



**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Nitalo André Farias Machado  
Hosana Aguiar Freitas De Andrade  
(Organizadores)**

# **As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes 2**



**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Nitalo André Farias Machado  
Hosana Aguiar Freitas De Andrade  
(Organizadores)**

# **As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes 2**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

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

**Diagramação:** Geraldo Alves

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
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. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

C569 As ciências exatas e da terra e a interface com vários saberes 2  
 [recurso eletrônico] / Organizadores Raissa Rachel Salustriano  
 da Silva-Matos, Nitalo André Farias Machado, Hosana Aguiar  
 Freitas de Andrade. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. –  
 (As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com Vários  
 Saberes; v. 2)

Formato: PDF  
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
 Modo de acesso: World Wide Web  
 Inclui bibliografia  
 ISBN 978-85-7247-908-0  
 DOI 10.22533/at.ed.080201301

1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Silva-Matos,  
 Raissa Rachel Salustriano da. II. Machado, Nitalo André Farias.  
 III. Andrade, Hosana Aguiar Freitas de. IV. Série.

CDD 507

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

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Os grandes avanços tecnológicos e o desenvolvimento no campo das Ciências Exatas e da Terra fizeram com que essa grande área do conhecimento ganhasse uma forte interface com diferentes áreas dos saberes, da agricultura à pedagogia, completando o aspecto da didática-aprendizagem, recursos ambientais e saúde.

O leitor de “As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com Vários Saberes 2” terá oportunidade de conhecer as discussões atuais sobre e profundas relações das Ciências Exatas e da Terra permeando com outras áreas do conhecimento, pois esta obra apresenta uma refinada coletânea de trabalhos científicos relacionados a essa temática.

Portanto, esta obra é direcionada a todos os técnicos, acadêmicos e profissionais das áreas das Ciências Exatas e da Terra e das demais áreas que, por ventura, tenham interesse em contemplar as relações e interface das Ciências Exatas e da Terra. Nesse sentido, ressaltamos a importância desta leitura de forma a incrementar o conhecimento dos nossos leitores.

Desejamos uma ótima leitura.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Nítalo André Farias Machado

Hosana Aguiar Freitas de Andrade

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A IMPORTÂNCIA DA VERTENTE FRANCESA DIDÁTICA PROFISSIONAL NO CENÁRIO EDUCACIONAL BRASILEIRO	
Georgyana Gomes Cidrão Italândia Ferreira de Azevedo Francisco Régis Vieira Alves Maria Cleide da Silva Barroso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0802013011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
ALTERAÇÕES ESPAÇO-TEMPORAIS NA PLANÍCIE FLÚVIO-MARINHA DO RIO ACARAÚ ENTRE OS ANOS 1993 E 2016	
Francisco Oricélio da Silva Brindeiro Antônio Rodrigues Ximenes Neto Brígida Miola Rocha Francisco José Maciel de Moura Jader Onofre de Moraes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0802013012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>16</b>
APLICAÇÃO DE CONTORNOS ATIVOS NA EXTRAÇÃO DE FEIÇÕES EM IMAGENS LANDSAT 8 E CBERS 4	
Cleberton Reiz Rodrigo Bruno Zanin Erico Fernando de Oliveira Martins Jordan Luiz Dourado Filgueiras Jader Willian Evaristo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0802013013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>22</b>
AVANÇOS RECENTES NA OXIDAÇÃO DE ÁLCOOL BENZÍLICO SOBRE CATALISADORES DE OURO E PALÁDIO	
Wiury Chaves de Abreu Jean Claudio Santos Costa Carla Verônica Rodarte de Moura Edmilson Miranda de Moura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0802013014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>37</b>
DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA PROFISSIONAIS DE FÍSICA MÉDICA	
Eduardo Rossato Alessio Mateus Padoin Brutti Francine Kohls Schumacker Gustavo Stangherlin Cantarelli Ana Paula Schwarz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0802013015</b>	

<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>46</b>
ELETRODEPOSIÇÃO DE FILMES DE POLIANILINA EM METAIS OXIDÁVEIS A PARTIR DE MEIO AQUOSO CONTENDO ÁCIDO METANOSULFÔNICO	
David Alexandro Graves Andrea Santos Liu Liu Yao Cho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0802013016</b>	
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>58</b>
ENSINO DAS GEOCIÊNCIAS NO LABORATÓRIO DE PEDOLOGIA E GEOLOGIA DA UNIOESTE, <i>CAMPUS</i> DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON	
Oscar Vicente Quinonez Fernandez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0802013017</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>70</b>
ENSINO DE ASTRONOMIA E TEORIA QUÂNTICA USANDO O FUNCIONAMENTO DE UMA LÂMPADA FLUORESCENTE	
Márcio Francisco dos Santos Carolina Marla Rodrigues Vanessa Aparecida Ferreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0802013018</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>82</b>
ESTUDO DA SÉRIE DE TAYLOR E APLICAÇÃO	
Jociléa Rodrigues Cardoso José Francisco da Silva Costa Anildo das Chagas Dias Nayara dos Santos Rodrigues Raimundo das Graças Carvalho de Almeida Reginaldo Barros Genivaldo Passos Correa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0802013019</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>108</b>
ESTUDO DO MÉTODO DE EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS DE CARNE BOVINA ( <i>BOS TAURUS</i> ), UTILIZANDO PLANEJAMENTO FATORIAL E METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA	
Jane Kelly Sousa de Brito Tiago Linus Silva Coelho Darlisson Slag Neri Silva Jardes Figueredo Rego Naise Mary Caldas Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08020130110</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>121</b>
FERRAMENTA DE REALIDADE AUMENTADA UTILIZANDO KINECT PARA ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	
Bruno dos Santos Belaguarda Alessandro André Mainardi de Oliveira Gustavo Stangherlin Cantarelli Guilherme Chagas Kurtz	



**DOI 10.22533/at.ed.08020130111**

**CAPÍTULO 12 ..... 135**

**FITÓLITOS DE PLANTAS E SOLOS DA MATA ATLÂNTICA NA ILHA GRANDE, RIO DE JANEIRO**

Heloisa Helena Gomes Coe  
Yame Bronze Medina Ramos  
André Luiz Carvalho da Silva  
Emily Gomes  
Leandro de Oliveira Furtado de Sousa  
Kita Damasio Macario  
Raphaella Rodrigues Dias

**DOI 10.22533/at.ed.08020130112**

**CAPÍTULO 13 ..... 149**

**MANUAL DE PROTEÇÕES SOLARES: AUXÍLIO NO ENSINO DE CONFORTO AMBIENTAL**

Yuri Viana Loiola  
Flora Mendes Araújo Lima

**DOI 10.22533/at.ed.08020130113**

**CAPÍTULO 14 ..... 155**

**MODELAGEM FENOMENOLÓGICA E OTIMIZAÇÃO DE UM SECADOR DE CAFÉ ROTATIVO**

Uilla Fava Pimentel  
Gildeir Lima Rabello  
Willian Melo Poubel

**DOI 10.22533/at.ed.08020130114**

**CAPÍTULO 15 ..... 162**

**PRAIAS ABRIGADAS NO LITORAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

Ana Beatriz Pinheiro  
André Luiz Carvalho da Silva  
Maria Augusta Martins da Silva  
José Antonio Baptista Neto  
Carolina Pereira Silvestre  
Jessyca dos Santos Araújo  
Valéria Cristina Silva Pinto

**DOI 10.22533/at.ed.08020130115**

**CAPÍTULO 16 ..... 176**

**PROCESSO DE MODELAGEM PARA FORMAÇÃO DA BASE DE DADOS ACÚSTICOS PARA O MAPEAMENTO DE RUÍDO DE SINOP-MT**

Priscila Maria Gonçalves Guilherme  
Cristiane Rossatto Candido  
Emília Garcez da Luz  
Érika Fernanda Toledo Borges Leão

**DOI 10.22533/at.ed.08020130116**

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>190</b>
PROTEÇÃO DA LIGA DE ALUMÍNIO 2024 CONTRA CORROSÃO POR FILMES DE POLIPIRROL ELETRODEPOSITADOS EM MEIO DE LÍQUIDO IÔNICO	
Julio Cesar Verli Chagas	
Andrea Santos Liu	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08020130117</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>194</b>
REFLEXÕES PROJETUAIS: O CASO DA DISCIPLINA DE CONFORTO AMBIENTAL	
Yuri Viana Loiola	
Thais Carvalho Cardoso	
Ana Paula Nogueira Vidal Menezes	
Ana Caroline de Carvalho Lopes Dantas Dias	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08020130118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>198</b>
USO DO MIRITI COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE ANÁLISE COMBINATÓRIA	
Anildo das Chagas Dias	
Jociléa Rodrigues Cardoso	
José Francisco da Silva Costa	
Nayara dos Santos Rodrigues	
Raimundo das Graças Carvalho de Almeida	
Reginaldo Barros	
Genivaldo Passos Correa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08020130119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>219</b>
VARIABILIDADE MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA DA PRAIA DO BALBINO, CASCAVEL – CEARÁ	
Francisco Oricélio da Silva Brindeiro	
Filipe Maciel de Moura	
Francisco José Maciel de Moura	
Jader Onofre de Moraes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08020130120</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>227</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>228</b>

## PROTEÇÃO DA LIGA DE ALUMÍNIO 2024 CONTRA CORROSÃO POR FILMES DE POLIPIRROL ELETRODEPOSITADOS EM MEIO DE LÍQUIDO IÔNICO

Data de aceite: 10/12/2019

### Julio Cesar Verli Chagas

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de São Paulo  
São José dos Campos – São Paulo

### Andrea Santos Liu

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de São Paulo  
São José dos Campos – São Paulo

**RESUMO:** O alumínio é um metal muito utilizado no setor industrial devido às excelentes propriedades físico-químicas. A liga de alumínio 2024, empregada no setor aeronáutico, contém cobre em sua composição e apresenta excelente resistência mecânica. Entretanto, a presença de pares galvânicos torna essa liga mais susceptível à corrosão localizada. Atualmente, no setor aeronáutico, as ligas de alumínio são protegidas contra a corrosão por tratamentos que utilizam compostos à base de cromo hexavalente que, apesar da alta eficiência, tem efeitos carcinogênicos e provoca graves impactos ambientais. Dentre as alternativas ambientalmente favoráveis para proteger a liga 2024, destacam-se os polímeros condutores, principalmente o Polipirrol (PPy) e a Polianilina (PANI). Os líquidos iônicos também têm sido estudados como inibidores

de corrosão. Nesta perspectiva, o presente trabalho objetivou investigar o desempenho de filmes de Polipirrol eletrodepositados em meio contendo Líquido Iônico. Os filmes foram depositados por cronoamperometria e a morfologia das superfícies recobertas pelo Polipirrol foi analisada por Microscopia Eletrônica de Varredura. Os resultados mostraram a formação de filmes homogêneos e aderentes sobre a liga de alumínio. Ensaio eletroquímicos realizados em meio agressivo de cloreto indicaram que o filme depositado a 1,2 V apresenta bom desempenho para a proteção do metal contra corrosão.

**PALAVRAS-CHAVE:** liga de alumínio 2024; polipirrol; líquido iônico; eletrodeposição.

### CORROSION PROTECTION OF ALUMINUM 2024 ALLOYS BY POLYPYRROLE DEPOSITED IN IONIC LIQUID

**ABSTRACT:** Aluminum is a metal largely employed in industry due to its excellent physical-chemical properties. Aluminum alloy 2024, widely used in the aviation industry, contains copper (Cu) in its composition and presents excellent mechanical strength. However, the presence of galvanic couples makes this alloy more susceptible to localized corrosion. Currently, in the aeronautical industry, aluminum alloys have been protected against corrosion by

a treatment using compounds of hexavalent chromium which, even though effective corrosion inhibitor, has carcinogenic effects, causing severe environment impacts. Among the environmentally friendly alternatives to protect the 2024 alloy, conducting polymers stand out, particularly Polypyrrole (PPy) and Polyaniline (PANI). Ionic Liquids are also studied as corrosion inhibitors. In this perspective, this study aimed to investigate the performance of electrodeposited Polypyrrole films in solution containing Ionic Liquid. The films were deposited by chronoamperometry. The morphology of the surface covered by Polypyrrole, investigated under Scanning Electron Microscope, indicate that homogeneous films adherents had been obtained by chronoamperometry. Electrochemical tests performed in aggressive chloride medium, indicated that the film deposited at 1.2 V had provided good performance on protecting the corrosion of aluminum alloys.

**KEYWORDS:** aluminum alloy 2024; polypyrrole; ionic liquid; electrodeposition.

## 1 | INTRODUÇÃO

O alumínio é amplamente utilizado no setor industrial devido às suas excelentes propriedades físico-químicas. Entretanto, apresenta baixa resistência mecânica, o que torna necessária a adição de elementos de liga, que resultam em combinações que conferem propriedades mecânicas ajustadas ao produto desejável (ABAL, 2007). A liga 2024, que contém cobre em sua composição, tem sido largamente utilizada no setor aeronáutico (QUEIROS, 2008). Entretanto, a incorporação de constituintes torna a liga mais suscetível à corrosão localizada, em que se desenvolvem pites na superfície metálica em determinados meios agressivos (ABAL, 2012).

Atualmente, as ligas de alumínio são protegidas contra corrosão por tratamentos que utilizam compostos à base de cromato que, apesar de eficiente inibidor de corrosão, tem efeitos carcinogênicos e provoca graves impactos ambientais. Desta forma, grupos de pesquisa têm investigado possíveis alternativas para substituí-lo. Os polímeros condutores, como Polianilina (PANI) e Polipirrol (PPy), têm sido investigados para a proteção do alumínio e suas ligas (PALOUMPA, 2004).

Ressalta-se que o eletrólito utilizado no processo de eletrodeposição do PPy desempenha um papel chave na eletropolimerização, pois é necessário que o eletrodo metálico não oxide concorrentemente com o monômero. Devido à elevada estabilidade química, eletroquímica e térmica, baixa pressão de vapor e alta condutividade iônica, os líquidos iônicos são considerados eletrólitos interessantes a serem utilizados na eletropolimerização de polímeros condutores (LU, 2009).

Nessa perspectiva, o presente trabalho objetivou a eletrodeposição e investigação do desempenho anticorrosivo do filme de PPy eletrodepositado em meio contendo o líquido iônico brometo de 1-butil-3-metilimidazólio (BMImBr) na proteção da liga.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios eletroquímicos foram realizados em um potenciostato modelo MQPG-01 da Microquímica. Foi utilizado uma célula eletrolítica contendo 3 eletrodos: o eletrodo de trabalho (liga Al 2024 embutida em teflon e com área exposta de 0,53 cm<sup>2</sup>); o eletrodo de referência (Ag/AgCl); e o eletrodo auxiliar (fio de platina).

A superfície de alumínio foi polida com lixas granulométricas de 220, 400, 600 e 1200, respectivamente, e lavada com água destilada antes de cada ensaio eletroquímico. A solução eletrolítica foi preparada diluindo-se 0,15 mol.L<sup>-1</sup> de líquido iônico (BMImBr) e 0,2 mol.L<sup>-1</sup> de pirrol em acetonitrila. A eletrodeposição do polipirrol foi realizada por cronoamperometria, aplicando-se o potencial de 1,2V vs Ag/AgCl.

A morfologia das superfícies revestidas com os filmes de polipirrol foi analisada por Microscopia Eletrônica de Varredura, utilizando o equipamento Jeol JXA-840A. A proteção contra a corrosão de superfícies de alumínio por filmes de polipirrol foi investigada por meio de curvas de polarização potenciodinâmica em uma solução de cloreto de sódio 0,1 mol.L<sup>-1</sup> (pH = 5,9), à temperatura ambiente. Os parâmetros de corrosão foram obtidos a partir das curvas de Tafel.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para analisar o desempenho dos filmes de PPy eletrodepositados na proteção da liga contra corrosão realizou-se ensaios de polarização potenciodinâmica em meio agressivo de cloreto. Os parâmetros eletroquímicos, potenciais de corrosão e densidades de correntes de corrosão, foram obtidos a partir das curvas de Tafel (Figura 1).

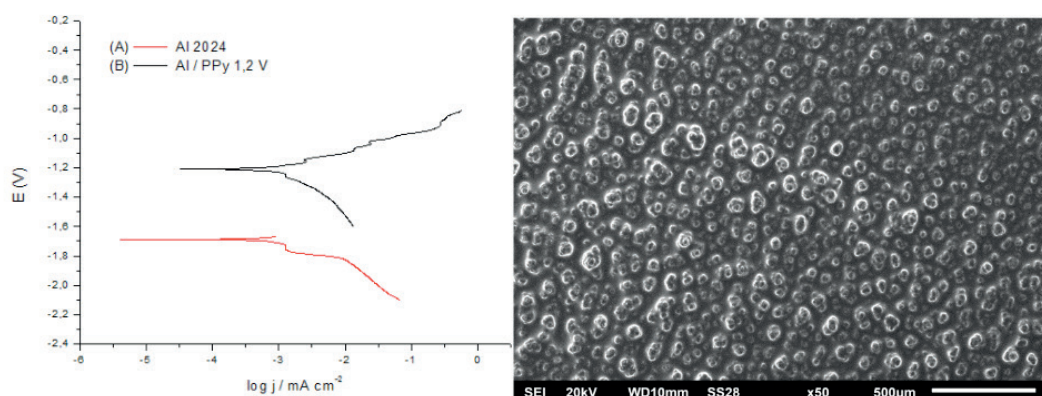


FIGURA 1. Curvas de polarização potenciodinâmica para a liga sem recobrimento (curva (A)) e com recobrimento (curva (B)) do filme de polipirrol eletrodepositado - (à esquerda). Microscopia eletrônica de varredura da superfície da liga de alumínio recoberta com o filme de polipirrol - (à direita).

Pode ser observado, através das curvas de Tafel, que o potencial de corrosão para as superfícies de alumínio recobertas com os filmes de polipirrol é deslocado

para a região para mais positiva, indicando proteção anódica.

A morfologia da liga de alumínio recoberta com filme de polipirrol foi analisada por Microscopia Eletrônica de Varredura (Figura 1). Foi observado que a camada depositada é compacta e homogênea, o que justifica a proteção do metal contra corrosão, pois o filme dificulta a penetração de espécies corrosivas, como o cloreto, inibindo a formação de pites no alumínio.

#### 4 | CONCLUSÕES

Pode ser inferido que filmes de PPy homogêneos e aderentes foram obtidos por cronoamperometria em meio contendo líquido iônico. Conclui-se também que as superfícies de alumínio recobertas com as camadas poliméricas são menos suscetíveis à corrosão, conforme constatado pelos parâmetros eletroquímicos provenientes das curvas de Tafel.

#### 5 | AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação e ao Laboratório de Eletroquímica Orgânica do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba (Univap) pela infraestrutura.

#### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO (ABAL). **Fundamentos e aplicações do alumínio**. São Paulo: ABAL, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ALUMÍNIO (ABAL). **Fundamentos e aplicações do alumínio**. São Paulo: ABAL, 2012.

LU, J. et al. **Advanced applications of ionic liquids in polymer science**. Progress in Polymer Science, v. 34, p. 431–448, 2009.

PALOUMPA, I.; YFANTIS, A.; HOFFMANN, P. BURKOV Y, YFANTIS D, SCHMEIBER D. **Mechanisms to inhibit corrosion of Al alloys by polymeric conversion coatings**. Surface and Coatings Technology. v.180, p.308-312. 2004.

QUEIROS, F.M. **Estudo do comportamento de corrosão dos intermetálicos presentes nas ligas AA2024-T3, por meio de técnicas de microscopia associadas a técnicas eletroquímicas**. Tese de doutorado - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos:** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPI (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. E-mail para contato: raissasalustriano@yahoo.com.br; raissa.matos@ufma.br Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

**Nitalo André Farias Machado:** Possui graduação em Agronomia (2015) e mestrado em Ciência Animal (2018) pela Universidade Federal do Maranhão. Atualmente é aluno regular do doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Ambiência e Bioclimatologia, atuando principalmente nos seguintes temas: biometeorologia, bem-estar animal, biotelemetria, morfometria computacional, modelagem computacional, transporte de animais, zootecnia de precisão, valorização de resíduos, análise de dados e experimentação agrícola. E-mail para contato: nitalo-farias@hotmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3622313041986385>

**Hosana Aguiar Freitas De Andrade:** Graduada em Agronomia (2018) pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Atualmente é mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Ceará (PPGCS/UFC) como bolsista CAPES. Possui experiência na área de fertilidade do solo, adubação e nutrição de plantas, com ênfase em aproveitamento de resíduos na agricultura, manejo de culturas, propagação vegetal, fisiologia de plantas cultivadas e emissão de gases do efeito estufa. E-mail para contato: hosana\_f.andrade@hotmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5602619125695519>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ácido metanosulfônico 46, 49, 50, 51, 56

Adequação ambiental 194

Análise combinatória 198, 199, 200, 201, 202, 213, 217, 218

Anilina 46, 49, 51

Aplicações 16, 18, 21, 26, 46, 57, 81, 83, 84, 90, 106, 193, 201, 202, 205, 207, 209, 212, 217

Aplicativo 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 126

### B

Baía da Ilha Grande 162, 168, 172, 173, 174

Baía de Guanabara 146, 147, 162, 164, 168, 169, 170, 171, 174, 175

Base de dados 39, 176, 179

Bioindicadores 136, 143

### C

Carcinicultura 10, 11, 12, 13, 14, 15

Carne bovina 108, 109, 110, 111, 112, 114, 117, 118

Cbers 4 16, 17, 18

Cenário educacional 1

Competência 1, 4, 5, 6, 7, 8, 168

Conforto ambiental 149, 150, 153, 154, 194, 195, 197

Contorno ativo 16, 18

Controle solar 149

### D

Deposição eletroquímica 46, 49, 51, 53

Didática profissional 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8

### E

Eletrodeposição 46, 50, 51, 52, 53, 57, 190, 191, 192

Ensino 1, 5, 7, 38, 58, 67, 69, 70, 71, 80, 81, 121, 122, 133, 134, 149, 194, 198, 200, 201, 216, 217, 218

Ensino das geociências 58

Ensino de astronomia 70, 81

Ensino fundamental 58, 71, 81

Ensino médio 58, 71, 200, 217, 218

Erosão costeira 163, 219, 220, 225

Espaço-temporais 10

Estratégias ativas 194

Estuário 10, 13, 14, 15, 164

Estudos topográficos 121



Experimentação 198, 199, 201, 202, 213, 216, 227  
Extração de feições 16, 17, 20, 21  
Extração de proteínas 108, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118

## F

Filmes de polianilina 46  
Física médica 37, 38, 40, 44  
Fitólitos de plantas 135, 137, 140  
Formação dos adultos 1, 4  
Função exponencial 82, 94, 99, 100, 104, 106

## G

Geociências 15, 58, 60, 62, 69, 81, 175  
Geomorfologia fluvial 10

## I

Interatividade 37, 38

## K

Kinect 121, 122, 124, 125, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134

## L

Lâmpada fluorescente 70, 72, 73, 74, 77, 78, 79, 80  
Landsat 8 16, 17, 18, 19, 20, 21  
Liga de alumínio 2024 48, 49, 190  
Linha de costa 14, 165, 172, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225  
Líquido iônico 190, 191, 192

## M

Mapeamento de ruído 176, 181, 183, 187  
Mata atlântica 135, 136, 137, 138, 146  
Matemática 1, 3, 5, 6, 7, 8, 83, 84, 90, 102, 106, 107, 198, 199, 200, 201, 202, 213, 216, 217, 218  
Meta-heurística 155, 156, 157, 158, 159, 160  
Metais oxidáveis 46, 48  
Métodos 3, 12, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 45, 48, 72, 110, 111, 123, 128, 139, 147, 156, 176, 180, 192, 199, 200, 201, 202, 221, 222, 224  
Modelagem 126, 155, 156, 160, 161, 176, 178, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 227  
Modelagem acústica 176, 180

## O

Ouro 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 52, 53, 54, 62, 217  
Oxidação álcool benzílico 22

## P

Paládio 22, 23, 24, 25, 26, 27, 32

Planejamento fatorial 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117

Planície flúvio-marinha 10, 12

Polipirrol 48, 57, 190, 191, 192, 193

Praia 138, 141, 143, 147, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 219, 220, 222, 224, 225, 226

Praias abrigadas 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 173, 174

Professor 1, 5, 6, 7, 8, 58, 61, 68, 81, 121, 122, 195, 199, 200, 213, 214, 215, 216, 217

Proteções solares 149, 150, 152

## R

Radiação 70, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 114

Realidade aumentada 121, 122, 127, 132, 133

Reconstituição paleoambiental 136

Recursos de informações 37

Rio Acaraú 10, 11, 12, 14

## S

Secado de café 155

Sensoriamento remoto 16, 21

Série de Taylor 82, 83, 99

Superfície de resposta 108, 110, 111, 117

## T

Tecnologia móvel 37, 38, 39

Teoria quântica 70, 71, 72, 73, 74, 78, 80

Topografia 10, 121, 122, 123, 127, 133, 134, 137, 162, 168, 180

## V

Variabilidade multitemporal 219

