

Estudos Transdisciplinares nas Engenharias

João Dallamuta
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2019

João Dallamuta

(Organizador)

Estudos Transdisciplinares nas Engenharias

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de
Oliveira Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale 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
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
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	Estudos transdisciplinares nas engenharias [recurso eletrônico] / Organizador João Dallamuta. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Transdisciplinares nas Engenharias; v. 1) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-355-2 DOI 10.22533/at.ed.552193005 1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Transdisciplinaridade. I. Dallamuta, João. II. Série. CDD 620
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná - Brasil

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Caro(a) leitor(a)

Nesta obra temos um compendio de pesquisas realizadas por alunos e professores atuantes em ciências exatas, engenharia e tecnologia. São apresentados trabalhos teóricos e vários resultados práticos de diferentes formas de aplicação e abordagens de simulação, projetos e caracterização no âmbito da engenharia e aplicação de tecnologia.

Tecnologia e pesquisa de base são os pilares do desenvolvimento tecnológico e da inovação. Uma visão ampla destes temas é portanda fundamental. É esta amplitude de áreas e temas que procuramos reunir neste livro.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Optamos pela divisão da obra em dois volumes, como forma de organização e praticidade a você leitor. Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DO BIOGÁS	
Carla Caroline Carvalho Poças	
Arlison Darlison Lima Leal	
Aroldo José Teixeira de Souza Filho	
João Areis Ferreira Barbosa Junior	
DOI 10.22533/at.ed.5521930051	
CAPÍTULO 2	6
ANÁLISE DO COMPORTAMENTO FÍSICO-QUÍMICO DE ROCHAS CARBONÁTICAS QUANDO SUBMETIDAS A INJEÇÃO DE CO ₂ SUPERCRÍTICO	
Deodório Barbosa de Souza	
Katia Botelho Torres Galindo	
Analice França Lima Amorim	
Cecília Maria Mota Silva Lins	
Leonardo José do Nascimento Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.5521930052	
CAPÍTULO 3	17
ANÁLISE E CARACTERIZAÇÃO DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE PROVENIENTE DO PROCESSO DE RECICLAGEM MECÂNICA E DO POLIESTIRENO PROVENIENTE DA DEGASAGEM DO POLIESTIRENO EXPANDIDO	
Fabiula Danielli Bastos de Sousa	
Thiago Czermainski Gonçalves Alves	
Matheus Alves Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.5521930053	
CAPÍTULO 4	31
ASSOCIAÇÃO DA FILTRAÇÃO DIRETA E USO DE COAGULANTES NATURAIS E QUÍMICOS NO TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO	
Edilaine Regina Pereira	
Dandley Vizibelli	
Thaís Ribeiro	
Fellipe Jhordã Ladeia Janz	
José Euclides Stipp Paterniani	
DOI 10.22533/at.ed.5521930054	
CAPÍTULO 5	38
AUTOMATIZAÇÃO DE BRAÇO ROBÓTICO PARA COLETA EM CORPOS HÍDRICOS COM CONTAMINANTES NOCIVOS A SAÚDE HUMANA	
Louise Aimeé Reis Guimarães	
Jussiléa Gurjão de Figueiredo	
Ylan Dahan Benoliel Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5521930055	

CAPÍTULO 6 47

AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA ESTRUTURAL DE PÓRTICOS PLANOS DE AÇO PROJETADOS COM ANÁLISE AVANÇADA

Danilo Luiz Santana Mapa
Marcílio Sousa da Rocha Freitas
Ricardo Azoubel da Mota Silveira

DOI 10.22533/at.ed.5521930056

CAPÍTULO 7 62

AVALIAÇÃO DA VAZÃO DE ASPERSORES SUBMETIDOS A DIFERENTES PRESSÕES

Anderson Crestani Pereira
Adroaldo Dias Robaina
Marcia Xavier Peiter
Bruna Dalcin Pimenta
Jardel Henrique Kirchner
Wellington Mezzomo
Marcos Vinicius Loregian
Jhosefe Bruning
Luis Humberto Bahú Ben

DOI 10.22533/at.ed.5521930057

CAPÍTULO 8 70

AVALIAÇÃO DO BINÔMIO TEMPO-TEMPERATURA DE REFEIÇÕES SERVIDAS EM RESTAURANTES *SELF-SERVICE* DE PICOS-PI

Nara Vanessa dos Anjos Barros
Mateus da Conceição Araújo
Adolfo Pinheiro de Oliveira
Iraildo Francisco Soares
Ennya Cristina Pereira dos Santos Duarte
Rodrigo Barbosa Monteiro Cavalcante

DOI 10.22533/at.ed.5521930058

CAPÍTULO 9 77

AVALIAÇÃO DO EFEITO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS NA ESTABILIDADE OXIDATIVA DO BIODIESEL

Ingrid Rocha Teixeira
Jander Teixeira Peneluc
Matheus Andrade Almeida
Selmo Queiroz Almeida

DOI 10.22533/at.ed.5521930059

CAPÍTULO 10 86

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE SEVERIDADE DE SECA DE PALMER (PDSI) PARA O MUNICÍPIO DE CRUZ ALTA/RS

Suélen Cristiane Riemer da Silveira
Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra
Rita de Cássia Fraga Damé
Marcia Aparecida Simonete
Emanuele Baifus Manke
Maria Clotilde Carré Chagas Neta
Henrique Michaelis Bergmann

DOI 10.22533/at.ed.55219300510

CAPÍTULO 11 93

AVALIAÇÃO DO SUCO MISTO DE ACEROLA COM MANJERICÃO

Michele Alves de Lima
Elynne Kryslen do Carmo Barros
Clélia de Moura Fé Campos
Marilene Magalhães de Brito
Maria Márcia Dantas de Sousa
Karine Aleixes Barbosa de Oliveira
Thamires Mendonça de Carvalho
Robson Alves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.55219300511

CAPÍTULO 12 102

COLORIMETRIA APLICADA A ESPÉCIES FLORESTAIS EM MATO GROSSO

Edilene Silva Ribeiro
Joaquim Carlos Gonzalez
William Cardoso Lima
Luzia Elaine Domingues Pimenta Vargas
Roberta Santos Souza

DOI 10.22533/at.ed.55219300512

CAPÍTULO 13 114

COMPORTAMENTO DA ALFACE COM DISTINTAS DOSAGENS DE ESTERCO CAPRINO EM DIFERENTES REGIÕES

Thaís Rayane Gomes da Silva
Marcelo Rodrigues Barbosa Júnior
Cinara Bernardo da Silva
Luan Wamberg dos Santos
Márcio Aurélio Lins dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.55219300513

CAPÍTULO 14 122

COMPORTAMENTO DA ALTURA DO CACAUEIRO SOB DIFERENTES QUANTIDADES DE ÁGUA E NITROGÊNIO

Roger Luiz Da Silva Almeida
Roger Luiz Da Silva Almeida Filho
Gustavo Victor De Melo Araújo Almeida

DOI 10.22533/at.ed.55219300514

CAPÍTULO 15 127

CORRELAÇÕES ENTRE AS TEORIAS DE EULER-BERNOULLI E DE SHI-VOYIADJIS PARA VIGAS: UMA ABORDAGEM TEÓRICA E NUMÉRICA

Hilton Marques Souza Santana
Fabio Carlos da Rocha

DOI 10.22533/at.ed.55219300515

CAPÍTULO 16	144
EFICIÊNCIA DOS PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS NA REDUÇÃO DA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)	
Júlia Buffon Laura Cerezolli De Carli Gabriela Madella Kranz Maria Luiza Danielli Zanandréa Murilo Cesar Costelli	
DOI 10.22533/at.ed.55219300516	
CAPÍTULO 17	151
ESTUDO DA REAÇÃO DE ELETRO-OXIDAÇÃO DE GLICEROL EM MEIO ALCALINO	
Micaeli Caldas Gloria Elson Almeida de Souza Paulo José de Sousa Maia	
DOI 10.22533/at.ed.55219300517	
CAPÍTULO 18	167
ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICO ECONÔMICA DO BIOGÁS DA SUINOCULTURA PARA A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
Arilson Darlison Lima Leal Carla Caroline Carvalho Poças Aroldo José Teixeira de Souza Filho João Areis Ferreira Barbosa Junior	
DOI 10.22533/at.ed.55219300518	
SOBRE O ORGANIZADOR	172

AVALIAÇÃO DO EFEITO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS NA ESTABILIDADE OXIDATIVA DO BIODIESEL

Ingrid Rocha Teixeira

Universidade Salvador, Escola de Arquitetura,
Engenharia e TI.
Salvador – Bahia

Jander Teixeira Peneluc

Universidade Salvador, Escola de Arquitetura,
Engenharia e TI.
Salvador - Bahia

Matheus Andrade Almeida

Universidade Salvador, Escola de Arquitetura,
Engenharia e TI.
Salvador - Bahia

Selmo Queiroz Almeida

Universidade Salvador, Escola de Arquitetura,
Engenharia e TI.
Salvador - Bahia

RESUMO: O uso do biodiesel como combustível torna-se problemático, devido à sua baixa estabilidade oxidativa. A oxidação ocorre durante sua estocagem em contato com o oxigênio ou quando submetido a altas temperaturas nas condições de operação do motor. Tais reações podem ocasionar a formação de espécies insolúveis, poliméricas, e, conseqüentemente, entupir linhas e bombas de combustíveis. Uma alternativa para inibir ou retardar essa degradação, é a adição de antioxidantes naturais. Dentre as fontes naturais, o extrato da casca da laranja, hortelã

e da película de amendoim têm se destacado por terem em suas composições uma elevada quantidade de compostos fenólicos, os quais são responsáveis pela ação antioxidante. Baseado nisso, o objetivo do presente trabalho é avaliar o efeito destes antioxidantes naturais na estabilidade oxidativa do biodiesel 80/20 % (m/m) Soja/Sebo, através da técnica de oxidação acelerada no equipamento Rancimat. Os experimentos realizados evidenciaram que todos antioxidantes utilizados elevaram a estabilidade oxidativa do biodiesel, sendo o extrato da película de amendoim o aditivo que apresentou o maior efeito, elevando em mais de 60% o tempo médio de indução do blend de estudo, para todas as concentrações testadas.

PALAVRAS-CHAVE: Antioxidante, Biodiesel, Estabilidade oxidativa.

1 | INTRODUÇÃO

O constante aumento na demanda por fontes de energia e o esgotamento das reservas de petróleo de fácil extração, têm motivado a diversificação da matriz energética mundial e elevado à busca por tecnologias que permitam a utilização de energias renováveis (WILSON, 2006). Neste cenário, o biodiesel apresenta-se como um biocombustível que vem se destacando na produção mundial. Industrialmente é obtido

pela reação de transesterificação, que consiste na reação química de triglicerídeos presentes nos óleos e gordura animal, com um álcool primário na presença de um catalisador, sendo o glicerol um subproduto desta reação.

No contexto energético mundial, o biodiesel destaca-se por ser uma das fontes alternativas ao diesel fóssil. A substituição do diesel por este biocombustível é ambientalmente favorável, uma vez que, o biodiesel é praticamente livre de enxofre e compostos aromáticos, biodegradável, não tóxico, além de apresentar uma maior lubricidade, maior ponto de fulgor e menor emissão de poluentes na atmosfera (KNOTHE, GERPEN e KRAHL, 2005). No entanto, uma das principais desvantagens do biodiesel em relação ao diesel, diz respeito a sua maior suscetibilidade à degradação oxidativa, atribuída principalmente a diferenças na composição química das oleaginosas (BOUAID, MARTINEZ e ARACIL, 2007).

Um dos principais mecanismos de oxidação do biodiesel é a auto-oxidação, que ocorre quando o oxigênio atmosférico encontra os sítios reativos das moléculas dos ácidos de ésteres graxos (KARAVALAKIS et al., 2010). Esta reação radicalar ocorre, preferencialmente, nas insaturações dos ésteres, e acontece em cadeia, sendo comumente dividida em três etapas: iniciação, propagação e terminação (ARAÚJO, 2004). Este mecanismo está representado na Imagem 1.

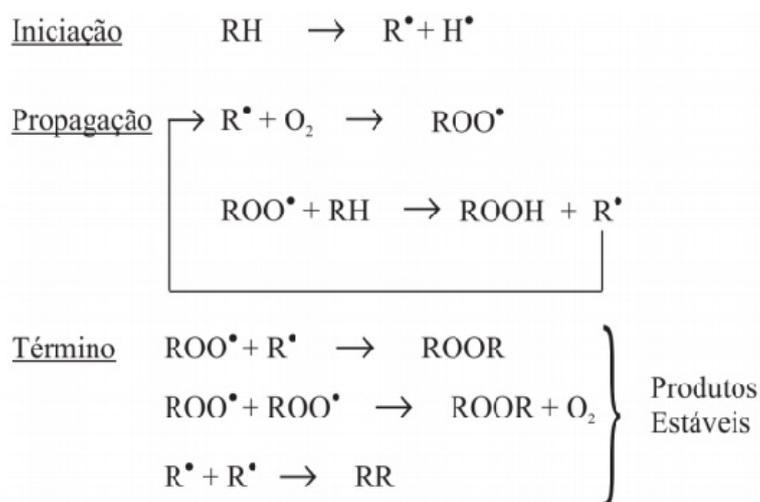


Imagem 1: Mecanismo de auto-oxidação do biodiesel.

Fonte: RAMALHO, 2006.

Na primeira etapa (iniciação) o radical livre, espécie química altamente reativa e instável, é formado através da abstração de um hidrogênio da molécula do éster de ácido graxo. O oxigênio, se presente, reage com esses radicais de forma extremamente rápida produzindo os radicais peróxidos, os quais são capazes de abstrair novos átomos de hidrogênio de outras cadeias de ésteres graxos, a fim de produzir hidroperóxidos e novos radicais livres, que podem reagir com o oxigênio, tornando esta etapa auto catalítica (fase de propagação). Por fim, a última etapa do processo, ocorre com a interação de duas espécies radicalares formando uma espécie

não radicalar (ARAÚJO, 2004).

Os produtos finais do processo oxidativo são derivados da decomposição dos hidroperóxidos, que geram aldeídos, cetonas, ácidos, ésteres, alcoóis e hidrocarbonetos de cadeias curtas. Sendo que, a presença de alcoóis acarreta diminuição do ponto de fulgor do biodiesel, tornando a mistura mais perigosa de manusear, enquanto a presença de ácidos aumenta a acidez total e o risco de corrosão (XIN; SAKA, 2010). Além disso, reações poliméricas também podem ocorrer, levando a produtos de maior massa molecular e, eventualmente, elevando a viscosidade do combustível (WAYNICK, 2005).

Em virtude do exposto, a estabilidade oxidativa apresenta-se como um parâmetro de qualidade extremamente importante para a comercialização deste biocombustível. Sendo assim, o estudo de aditivos que possam inibir ou retardar essas reações indesejáveis torna-se promissor. O uso de antioxidantes naturais como aditivo mostrou-se satisfatório quando comparado aos sintéticos, devido a não toxicidade e baixo custo. A atividade antioxidante dos aditivos, deve-se principalmente às propriedades redutoras e estrutura química dos compostos fenólicos presente em sua composição (SOUZA et al., 2007). Estes compostos permitem a doação do hidrogênio fenólico a um radical livre, regenerando-o e interrompendo deste modo o mecanismo de oxidação. Assim sendo, os compostos fenólicos transformam-se em radicais livres, os quais são estabilizados por ressonância (RAMALHO; JORGE, 2006).

Dentre os antioxidantes naturais ricos em compostos fenólicos, destaca-se a casca da laranja. A maioria dos antioxidantes presentes em citros, como a laranja, são vitamina C e polifenóis, especialmente flavonoides polimetoxilados, caratenóides, terpenóides, como o limoneno e linalol (BERMEJO et al., 2011). Em virtude do seu alto poder redutor, o ácido ascórbico, oferece proteção contra as reações oxidativas, enquanto, os polifenóis apresentam função de estabilizar os radicais livres (KLIMCKAC et al., 2007; JAYAPRAKASHA; PATIL, 2007).

Outra importante fonte de compostos fenólicos, é a película do amendoim, um resíduo que atualmente não possui aplicações, tendo como destino a queima para geração de energia ou o tratamento de rejeitos. Estudos realizados por Bergamaschi (2010) identificou que os principais compostos fenólicos presentes no extrato etanólico da película do amendoim são a epicatequina (28,5 %) e ácido p-cumárico (13,47%). A atividade antioxidante da película de amendoim já foi relatada em alguns estudos. O'keefe e Wang (2006) evidenciaram que o extrato da película em concentrações superiores a 200ppm estendeu a vida útil e elevou a estabilidade oxidativa da carne moída bovina refrigerada. Bem como, testes conduzidos em Rancimat por Camargo (2012) comprovaram a eficiência antioxidante da película retardando a oxidação do óleo de soja.

A hortelã é uma das espécies mais populares de óleos essenciais, com diversas aplicações nas indústrias de alimentos, cosmética e farmacêutica (COSTA et al., 2012). O óleo essencial desta planta é composto por mentol, mentona, mentofurona, pineno,

limoneno, cânfora, flavonóides, apigenina, luteína, betaína, heterosídeos e ácidos orgânicos (Vaz; Jorge, 2005). Segundo Almeida et al. (2012) a atividade antioxidante (DPPH) e os compostos fenólicos (CG-MS) presente nos extratos de hortelã foram obtidas por extração soxhlet utilizando etanol como solvente. Além disso, estudos realizados por Feldmann et al. (2008) evidencia a hortelã como uma das espécies que contêm alto teor de compostos fenólicos, dentre as diferentes plantas que foram avaliadas.

Vários estudos têm demonstrado que os extratos naturais possuem um elevado poder antioxidante. Sendo assim, tendo em vista que de acordo com a ANP (2016), o biodiesel comercializado no país tem como principal matéria prima o óleo de soja e o sebo bovino, o objetivo do presente trabalho é verificar como a adição destes extratos influenciam na estabilidade oxidativa, do biodiesel de composição semelhante ao que é comercializado, com blend 80/20% (m/m) Soja/Sebo, utilizando a técnica de oxidação acelerada no equipamento Rancimat.

2 | METODOLOGIA

2.1 BIODIESEL

O biodiesel de estudo é sintetizado a partir de uma mistura de óleo de soja comercial da marca Soya e sebo bovino, cedido pela empresa Frimasa, na proporção de 80/20% (m/m) Soja/Sebo, utilizando como álcool primário o metanol (Química Moderna), na razão molar óleo/álcool 1:6, e como catalisador o KOH (Dinâmica), 2,35% m/m. Inicialmente, a mistura soja e sebo é exposta ao aquecimento até se tornar uma solução homogênea. Em seguida a solução é misturada ao metóxido de potássio, previamente preparado, por um tempo reacional de 30 minutos, temperatura de 60°C, sob agitação constante. Ao término dessa reação, a mistura é posta para decantar em funil de vidro, até que ocorra a completa separação entre o biodiesel, produto desejado, e a glicerina, subproduto. Após a separação, a glicerina é removida e o biodiesel é purificado com uma solução de cloreto de amônio (Merck), 5% (m/v), a fim de retirar as impurezas do meio e ajustar o pH em uma faixa de 7 a 8. Por fim, o biodiesel sintetizado é encaminhado para a etapa de secagem, onde se objetiva retirar o excesso de água proveniente da solução utilizada na purificação. Nesta etapa, o biodiesel é aquecido a uma temperatura de 110°C, durante um tempo médio de 20 a 30 minutos, sendo posteriormente resfriado a temperatura ambiente e armazenado em vidro de âmbar.

2.2 EXTRAÇÃO DE ADITIVOS

Os aditivos naturais utilizados no presente trabalho são a película do amendoim, cedida pela empresa Coplana, folhas de hortelã e casca de laranja, ambos adquiridos comercialmente. Inicialmente cada aditivo foi posto em um cartucho, o qual foi

tampado com algodão e colocado em extratores Soxhlet (Fisatom). Em seguida, são adicionados cerca de 200 mL de etanol PA (Química Moderna) em um balão de fundo chato, o qual foi aquecido até sua evaporação. O vapor do solvente, etanol, ao chegar ao condensador retorna a sua fase líquida e entra em contato com o cartucho, solubilizando os compostos de interesses dos respectivos aditivos. Esse processo se repete até uma quantidade considerada seja extraída, sendo a cor do solvente um indicativo do mesmo.

Após o processo descrito acima, a solução é encaminhada para a etapa de secagem, com o intuito de separar solvente e aditivo. Para este processo, utilizou-se um rotaevaporador (Fisatom), com um banho de aquecimento a 80°C, sob rotação constante e auxílio de uma bomba a vácuo. Quando o solvente vaporiza, ele entra em contanto com um condensador, se liquefaz e é recuperado, enquanto o extrato do aditivo é removido e armazenado.

2.3 ADITIVAÇÃO DO BIODIESEL

Nessa fase o aditivo extraído é adicionado ao biodiesel em porcentagem mássica. Após a massa de biodiesel ser pesada a quantidade de aditivo a ser adicionada é determinada através da proporção especificada, sendo esta inicialmente 1% e ao final da pesquisa 0,05 %. Em seguida, a mistura é levada a aquecimento, sob agitação constante, numa temperatura ente 90-100°C, por um tempo médio de 20 minutos.

2.4 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE OXIDATIVA

O estudo da estabilidade oxidativa é realizado no equipamento Rancimat, do fabricante Metrohm, e baseia-se na detecção de produtos voláteis de oxidação, seguindo a norma EN 14112. Esta norma é uma padronização da metodologia empregada para avaliar a estabilidade oxidativa e define inclusive a metodologia de cálculo para determinação do tempo de indução. No método empregado, 3 gramas da amostra são envelhecidas a 110°C, com um fluxo de ar de 10 L/min. O aumento acelerado da taxa de oxidação é medido pela elevação da condutividade na água Milli-Q, sendo um indicativo da decomposição dos ésteres de ácidos graxos e pela formação de voláteis solúveis em água (KNOTHE; GERPER; KRAHL, 2005). Tais compostos foram expressos através de uma curva de condutividade elétrica versus o tempo, na qual o período de indução ou estabilidade à oxidação pode ser calculado pela intersecção de duas linhas: a tangente de inclinação e a outra tangente nivelada à curva.

O resultado desta análise é apresentado como período ou tempo de indução, ao qual representa o tempo necessário para a amostra atingir 200 μ S de condutividade. Atualmente, a Resolução n° 45/2014 da ANP preconiza um período de indução mínimo de 8 horas para o biodiesel à temperatura de 110°C. Sendo assim, quanto maior for o tempo de indução mais resistente o biodiesel é aos processos oxidativos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de biodiesel puro (BP) e aditivado com os extratos da casca da laranja (BL), hortelã (BH) e película de amendoim (BA), foram submetidas ao ensaio previsto na norma EN 14112 e estão representadas no Gráfico 1. As análises foram realizadas em triplicata e as concentrações dos aditivos utilizadas nos ensaios foram de 1% (m/m).

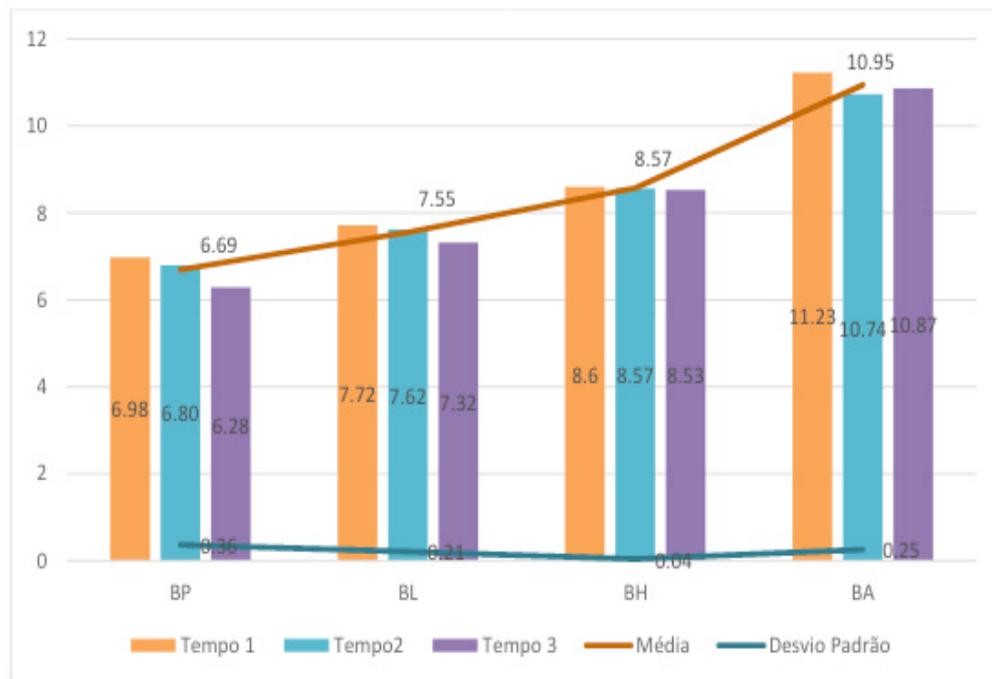


Gráfico 1. Tempo de indução do biodiesel puro e aditivado com 1% (m/m).

No que se refere ao estudo da estabilidade oxidativa, os resultados do Rancimat contidos no Gráfico 1, explicitam como 6,69 horas o tempo de indução médio do biodiesel puro, que por sua vez, não atingiu o limite mínimo de 8 horas que a ANP, órgão que regulamenta a qualidade dos combustíveis no país, exige para a comercialização deste biocombustível. As amostras de biodiesel que foram aditivadas com os extratos da casca de laranja, hortelã e película do amendoim, obtiveram respectivamente 7,55, 8,57 e 10,95 horas de tempo médio de indução.

Diante de todas as amostras aditivadas e testadas na primeira etapa desta pesquisa, verifica-se que, para a concentração utilizada, a casca da laranja não foi eficaz em estabilizar o biodiesel de estudo, tendo um aumento do tempo de indução de apenas 13,43 %. Enquanto, os extratos de hortelã e da película do amendoim elevaram o tempo de indução em 28,36 % e 63,38 % respectivamente, quando comparado ao biodiesel puro, sendo que ambos os aditivos conseguiram atender a especificação mínima da estabilidade oxidativa exigida pela ANP.

Em virtude do exposto, verifica-se que a película de amendoim foi o aditivo que mais elevou o tempo de indução do *blend* de estudo. Sendo assim, visando analisar o desempenho deste aditivo, a segunda etapa desta pesquisa buscou avaliar o efeito

que a variação da concentração acarreta na estabilidade oxidativa. A concentração de aditivo inicialmente utilizada foi de 1% (m/m), no entanto, a fim de diminuir a quantidade de extrato, com o intuito de tornar o processo mais viável economicamente, a proposta foi reduzir a concentração. No Gráfico 2 estão presentes os resultados das novas análises realizadas no Rancimat para adição de 0,1% e 0,05% da película de amendoim no biodiesel de estudo.

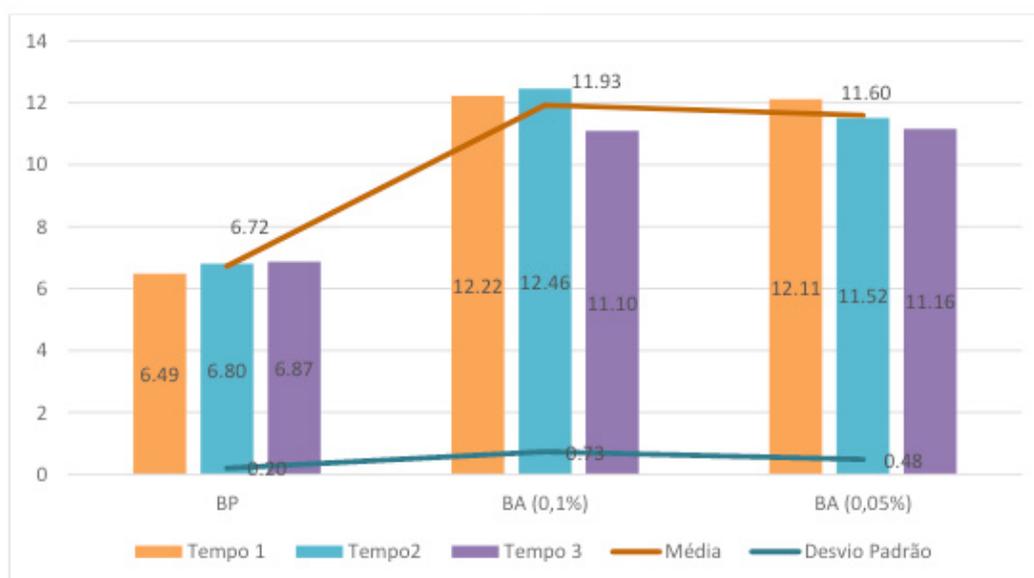


Gráfico 2: Tempo de indução do biodiesel puro e aditivado com película de amendoim 0,05% (m/m)

Nos dados apresentados no Gráfico 2, verifica-se que o tempo de indução do biodiesel de estudo para as concentrações de 0,1% e 0,05% são de 11,93 e 11,60 horas respectivamente. Dessa forma, levando em consideração o desvio padrão das análises, verifica-se que a variação de concentração utilizada não altera de forma significativa o tempo de indução, logo o menor valor passou a ser adotado como objeto de estudo para análises futuras. Ademais, de acordo com o Gráfico 2, para esta nova batelada, o biodiesel puro obteve um tempo de indução médio de 6,87 horas, sendo que a adição da película de amendoim, na concentração escolhida de 0,05 %, elevou esse tempo em 68,85% .

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os aditivos examinados nesta pesquisa, para concentração 1% (m/m), o extrato da película de amendoim é o que apresenta melhor resultado na estabilização do biodiesel 80/20% (m/m) Soja/Sebo, elevando o período de indução do blend de estudo em 63,85 %. Além disso, verificou-se que a casca da laranja não demonstração antioxidante relevante para este biocombustível, já o extrato de hortelã apesar de exibir efeito antioxidante significativo, este é inferior quando comparado a película e amendoim.

As análises realizadas com a adição da película de amendoim nas concentrações de 1%, 0,1% e 0,05% (m/m), mostram que estas variações de concentrações não alteram de forma relevante a estabilidade oxidativa do blend de estudo, sendo a de 0,05% selecionada para análises futuras. Desta maneira, torna-se possível reduzir em vinte vezes a quantidade de aditivo necessária para aditar o biodiesel 80/20% (m/m) Soja/Sebo, obtendo resultados semelhantes e reduzindo custos de operação.

Em virtude do exposto, verifica-se que os resultados encontrados estão de acordo com Vilela (2014), o qual sugere que a adição de antioxidantes eleva o tempo de indução do biodiesel a períodos acima do estabelecido pela ANP, aumentando o seu tempo de estocagem e favorecendo a comercialização deste produto.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FAPESB pelo apoio financeiro, a Coplana por ceder a película de amendoim, a UFBA e ao IBTR por fornecer os equipamentos, e a UNIFACS por disponibilizar o uso dos laboratórios para a realização da presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (Brasil). Resolução nº 45, de 25 de agosto de 2014. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de agosto de 2014. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=274064>>. Acesso em: 10 fev. 2019.

ALMEIDA, P., P.; **Extração de óleo essencial de Hortelã (*Mentha spicata* L.) com misturas de Solventes a alta pressão**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Clara, Florianópolis, 2006.

ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), **Boletim mensal do biodiesel**, Brasília, DF, setembro 2016. Disponível em <http://www.anp.gov.br/wwwanp/images/publicacoes/boletinsanp/Boletim_Mensal_do_Biodiesel/Boletim_Biodiesel_SETEMBRO_2016_FVP.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2019.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: teoria e prática**. 3ª Ed. Viçosa: UFV, 2004. 478 p.

BERGAMASCHI, K. B. **Capacidade antioxidante e composição química de resíduos vegetais visando seu aproveitamento**. 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

Botrel, P. P.; Bertolucci, S. K. V.; Pinto, J. E. B. P.; Ferraz, V.; Figueiredo, F. C.; Corrêa, R.M. Composição química do óleo essencial de hortelã do campo (*Hyptis marruboides*) em função da sazonalidade. IV **Simpósio Brasileiro De Óleos Essenciais**. Fortaleza, nov, 2007.

BOUAID, A; MARTINEZ, M; ARACIL, J. Long storage stability of biodiesel from vegetable and used frying oils. **Fuel**, v.86, p. 2596-2602, 2007.

CAMARGO, A. C. **Efeitos físico-químicos da radiação gama no amendoim e a utilização da sua película como antioxidante natural**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

EM 14112, **Determination of oxidation stability (accelerated oxidation test). European Committee for Standardization.** Berlin, 2003.

JAYAPRAKASHA, G. K; PATIL, B. S. In vitro evaluation the antioxidante activities in frui extracts from citron and blood Orange. **Food Chemistry**, v. 101, n.1, p.410-418,2007.

KARAVALAKIS, G.; STOURNAS, S.; KARONIS, D. Evaluation of the Oxidation Stability of Diesel/ Biodiesel Blends. **Fuel**, 89:2483-2489, 2010.

KLIMCZAK, I. et al. Effect of storage on the contente of polyphenols, vitamin C and antioxidante activity of Orange juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 3-4, p.313-322, 2007.

KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J. The biodiesel handbook. Illinois: **AOCS Press**, 286 p. 2005.

O'KEEFE, S. F., WANG, H. Effects of peanut skin extract on quality and storage stability of beef products. **Meat Science**, Barking, v. 73, n. 2, p.278-286, 2006.

RAMALHO, V. C., JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006

SOUZA, C., M., M.; SILVA, H., R.; VIEIRA, G., M., Jr.; AYRES, M., C., C.; COSTA, C., L., S.; ARAÚJO, D., S.; CAVALCANTE, L., C., D.; BARROS, D., S.; ARAÚJO, P., B., M.; BRANDÃO, M., S.; CHAVES, M., H.; Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**. Vol. 30. No. 2, 351-355, 2007

VAZ, A., P., A.; JORGE, M., H., A.; **Hortelã**. In: Embrapa. 2005.

VILELA, R. F. **Avaliação de aminas aromáticas como antioxidantes para biodiesel**. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Química, UFPB, João Pessoa, 2014

WAYNICK, J. A. Characterization of biodiesel oxidation and oxidation products. Texas: **SwRI Project**, 2005. 51 p.

WILSON, S.D. A produção do biodiesel: uma perspectiva para a agroenergia no Nordeste brasileiro; In: O futuro da indústria: biodiesel (coletânea de artigos), Brasília: **MDIC-ST/IEL**, p. 27-36, 2006.

XIN, J.; SAKA, S. Test methods for the determination of biodiesel stability. **Biofuels**, 1(2), 1-15, 2010.

SOBRE O ORGANIZADOR

João Dallamuta: Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Engenharia de Telecomunicações pela UFPR. MBA em Gestão pela FAE Business School, Mestre pela UEL. Trabalha com Gestão da Inovação, Empreendedorismo e Inteligência de Mercado.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-355-2

