



**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: AUXILIO 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>

## ELETRODEPOSIÇÃO DE FILMES DE POLIANILINA EM METAIS OXIDÁVEIS A PARTIR DE MEIO AQUOSO CONTENDO ÁCIDO METANOSULFÔNICO

Data de aceite: 10/12/2019

### David Alexandro Graves

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

### Andrea Santos Liu

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

### Liu Yao Cho

IP&D - FEAU, UNIVAP – Universidade do Vale do Paraíba  
São José dos Campos - SP

**RESUMO:** A síntese de novos materiais para proteção de metais contra corrosão, tem se mostrado como um dos ramos de pesquisa mais promissores, tanto pela importância científica para se entender tal fenômeno, como pelo potencial em aplicações tecnológicas. É de grande conhecimento e de suma relevância a utilização de metais e de ligas metálicas em todas as aplicações cotidianas, sejam elas em âmbito alimentício, transportes, construção civil, dentre outros. Os polímeros condutores são uma classe de materiais, que têm sido investigados em diversas aplicações, como baterias, sensores e revestimento anticorrosivo. Dentre estes polímeros, a polianilina (PAni) é

o homopolímero da anilina (polímero formado apenas por um monômero), que tem sido estudado na proteção de metais oxidáveis contra corrosão. O objetivo deste trabalho é a síntese de um filme depositado eletroquicamente a partir de uma solução aquosa contendo anilina e ácido metanosulfônico, com tratamento prévio do eletrodo metálico por meio da alizarina. A metodologia utilizada envolveu a deposição eletroquímica do filme polimérico com auxílio do potenciostato nos eletrodos de alumínio 2024 e de aço ; 2) seguida da avaliação da morfologia dos filmes por Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). A composição dos filmes também foi analisada por EDX (Energy Dispersive X-ray Detector). 3) Análise do filme como revestimento protetor, a partir de curvas de polarização potenciodinâmica em meio corrosivo contendo cloreto. Os resultados obtidos indicam que o filme pode proteger a superfície metálica contra corrosão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ácido metanosulfônico, Anilina, Deposição eletroquímica.

### ELECTRODEPOSITION OF POLYANILINE FILMS ON OXIDIZABLE METALS FROM METANESULFONIC ACID AQUEOUS MEDIUM

**ABSTRACT:** The synthesis of new materials to protection of metallic surface against corrosion

has being considered one of the most promising research branches, concerning both the scientific importance in understanding this phenomenon and its potential technological applications. It is of great knowledge and relevance the use of metals and metal alloys in all daily uses, whether in food, transportation, research, etc. Among the conductive polymers, polyaniline (PAni), aniline homopolymer (polymer formed only by one monomer), has been excelled. Therefore, this study aimed at the synthesis of a new film obtained by the electrochemical deposition of a solution of aniline and metanesulfonic acid, with pretreatment of the electrode by Alizarin. The methodology involved, thus, 1) the electrochemical deposition of the film with the aid of the potentiostat; 2) the morphology was studied by SEM (scanning electron microscope), sequentially in EDX (energy dispersive x-ray detector) checking the components of the electrode, alizarin and the obtained film, generating, then, comparative data on its effectiveness and its behavior in an aqueous solution of NaCl, what could permit the analysis on the electrochemical behavior of film. In view of the results obtained during this research, it was able to observe the behavior of the film deposited electrochemically in order to ensure its efficiency as a protective film to the iron surface.

**KEYWORDS:** Metanesulfonic Acid, Aniline, Electrochemical Deposition.

## INTRODUÇÃO

O elemento químico alumínio é o metal mais comum na crosta terrestre, depois do ferro. O alumínio também é um dos mais utilizados, seja na fuzilaria de barcos, aviões, metrô, na construção civil ou até mesmo em revestimento interno de embalagens de produtos perecíveis. Sua aplicabilidade está associada as suas importantes propriedades físico químicas, como baixa massa específica, alta condutividade elétrica e elevada resistência à corrosão, associada à formação de um filme passivo de óxido de alumínio. Além disso, é facilmente reciclado, sem perda das suas propriedades físico-químicas, tornando-o extremamente versátil. O alumínio não é encontrado puro na natureza, se combina com outros elementos, como o silício, o oxigênio e o hidrogênio, formando assim compostos químicos. As rochas que contém os compostos são chamadas de minérios de alumínio. No século XIX, os cientistas desenvolveram uma técnica para a separação do alumínio dos outros elementos para a obtenção do metal puro (processo Bayer e Hall-Héroult para a produção de alumínio). Os maiores produtores de alumínio são os Estados Unidos e o Canadá. A bauxita (minério de alumínio mais comum), da qual se obtém o alumínio, é encontrada em todo o mundo. A Austrália e a Guiné têm as maiores reservas desse minério. O Brasil tem a terceira maior jazida de bauxita do planeta, com importantes reservas na região Norte, no estado do Pará, e na região Sudeste, em Minas Gerais (ABAL, 2007).

O alumínio puro apresenta baixa resistência mecânica e por isso, são

adicionados elementos de liga, ressaltando a adição de cobre, sobretudo na liga de alumínio 2024. Entretanto, a presença destes elementos reduz a resistência à corrosão da liga de alumínio, provocando a formação de pites (LIU, 2019).

Por outro lado, aços são ligas de ferro-carbono, que são classificadas de acordo com o teor de carbono e compreende três grandes grupos: (i) ferro, quando contém menos de 0,008% em massa de C; (ii) aço, quando a liga de Fe-C tem um teor de C superior a 0,008 e inferior a 2,11% em massa de C; (iii) ferro fundido, quando a liga Fe-C tem um teor de C superior a 2,1% de C (BENAMOR, 2014).

O carbono está geralmente presente no aço à temperatura ambiente como carboneto de ferro (cementita ou  $Fe_3C$ ). O aço também contém elementos como silício, fósforo e enxofre que surgem do processo de fabricação, o que pode afetar negativamente as propriedades e, portanto, devem ser bem controlado.

O aço AISI 1020, de acordo com a designação da norma AISI-SAE, pode variar sua composição entre 0,18 e 0,23% de carbono. Apesar de ser amplamente utilizado no setor industrial, é facilmente corroído em determinados meios e métodos de prevenção devem ser utilizados para evitar os efeitos danosos da corrosão (FERREIRA, 2016).

As superfícies de aço e de alumínio são consideradas oxidáveis e devem ser protegidas contra corrosão, uma vez que esse processo pode causar prejuízos econômico, social e ambiental, além de trazer riscos à segurança. O aspecto econômico implica na perda de estruturas, através da degradação de materiais utilizados em tanques, equipamentos de processo, tubulações, plataformas, pontes, dentre outras. As perdas econômicas incluem o custo de substituição de estruturas corroídas, equipamentos, custo de pintura, manutenção e monitoramento de proteção catódica, bem como o custo de fechamento de plantas e instalações para reparos e a manutenção necessária devido a danos ocasionados pela corrosão. A perda de material das estruturas devido à corrosão não é apenas uma perda econômica, mas também faz com que as estruturas enfraqueçam e percam a capacidade de cumprir as finalidades para as quais foram projetadas. Além disso, estas estruturas podem sofrer danos estruturais graves e tornar-se um perigo para a segurança das pessoas (GENTIL, 2011).

De acordo com Balles (2004) a corrosão dos metais pode assumir muitas formas que se manifestam morfologicamente de maneiras muito diferentes e podem ser correlacionadas entre si. Algumas das formas mais comuns de corrosão são: corrosão uniforme, corrosão galvânica, corrosão por corrosão, corrosão por pite, corrosão intergranular e corrosão por erosão.

Os polímeros condutores, tais como polianilina, polipirrol e politiofeno, consistem em uma possível alternativa a para a proteção de metais oxidáveis contra corrosão (VILCA, 2004; LIU, 2007; MOUTARLIER, 2003).

O presente trabalho aborda da deposição eletroquímica de filme de polianilina (PAni) em superfícies de alumínio 2024 e de aço 1020, a partir de uma solução aquosa contendo  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  de ácido metanosulfônico e  $0,12 \text{ mol L}^{-1}$  de anilina, ácido metanosulfônico, com a intenção de formação de filme protetivo à corrosão dos metais. A avaliação dos filmes fora efetuada via MEV, EDX e Microscópio 3D. A eficiência do filme contra corrosão foi analisada por curvas de polarização potenciodinâmica.

## PARTE EXPERIMENTAL

As amostras de metais foram superfícies de aço 1020 e liga de alumínio 2024-T3, embutidas em teflon e com área exposta de  $0,53 \text{ cm}^2$ .

Os reagentes utilizados no presente trabalho foram: alizarina, anilina, ácido metanosulfônico, ligas metálicas.

Inicialmente, foi calculada a massa necessária para preparar solução aquosa contendo  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  de ácido metanosulfônico e  $0,12 \text{ mol L}^{-1}$  de anilina.

$$\frac{0,5 \text{ mol}}{\text{L}} \cdot \frac{96,10 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ mL}} \cdot 50 \text{ mL} = 2,402 \text{ g de Ácido metanosulfônico}$$

$$\frac{0,12 \text{ mol}}{\text{L}} \cdot \frac{93,13 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ mL}} \cdot 50 \text{ mL} = 0,559 \text{ g de Anilina}$$

A deposição eletroquímica dos filmes de PANI foi realizada em um potenciostato da Microquímica, modelo MQPG-01.

A morfologia e a composição dos filmes foram analisadas por MEV e EDS, utilizando o equipamento Jeol JXA-840A.

## PROCEDIMENTOS

Os eletrodos de trabalho (alumínio 2024 e aço 1020) foram desbastados com auxílio de lixas metalográficas, com granulometria variando entre 400 a 1200.

A deposição eletroquímica dos filmes de PANI foi realizada em um potenciostato da Microquímica, modelo MQPG-01.

Os testes eletroquímicos foram realizados em uma célula eletrolítica contendo 3 eletrodos: o eletrodo de trabalho (alumínio 2024 ou aço 1020); o eletrodo de referência (Ag / AgCl); e o eletrodo auxiliar (bastão de platina).

Os filmes de PANI foram depositados por cronoamperometria aplicando-se 5,0 V vs Ag/AgCl durante 30 minutos.

A morfologia e a composição dos filmes foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e energia dispersiva de raio-X (EDX), utilizando o

equipamento Jeol JXA-840A.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, foi investigada a deposição potenciostática de filmes de PANI nos substratos de alumínio, em meio aquoso contendo ácido metanosulfônico. Entretanto, neste meio, não foi depositado nenhum filme de PANI sobre a superfície do metal (Figura 1).



Figura 1: Eletrodo de alumínio sem revestimento

A presença de uma camada de óxido de alumínio passiva sobre o metal pode inibir as reações de transferência de carga e conseqüentemente, inibir o crescimento do filme de polianilina sobre a liga de alumínio 2014.

Para analisar a influência da composição do eletrodo de trabalho na eletrodeposição de filmes de PANI, também foi utilizado um eletrodo de aço (ferro/carbono). A composição do eletrodo de ferro foi analisada por EDX, conforme apresentado na Figura 2 e 3.



Figura 2: Imagem do equipamento utilizado para obter o EDX do aço

Como evidenciado no EDX, o eletrodo é composto apenas por Ferro e Carbono em sua composição. Foi reconhecido também a presença de alumínio que é justificado pela utilização da pasta de alumina para o acabamento superficial fino realizado durante o pré-tratamento. A Figura 3 apresenta os espectros de EDX da superfície do eletrodo de aço.

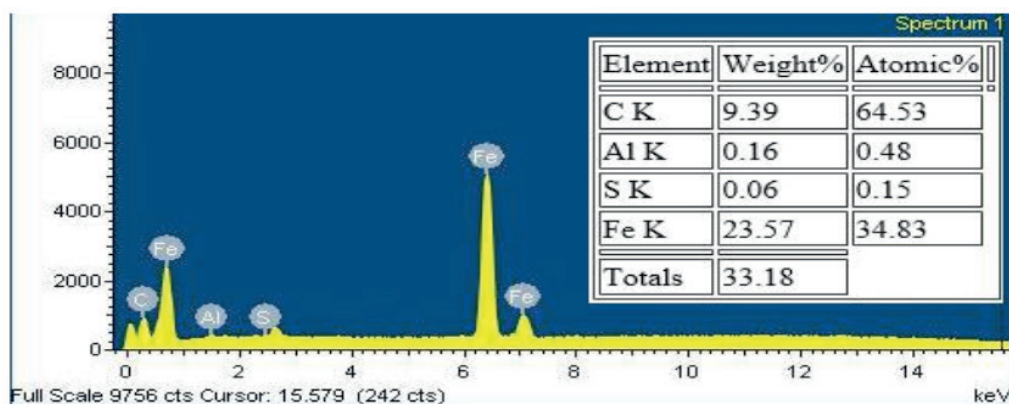


Figura 3: EDX do eletrodo (Ferro e Carbono).

Posteriormente, a eletrodeposição do filme de PANI foi realizada sobre o aço 1020, com auxílio do potenciostato e utilizando-se como meio eletrolítico, a solução aquosa contendo anilina e ácido metanosulfônico. Obteve-se um filme homogêneo e que recobriu todo o metal. Entretanto, após o recobrimento do metal com PANI, foi observada a alteração da cor de preto para marrom avermelhado, devido a oxidação do ferro, conforme observado na Figura 4.



Figura 4: Eletrodo de trabalho oxidado.

A alternativa para evitar a oxidação do ferro na liga metálica foi realizado um pré-tratamento com alizarina no eletrodo, e em seguida realizou-se novamente a deposição eletroquímica do PANI, partindo-se de uma solução de anilina e ácido metanosulfônico.



Realizou-se uma análise, por MEV e EDX da alizarina em pó, utilizada no pré-tratamento do aço e que pode ser utilizado para aumentar a aderência do filme polimérico à superfície do aço. A Figura 5 e 6 apresentam esses resultados.

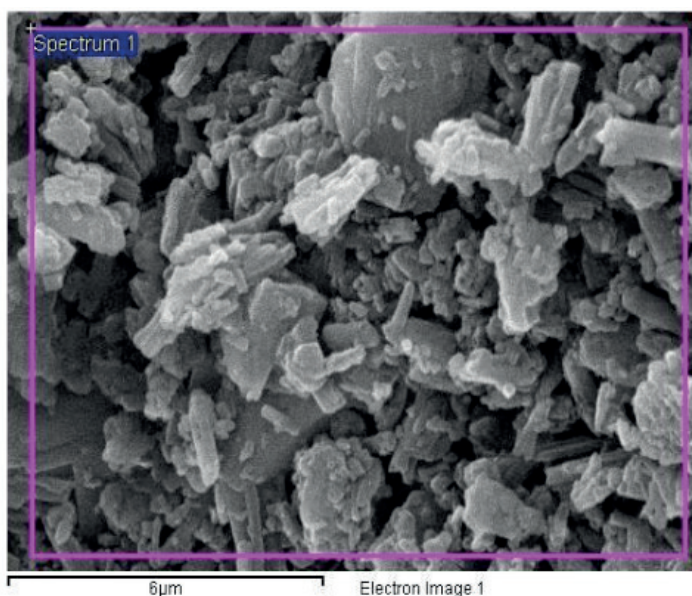


Figura 5: MEV da alizarina em pó.

A análise da alizarina ( $C_{14}H_8O_4$ ) no EDX apresentou em sua composição 61,95% de carbono e 38,05% de oxigênio, conforme a figura a seguir. Como a amostra não é condutora o ouro foi utilizado para aumentar a resolução da imagem no MEV.

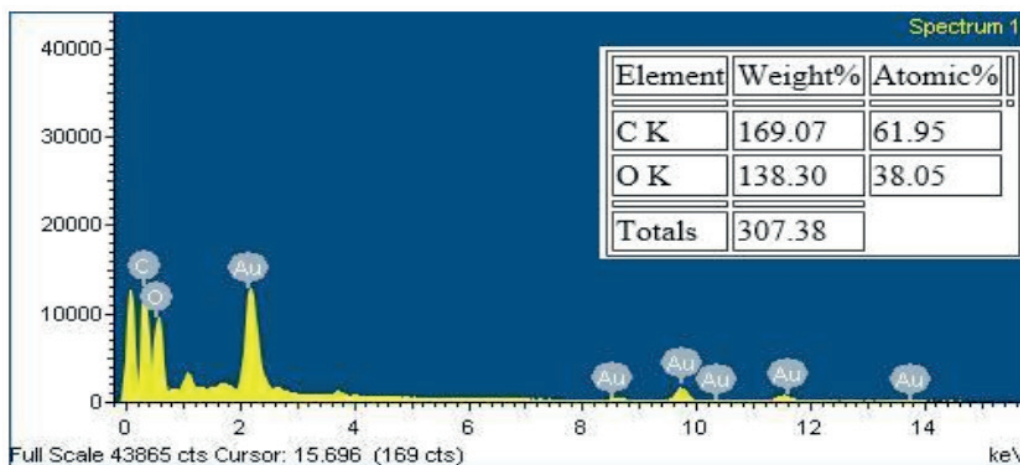


Figura 6: EDX da alizarina em pó.

A Figura 7 apresenta os eletrodos de trabalho (alumínio e aço 1020), após o ensaio de eletrodeposição da PANI, com o pré-tratamento das superfícies metálicas com alizarina.



Figura 7: Imagem dos eletrodos após a eletrodeposição da PANI, com pré-tratamento com alizarina.

Observou-se que com o pré-tratamento com alizarina, no eletrodo de alumínio não foi observado a formação de filme de PANI sobre a superfície metálica. Já com o eletrodo de aço observou-se o recobrimento completo da superfície exposta com um filme de coloração escura de PANI.

A Figura 8 apresenta a curva de corrente versus tempo, envolvida na deposição eletroquímica do filme de PANI sobre a superfície de aço.

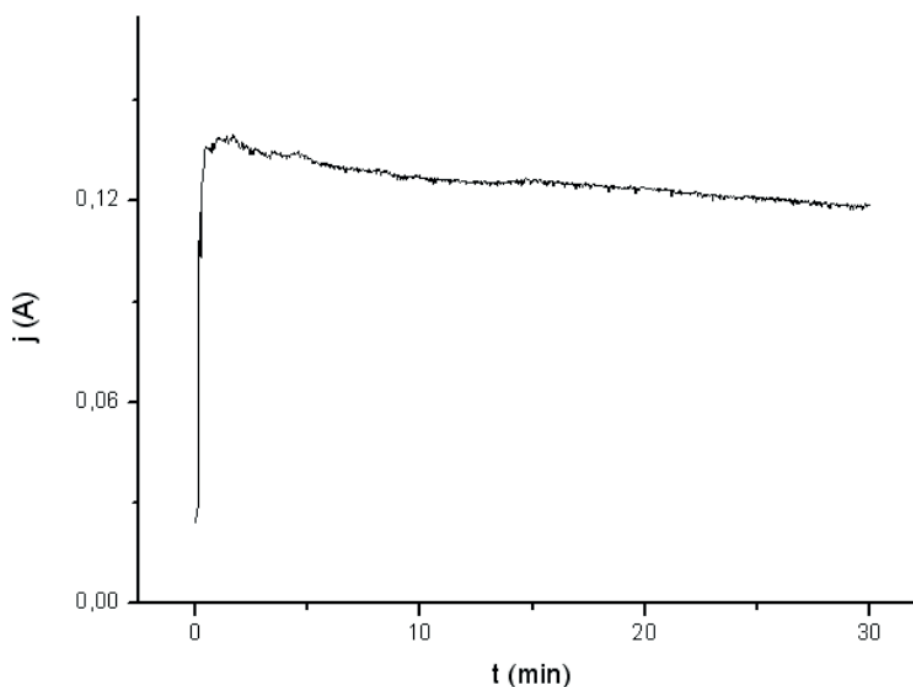


Figura 8: Crescimento do filme de acordo com o aumento da corrente.

Pode ser observado que inicialmente, a corrente aumenta com o tempo até cerca de 0,14mA e depois forma-se um patamar onde decai lentamente, sendo a região onde ocorre a formação e crescimento do filme polimérico.

O filme obtido sobre o eletrodo de aço foi analisado por MEV e EDX. Para análise deste filme, também foi realizada a deposição de uma fina camada de ouro

superficial para melhorar a imagem do MEV, conforme a Figura 9.

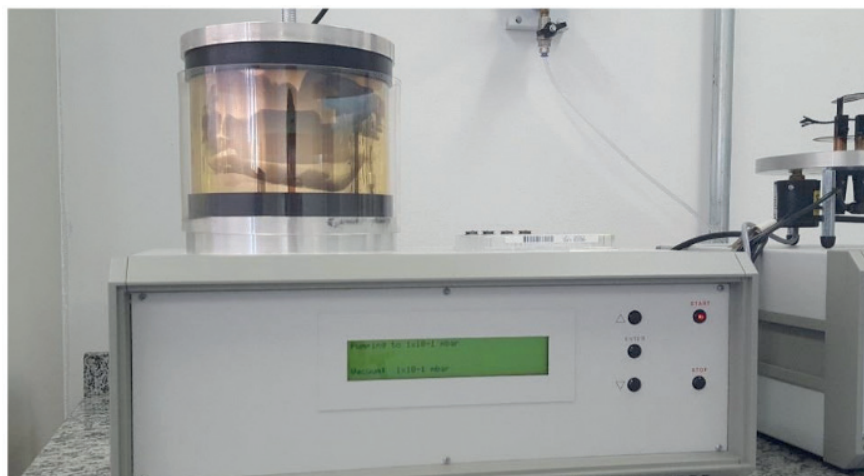


Figura 9: Equipamento utilizado para a deposição de ouro.

Com os resultados obtidos foi possível avaliar a morfologia do filme. Pode-se observar a homogeneidade do filme e a formação do polímero, caracterizado por pequenos grumos ao longo da superfície. As Figuras 10 e 11 apresentam os resultados.

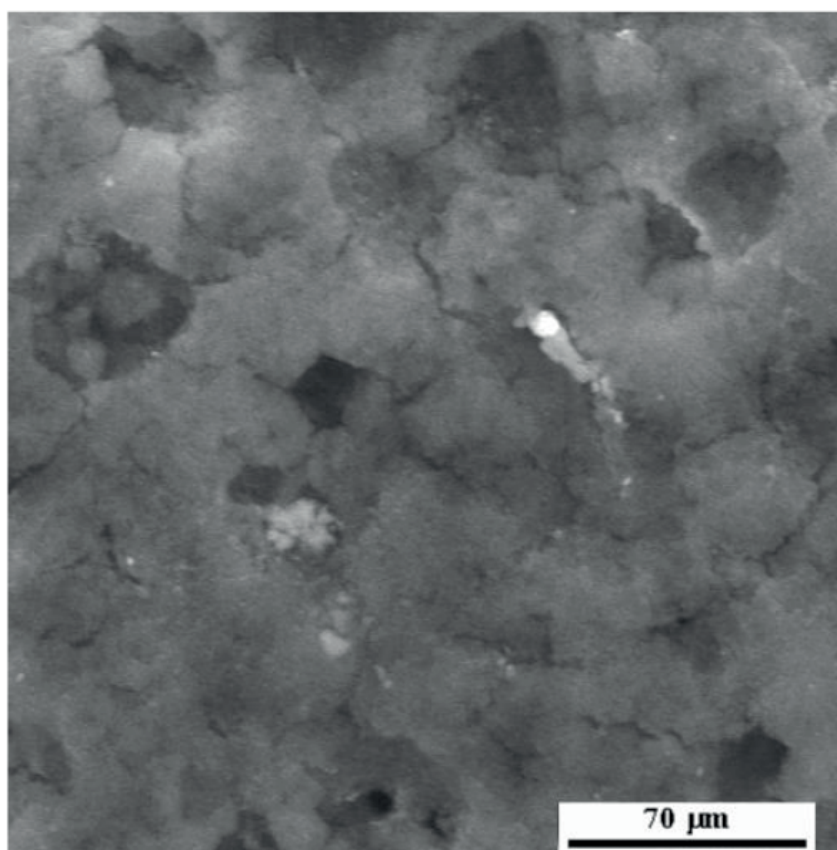


Figura 10: MEV do filme de PANI obtido sobre o eletrodo de ferro.

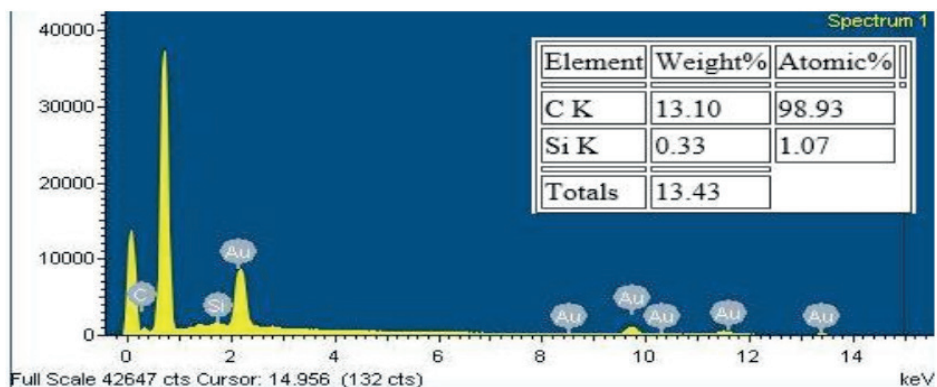


Figura 11: EDX do eletrodo recoberto com PANI

Para analisar a proteção do filme contra corrosão, foi realizado um ensaio de polarização potenciodinâmica, em solução aquosa 3,5% (m/V) de NaCl, variando-se o potencial de -1,0 V a +1,5 V vs Ag/AgCl a 1,0 mV.s<sup>-1</sup>. A Figura 12 apresenta esse resultado.

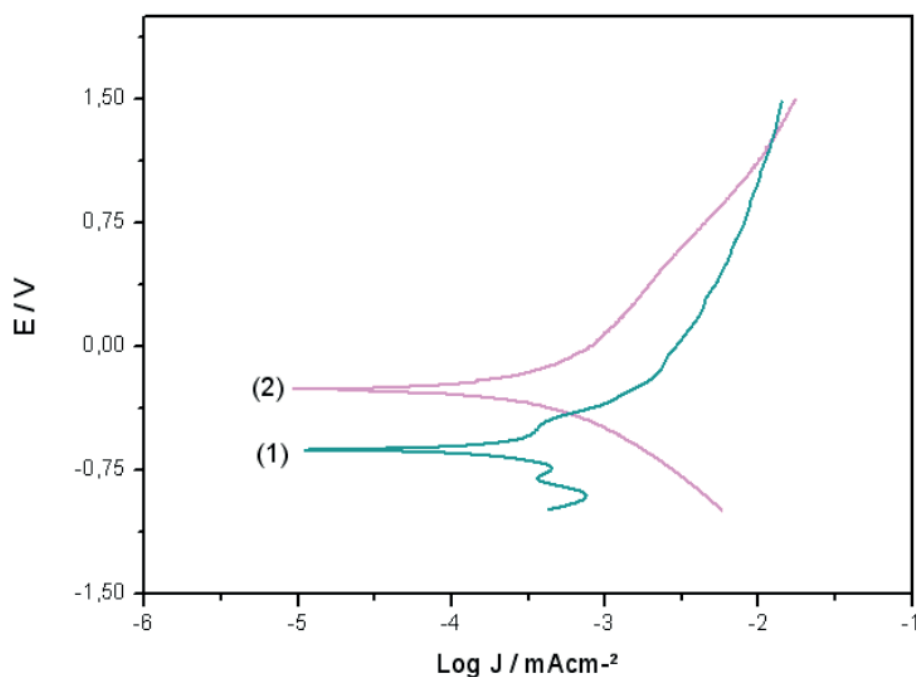
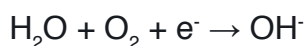


Figura 12: Curvas de polarização em NaCl: (1) superfície de aço sem recobrimento e (2) aço recoberto com PANI

Foi observado que o potencial de corrosão do aço (1) é igual a -0,63V, enquanto que o valor do potencial de corrosão para o aço revestido com a PANI (2) é -0,25V. Esse deslocamento do potencial de corrosão para a direção positiva indica proteção anódica desempenhada pelo filme polimérico (LIU, 2014).

O ramo catódico indica o processo redução e pode ser representado pela redução da água em meio aerado:



Pode-se observar que as correntes anódicas são menores para superfícies

recobertas com PANI do que para o aço apenas polido, indicando proteção do aço pelo polimérico (WEI-KANG, 1995).

As superfícies de alumínio recobertas com PANI e submetidas ao ensaio de polarização também foram analisadas no Microscópio ótico 3D: Contour GT-K, conforme apresentado na Figura 13.

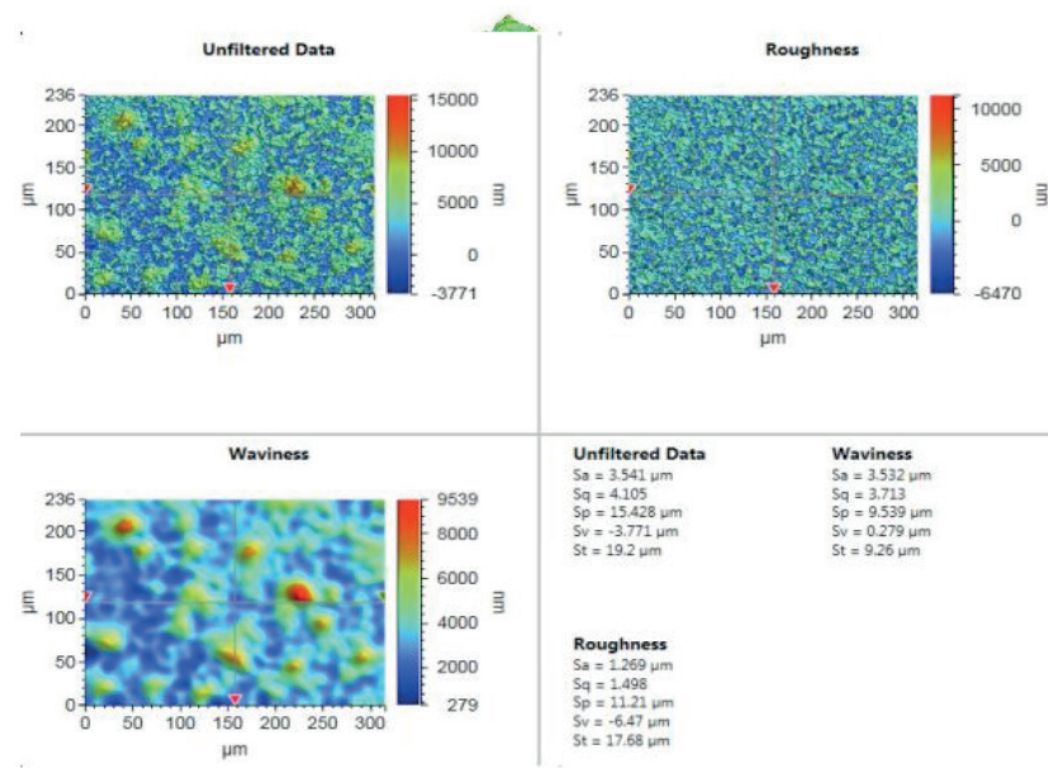


Figura 13: Análise da polarização via Bruker, lente objetiva com aumento de 20x.

Como observado, mesmo o filme sendo polarizado em uma solução corrosiva de NaCl, manteve-se protetivo e com pequenos focos de oxidação na estrutura do filme e com baixa rugosidade.

## CONCLUSÕES

O filme de polianilina (PANI) obtido em meio de ácido metanosulfônico foi eletrodepositado sobre o eletrodo de Ferro por meio de ensaio de cronoamperometria. Pode ser inferido que o filme depositado, após a aplicação da camada de alizarina, tem uma resistência muito maior a oxidação comparada ao depósito feito sem a alizarina, possibilitando também ter maior homogeneidade do filme por MEV. Além disso, os ensaios de polarização potenciodinâmica em meio agressivo de cloreto, confirmam também a funcionalidade do filme: uma vez que, após a polarização do filme numa solução de NaCl, mostrou a eficiência da camada protetiva, evitando que ions agressivos penetrem e ataquem o eletrodo metálico. Pode ser inferido ainda que o metal que constitui o eletrodo de trabalho é um fator chave no processo de

eletrodeposição do filme de polianilina.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO – ABAL. **Fundamentos e Aplicações do Alumínio**. São Paulo: ABAL, 2007.

BALLES, A. C. **Nitreção a plasma como meio alternativo ou complementar à oxidação negra na proteção à corrosão do aço de baixo teor de carbono**. Revista Matéria, v. 9, n. 4, p. 360, 2004.

BENAMOR, A.; AL-MARRI, M. J. **Modeling analysis of corrosion behavior of carbon steel in CO<sub>2</sub> loaded amine solutions**. International Journal of Chemical Engineering and Applications, v. 5, n. 4, p. 353, 2014.

FERREIRA, K. C. **Corrosion inhibition of carbon steel in HCl solution by Aqueous Brown onion peel extract**. Int. J. Electrochem. Sci, v. 11, p. 406-418, 2016.

GENTIL, V. **Corrosão**. 6ª. Edição. São Paulo: Editora LTC, 2011.

LIU, A.S.; SOUZA, A.F.; CHO, L.Y. **Eletrodeposição de Filmes de Polipirrol em Superfícies de Alumínio 2024: Influência do Eletrólito**, Revista Impactos das Tecnologias na Engenharia de Materiais e Metalúrgica, Atena Editora, 2019.

LIU, A. S.; BEZERRA, M. C.; CHO, L. Y. **Electrodeposition of polypyrrole films on aluminum surface from a p-toluene sulfonic acid medium**. Materials Research, v. 12, p. 503, 2009.

LIU, A. S. et al. **Electrodeposition of polypyrrole films on 2024 aluminum alloy in phosphoric acid solution**. Materials Science Forum, v. 775-776, p. 225, 2014.

MOUTARLIER, V; GIGANDET, M. P; PAGETTI, J; RICK, L. **Surface and Coatings Technology**. v.173, p.87, 2003.

VILCA, D. H; MORAES, S. R; MOTHEO, A. J. **Anodic treatment of aluminum in nitric acid containing aniline, previous to deposition of polyaniline and its role on corrosion** Synthetic Metals. v.140, p.23, 2004.

WEI-KANG, L.; RONALD L. E.; BERNHARD, W. **Corrosion Protection of Mild Steel by Coatings Containing Polyaniline**. Materials Science and Engineering Program, The University of Texas at Arlington, Box 19031, Arlington, Texas 76019 USA, 1995.

## **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

