMACHO, L.; CARVALHO, L. G.; BRITTO, P. P.; SANTOS, R. T. P.; ARANDA, D. A. G. **Efeito da natureza e concentração de ácidos homogêneos na esterificação de ácidos graxos.** In: Anais do 3º PDPETRO – Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás. Salvador – BA, 2005.

CAVALCANTI, J. V. F. L.; MOTTA, M. da; ABREU, C. A. M.; BARAÚNA, O. S.; PORTELA, L. A. P. **Utilização de argilas esmectíticas do nordeste do Brasil para preparação de um adsorvente organofílico.** Cerâmica, Vol. 56, p. 168-178, 2010.

FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. S.; SCABIO, A. **Biodiesel de soja – taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia.** Química Nova, Vol. 28, No. 1, 19-23, 2005.

GUERRA, S. R. **Síntese, caracterização e desempenho de argilas pilarizadas com zircônio na alquilação de benzeno com olefinas.** 2006, 150 p. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Rio de Janeiro – RJ.

LIMA, J. R. O.; SILVA, R. B.; SILVA, C. C. M.; SANTOS, L. S. S.; SANTOS JÚNIOR, J. R.; MOURA, E.

M.; MOURA, C. V. R. **Biodiesel de babaçu (*Orbignya sp.*) obtido por via etanólica**. Química Nova, Vol. 30, No. 3, p. 600-603, 2007.

LISBOA, F. S. **Lauratos de metais como catalisadores para a esterificação (m)etilica do ácido láurico: perspectivas de aplicação na produção de biodiesel**. 2010, 86 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Materiais. Curitiba – PR.

PAIVA, L. B.; MORALES, A. R.; DÍAS, F. R. V. **Argilas organofílicas: características, metodologias de preparação, compostos de intercalação e técnicas de caracterização**. Cerâmica, Vol. 54, p. 213-226, 2008.

PEREIRA, K. R. O. **Estudo, em escala de laboratório, do uso de argilas do tipo bofe na obtenção de argilas organofílicas e ativadas**. 2008, 139p. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Programa de Pós Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais. São Paulo – SP.

SILVA, A. A. **Contribuição ao estudo das bentonitas do município de Boa Vista Estado da Paraíba**. 2011a, 282 p. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Programa de Pós Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais. São Paulo – SP.

SILVA, A. S. **Avaliação de catalisadores de NiO e MoO₃, suportados em MCM-41, na obtenção de biodiesel de óleo de algodão**. 2011b, 142 p. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos. Campina Grande – PB.

TORRES, E. A.; SANTOS, D. C.; SOUZA, D. V. D.; PEIXOTO, L. B.; FRANÇA, T. **Ensaio de motores estacionários do ciclo diesel utilizando óleo diesel e biodiesel (B100)**. In: Anais do 6º Encontro de Energia no Meio Rural. Campinas – SP, 2006.

VIEIRA, S. S. **Produção de biodiesel via esterificação de ácidos graxos livres utilizando catalisadores heterogêneos ácidos**. 2011, 117 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-Graduação em Agroquímica. Lavras – MG.

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

