

Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2

Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)

Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares: Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias
2**

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: Geraldo Alves
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 Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
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. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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
Profª Drª 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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	Estudos interdisciplinares: ciências exatas e da terra e engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizador Alexandre Igor Azevedo Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-587-7 DOI 10.22533/at.ed.877190309 1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Pereira, Alexandre Igor Azevedo. II. Série. CDD 507
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2*” aborda um considerável acervo técnico-científico de publicação da Atena Editora. Este primeiro volume, apresenta 21 capítulos dedicados às Ciências Exatas. De leitura compreensível, com resultados relevantes envolvendo aplicações teóricas, práticas e atualizadas nas áreas de Matemática, Química e Física, a presente obra configura-se como um conglomerado de estudos que utilizam (não apenas) o raciocínio lógico, cálculos, modelagem e teste de hipóteses fortemente atrelados à área de Ciências Exatas; mas uma proposta contextual mais ampla através da resolução e direcionamento de inovação para manipulação de problemas atuais.

O reconhecimento das Ciências Exatas como de grande utilidade e importância para a humanidade reside no fato dos avanços e inovações tecnológicas terem sido apresentadas desde muito tempo e em escala de descobertas bastante amplas, como no caso da eletricidade, computadores e smartphones, por exemplo; a até as temáticas abordadas na presente obra, sob caráter contemporâneo, como simulação computacional, modelagem, ensino de matemática, biocombustíveis, vulcanização, manipulação de resíduos industriais, ensaios eletroquímicos, química da nutrição, nanofibras, componentes poliméricos, fibras vegetais e suas propriedades mecânicas, educação de jovens e adultos, manipulação química de etanol de segunda geração, empregabilidade de novos componentes químicos sob contextos multidisciplinares e etc.

No meio profissional, os cursos ligados às Ciências Exatas ilustram um futuro promissor no mercado de trabalho devido ao seu amplo espectro funcional. Por isso, desperta o interesse de jovens estudantes, técnicos, profissionais e na sociedade como um todo, pois o ritmo de desenvolvimento atual observado em escala global gera uma robusta, consolidada e pungente demanda por mão-de-obra qualificada na área. Não obstante, as Ciências Exatas estão ganhando cada vez mais projeção, através da sua própria reinvenção frente às suas intrínsecas evoluções e mudanças de paradigmas impulsionadas pelo cenário tecnológico e econômico. Para acompanhar esse ritmo, a humanidade precisa de recursos humanos atentos e que acompanhem esse ritmo através da incorporação imediata de conhecimento com qualidade.

Esperamos que o presente e-book, de publicação da Atena Editora, possa representar como legado, em seu primeiro volume da obra “*Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2*”, a oferta de conhecimento para capacitação de mão-de-obra através da aquisição de conhecimentos técnico-científicos de vanguarda praticados por diversas instituições em âmbito nacional; instigando professores, pesquisadores, estudantes, profissionais (envolvidos direta e indiretamente) com as Ciências Exatas e a sociedade (como um todo) frente a construção de pontes de conhecimento de caráter lógico, aplicado e com potencial de transpor o limiar fronteiro do conhecimento, o que - inclusive - sempre caracterizou

as Ciências Exatas ao longo dos tempos.

Alexandre Igor de Azevedo Pereira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA ONDULAÇÃO GEOIDAL NA MEDIÇÃO DE PONTOS SOBRE A SUPERFÍCIE FÍSICA	
Plinio Temba Júlia Couto Nogueira Vitoria Ellen da Silva Oliveira Marcelo Antonio Nero Marcos Antonio Timbó Elmiro Sandra Cristina Deodoro Daniel Henrique Carneiro Salim	
DOI 10.22533/at.ed.8771903091	
CAPÍTULO 2	14
INTERVENÇÃO DIDÁTICA NAS AULAS DE FÍSICA: EXPERIMENTO SOBRE ESPELHOS PLANOS E ÓPTICA GEOMÉTRICA	
Adriane Beatriz Liscano Janisch Karin Ritter Jelinek Alana Amaral Rotter	
DOI 10.22533/at.ed.8771903092	
CAPÍTULO 3	19
A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE STELLARIUM COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ECLIPSES E ESTAÇÕES DO ANO NO ENSINO MÉDIO	
Arilson Paganotti Marcos Rincon Voelzke Graciene Carvalho Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.8771903093	
CAPÍTULO 4	29
AS NOÇÕES BÁSICAS DE GEOMETRIA ESPACIAL X ORIGAMIS MODULARES VISTOS SOBRE O CONTEXTO DA SALA DE AULA DE TEMPO INTEGRAL	
José Erildo Lopes Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.8771903094	
CAPÍTULO 5	41
O ENSINO DE MATEMÁTICA NA EJA: A FORMAÇÃO DE PROFESSORES E AS PRÁTICAS	
Janaina da Conceição Martins Silva Cibele Paula Silva Marta Aparecida Quintiliano Rabelo Vânia Lúcia Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.8771903095	
CAPÍTULO 6	51
PROPORÇÕES ENTRE PRODUTOS EXPONENCIAIS	
Guilherme Cavichiolo Moreira Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.8771903096	

CAPÍTULO 7 63

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE DISSIPADORES DE CALOR PARA FONTES LED RGB POR MEIO DE MODELAGEM E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

Thiago Lopes Quevedo
Filipe Melo Aguiar

DOI 10.22533/at.ed.8771903097

CAPÍTULO 8 76

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DAS HIDROTALCITAS DE MAGNÉSIO E ALUMÍNIO MODIFICADAS COM FERRO (III) E CRÔMIO (III) SINTETIZADAS PELO MÉTODO DA PRECIPITAÇÃO POR HIDRÓXIDOS

Graciele Vieira Barbosa
Cintia Hisano
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Maria Aparecida Zaghete Bertochi
Jusinei Meireles Stropa
Lincoln Carlos Silva de Oliveira
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.8771903098

CAPÍTULO 9 88

CATALISADORES DE ARGILA BENTONÍTICA NA35 PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Alan Gabriel Adamczewski
Edson Cezar Grzebielucka
Eder Carlos Ferreira de Souza
Maria Elena Payret Arrúa
André Vitor Chaves de Andrade
Sandra Regina Masetto Antunes

DOI 10.22533/at.ed.8771903099

CAPÍTULO 10 101

EMBALAGENS: UM ESTUDO DE CASO DA SUA APLICAÇÃO NA PRODUÇÃO DE SABONETES

Caroline de Souza Rodrigues
Carolina Laguna Pimenta
Laís Cabrerizo Vargas de Almeida
Marcos Vinícius Pereira da Costa
Sara Rudek
Raquel Teixeira Campos

DOI 10.22533/at.ed.87719030910

CAPÍTULO 11 108

ESTUDOS DOS PROCESSOS CORROSIVOS DO ALUMÍNIO AA 3003 EM MEIO DE ETANOL E GASOLINA

Mayara Soares
Carine Vieira
Cynthia Beatriz Fürstenberger
Danielle Borges
Danielle Cristina Silva Olizeski
Felipe Staciaki da Luz
Everson do Prado Banczek

DOI 10.22533/at.ed.87719030911

CAPÍTULO 12 120

EXTRAÇÃO, ANÁLISE E ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE OBTENÇÃO DE ERGOSTEROL EM RESÍDUOS DE *Ganoderma lucidum* (FR.) KRAST (GANODERMATACEAE)

Bianca de Araujo Ribeiro Rodrigues
Marcelo Telascrêa
Raquel Teixeira Campos
Oswaldo Luiz Gonçalves da Cunha
Márcia Ortiz Mayo Marques

DOI 10.22533/at.ed.87719030912

CAPÍTULO 13 132

FABRICAÇÃO DE SENSOR DE GÁS AMÔNIA ATRAVÉS DA TÉCNICA DE ELETROFIAÇÃO DE POLÍMEROS CONDUTORES EM MATRIZES ISOLANTES

Deuber Lincon da Silva Agostini
André Antunes da Silva
Bruno Henrique de Santana Gois
Jessyka Carolina Bittencourt
Clarissa de Almeida Olivati
Pedro Leonardo Silva
Vagner dos Santos
Wilson Silva Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.87719030913

CAPÍTULO 14 142

INVESTIGAÇÃO DO DIÓXIDO DE TITÂNIO ESTABILIZADO COM ZIRCÔNIO E SILÍCIO COMO MATRIZ PARA NOVOS DOPANTES

Natali Amarante da Cruz
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Maria Aparecida Zaghete Bertochi
Silvanice Aparecida Lopes dos Santos
Lincoln Carlos Silva de Oliveira
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.87719030914

CAPÍTULO 15 154

MATERIAIS COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER E FIBRA DE CAPIM CAPETA: RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

Douglas Santos Silva
Igor dos Santos Gomes
Edil Silva de Vilhena
Edielson Silva de Vilhena
Rodrigo da Silva Magalhães Dias
Maurício Maia Ribeiro
Roberto Tetsuo Fujiyama

DOI 10.22533/at.ed.87719030915

CAPÍTULO 16 167

MICROBALANÇA DE CRISTAL DE QUARTZO NO MONITORAMENTO DE REAÇÕES EM TEMPO-REAL

Cesar Augusto Tischer
Gina Alejandra Gil Giraldo

DOI 10.22533/at.ed.87719030916

CAPÍTULO 17 180

PRODUÇÃO DE ETANOL ATRAVÉS DE UMA PLANTA INTEGRADA DE PRIMEIRA E SEGUNDA GERAÇÃO

Rafael Rodrigues Gomes
Diego Martinez Prata
Lizandro de Sousa Santos

DOI 10.22533/at.ed.87719030917

CAPÍTULO 18 193

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE BLENDA DE POLI(CAPROLACTONA) E ACETATO DE CELULOSE CONTENDO ÁCIDO ASCÓRBICO

Sthefany Ananda Bruna Almeida Mendes
Maria Oneide Silva de Moraes
Tainah Vasconcelos Pessoa
Taisa Lorene Sampaio Farias
Catarina Barbosa Levy
Ivanei Ferreira Pinheiro
Walter Ricardo Brito
João de Deus Pereira de Moraes Segundo

DOI 10.22533/at.ed.87719030918

CAPÍTULO 19 202

SÍNTESE DA ESTRUTURA PEROVSKITA DE TITANATO DE CÁLCIO E COBRE EM BAIXA TEMPERATURA PELO MÉTODO SOL-GEL

Eliane Kujat Fischer
Vinícius Moreira Alves
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Maria Aparecida Zaghete Bertochi
Graciele Vieira Barbosa
Cintia Hisano
Silvanice Lopes dos Santos
Lincoln Carlos Silva de Oliveira
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.87719030919

CAPÍTULO 20 214

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE HIDROTALCITAS FOSFATADAS DE MAGNÉSIO E ALUMÍNIO POR COPRECIPITAÇÃO

Alberto Adriano Cavalheiro
Sabrina Vitor Gonçalves
Creuza Kimito Caceres Kawahara
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Graciele Vieira Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.87719030920

CAPÍTULO 21 225

COMPÓSITO DE BORRACHA NATURAL REFORÇADO COM BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR: EFEITOS MECÂNICOS DO TRATAMENTO ALCALINO

Fábio Friol Guedes de Paiva

Vitor Peixoto Klienchen de Maria
Giovani Barrera Torres
Guilherme Dognani
Renivaldo José dos Santos
Flávio Camargo Cabrera
Aldo Eloizo Job

DOI 10.22533/at.ed.87719030921

SOBRE O ORGANIZADOR.....	235
ÍNDICE REMISSIVO	236

ESTUDOS DOS PROCESSOS CORROSIVOS DO ALUMÍNIO AA 3003 EM MEIO DE ETANOL E GASOLINA

Mayara Soares

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Química
Guarapuava-PR

Carine Vieira

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Química
Guarapuava-PR

Cynthia Beatriz Fürstenberger

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Biologia
Guarapuava-PR

Danielle Borges

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Química
Guarapuava-PR

Danielle Cristina Silva Olizeski

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Química
Guarapuava-PR

Felipe Staciaki da Luz

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Química
Guarapuava-PR

Everson do Prado Banczek

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Química
Guarapuava-PR

de fontes renováveis e cada vez mais são inseridos na matriz energética mundial, por isso é de extrema importância conhecer suas propriedades. O contato dos combustíveis com materiais metálicos constituintes dos veículos torna estes susceptíveis à corrosão. O alumínio é um metal utilizado em componentes automotivos que possui características interessantes de resistência à corrosão, pois reage com o oxigênio atmosférico sem que ocorra degradação de sua superfície, ao invés disso, forma-se uma camada de óxido o qual o protege contra corrosão. A norma ABNT 14359 estabelece o método de determinação da corrosão em combustíveis, porém, é exclusiva para o cobre e combustíveis fósseis, e, a corrosão é avaliada de maneira qualitativa. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo determinar a corrosão do alumínio AA 3003 em meio de etanol e gasolina. A metodologia utilizada consistiu na imersão do material metálico nos combustíveis durante tempo determinado para posterior análise por ensaios de perda de massa. As amostras foram caracterizadas por microscopia eletrônica de varredura, espectroscopia de impedância eletroquímica e polarização potenciodinâmica anódica. A partir dos resultados eletroquímicos, o metal se mostrou mais protegido contra corrosão quando imerso nos combustíveis. A gasolina aumentou a suscetibilidade à corrosão

RESUMO: Os biocombustíveis são provenientes

da liga de alumínio e, este comportamento, pode estar relacionado a presença de enxofre na gasolina. Os resultados indicaram que alumínio AA 3003 é um material metálico adequado para utilização na confecção de componentes veiculares que ficarão em contato com etanol ou gasolina, pois em nenhum caso ocorreu um processo de corrosão generalizado.

PALAVRAS-CHAVE: combustível, biocombustível, ensaios eletroquímicos, oxidação;

STUDIES OF CORROSIVE ALUMINUM AA 3003 PROCESSES IN ETHANOL AND GASOLINE

ABSTRACT: Biofuels come from renewable sources and are increasingly inserted into the world energy matrix, so it is extremely important to know their properties. The contact of the fuels with the various metallic materials constituting the vehicles makes them susceptible to corrosion. Aluminum is a metal used in automotive components that has interesting characteristics of resistance to corrosion, as it reacts with atmospheric oxygen without a degradation of its surface, instead, a layer of oxide is formed which protects against corrosion. The ABNT 14359 standard establishes the method for the determination of corrosion in fuels, but it is exclusive to copper and fossil fuels, and corrosion is evaluated in a qualitative way. In this context, this work aimed to determine the corrosion of AA 3003 aluminum in ethanol and gasoline medium. The methodology used consisted of immersion of the metallic material in the fuels during a determined time for later analysis by mass loss tests. The samples were characterized by scanning electron microscopy, electrochemical impedance spectroscopy and anodic potentiodynamic polarization. In the electrochemical results, the metal proved to be more protected against corrosion when immersed in fuels. Gasoline increased the corrosion susceptibility of aluminum alloy and, this behavior, may be related to the presence of sulfur in gasoline. The results indicated that aluminum AA 3003 is a metallic material suitable for use in the manufacture of vehicle components that will be in contact with ethanol or gasoline, because in no case has a generalized corrosion process occurred.

KEYWORDS: Fuel, biofuel, electrochemical tests, oxidation;

1 | INTRODUÇÃO

1.1 Etanol e Gasolina

O etanol é um dos biocombustíveis mais importantes e com crescimento constante, é um biocombustível limpo e barato. A adoção do etanol é considerada um dos principais mecanismos de combate ao aquecimento global, pois parte do CO₂ emitido pelos veículos movidos a etanol é reabsorvido pelas plantações das matérias-primas (ANP, 2018).

Existem diversas matérias primas naturais as quais pode se obter o etanol como cana de açúcar, o bagaço, beterraba, batata, mandioca, girassol, frutas, melado, milho, ou através de outras biomassas, bem como diversos tipos de resíduos de

celulose e de colheita. É obtido por fermentação, o processo básico biológico de produção consiste em fermentação dos açúcares, destilação, desidratação e desnaturação. Após a fermentação obtêm-se o álcool hidratado (95% de etanol); Depois do processo de desidratação se obtêm o álcool anidro (99,6% de graduação alcoólica). O etanol pode ser usado puro ou em misturas com outros combustíveis (KRAMER *et al.*, 2015; MOFIJUR *et al.*, 2015).

Desde 1931, o etanol era adicionado em pequenas proporções na gasolina; em 1974 foi criado o Proálcool o qual teve como objetivo garantir o suprimento de etanol no processo de substituição da gasolina. De 1977 a 1979 a adição de etanol anidro na gasolina passou de 4,5% para 15 %, em 1983 passavam de 90% os carros movidos a etanol hidratado em vendas, em 1990 o percentual de álcool já era entre 20% e 25%. Em 2014, esse percentual passou para 27,5%. Segundo ANP o Brasil é o país com maior teor de álcool na gasolina. (ANP, 2018).

A gasolina é constituída basicamente por hidrocarbonetos e, por produtos oxigenados obtidos pelo cracking do petróleo, além disso, contém compostos de enxofre, compostos de nitrogênio e compostos metálicos em baixas concentrações, emite vapores inflamáveis mesmo a temperatura ambiente. Pode ser classificada por seu índice de octano sendo comum ou premium, com a presença de etanol ou não, a gasolina A é a gasolina produzida pelas refinarias ou petroquímicas, que não contém etanol anidro. A gasolina C é a gasolina comercializada nos postos de serviços e que recebe a adição de etanol anidro nas distribuidoras, no percentual determinado pela legislação federal (BR, 2018; WACHTER, 2015).

A adição de etanol à gasolina pode ter efeitos maléficos e benéficos. A vantagem, por exemplo, a presença do etanol, aumenta a octanagem da gasolina, ajuda na economia do país e principalmente diminui a emissão de gases poluentes. Porém traz algumas desvantagens como no frio o álcool prejudica a partida do motor, a mistura tem muito pouca tolerância à água e ainda pode diminuir a eficiência do motor (WACHTER, 2015).

Muitas vezes a produção de biocombustíveis torna-se controverso, principalmente devido ao uso competitivo dos recursos naturais para alimentação humana e animal. Por isso, atualmente surgiram muitas pesquisas alternativas para solucionar este problema mudando a matéria prima para biomassas ou produzir biocombustíveis de segunda geração, ou seja, não competem diretamente com os alimentos, eles compreendem em por exemplo etanol a partir de celulose, porém mesmo solucionando um problema surgem outros como o impedimento tecnológico da quebrar biomassa vegetal e liberar polímeros de hidratos de carbono (celulose e hemicelulose) que podem ser convertidos em açúcares fermentáveis e ainda mais refinado em combustíveis (ZIOLKOWSKA, 2015).

Além de ser um combustível renovável o etanol não é tóxico, possui baixa viscosidade e por isso conduz a um melhor comportamento de injeção, porém é muito pobre em miscibilidade com óleos combustíveis podendo assim ocorrer a separação

de fases quando exposto à água ou a baixas temperaturas (BROCK et al., 2016).

1.2 Corrosão Metálica Associada aos Combustíveis

Com a inserção dos biocombustíveis, surgiram novos desafios, pois os materiais que ficam em contato com esses combustíveis, até então, entravam em contato somente com combustíveis fósseis assim, surgiram problemas de corrosividade, ocasionando o mau funcionamento de carburadores, bombas de combustíveis, tanques de combustíveis etc (COSTA, 2012).

A corrosão é a deterioração de um material metálico por ação química ou eletroquímica de um meio oxidante, em geral é um processo espontâneo. Tal deterioração causa mudanças prejudiciais às quais podem alterar suas funções (GENTIL, 2003; VAZ *et al.*, 2011). Diretamente ou não os danos causados pela corrosão em componentes e estruturas metálicas são pode chegar em até 4% do produto interno bruto de um país (JÚNIOR *et al.*, 2014).

Os combustíveis em geral, quando entram em contato com máquinas, tanques interagem com o material metálico, do qual estes equipamentos são constituídos, e isso pode ocasionar a corrosão metálica, promovendo assim desgastes, alterações químicas e até rupturas do metal (AMBROZIN *et al.*, 2009; RAMOS *et al.*, 2016). O combustível ao ser armazenado em tanques por longos períodos sofre maior processo corrosivo, quando há movimentação ocorre maior interação entre metal/meio assim o metal é todo tempo realimentado pelo oxigênio, fortalecendo assim sua camada passiva superficial (TAKEDA, 2017).

As alterações das propriedades originais do combustível podem acontecer de diferentes formas, entre estas se destaca: a decomposição térmica devido ao superaquecimento, oxidação pelo contato com o oxigênio do ar atmosférico, ação microbiológica ou ainda por meio da hidrólise devido à presença de umidade excessiva (PULLEN e SAEED, 2012).

O poder corrosivo do etanol é influenciado pelas impurezas provenientes do processo de produção ou armazenagem principalmente, essas impurezas geralmente são íons cloreto, água, sulfato e a presença de íons metálicos entre outras acelerando assim o processo corrosivo. Outro fator que contribui para o efeito corrosivo é o pH do biocombustível. (AMBROZIN *et al.*, 2009; RODRIGUES, 2012).

Reações de oxidação podem ocorrer com o etanol e essas, tem como subproduto a água, a qual ao reagir com o óxido superficial presente no alumínio, pode aumentar o processo corrosivo do alumínio formando corrosão por pite, ou também pode inibir, pois ao reagir com o metal forma-se uma camada de óxido hidratado que pode lhe trazer proteção (RODRIGUES, 2012).

O enxofre presente na gasolina interfere em seu processo corrosivo, por isso é de extrema importância controlar sua quantidade, metais como cobre são muito sensíveis ao ataque de enxofre. A gasolina ainda pode sofrer o processo de oxidação,

aumentando seu grau de corrosividade, principalmente quando é armazenada por longos períodos há uma reação de oxidação dos hidrocarbonetos insaturados da gasolina na presença de oxigênio (TAKEDA, 2017; WACHTER, 2015).

A Agência Nacional de Petróleo (ANP) exige especificações de qualidade de todos os combustíveis, para evitar que adulterações ou presença de impurezas prejudiquem as propriedades dos combustíveis, podendo muitas vezes aumentar o poder corrosivo de cada um.

Os combustíveis em geral apresentam instabilidade, por isso é difícil a determinação da corrosão somente por meio de técnicas eletroquímicas. É necessária uma análise que simule a exposição do combustível ao meio em longo prazo, obtendo dados sobre os processos corrosivos (GALLINA, 2011; MATOS, 2013; TAN, 2011 e SUSUKI, 2007).

O presente trabalho propõe estudar e promover uma metodologia experimental para se quantificar a oxidação do Alumínio na presença de etanol e gasolina como uma alternativa a metodologia do cobre metálico (ABNT 14359) de acordo com a metodologia proposta por medida indireta da resistência à corrosão dos materiais metálicos (BANCZEK *et al.*, 2013).

A aplicação da metodologia indireta para determinação da corrosão é uma alternativa que se baseia na imersão da amostra metálica no combustível de estudo e posterior imersão em um eletrólito forte. O comparativo é feito pela análise de uma mesma amostra não imersa, determinando assim a resistência à corrosão do material, além disso, uma alternativa ainda para se estimar a taxa de corrosão, é a realização de ensaios de perda de massa (MATOS, 2013).

2 | OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estudar a corrosão e a biocorrosão do alumínio AA 3003 decorrente do seu uso em etanol e gasolina;

2.2 Objetivos Específicos

1. Desenvolver uma metodologia indireta para determinar a corrosão e biocorrosão do alumínio em presença dos combustíveis;
2. Determinar a corrosão das amostras de alumínio a partir de ensaios de imersão, ensaios eletroquímicos e ensaios de microscopia eletrônica de varredura;
3. Determinar qual dos combustíveis é mais favorável ao contato com o alumínio.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Amostras Metálicas

O substrato metálico empregado foi o alumínio AA 3003, o qual foi previamente lixado com lixas de SiC com #280, #400, #600, #1200 e passou por um polimento com pasta de diamante de 9µm, 6µm, 3µm, 1µm e ¼ µm (MATOS, 2013).

3.2 Amostras de Combustíveis

O etanol hidratado e a gasolina foram obtidos em postos de combustíveis da cidade de Guarapuava – Pr.

3.3 Ensaio de imersão

Os ensaios de corrosão foram realizados com a imersão das peças metálicas nos combustíveis separadamente, durante um período de 60 dias à condição de temperatura ambiente, para assim simular como o combustível estaria em condições de armazenamento. As peças foram colocadas em um béquer com os combustíveis com um contato direto, o volume utilizado foi estabelecido pela norma ASTM G31/72 (2004), a qual determina que por ensaios de perda de massa estabelecendo o volume de 0,20 mL/mm² de combustível deve ser utilizado, baseado na área de cada peça metálica. A imersão foi monitorada semanalmente acompanhando assim as possíveis mudanças visíveis na peça metálica ou nos combustíveis.

3.4 Caracterização Eletroquímica

Os ensaios eletroquímicos foram realizados após os ensaios de imersão em uma célula com formato cilíndrico feita de PVC contendo três eletrodos. O eletrodo de referência de sulfato mercurioso, um contra eletrodo de platina e um eletrodo de trabalho de alumínio AA 3003, em média cada peça de alumínio tinha uma área de 5,67 cm², porém, durante as medidas eletroquímicas a área ativa foi delimitada em 0,95 cm².

A solução eletrolítica utilizada foi de Sulfato de Sódio (Na₂SO₄) 0,5 molL⁻¹ pH = 4,0, tamponada com biftalato de potássio e hidróxido de sódio. As amostras de alumínio foram analisadas neste eletrólito após o tempo de imersão e também sem imersão para posterior parâmetro de comparação. Todas as medidas foram realizadas em triplicata.

As medidas eletroquímicas foram realizadas em um potenciostato Gamry® PC4-300, associado a um analisador de frequência EIS 300. Os ensaios realizados foram: Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE) e Polarização Potenciodinâmica Anódica (PPA). Os ensaios de PPA foram realizados aplicando-se uma sobretensão de 2 V no sentido anódico a partir do potencial de circuito aberto com uma velocidade de varredura de 1 mVs⁻¹.

3.5 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS)

Os ensaios de MEV foram empregados para se averiguar com maior precisão a morfologia da superfície do metal antes e após o processo de polarização anódica, e também antes e após a imersão nos combustíveis;

Após o período de imersão as peças metálicas passaram por uma lavagem e secagem com jato de ar quente e então foram encaminhadas para o MEV. O equipamento utilizado foi o Tescan® Vega3, foi empregada ampliação de 1500 vezes. Esta técnica de análise foi utilizada a fim de determinar a composição elementar da superfície antes e após a imersão. Esta análise foi realizada em seguida das análises de MEV utilizando o equipamento Oxford.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Ensaios Eletroquímicos

4.1.1 Espectroscopia de Impedância Eletroquímica

Nas figuras 1 e 2 estão apresentados os resultados de Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE) para o Etanol e Gasolina em forma de diagramas de Nyquist e Ângulo de fase de Bode.

Os diagramas de Nyquist (Figura 1) apresentam apenas um arco capacitivo para as todas as amostras. Maiores valores de impedância foram medidos para as peças imersas nos combustíveis, sugerindo que a imersão aumenta a resistência à corrosão. A amostra não imersa em ambos os diagramas apresentou menores valores de impedância, sugerindo que neste meio a resistência a corrosão do alumínio é menor.

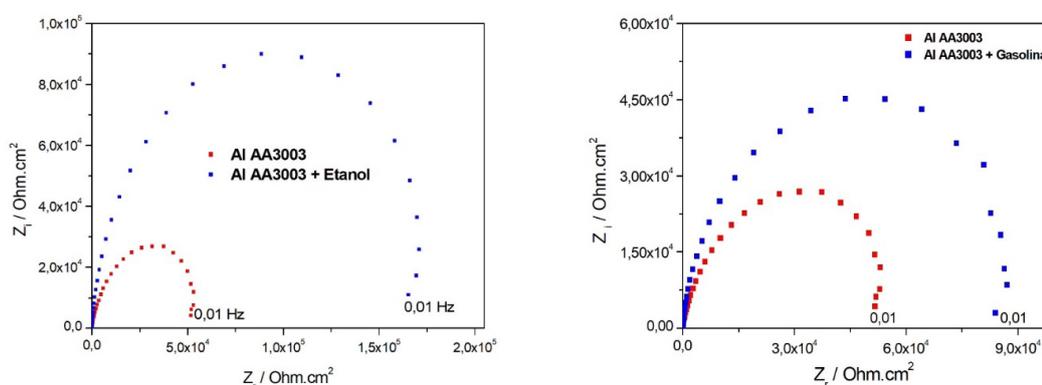


Figura 1- Diagramas de Nyquist Al AA3003 antes e após imersão em Etanol e Gasolina, obtidos em meio de Na_2SO_4 $0,5 \text{ molL}^{-1}$, $\text{pH} = 4,0$.

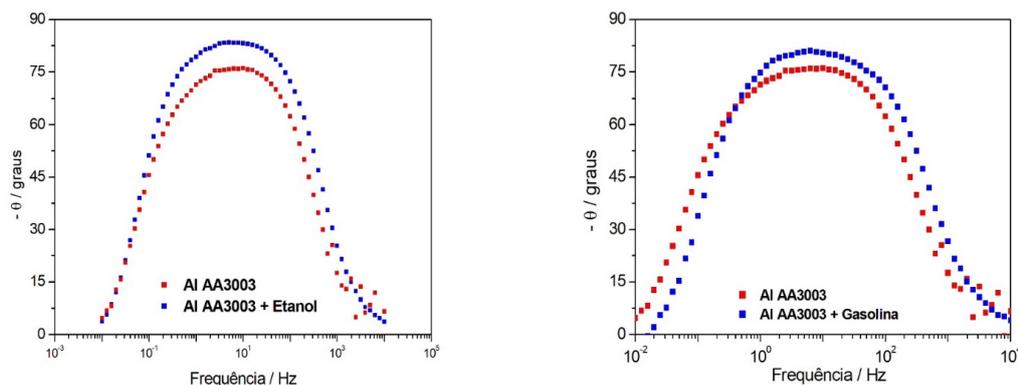


Figura 2 - Diagramas Ângulo de fase de Bode Al AA3003 antes e após imersão em Etanol e Gasolina, obtidos em meio de Na_2SO_4 $0,5 \text{ molL}^{-1}$, $\text{pH} = 4,0$.

Ao analisar os diagramas de ângulo de Bode (Figura 2) observa-se duas constantes de tempo para cada amostra, indicando que ocorrem dois processos para todas as curvas. A primeira constante é detectada em altas frequências, e pode ser atribuída à formação do óxido de alumínio na superfície. A segunda constante, em baixas frequências, pode ser atribuída ao processo de transferência de carga na interface metal/solução. Observa-se uma região de ângulo de fase constante na região de frequências intermediárias e pode ser atribuída à sobreposição de vários processos.

Um aumento do ângulo de fase para a primeira constante foi determinado para as amostras imersas nos combustíveis, sugerindo um menor ataque de corrosão. Tal comportamento está associado à formação de um óxido mais compacto. O deslocamento para menores frequências da constante de transferência de carga, para o alumínio imerso em etanol e gasolina, indica um retardamento do processo corrosivo, o que sugere uma maior resistência à corrosão, sendo tais resultados fortalecidos pelos maiores ângulos de fase medidos para este processo.

4.1.2 Polarização Potenciodinâmica Anódica

Após a realização dos ensaios de EIE, as amostras foram polarizadas anodicamente. Os resultados de polarização para alumínio imerso nos diferentes combustíveis são apresentados na figura 3.

A partir das medidas de Polarização Potenciodinâmica Anódica foi possível determinar o comportamento de corrosão dos materiais em condições de sobretensões anódicas e, é possível observar, que menores densidades de corrente foram medidas para as amostras imersas nos combustíveis, sugerindo maior resistência à corrosão. Observa-se que a curva do alumínio sem combustível em todos os casos apresenta maiores valores de densidade de corrente, sugerindo que este é mais susceptível à corrosão. Adicionalmente, observa-se que todas as amostras demonstraram

comportamento semelhante, em todos os casos a presença do combustível foi favorável ao metal.

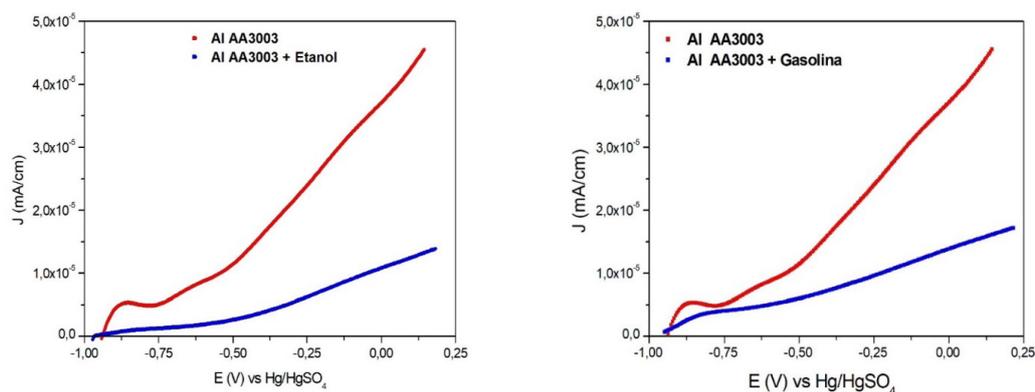


Figura 3- Curvas de Polarização Anódica Al AA3003 antes e após 2 meses de imersão nos combustíveis, obtidos em meio de Na_2SO_4 $0,5 \text{ molL}^{-1}$, $\text{pH} = 4,0$.

Segundo Kramer *et al.*, (2015), o etanol pode ser manipulado ou armazenado em recipientes feitos de alumínio, os quais tem boas propriedades mecânica e ainda, quando o alumínio está na forma de ligas como com o silício e magnésio melhoram seu desempenho.

A gasolina se apresentou como o combustível que promoveu menor resistência à corrosão do alumínio AA 3003, pois maiores valores de densidade de corrente foram medidas para este sistema. O maior efeito corrosivo para a gasolina pode ser atribuído principalmente à sua composição, principalmente pela presença de compostos de enxofre presentes na gasolina (AMBROZIN *et al.*, 2009). Além dos compostos de enxofre a adição de etanol na gasolina comum altera as características corrosivas deste combustível.

4.3 Microscopia Eletrônica de Varredura e Espectroscopia de Energia Dispersiva

As micrografias obtidas por microscopia eletrônica de varredura são apresentadas na figura 4 e os resultados e EDS estão na tabela 1.

A análise da superfície antes e após polarização potenciodinâmica anódica indica que há alteração na morfologia da superfície tanto após a imersão nos combustíveis quanto após polarização anódica.

A partir das micrografias foi possível observar alteração da morfologia superficial do alumínio sem a imersão em nenhum combustível quando comparado ao alumínio imerso nos combustíveis, após imersão a superfície se tornou menos homogênea o que pode ser atribuído ao processo corrosivo do alumínio AA 3003 para formação de um óxido que promove, posteriormente, a passivação da superfície.

A superfície após o processo de polarização se apresenta aparentemente menos irregular o que indica o efeito de ataque ao óxido da superfície devido ao sobre potencial anódico.

A partir dos resultados de EDS é possível observar uma diminuição da quantidade de alumínio na superfície do metal quando este é imerso nos combustíveis e também quando é polarizado. Tal resultado indica que apesar de o alumínio apresentar maior resistência à corrosão quando imerso nos combustíveis o óxido de alumínio formado não é estável no meio, pois a diminuição na quantidade de alumínio indica que há dissolução do óxido, entretanto, esta dissolução não diminui a resistência à corrosão do material, pois o óxido dissolvido é reformado na superfície e promove a manutenção da passividade.

A partir dos resultados de EDS é possível observar uma diminuição da quantidade de alumínio na superfície do metal quando este é imerso nos combustíveis e também quando é polarizado. Tal resultado indica que apesar de o alumínio apresentar maior resistência à corrosão quando imerso nos combustíveis o óxido de alumínio formado não é estável no meio, pois a diminuição na quantidade de alumínio indica que há dissolução do óxido, entretanto, esta dissolução não diminui a resistência à corrosão do material, pois o óxido dissolvido é reformado na superfície e promove a manutenção da passividade.

A presença do elemento oxigênio pode estar relacionada com a formação do óxido de alumínio na superfície. Após a imersão a porcentagem de oxigênio aumentou o que sugere que o óxido formado na presença do meio combustível é favorecido.

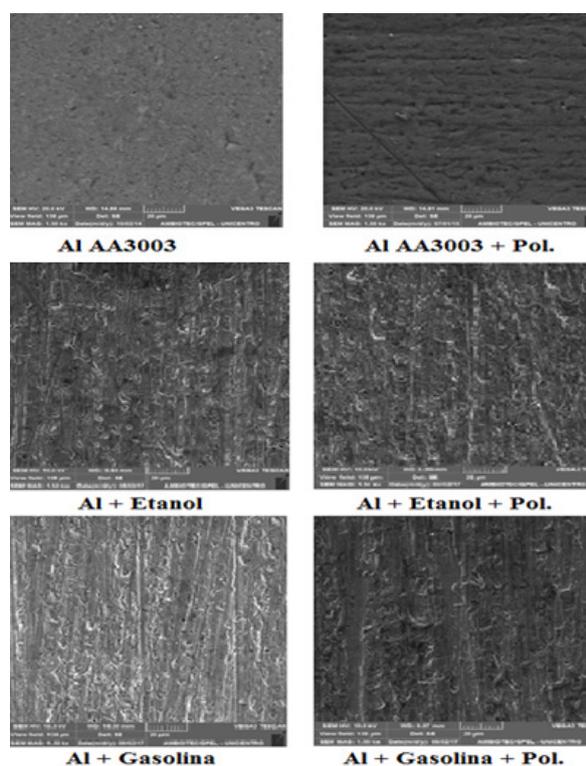


Figura 4 - Micrografias obtida por MEV da superfície do alumínio AA3003, com aumento de 1500 X.

Amostra	Elementos % m/m			
	O	Al	Mn	Fe
AA3003	3,52	87,07	0,93	0,52
AA3003 (Polarizado)	4,45	80,58	0,97	0,50
AA3003 + Etanol	7,27	80,23	0,98	0,57
AA3003 + Etanol (Polarizado)	7,33	78,98	1,02	0,62
AA3003 + Gasolina	6,28	79,35	0,99	0,49
AA3003 + Gasolina (Polarizado)	6,99	76,24	1,05	0,51

Tabela 1- Composição elementar da superfície das amostras de Al AA3003.

5 | CONCLUSÕES

Os resultados indicaram que o procedimento realizado foi eficiente para a determinação da corrosão do alumínio AA 3003 imerso no meio dos combustíveis.

Os resultados indicaram que o alumínio AA 3003 é um material metálico adequado para utilização na confecção de componentes veiculares, os quais ficarão em contato com os combustíveis analisados, pois na maioria dos meios o metal em contato com os combustíveis apresentou maior resistência quando comparados ao metal base.

A característica que o alumínio possui de se passivar, ao entrar em contato com o oxigênio foi confirmada pela análise de Espectroscopia de Energia Dispersiva, pois observou-se um aumento na quantidade de oxigênio, formando assim um óxido superficial o qual o protege contra corrosão.

REFERÊNCIAS

AMBROZIN, A. R. P.; KURI, S. E.; MONTEIRO, M. R. **Corrosão metálica associada ao uso de combustíveis minerais e biocombustíveis**. Química Nova, v.32, n.7, p.1910 –1916, 2009.

ANP, AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>; Acesso em 27/02/2018.

BANCZEK, E. P.; MATOS, L. A. C.; RODRIGUES, P. R. P.; GALLINA, A. L.; PEREIRA, J. A.; MAIA, G. A. L.; inventores. **Processo de determinação da corrosão de metais por cor combustíveis e/ou biocombustíveis**. Brasil patente BR n. 102013020126 0, 2013.

BROCK, D.; LOPIAN, T.; KHOSHIMA, A.; BAUDUIN, P.; DIAT, O.; TOURAUD, D.; KUNZ, W. **Nanostructuring in ethanol/“ethanolotrope”/rapeseed oil automotive biofuels**. Colloid and Interface Science Communications v.14, p.1–3, 2016.

COSTA, R. S. **Estudo da corrosão do aço inox AISI 304 em álcool etílico hidratado combustível**. Tese Doutorado em Engenharia Mecânica - Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2012.

GALLINA, A. L. **Uma alternativa sustentável para a produção de biodiesel: *Cyperus esculentus***. 2011. 119p. Dissertação (Mestrado em Bioenergia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste,

Guarapuava, PR.

GENTIL, V. **Corrosão**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003. 341p.

HUANG, D.; ZHOU, H.; LIN, L. **Biodiesel: an Alternative to Conventional Fuel**. Energy Procedia v.16, p. 1874-1885, 2012.

JÚNIOR, J. G. O.; DE SANTANA, R. A. C.; BARRA, S. R.; **Corrosão da liga Al-Mn (AA 3003): Mapeamento da evolução do intermetálico FeAl₃ na zona termicamente afetada, via ensaio de polarização potenciodinâmico** - INTERCORR 2014, Fortaleza/CE - 2014.

KRAMER, G. R.; MENDEZ, C. M.; ARES, A. E. **Evaluation of corrosion resistance of aluminum-based alloys in bioethanol produced in Misiones**. Procedia Materials Science v.9, p.341-349, 2015.

MATOS, L. A. C. **Estudo da corrosão de ligas ferrosas em diesel e biodiesel**. 2013 dissertação de mestrado da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Bioenergia.

MOFIJUR, M.; RASUL, M. G.; HYDE, J.; BHUYIA, M. M. K. **Role of Biofuels on IC Engines Emission Reduction**. Energy Procedia v.5, p.886 – 892, 2015.

PULLEN, J.; SAEED, K. **An overview of biodiesel oxidation stability**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. v.16, p.5924-5950, 2012.

RAMOS, L. M.; PEREIRA, R. C.; MONTEIRO, A. A. **Efeito da Corrosão do Aço Inoxidável AISI 304 em meio de Combustíveis Alternativos**. 1º SINACEN 2016 - 1º Simpósio Nacional de Ciências e Engenharias, Anápolis, GO, 2016.

REVISTA ALUMÍNIO, Caminho Aberto, Edição 44 - 3º Trimestre 2015 - Taísa Santana. Disponível em <http://revistaaluminio.com.br/recicla-inovacao/44/caminho-aberto-366197-1.asp> Acesso em 22/07/2017.

RODRIGUES, E. A. **Corrosão e Propriedades Mecânicas de Tração e Fadiga da Liga de Alumínio 7050-T73651 em Etanol Combustível**. Tese de Doutorado Engenharia Mecânica - Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas; Campinas, SP, 2012.

SUSUKI, C. **Estudo comparativo de alternativas para o desenvolvimento, projeto e fabricação de tanques de combustível para automóveis de passageiros dentro da General Motors do Brasil**. Dissertação Mestrado em Engenharia Automotiva – Escola Politécnica da Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 2007. 136p.

TAKEDA, N. H. B. **Caracterização físico-química dos depósitos formados em carburadores de motores dois tempos** – Trabalho de Diplomação em Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2017.

TAN, Y. **Experimental methods designed for measuring corrosion in highly resistive and inhomogeneous media**. Corrosion Science, v. 53, p. 1145-1155, 2011.

VAZ, E. L. S.; ACCIARI, H. A.; CODARO, E. N. Um método para avaliar a taxa de corrosão. Química Nova, v.34, n.7, p.1288-1290, 2011.

WACHTER, H. F.; **Avaliação da Corrosividade de Misturas de Gasolina e Álcool combustível** – Trabalho de Conclusão de curso – Universidade Federal do Rio Grande de Sul. Porto Alegre, 2015.

ZIOLKOWSKA, J. R. **Prospective technologies, feedstocks and market innovations for ethanol and biodiesel production in the US**. Biotechnology Reports, v.4, p.94–98, 2015.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alexandre Igor Azevedo Pereira - é Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa. Professor desde 2010 no Instituto Federal Goiano e desde 2012 Gerente de Pesquisa no Campus Urutaí. Orientador nos Programas de Mestrado em Proteção de Plantas (Campus Urutaí) e Olericultura (Campus Morrinhos) ambos do IF Goiano. Alexandre Igor atuou em 2014 como professor visitante no John Abbott College e na McGill University em Montreal (Canadá) em projetos de Pesquisa Aplicada. Se comunica em Português, Inglês e Francês. Trabalhou no Ministério da Educação (Brasília) como assessor técnico dos Institutos Federais em ações envolvendo políticas públicas para capacitação de servidores federais brasileiros na Finlândia, Inglaterra, Alemanha e Canadá. Atualmente, desenvolve projetos de Pesquisa Básica e Aplicada com agroindústrias e propriedades agrícolas situadas no estado de Goiás nas áreas de Entomologia, Controle Biológico, Manejo Integrado de Pragas, Amostragem, Fitotecnia e Fitossanidade de plantas cultivadas no bioma Cerrado.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Argila aniônica 76
Astronomia 19, 20, 21, 23, 27, 28
Ativação ácida 88, 90

B

Biocompósitos 225

C

CCT 203, 209
Cerâmica dielétrica 203
Combustível 119
Compósitos poliméricos 155

D

Dissipação de calor 63

E

Eclipses 19, 20
Educação em tempo integral 29
Eletrofiação 9, 132
Embalagem 101, 106, 107
Ensino de matemática 29
Ergosterol 120, 121, 122, 123, 127, 128, 129
Espectrofotometria 120, 125
Etanol 109, 114, 115, 118, 119, 184, 185, 187, 188, 191

F

Filmes 173, 174, 193
Filmes poliméricos 193
Formação de professores 41

G

Ganodermalucidum 130

M

Método Sol-Gel 144, 203, 205, 206
Modelagem 63

N

Nanofibras 134, 136

O

Oficina 14, 16, 18
Ondulação geoidal 6, 10, 11

Origami modular 29

P

Padrão 10, 51, 126

Perfilamento laser 1

Perovskita 203, 204, 205, 206, 209, 210, 211

Potenciação 51

Proporção 51, 61

S

Sabonetes 101

Semicondutor 143

Simulação computacional 63

Sohxlet 120, 121

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-587-7



9 788572 475877