

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

3

Francisco Odécio Sales
(Organizador)


Atena
Editora
Ano 2021

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

3

Francisco Odécio Sales
(Organizador)


Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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

Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^a Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^a Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^a Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^a Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Secconal Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andreza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Kimberly Elisandra Gonçalves Carneiro
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Francisco Odécio Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas e da terra: exploração e qualificação de diferentes tecnologias 3 / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-712-3

DOI 10.22533/at.ed.123211301

1. Terra. 2. Ciências Exatas. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 551.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A coleção “Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 3” é uma obra que objetiva uma profunda discussão técnico-científica fomentada por diversos trabalhos dispostos em meio aos seus 22 capítulos. Esse 3º volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos das Ciências exatas e da Terra, bem como suas reverberações e impactos econômicos e sociais.

Tal obra objetiva publicizar de forma objetiva e categorizada estudos e pesquisas realizadas em diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais. Em todos os capítulos aqui expostos a linha condutora é o aspecto relacionado às Ciências Naturais, tecnologia da informação, ensino de ciências e áreas afins.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam por inovação, tecnologia, ensino de ciências e demais temas. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes campos da engenharia, ciência e ensino de forma temporal com dados geográficos, físicos, econômicos e sociais de regiões específicas do país é de suma importância, bem como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Deste modo a obra Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 3 apresenta uma profunda e sólida fundamentação teórica bem com resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolvem seu trabalho de forma séria e comprometida, apresentados aqui de maneira didática e articulada com as demandas atuais. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Francisco Odécio Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A COMPARATIVE STUDY BETWEEN MICROSTRUCTURE AND MICROHARDNESS IN HYPEREUTECTIC Al-Fe ALLOY PROCESSED BY LASER SURFACE REMELTING

Moises Meza Pariona

DOI 10.22533/at.ed.1232113011

CAPÍTULO 2..... 15

UMA ANÁLISE DA COMERCIALIZAÇÃO E CONTROLE METROLÓGICO DE GNV NO BRASIL

Edisio Alves de Aguiar Junior

Rodrigo Ornelas de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.1232113012

CAPÍTULO 3..... 22

ANÁLISE DE FALHA POR MEIOS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE RAIOS-X DE UM SENSOR DE TRANSMISSÃO AUTOMÁTICA AUTOMOTIVA

Miguel Angel Neri Flores

DOI 10.22533/at.ed.1232113013

CAPÍTULO 4..... 35

ASTROFÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Karina Edilaini da Silva Barros

DOI 10.22533/at.ed.1232113014

CAPÍTULO 5..... 48

AVALIAÇÃO DE METAIS EM LODO RESIDUAL DE UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGEM DE PAPEL RECICLADO NO INTERIOR DO PARANÁ

Amália Gelinski Gomes

Cristiana da Silva

Délia do Carmo Vieira

Adriana Pereira Duarte

Janksyn Bertozzi

Alessandra Stevanato

DOI 10.22533/at.ed.1232113015

CAPÍTULO 6..... 68

BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS E DE FABRICAÇÃO: IMPORTÂNCIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DE PIMENTA *CAPSICUM*

Cleide Maria Ferreira Pinto

Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto

Roberto Fontes Araújo

Sérgio Mauricio Lopes Donzeles

DOI 10.22533/at.ed.1232113016

CAPÍTULO 7.....99

COMPARATIVO ENTRE TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM GEOESTATÍSTICA EM UMA PARCELA EXPERIMENTAL

Ícaro Viterbre Debique Sousa
Heron Viterbre Debique Sousa
Antonio Mendes Magalhães Júnior
Paulo Henrique Gomes dos Santos
Álvaro Vinícius Machado
Igor Luis de Castro Faria
Hudson Marques Machado
Marcus Vinícius Gonçalves Antunes

DOI 10.22533/at.ed.1232113017

CAPÍTULO 8..... 107

CORRELAÇÃO ENTRE DPL E SPT PARA CAMADA DE AREIA EM DEPÓSITO EÓLICO DE FORTALEZA, CEARÁ

Samuel Castro Prado
Giullia Carolina de Melo Mendes
Marcos Fábio Porto de Aguiar

DOI 10.22533/at.ed.1232113018

CAPÍTULO 9..... 115

DENSIDADE E SUCESSÃO ECOLÓGICA DAS ÁREAS CILIARES NA MICROBACIA URBANIZADA DO MUNICÍPIO DE GURUPI-TO

Marcos Vinicius Cardoso Silva
Asafe Santa Bárbara Gomes
Maria Cristina Bueno Coelho
Nelita Gonçalves Faria de Bessa
Juliana Barilli
Marcos Vinicius Giongo Alves
Maurilio Antonio Varavallo
Mauro Luiz Erpen
Yandro Santa Brigida Ataíde
Mathaus Messias Coimbra Limeira

DOI 10.22533/at.ed.1232113019

CAPÍTULO 10..... 125

ELETRODO DE GRAFITE EXTRAÍDO DE PILHA COMUM E SUA REUTILIZAÇÃO NA ELETRÓLISE DA SALMOURA

Amanda Maria Barros Alves
Aurelice Barbosa de Oliveira
Filipe Augusto Gomes Braga
Marcus Raphael Souza Leitão

DOI 10.22533/at.ed.12321130110

CAPÍTULO 11	134
FITÓLITOS DE SEDIMENTOS E PLANTAS – MÉTODOS DE EXTRAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES	
Heloisa Helena Gomes Coe David Oldack Barcelos Ferreira Machado Sarah Domingues Fricks Ricardo Karina Ferreira Chueng	
DOI 10.22533/at.ed.12321130111	
CAPÍTULO 12	150
INUNDAÇÕES NA BACIA DO RIBEIRÃO CAMBÉ: CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO E À GESTÃO PÚBLICA DE LONDRINA – PR	
Gilnei Machado	
DOI 10.22533/at.ed.12321130112	
CAPÍTULO 13	162
MEDIÇÃO EXPERIMENTAL E MODELAGEM TERMODINÂMICA DO EQUILÍBRIO LÍQUIDO-LÍQUIDO DE SISTEMAS CONTENDO ETANOL, ACETATO DE ETILA E ÁGUA	
Natalia Inacio Lourenço Edson Massakazu de Souza Igarashi Pedro Felipe Arce-Castillo	
DOI 10.22533/at.ed.12321130113	
CAPÍTULO 14	173
MODIFICAÇÃO NA ESTRUTURA MOLECULAR DO ÁCIDO SALICÍLICO E BIOENSAIOS TOXICOLÓGICOS FRENTE A LARVAS DE <i>Artemia salina</i> LEACH	
Carlos Eduardo Rodrigues Aguiar Yasmim dos Santos Alves Tatiana de Almeida Silva Bruna Barbosa Maia da Silva Jaqueline Ferreira Ramos Josefa Aqueline da Cunha Lima Jadson de Farias Silva Juliano Carlo Rufino Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.12321130114	
CAPÍTULO 15	184
O USO DO SIG NO DESENVOLVIMENTO DOS GRUPOS DE ESTUDOS: O CASO DO GRUPO “ANÁLISE GEOAMBIENTAL E SUAS PAISAGENS DE EXCEÇÃO” - ANGEO	
Ana Carla Alves Gomes Ana Lúcia Moura Andrade Emerson Rodrigues Lima Gabriely Lopes Farias Thaís Helena Nunes da Silva Maria Lúcia Brito da Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.12321130115	

CAPÍTULO 16.....	196
POTENCIAL SOLAR NA ILHA DE FLORIANÓPOLIS – PROPOSTA DE MÉTODO	
Vivian da Silva Celestino Reginato	
DOI 10.22533/at.ed.12321130116	
CAPÍTULO 17.....	211
QUEIJOS COLONIAIS COMERCIALIZADOS NA MICRORREGIÃO DE FRANCISCO BELTRÃO, PARANÁ: AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE RESISTÊNCIA BACTERIANA	
Kérley Braga Pereira Bento Casaril	
Katiana Henning	
Caroline Giane de Carli	
Ariane Spiassi	
Débora Giaretta Zatta	
DOI 10.22533/at.ed.12321130117	
CAPÍTULO 18.....	228
SEQUÊNCIA DE FIBONACCI: A MATEMÁTICA PRESENTE NA NATUREZA	
José Augusto Pereira Nogueira	
Antonia Erineide Cavalcante	
DOI 10.22533/at.ed.12321130118	
CAPÍTULO 19.....	235
SOFTWARE GEOGEBRA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE FUNÇÕES VETORIAIS	
Maurício do Socorro Rodrigues Ferreira	
José Francisco da Silva Costa	
Nélio Santos Nahum	
Walber Do Carmo Farias	
José Augusto dos Santos Cardoso	
Rosenildo da Costa Pereira	
Reginaldo Barros	
Rodinely Serrão Mendes	
Rosana dos Passos Corrêa	
Márcio José Silva	
Joana Darc de Sousa Carneiro	
Genivaldo dos Passos Corrêa	
DOI 10.22533/at.ed.12321130119	
CAPÍTULO 20.....	250
TERMOS/SINAIS DA TABELA PERIÓDICA: POSSIBILIDADE DE ACESSO E APRENDIZAGEM DOS ALUNOS SURDOS	
Vanessa Argolo Oliveira	
Jorge Fernando Silva de Menezes	
DOI 10.22533/at.ed.12321130120	

CAPÍTULO 21	263
EFFECT OF <i>Luehea divaricata</i> AND <i>Pterodon emarginatus</i> EXTRACTS ON THE OXIDATIVE STABILITY OF SOYBEAN BIODIESEL	
Anelize Felício Ramos	
Lucas Lion Kozlinskei	
José Osmar Castagnolli Junior	
Thiago Mendanha Cruz	
Eder Carlos Ferreira de Souza	
Sandra Regina Masetto Antunes	
Pedro Henrique Weirich Neto	
Maria Elena Payret Arrúa	
DOI 10.22533/at.ed.12321130121	
CAPÍTULO 22	275
ANODO DE ALUMÍNIO COM NANOPOROS CONTENDO NIÓBIO PARA USO EM SISTEMA ARMAZENAMENTO DE ENERGIA RENOVÁVEL	
Guilherme Arielo Rodrigues Maia	
Paulo Rogério Pinto Rodrigues	
Josealdo Tonholo	
DOI 10.22533/at.ed.12321130122	
SOBRE O ORGANIZADOR	286
ÍNDICE REMISSIVO	287

ANODO DE ALUMÍNIO COM NANOPOROS CONTENDO NIÓBIO PARA USO EM SISTEMA ARMAZENAMENTO DE ENERGIA RENOVÁVEL

Data de aceite: 04/01/2021

Guilherme Arielo Rodrigues Maia

Universidade Federal de Alagoas,
Departamento de Química
Maceió - Alagoas

Paulo Rogério Pinto Rodrigues

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

Josealdo Tonholo

Universidade Federal de Alagoas,
Departamento de Química
Maceió - Alagoas

RESUMO: O desenvolvimento de novos sistemas de baterias recarregáveis poderia alimentar várias aplicações de energia, desde a eletrônica pessoal até o armazenamento em rede: solar, eólica ou hidrogênio. Baterias recarregáveis à base de alumínio oferecem as possibilidades de baixo custo e baixa inflamabilidade, juntamente com propriedades redox levando a alta capacidade. No entanto, os esforços de pesquisa nos últimos 30 anos encontraram inúmeros problemas, como desintegração do material catódico e/ou anódico entre outros. Diversas pesquisas estudam a utilização do Nb_2O_5 nos anodos das baterias, porém as pesquisas relacionadas à aplicação do Nb_2O_5 juntamente com o alumínio são escassas. Outro importante ponto a se considerar é que o Brasil detém as maiores reservas mundial de nióbio e é o maior produtor desse elemento,

com aproximadamente 98% do total mundial. Sendo assim, a principal finalidade deste projeto foi estudar o ânodo das baterias em sistemas de armazenamento de energia, compostas por alumínio anodizado e inserção do Nb_2O_5 , visando um aumento de eficiência do sistema de armazenamento de energias renováveis. Foram realizados processos de anodização e a produção do pentóxido de nióbio foi pelo método sol-gel. As técnicas de caracterização utilizadas foram análise termogravimétrica (TG), espectroscopia por energia dispersiva de raios-X (EDX) e medidas carga/descarga. O anodo de alumínio com inserção de Nb_2O_5 nos poros após a anodização apresentou valores de potencial $E = 2,7$ V de pico máximo em processo de carga e boa estabilidade com a composição de 10% (m/m) de Nb_2O_5 na síntese sol-gel.

PALAVRAS-CHAVE: Bateria, sustentabilidade, energia.

ABSTRACT: The development of new rechargeable battery systems could power several energy applications, from personal electronics to network storage: solar, wind or hydrogen. Rechargeable aluminum-based batteries offer the possibilities of low cost and low flammability, along with redox properties leading to high capacity. However, research efforts over the past 30 years have encountered numerous problems, such as disintegration of cathodic and / or anodic material, among others. Several studies study the use of Nb_2O_5 in the anodes of batteries, but research related to the application of Nb_2O_5 together with aluminum is scarce. Another important point to consider is that

Brazil has the largest world reserves of niobium and is the largest producer of this element, with approximately 98% of the world total. Thus, the main purpose of this project was to study the anode of batteries in energy storage systems, composed of anodized aluminum and insertion of Nb_2O_5 , aiming at increasing the efficiency of the renewable energy storage system. Anodizing processes were carried out and the production of niobium pentoxide was by the sol-gel method. The characterization techniques used were thermogravimetric analysis (TG), X-ray dispersive energy spectroscopy (EDX) and charge / discharge measures. The aluminum anode with insertion of Nb_2O_5 in the pores after anodization showed high values of maximum peak potential in the loading process and good stability with the composition of 10% (m / m) of Nb_2O_5 in the sol-gel synthesis.

KEYWORDS: Battery, sustainability, energy.

1 | INTRODUÇÃO

O padrão atual de produção e consumo de energia é baseado nas fontes fósseis, o que gera emissões de poluentes locais, gases de efeito estufa e põem em risco o suprimento de longo prazo no planeta. A matriz energética mundial se concentra basicamente em energia não renovável com aproximadamente 87% e 14% de renováveis, no caso de países industrializados, caindo para 6% entre as nações em desenvolvimento. No Brasil esses números são diferentes, o país tem a matriz energética mais renovável do mundo industrializado com 45% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar (BRASIL, 2019).

Dentre as energias consideradas renováveis, podem ser destacadas as que proporcionam geração de energia elétrica, como a energia hidroelétrica, energia solar fotovoltaica e energia eólica. Porém sistemas de geração de energia solar e eólica dependem de forças da natureza, como o sol e o vento, que sofrem variações de intensidade de acordo com as condições climáticas, resultando em uma geração de energia não constante. Contudo, a estabilização dessa geração e o aumento da confiabilidade podem ser obtidos pela utilização de sistemas de armazenamento (SCHILL et al., 2017; SILVA; HENDRICK, 2017).

Há um grande potencial para que o desenvolvimento de sistemas de armazenamento de energia ganhe impulso face ao avanço científico e tecnológico alcançado, aliado também a constante necessidade da modernização no sistema elétrico. Nesse contexto, trata-se de um tema bastante em pauta e repleto de oportunidades de pesquisa.

Existe uma variedade de opções de tecnologias de armazenamento de energia para o setor elétrico, em diferentes estágios de maturidade e com aplicações específicas, cada uma com sua respectiva característica operacional, desempenho, ciclo de operação e durabilidade, sendo que as baterias podem utilizadas como armazenamento de energia elétrica, provenientes da solar fotovoltaica e eólica. O custo de obtenção de baterias ainda é oneroso para o consumidor, e problemas de gerenciamento dos sistemas pós instalação

das mesmas, não garantem a sustentabilidade do sistema de armazenamento (BOCCHI, 2000; WANG, 2015; SILVA Jr., 2016; SILVA; HENDRICK, 2017)

Na Tabela 1 estão apresentadas as baterias mais utilizadas em sistemas de armazenamento de energia, destacando as suas características, vantagens e desvantagens.

Bateria	Características	Vantagens	Desvantagens
Chumbo-ácidas	Tensão: 2V Energia: 10-40 Wh/kg Anodo: chumbo, carbono. Catodo: peróxido de chumbo.	Baixa emissão de gases; Suporta maiores picos de corrente na recarga; Menor demanda de manutenção; Tecnologia madura.	Mais sensível às condições operacionais (tensão elevada, temperatura, etc.); Risco de avalanche térmica; Contém metal pesado.
Níquel-sódio	Tensão: 2,58 V Energia: 90 - 150 Wh/kg Anodo: sódio (fundido) Catodo: cloreto de níquel. Eletrólito: NaAlCl ₄ (fundido)	Possui sistema de monitoração e gestão na bateria (BMS); Pouca demanda de manutenção; Larga faixa de temperatura de operação: -30 a 60 °C; Operação em temperatura elevada.	Elevada autodescarga (1 semana); Tempo de recarga de 8 a 12h; Parte da energia da bateria é utilizada para seu aquecimento.
Íon Lítio	Tensão: 3,6 V Energia: 100 - 250 Wh/kg Anodo: grafite Catodo óxido metálico de lítio Eletrólito: sal de lítio (LiPF ₆) misturado em solventes orgânicos	Alta densidade de energia ocupa pouco espaço; Possui sistema eletrônico de controle e monitoração na bateria; Suporta elevados picos de corrente; Excelente desempenho em aplicações de ciclagem; Baixo tempo de recarga (1 a 3 h); Elevada eficiência de carga.	Imprescindível possuir BMS confiável e com desempenho adequado; Pequenos desvios da tensão de operação pode reduzir sua vida útil; Avalanche térmica.
Fluxo de Vanádio	Tensão: 1,4 V Energia: 10- 20 Wh/kg Anodo: V ⁴⁺ Catodo: V ²⁺ Eletrólito: Solução aquosa ácido sulfúrico.	Elevada autonomia; Possui sistema de monitoração embutido na bateria (BMS); Menor impacto ambiental - não possui metal pesado.	Ocupa maior espaço; Manutenção mais complexa; Tecnologia em desenvolvimento; Vanádio é um metal caro e raro.

Tabela 1. Baterias aplicadas em sistemas de armazenamento de energia, características, vantagens e desvantagens.

A maioria das baterias utilizadas em sistemas de armazenamento de energia são as de chumbo-ácido, entretanto devido ao problema ambiental e do índice de toxidez causado pelo chumbo, mesmo sendo economicamente viável, esta tem tido o seu uso minimizado. As baterias mais aplicadas no momento, devido à durabilidade das mesmas são as de íon lítio e as NMC (níquel, manganês e óxido de cobalto), porém, pesquisas têm sido desenvolvidas em busca da substituição das baterias de lítio, devido ao seu elevado custo

e a baixa reserva mundial e os elementos de liga como as da NMC não tornam este tipo de bateria vantajosa, devido aos custos dos mesmos. Outros tipos de baterias com menor custo, e com bom desempenho tecnológico, têm sido estudadas, entre elas podem-se destacar as de alumínio (LIN et al. 2015; MUÑOZ-TORRERO, 2018; HOLLAND, 2018).

O alumínio é um material interessante para baterias porque é relativamente barato - mais barato do que o lítio - e tem potencial para armazenar uma grande quantidade de carga. A bateria de alumínio é composta por dois eletrodos: um ânodo carregado negativamente feito de alumínio e um cátodo carregado positivamente (ex: grafite), os dois mergulhados em um eletrólito de líquido iônico (LIN et al. 2015).

Não foi possível ainda viabilizar uma bateria de alumínio que produzisse uma tensão suficiente e fosse durável, em números, ela pode suportar aproximadamente 7,5 mil ciclos de recarregamentos, enquanto uma típica de íon lítio dura cerca de mil ciclos. Apesar de muito durável e de conservar a tensão gerada ao longo de milhares de ciclos de carga e descarga, gera uma tensão baixa, cerca de metade da gerada por uma bateria de lítio (LI, 2002; MUÑOZ-TORRERO, 2018)

Com o intuito de melhorar as propriedades da bateria de alumínio, o anodo (Al) pode ser modificado, e um dos métodos é o processo de anodização, criando nanoporos na superfície do eletrodo, sendo que os nanoporos possibilitam a inserção de materiais com características que possibilita o aumento da eficiência dessas baterias, como por exemplo o Nb_2O_5 .

Diversas pesquisas estudam a utilização do Nb_2O_5 nos anodos das baterias (CATTI et al., 2016; USUI et al., 2016; TOLOSA et al., 2018), porém as pesquisas relacionadas à aplicação do Nb_2O_5 juntamente com o alumínio são escassas. Outro importante ponto a se considerar é que o Brasil detém as maiores reservas mundial de nióbio e também é o maior produtor desse elemento, com aproximadamente 98% do total mundial (LIMA, J. M. G.; 2010), esse fato, é mais uma justificativa para o estudo de diferentes aplicações para o nióbio.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Placas de folha de alumínio 99,99% de 0,1 mm espessura, com dimensões de 25 mm × 35 mm foram empregadas no anodo das baterias. Após o desengorduramento em acetona, as placas foram polidas em lixas e pasta diamante de diferentes granulometrias. As placas polidas, limpas e secas foram anodizadas nas condições de densidade de corrente $j=10 \text{ mA/cm}^2$, tempo $t= 10 \text{ min}$, a $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Na etapa de anodização foi utilizada uma fonte de tensão Minipa-303 com controle digital para a regulação da corrente. A montagem do circuito elétrico dessa etapa foi com as amostras de alumínio como ânodo e uma placa de alumínio da mesma liga com formato retangular de área 5 vezes maior como cátodo, imersos em solução ácida dentro de um

recipiente de vidro com capacidade de 50 mL, um multímetro em série para regulagem fina da corrente e temperatura controlada a $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. O tempo foi controlado com cronômetro digital.

Após a anodização foram produzidos filmes de Nb_2O_5 para serem depositados nas placas de alumínio conforme fluxograma da Figura 2. As concentrações de complexo de Nb foram de 5, 10 e 15 % (m/m).

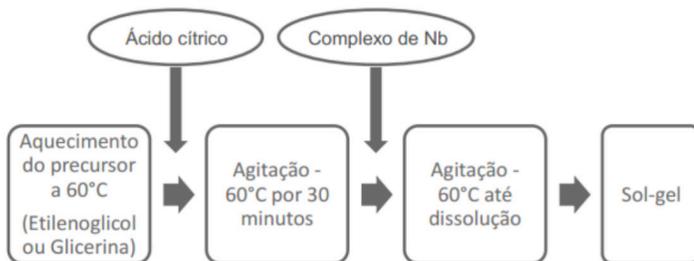


Figura 2. Fluxograma com as etapas de produção dos filmes de nióbio pelo método sol-gel.

A deposição dos filmes nos eletrodos de alumínio foi realizada por *dipcoating* após a deposição as amostras foram submetidas de 30°C até 450°C com taxa de aquecimento de 10°C por minuto;

Foram realizadas mediadas de ciclos de carga/descarga em um sistema de célula aberta composta por três eletrodos: contra eletrodo de Pt, eletrodo de referência $\text{Hg}, \text{Hg}_2\text{O}/\text{KOH}$ e de trabalho $\text{Al}/\text{Nb}_2\text{O}_5$. No presente trabalho foi utilizada uma célula eletroquímica em “H”. Na Figura 3 está apresentado o esquema da célula para caracterização eletroquímica do eletrodo de $\text{Al}/\text{Nb}_2\text{O}_5$.

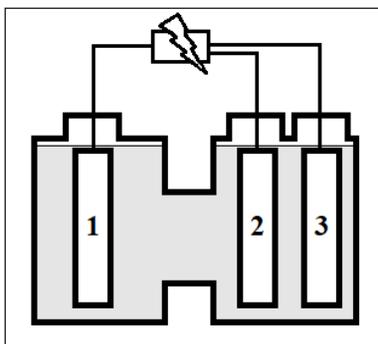


Figura 3. Sistema experimental para os ciclos galvanostáticos de carga/descarga, mostrando a célula eletroquímica de três eletrodos, onde (1) corresponde ao contra eletrodo, (2) ao eletrodo de referência, e (3) ao eletrodo de trabalho $\text{Al}/\text{Nb}_2\text{O}_5$ (Fonte: do autor).

Como apresentado na Figura 3, o contra eletrodo de Pt (1) foi mantido separado dos demais. Essa configuração visa a preservação do ambiente entre o eletrodo de referência (2) e o de trabalho Al/Nb_2O_5 (3) livre de interferências como a possível evolução de hidrogênio a partir do contra eletrodo de Pt.

Foram aplicados ciclos galvanostáticos de carga/descarga que consistem em carregar o eletrodo submetendo-o a uma corrente catódica constante por 10 min. No presente trabalho os ciclos galvanostáticos de carga/descarga foram realizados no potenciostato AUTOLAB.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição das placas de alumínio AA-3003 está apresentada na Tabela 2 e os picos do espectro estão apresentados na Figura 4.

		Elementos										
%	Al	Mn	Fe	Si	Cu	Pb	Ti	Ni	Zr	Zn	Cr	
	97,32	1,25	0,66	0,33	0,15	0,10	0,09	0,04	0,03	0,02	0,01	

Tabela 2. Composição das placas de alumínio determinadas por fluorescência de raios-X.

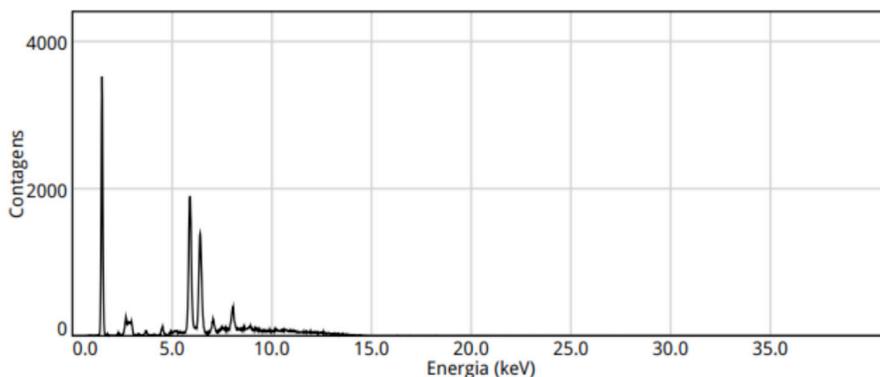


Figura 4. Espectro de fluorescência de raios-X da placa de alumínio.

Conforme os resultados apresentados na Tabela 2 e Figura 4 foi possível observar que as placas apresentaram na sua maior composição o elemento alumínio, sendo em aproximadamente 97%.

As curvas carga e descarga estão apresentadas nas Figuras 5 a 8.

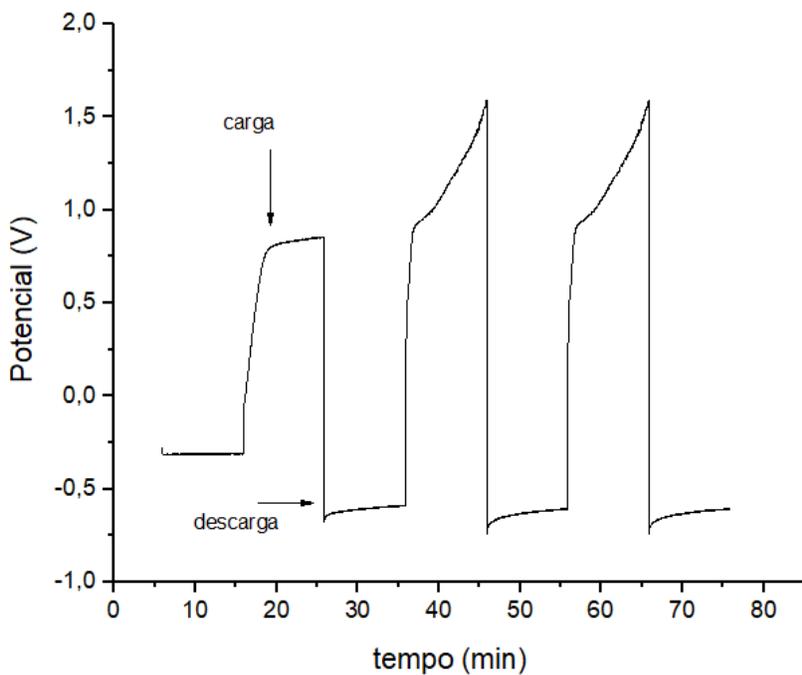


Figura 5. Curva de carga e descarga para ânodo de alumínio sem nióbio.

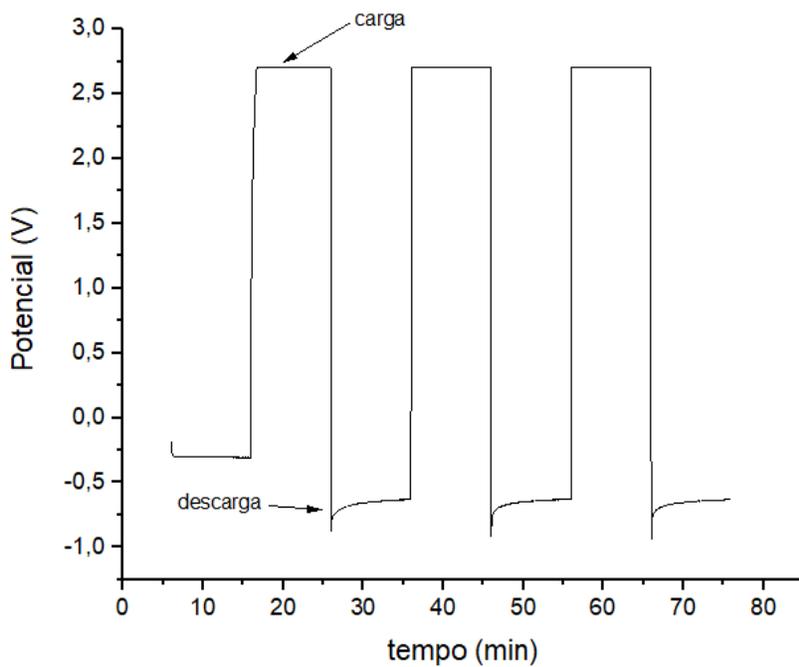


Figura 6. Curva de carga e descarga para ânodo de alumínio contendo 5% (m/m) de Nb_2O_5 .

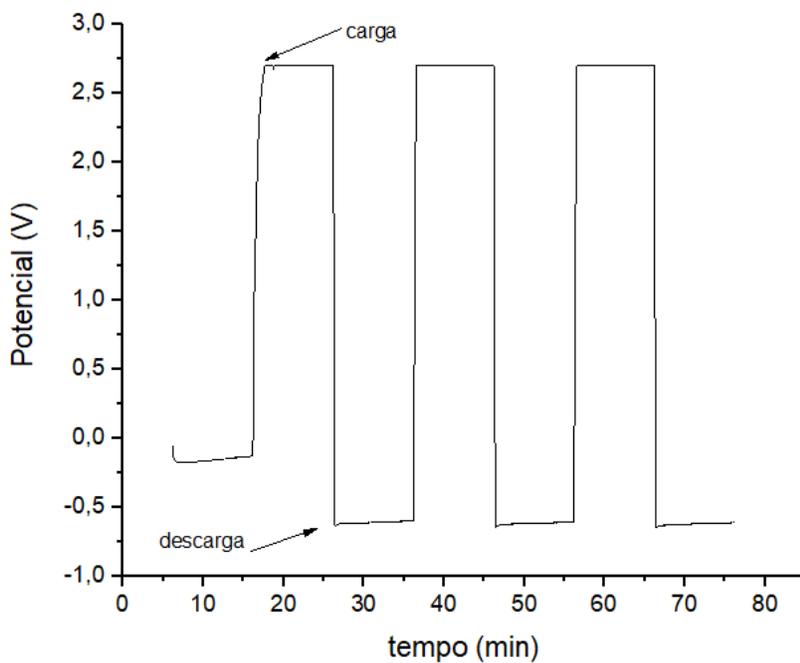


Figura 7. Curva de carga e descarga para ânodo de alumínio contendo 10% (m/m) de Nb_2O_5 .

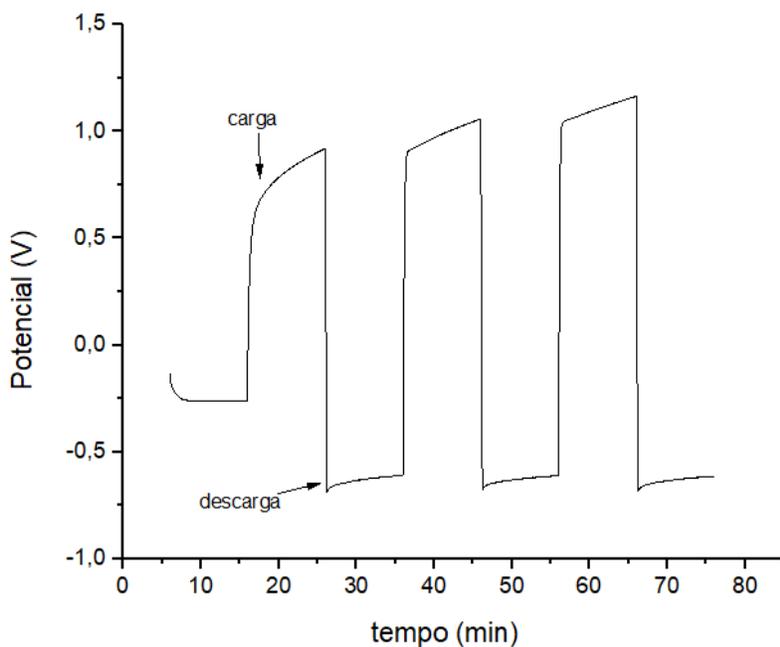


Figura 8. Curva de carga e descarga para ânodo de alumínio contendo 15% (m/m) de Nb_2O_5 .

A figura 6 apresenta a curva carga e descarga para o anodo de alumínio sem nióbio. É possível observar que o anodo mesmo sem a presença do filme apresenta uma possível utilização para baterias, sendo que existe a elevação de potencial a partir de corrente aplicada no determinado tempo de carregamento.

Na figura 7 (5% Nb₂O₅) é possível observar um crescimento no patamar de valores de potencial em relação ao anodo sem a presença do filme de nióbio esse valor chega próximo de 2,7 V. Esse comportamento apresentado se repete para as outras amostras com 10 e 15% de nióbio demonstrando assim, uma melhora e um aumento nos valores de potencial observados nos picos de carregamento do anodo.

É possível observar o que as amostras com diferentes concentrações, apresentam resultados diferentes em relação aos patamares de carregamento do anodo sendo que, os anodos contendo 5 e 10% apresentam os maiores valores de potencial medido. De acordo com as curvas ainda é possível observar que o anodo com 10% apresenta uma melhor estabilidade tanto no processo de carregamento quanto no processo de descarregamento de carga.

4 | CONCLUSÕES

Foi possível observar que o anodo de alumínio contendo 10% de nióbio apresenta os melhores resultados em relação ao processo de carga e descarga.

O ânodo contendo 10% de nióbio apresentou maior eficiência com aproximadamente 80% em relação ao anodo sem o filme, comprovando assim a aplicabilidade e a possível utilização do anodo de alumínio contendo nióbio em baterias recarregáveis.

REFERÊNCIAS

ABAL, Associação Brasileira de Alumínio, 2018, disponível em: <http://www.abal.org.br>. Acesso em 02 de outubro de 2018.

ALVES, G. T., Tratamento de superfície a base de nióbio para o alumínio anodizado com e sem coloração, Tese de doutorado, Universidade Estadual do Centro-oeste, 141 p., 2018.

BAKER, J. New technology and possible advances in energy storage. *Energy Policy*, v. 36, n. 12, p. 4368–4373, 2008.

BOCCHI, N. , FERRACIN L. C. , BIAGGIO, S. R. Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental, *Química Nova na Escola*, n. 11, 2000.

CATTI, M., PINUS, I., RUFFO, R., SALAMONE, M. M., MARI, C. M., A novel layered lithium niobium titanate as battery anode material: Crystal structure and charge-discharge properties, *Solid State Ionics*, v. 295, p. 72-77, 2016.

CHEN, H.; CONG, T. N.; YANG, W.; TAN, C.; LI, Y.; DING, Y. Progress in electrical energy storage system: A critical review. *Progress in Natural Science*, v. 19, n. 3, p. 291–312, 2009.

ECYCLE, Armazenamento de energia é fundamental para que haja “boom” no uso de renováveis no mundo 2017. <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/37/6052-armazenamento-de-energia-permite-transicao-para-uso-total-de-energia-renovaveis.html>.

EVANS, A.; STREZOV, V.; EVANS, T. J. Assessment of utility energy storage options for increased renewable energy penetration. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 16, n. 6, p. 4141–4147, 2012.

FELIU, S. et al. Passivating oxide film and growing characteristics of anodic coatings on aluminium alloys. *Applied Surface Science*, v. 4, n. 9, p. 2755-2762, 2008.

HOLLAND, A., MCKERRACHER, R.D., CRUDEN, A. R. WILLS, G. A. An aluminium battery operating with an aqueous electrolyte, *Journal of Applied Electrochemistry*, v. 48, p. 243-250, 2018.

IEA. Technology Roadmap: Energy storage. *Energy Technology Perspectives*, p. 64, 2014.

JAFFE, S., ADAMSON, K. A. Advanced Batteries for Utility-Scale Energy Storage, Navigant Consulting, Boulder, CO. Acesso em 19 de abril de 2016. <<http://www.navigantresearch.com/research/advanced-batteries-for-utility-scale-energy-storage>>.

KAO, T. e CHANG, Y. Influence of anodization parameters on the volume expansion of anodic aluminum oxide formed in mixed solution of phosphoric and oxalic acids. *Applied Surface Science*, v. 288, p. 654-659, 2014.

LI, Q., BJERRUM, N. J., Aluminium as anode for energy storage and conversion: a review, *Journal of Power Sources*, v. 110, n. 1, p. 1-10, 2002.

LIMA, J. M. G.; Relatório Técnico 20 – Perfil da mineração do Nióbio, Ministério de minas e energia-MME, Secretaria de geologia, mineração e transformação mineral, 2010.

LIN, M., GONG, M., LU, B., WU, Y., WANG, D., GUAN, M., ANGELL, M., CHEN, C., YANG, J., HWANG, B., DAI H., An ultrafast rechargeable aluminium-ion battery, *Nature Physics*, v. 520, p. 324–328, 2015.

LIU, M., YAN, C., ZHANG, Y., Fabrication of Nb₂O₅ Nanosheets for High-rate Lithium Ion Storage Applications, *Scientific Reports*, v. 5, n. 8326, 2015.

LOPES, O. F., MENDONÇA, V. R., SILVA, F. B. F., PARIS, E. C., RIBEIRO, C., Óxidos de nióbio: uma visão sobre a síntese do Nb₂O₅ e sua aplicação em fotocatalise heterogênea, *Química Nova*, v. 38, n. 1, p. 106-117, 2015.

LUND, P. D.; LINDGREN, J.; MIKKOLA, J.; SALPAKARI, J. Review of energy system flexibility measures to enable high levels of variable renewable electricity. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 45, p. 785–807, 2015.

MUÑOZ-TORRERO, D., LEUNG, P., GARCÍA-QUISMONDO, E., VENTOSA, E., ANDERSON, M., PALMA, P., MARCILLA, R. Investigation of different anode materials for aluminium rechargeable batteries, *Journal of Power Sources*, v. 374, p. 77-83, 2018.

POONPUN, P.; JEWELL, W. Analysis of the cost per kWh to store electricity. 2008 IEEE Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, v. 23, n. 2, p. 529–534, 2008.

SANTOS, A. KUMERIA, T. LOSIC, D. Nanoporous anodic aluminum oxide for chemical sensing and biosensors. Trends in Analytical Chemistry. v. 44, p. 25-38, 2013.

SANTOS, L. G. M. Estratégias de Armazenamento de Energia Elétrica e uma Análise de Viabilidade Econômica da Adoção de Baterias para Gerenciamento pelo Lado da Demanda, Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, 135 p. 2018.

SCHILL, W. P.; ZERRAHN, A.; KUNZ, F. Prosumage of Solar Electricity: Pros, Cons, and the System Perspective. v. 6, n. 1, p. 36, 2017.

SILVA, G. O.; HENDRICK, P. Photovoltaic self-sufficiency of Belgian households using lithium-ion batteries, and its impact on the grid. Applied Energy, v. 195, p. 786–799, 2017.

SILVA JR, A. F. DA E CAMPO, M.F. Recentes avanços e tendências em novos materiais para energia renovável, Holos, n. 32, v. 08, p. 47-60, 2016.

STĘPNIOWSKI, W. J. et al. Anodization of cold deformed technical purity aluminum (AA1050) in oxalic acid. Surface & Coatings Technology, n. 258, p. 268–274, 2014.

TOLOSA, A., FLEISCHMANN, S., GROBELSEK, I., QUADE, A., LIM, E., PRESSER, V. ChemSusChem, v. 11, p. 159, 2018.

USUI, H., DOMI, Y., SHIMIZU, M., IMOTO, A., YAMAGUCHI, K., SAKAGUCHI, H., Niobium-doped titanium oxide anode and ionic liquid electrolyte for a safe sodium-ion battery, Journal of Power Sources, v. 329, 2016.

VAZQUEZ, S.; LUKIC, S. M.; GALVAN, E.; FRANQUELO, L. G.; CARRASCO, J. M. Energy Storage Systems for Transport and Grid Applications. IEEE Transactions on Industrial Electronics, v. 57, n. 12, p. 3881–3895, 2010.

WANG, J., SUN, X., Olivine LiFePO₄: The remaining challenges for future energy storage, Energy Environmental Science, v.8, p. 1110-1138, 2015.

ZARPELON, L. M. C., Estudo das características eletroquímicas e microestruturais de eletrodos de hidreto metálico à base de LaNi com adições de elementos de liga. Tese de Doutorado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 143 p, 2016.

SOBRE O ORGANIZADOR

FRANCISCO ODÉCIO SALES - Bacharel em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (2008) onde foi monitor de Cálculo Diferencial e Integral (2005) e bolsista de Iniciação Científica (PIBIC) financiado pelo CNPq (2005-2008) desenvolvendo pesquisa na área de Geometria Diferencial, com ênfase em Superfícies Mínimas e Equações Diferenciais Aplicadas. Licenciado Pleno em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2009). Especialista em Ensino de Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2015). Mestre em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2019). Especialista em Docência na Educação Profissional, Científica e tecnológica pelo Instituto Federal do Ceará (2020). Foi professor da rede pública estadual do Ceará entre 2009 e 2019, atuando no magistério do ensino fundamental e médio. Atuou entre 2013 e 2016 como Assessor Pedagógico na Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC/CE) onde coordenou projetos relacionados a educação Financeira, Educação Fiscal, Educação Científica e Formação de Professores. Representou o Ceará nas reuniões iniciais para implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na área de Matemática. Professor tutor da Universidade Aberta do Brasil (UAB/IFCE) desde de 2010 atuando na Licenciatura Plena em Matemática. Atualmente é Professor de Educação Básica, técnica e tecnológica (EBTT) do Instituto Federal do Ceará (IFCE) atuando nas licenciaturas em Matemática e Física. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Geometria Diferencial. Coordena o Polo Olímpico de Treinamento Intensivo (POTI) de Crateús e o Projeto de Intervenção em Matemática (PIM). Atua nas seguintes frentes de pesquisa: Superfícies Mínimas, Geometria não euclidiana, Olimpíadas de Matemática e Equações Diferenciais Aplicadas. É membro do Laboratório de Ensino de Ciências Naturais, Matemática e Música (IFCE Campus Crateús), do Grupo de Pesquisa em Matemática e Educação Matemática do IFCE e Professor Coordenador do Grupo de Pesquisa e Estudos em Ensino de Matemática do Ceará - GEPEMAC (em reconhecimento pelo CNPq). Orientador de Graduação e pós graduação (Monografia e TCC). Membro do corpo editorial das editoras Atena, DINCE e InVivo e da Revista Clube dos Matemáticos. Autor de livros na área de Matemática e Educação.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem Gamma-Gamma 162, 163, 166

Ácido Salicílico 173, 174, 175, 177, 179, 181, 183

Alquilação 173, 174, 177, 181

Artemia salina 173, 174, 176, 178, 182

Astrofísica 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

C

Capsicum spp 68, 69, 96, 97, 98

Caracterização Físico-Química 212, 227

Componentes Eletrônicos 22, 27, 28, 29, 34

Contaminação 49, 53, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 83, 84, 85, 88, 89, 90, 91, 92, 115, 143, 213, 217

D

Dependência Espacial 99, 103, 106

Drenagem Urbana 150, 161

Dynamic Probing Light 107, 108, 110

E

Efluente 49, 59, 66

Eletrodo de Grafite 125, 128, 129, 130, 131

Eletrólise 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 133

Energia Solar 196, 198, 199, 201, 207, 209, 276

Ensino de Matemática 235, 286

Equilíbrio Líquido-Líquido 162, 164, 165

F

Físico-Química 125, 127, 133, 211, 212, 213, 227

Fitólitos 134, 135, 136, 137, 139, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148

Funções Vetoriais 235, 236, 247, 249

G

Geogebra 235, 236, 237, 241, 242, 243, 244, 247, 248, 249

Geografia 45, 134, 147, 184, 185, 186, 187, 192, 194

Geoprocessamento 115, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 199

GNV 15, 16, 18, 20, 21

Grupos Ecológicos 115, 116, 117, 121

I

Impermeabilização 150, 153, 158, 159

Inclusão 20, 36, 40, 80, 250, 262

Induction Time 264

Investigação do Subsolo 107, 108, 111

K

Krigagem 99, 100, 101, 104, 105

L

Laser Superficial Refusão 1

Libras 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262

Luehea Divaricata 263, 264, 265, 267, 273

M

Metais Pesados 49, 52, 67, 70, 71, 72, 81, 87, 127

Metrologia 15, 16, 17

Microdureza 1

Microestrutura 1

N

Natural Antioxidants 264, 271, 273

P

Produção Sustentável 68

Pterodon Emarginatus 263, 264, 265, 267, 272

Q

Qualidade Microbiológica 211, 212, 213, 214, 224, 225, 226, 227

Queijo Artesanal 212

Química 21, 42, 48, 51, 66, 67, 70, 76, 88, 125, 126, 127, 128, 130, 132, 133, 162, 172, 173, 174, 182, 211, 212, 213, 227, 250, 251, 252, 253, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 272, 273, 275, 283, 284

Química Sintética 173, 174

R

Radiografia de Alta Resolução 22, 28

Rayos-X 34

S

Segurança Alimentar 68, 80, 82, 95, 212, 213

Semivariograma 99, 103, 104, 105

Sensoriamento Remoto 187, 195, 196, 197, 198

Sequência de Fibonacci 228, 229, 230, 231, 233, 234

Sinalário 250, 252, 253, 254, 255, 256, 259, 260

Sistemas de Informação Geográfica (SIG) 196, 197

SRTM 196, 197, 202, 203

Standard Penetration Test 107, 108, 109

T

Tabela Periódica 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261

Tablillas Electrónicas 22

Técnicas de Extração 134

Tomografia Computarizada 22, 25, 26, 27, 31, 34

U

Uniquac 162, 163, 166, 169, 170, 171

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 