

Atena
Editora
Ano 2021



A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA 2

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)



A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA **QUÍMICA 2**

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)

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 Cremona

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. Elói Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale 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
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª 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
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl 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
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª 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. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
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
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Miraniide 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. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza 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. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
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
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
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/UFGA
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 Fenomenología & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia 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
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
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. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
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 Silvío Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

A geração de novos conhecimentos na química 2

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Eleonora Celli Carioca Arenare

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G354 A geração de novos conhecimentos na química 2 /
Organizadora Eleonora Celli Carioca Arenare. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-170-8

DOI 10.22533/at.ed.708212206

1. Química. I. Arenare, Eleonora Celli Carioca
(Organizadora). II. Título.

CDD 540

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 proposta implícita nessa coletânea fundamenta-se numa valorização eclética da pluralidade e diversidade, que reúne pesquisas que envolvem diversas linhas de abordagem, destacando-se por meio de tendências de estudos envolvendo a Ciência “Química”. Tendo como propósito principal disseminar e divulgar no meio acadêmico, envolvido com tal Ciência, informações provenientes de estudos e pesquisas desenvolvidas pela comunidade acadêmica contemporânea.

O e-book “A Geração de Novos Conhecimentos na Química”, está dividido em dois volumes, totalizando 46 artigos científicos, destacando-se temáticas pesquisadas e discutidas por estudantes, professores e pesquisadores. Os quais evidenciam, artigos teóricos e pesquisas de campo, abrangendo a linha de Ensino e diversas outras linhas de estudo, que se desenvolveram por meio de pesquisas laboratoriais.

O volume I aborda tendências, envolvidos com a área de Ensino de Química, os quais dão ênfase as seguintes abordagens: Ensino Remoto, Experimentação, Concepções Pedagógicas, Bioinformática, Contextualização, Jogos Lúdicos, Redes Sociais, Epistemologia, Formação de Professores, Habilidades e Competências e Metodologias utilizadas no processo de Ensino e Aprendizagem.

O volume II aborda temáticas de cunho experimental, desenvolvidas e comprovadas por meio das análises desenvolvidas em diferentes universidades brasileiras, dando ênfase à: Química Inorgânica, Eletroquímica, Química Orgânica, Química dos Alimentos, Quimiometria, Química Analítica, Química Biológica, Nanoquímica e Processos Corrosivos.

A coletânea é indicada para àqueles (estudantes, professores e pesquisadores) envolvidos com a Ciência “Química”, que anseiam por intermédio de informações atualizadas, apropriarem-se de novas informações, correlacionadas a pesquisas acadêmicas, tendo desta forma, novas bases de estudo e investigação para a aquisição e construção de novos conhecimentos.

Excelente leitura!

Eleonora Celli Carioca Arenare

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE BROMATOLÓGICA DO ÓLEO DE COCO (*Cocos nucifera* L.) E DO ÓLEO DE ABACATE (*Persea americana* Mill.)

Natasha Alves Rocha
Valdiléia Teixeira Uchôa
Camila Alves Rocha
Maria Karina da Silva
Maciel Lima Barbosa
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos
Luis Fernando Guimarães Noletto
Penina Sousa Mourão
Francisco Henrique Pereira Lopes
Camila da Silva Ibiapina
Aline Estefany Brandão Lima
Marta Silva de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.7082122061

CAPÍTULO 2..... 14

APLICAÇÃO DO FILME DE SILANOS VS/GPTMS MODIFICADOS COM A CASCA DO ALHO PARA A PROTEÇÃO CONTRA A CORROSÃO DO AÇO GALVANIZADO

Iago Magella Fernandes Costa Rossi e Silva
Lhaira Souza Barreto
Mirian Sanae Tokumoto
Fernando Cotting
Franco Dani Rico Amado
Vera Rosa Capelossi

DOI 10.22533/at.ed.7082122062

CAPÍTULO 3..... 26

AVALIAÇÃO DA COMPLEXAÇÃO ENTRE SACARINA E MÔNOMERO ORGÂNICO - INORGÂNICO POR TITULAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA

Izabella Fernanda Ferreira Domingues
Camila Santos Dourado
Jez Willian Batista Braga
Ana Cristi Basile Dias

DOI 10.22533/at.ed.7082122063

CAPÍTULO 4..... 36

AVALIAÇÃO DE USO DE FIBRAS DA AMAZÔNIA PARA REFORÇO EM COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER

Syme Regina Souza Queiroz
José Maria Braga Pinto
Vanessa Maria Yae do Rosario Taketa
Nilton Cesar Almeida Queiroz
Emerson Rodrigues Bastos Junior
Vera Lúcia Dias da Silva

DOI 10.22533/at.ed.7082122064

CAPÍTULO 5	45
AÇÃO INIBIDORA DA CAFEÍNA CONTRA A CORROSÃO DO AÇO CARBONO SAE 1020 EM MEIO DE CLORETO DE SÓDIO	
Diene de Barros Ferreira	
Felipe Staciaki da Luz	
Gideã Taques Tractz	
Guilherme Arielo Rodrigues Maia	
Letícia Fernanda Gonçalves Larsson	
Paulo Rogério Pinto Rodrigues	
Everson do Prado Banczek	
DOI 10.22533/at.ed.7082122065	
CAPÍTULO 6	55
CATÁLISE NA QUÍMICA FINA: SÍNTESE DE ÁCIDO BENZÓICO PELA OXIDAÇÃO DO ÁLCOOL BENZÍLICO SOBRE NANOPARTÍCULAS DE OURO SUPORTADAS EM Sr(OH)₂-SrCO₃@CoFe₂O₄	
Pelry da Silva Costa	
Jussara Moraes da Silva	
Itaciara Erliny Maria da Silva Melo	
Carla Verônica Rodarte de Moura	
Edmilson Miranda de Moura	
DOI 10.22533/at.ed.7082122066	
CAPÍTULO 7	69
DETERMINATION OF LODENAFIL CARBONATE BY SQUARE-WAVE CATHODIC STRIPPING VOLTAMMETRY	
Jonatas Schadeck Carvalho	
Sueli Pércio Quináia	
DOI 10.22533/at.ed.7082122067	
CAPÍTULO 8	81
DESENVOLVIMENTO DE BIOFILMES PARA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA LARANJA PÊRA	
Taís Port Hartz	
DOI 10.22533/at.ed.7082122068	
CAPÍTULO 9	85
DETERMINAÇÃO DE TEMPERATURA DE TORRA POR ANÁLISE TÉRMICA	
Francisco Raimundo da Silva	
Weverton Campos Nozela	
Diógenes dos Santos Dias	
Clóvis Augusto Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.7082122069	
CAPÍTULO 10	96
DETERMINAÇÃO POR GC-MS DOS PRINCIPAIS COMPOSTOS VOLÁTEIS EM GALHOS E FOLHAS DE MANSOA HIRSUTA	
Nayra Micaeli dos Santos Sousa	

Patrícia e Silva Alves
Paulo Sousa Lima Junior
Joaquim Soares da Costa Junior
Christian Rilza Silva de Melo
Nerilson Marques Lima
Antônia Maria das Graças Lopes Citó
Teresinha de Jesus Aguiar dos Santos Andrade

DOI 10.22533/at.ed.70821220610

CAPÍTULO 11..... 104

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE MÉTODOS ANALÍTICOS POR CLAE-DAD E UV-Vis PARA QUANTIFICAÇÃO DE FLAVONOIDES NAS FOLHAS DE TRIPLARIS GARDNERIANA WEDD. (POLYGONACEAE)

Sandra Kelle Souza Macêdo
Emanuela Chiara Valença Pereira
Isabela Araújo e Amariz
David Fernandes Lima
Jackson Roberto Guedes da Silva Almeida
Larissa Araújo Rolim
Xirley Pereira Nunes

DOI 10.22533/at.ed.70821220611

CAPÍTULO 12..... 130

ESTUDO DA ADSORÇÃO DE ÍONS A NANOPARTÍCULAS DE FERRITA DE COBALTO CoFe_2O_4

Caio Carvalho dos Santos
Wesley Renato Viali
Eloiza da Silva Nunes Viali
Miguel Jafelicci Júnior
Rodrigo Fernando Costa Marques

DOI 10.22533/at.ed.70821220612

CAPÍTULO 13..... 142

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE HIDROLISADOS DE BSG NA SUBSTITUIÇÃO DA SOJA COMO PROTEÍNA VEGETAL ADICIONADA

Suyanne Teske Pires
Rodrigo Geremias

DOI 10.22533/at.ed.70821220613

CAPÍTULO 14..... 150

FILMES DE AMIDO/QUITOSANA ADICIONADOS DE FIBRAS E CRITAIS DE NANOCELULOSE OBTIDOS DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS

Renata Paula Herrera Brandelero
Evandro Martim Brandelero
Guilherme Landim Santos

DOI 10.22533/at.ed.70821220614

CAPÍTULO 15..... 161

FOTOCATALISADORES À BASE DE d-FeOOH E NiO: ESTUDO EXPERIMENTAL E ASPECTOS TEÓRICOS

Mariana de Rezende Bonesio
Francisco Guilherme Esteves Nogueira
Daiana Teixeira Mancini
Teodorico de Castro Ramalho

DOI 10.22533/at.ed.70821220615

CAPÍTULO 16..... 163

RHODAMINE B PHOTODEGRADATION OVER Ag_3PO_4 /SBA-15 UNDER VISIBLE RADIATION BASED ON WLEDS LIGHT

Luis Fernando Guimarães Noletto
Francisco Henrique Pereira Lopes
Vitória Eduardo Mendes Vieira
Marta Silva de Oliveira
Maria Karina da Silva
Camila da Silva Ibiapina
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos
João Ferreira da Cruz Filho
Lara Kelly Ribeiro da Silva
Aline Estefany Brandão Lima
Maria Joseíta dos Santos Costa
Geraldo Eduardo da Luz Júnior

DOI 10.22533/at.ed.70821220616

CAPÍTULO 17..... 183

LACTOFERRINA: PROPRIEDADES ESTRUTURAS E SUAS FUNÇÕES BIOLÓGICAS

Edson Ferreira da Silva
Milena Bandeira de Melo
Marta Maria Oliveira dos Santos Gomes
Sonia Salgueiro Machado
Fabiane Caxico de Abreu Galdino

DOI 10.22533/at.ed.70821220617

CAPÍTULO 18..... 195

NANOFLUIDOS DE SULFETO DE COBRE

Caio Carvalho dos Santos
Wesley Renato Viali
Eloiza da Silva Nunes Viali
Miguel Jafelicci Júnior
Rodrigo Fernando Costa Marques

DOI 10.22533/at.ed.70821220618

CAPÍTULO 19.....207

NANOTUBOS DE TITANATO DE SÓDIO ($\text{Na}_x\text{H}_{2-x}\text{Ti}_3\text{O}_7$) OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL

Isabela Marcondelli Iani
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Alexandre Zirpoli Simões
Glenda Biasotto
Maria Aparecida Zaghete
Elson Longo
Leinig Antonio Perazolli

DOI 10.22533/at.ed.70821220619

CAPÍTULO 20.....220

PRODUCTION OF ROD-LIKE MORPHOLOGY OF $\text{Cu}_3(\text{BTC})_2$ METAL-ORGANIC FRAMEWORKS USING ONE MINUTE SONICATION

Aline Geice Silva de Oliveira
Daniela Cordeiro Leite Vasconcelos
Peter George Weidler
Wander Luiz Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.70821220620

CAPÍTULO 21.....231

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE NANOFIBRAS DE CARBONO POR FIAÇÃO POR SOPRO A PARTIR DE POLIACRILONITRILA

Lais Angelice de Camargo
Monica Cristina Ferro Martins
José Manoel Marconcini
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

DOI 10.22533/at.ed.70821220621

CAPÍTULO 22.....237

PROPRIEDADES MECÂNICAS DE FILMES DE AMIDO TERMOPLÁSTICO NA PRESENÇA DE UREIA

João Otávio Donizette Malafatti
Thamara Machado de Oliveira Ruellas
Letícia Ferreira Lacerda Schildt
Marcelo Ávila Domingues
Bruna Santostaso Marinho
Mariana Rodrigues Meirelles
Elaine Cristina Paris

DOI 10.22533/at.ed.70821220622

CAPÍTULO 23.....250

QUÍMICA FORENSE: DESMISTIFICANDO AS ANÁLISES CRIMINALÍSTICAS CINEMATOGRAFICAS

Anna Maria Deobald
Maísa Silveira
Aline Machado Zancanaro

DOI 10.22533/at.ed.70821220623

CAPÍTULO 24.....263

REAÇÕES DE DESSULFURIZAÇÃO OXIDATIVA DO DIBENZOTIOFENO CATALISADA POR COMPLEXOS DE VANÁDIO, NIÓBIO E MOLIBDÊNIO

Carlos Taryk Bessa da Silva
Juliana Moreira Barreto
Paula Marcelly Alves Machado
Elizabeth Roditi Lachter

DOI 10.22533/at.ed.70821220624

CAPÍTULO 25.....274

SIMULAÇÕES DE DOCKING E DINÂMICA MOLECULAR NA BUSCA DE FÁRMACOS MODULADORES DO SISTEMA NEUROINFLAMATÓRIO EM INFECÇÕES PELO SARS-COV-2

Micael Davi Lima de Oliveira
Kelson Mota Teixeira de Oliveira
Jonathas Nunes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.70821220625

CAPÍTULO 26.....296

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE COMPLEXOS DE PALÁDIO(II) COM LIGANTE FOSFÍNICO

Thais Castro Silva
Alessandra Stevanato
Adriana Pereira Duarte
Cláudio Rodrigo Nogueira
Janksyn Bertozzi
Valéria da Silva Cavania
Cristiana da Silva

DOI 10.22533/at.ed.70821220626

CAPÍTULO 27.....309

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO de Fe_3O_4/SiO_2 E SUA APLICAÇÃO NA MODIFICAÇÃO DE ELETRODO IMPRESSO DE CARBONO

Vanessa Cezar Ribas
Jacqueline Arguello da Silva
Thágor Moreira Klein
Larissa Leffa Fernandes
Vladimir Lavayen

DOI 10.22533/at.ed.70821220627

CAPÍTULO 28.....320

TUNGSTATO DE MAGNÉSIO ($MgWO_4$): UMA REVISÃO SOBRE OS MÉTODOS DE SÍNTESE

Vitória Eduardo Mendes Vieira
Luis Fernando Guimarães Noletto
Francisco Henrique Pereira Lopes
Marta Silva de Oliveira
Ester Pamponet Ribeiro

Keyla Raquel Batista da Silva Costa
Maria Karina da Silva
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos
Maria Joséfa dos Santos Costa
Amanda Carolina Soares Jucá
Yáscara Lopes de Oliveira
Laécio Santos Cavalcante

DOI 10.22533/at.ed.70821220628

SOBRE A ORGANIZADORA.....	334
ÍNDICE REMISSIVO.....	335

AVALIAÇÃO DE USO DE FIBRAS DA AMAZÔNIA PARA REFORÇO EM COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER

Data de aceite: 01/06/2021

Data de submissão: 15/05/2021

Syme Regina Souza Queiroz

Instituto Federal do Pará
Belém – Pará

<https://orcid.org/0000-0002-1594-5563>

José Maria Braga Pinto

Instituto Federal do Pará
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/7538623816010352>

Vanessa Maria Yae do Rosario Taketa

Instituto Federal do Pará
Belém - Pará

<http://lattes.cnpq.br/9965412355321869>

Nilton Cesar Almeida Queiroz

Instituto Federal do Pará
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/3210893448836319>

Emerson Rodrigues Bastos Junior

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - Pará

<http://lattes.cnpq.br/7273047201780372>

Vera Lúcia Dias da Silva

Instituto Federal do Pará
Belém - Pará

<http://lattes.cnpq.br/8224172833333434>

RESUMO: O uso de fibras vegetais em compósitos de matriz poliéster tem apresentado resultados interessantes em suas propriedades mecânicas. As fibras de timbó-açu (*Heteropsis*

jenmanii) e juta (*Corchorus capsular*) com 5 mm de comprimento foram distribuídas aleatoriamente por moldagem manual a temperatura ambiente na proporção de 6% em relação a resina poliéster e tururi (*Manicaria saccifera*) em sua forma natural em tecido. As fibras foram analisadas segundo a sua morfologia, densidade e índice de cristalinidade, enquanto nos compósitos avaliou-se a resistência à flexão em três pontos. O compósito elaborado com fibra de juta apresentou resistência mecânica superior aos demais devido à forte adesão interfacial entre fibra/matriz.

PALAVRAS - CHAVE: Fibras vegetais, reforço, compósitos.

EVALUATION OF THE USE OF AMAZON FIBERS FOR REINFORCEMENT IN POLYESTER MATRIX COMPOSITES

ABSTRACT: The use of vegetable fibers in polyester matrix composites has presented interesting results in its mechanical properties. The timbó-açu fibers (*Heteropsis jenmanii*) and juta (*Corchorus capsular*) with long 5 mm were randomly distributed by manual molding at room temperature in the proportion of 6% relative to polyester resin and tururi (*Manicaria saccifera*) in their natural form in cloth. The fibers were analyzed according to their morphology, density and crystallinity index, while in the composites the resistance to flexion was evaluated in three points. The composite made from jute fiber presented superior mechanical resistance to the others due to the strong interfacial adhesion between fiber/matrix.

KEYWORDS: Vegetable fibers, reinforcement, composites.

1 | INTRODUÇÃO

As fibras naturais têm sido tema de diversos estudos por parte da comunidade científica devido as suas particularidades morfológicas, resistência mecânica e não abrasividade, que as possibilitam de serem utilizadas em compósitos estruturais em diferentes setores industriais como na construção civil, automobilística, aeronáutica, dentre outras. Elas também são vistas como alternativas em substituição as fibras sintéticas tradicionais, como a de vidro, pela minimização de impactos ambientais gerados durante seu processamento e de descarte por serem de fontes renováveis e de baixo custo [7,15].

As fibras vegetais típicas da Amazônia como timbó-açu (*Heteropsis jenmanii*), juta (*Corchorus capsular*) e tururi (*Manicaria saccifera*) são amplamente utilizadas em artesanatos no estado do Pará gerando emprego e renda através do desenvolvimento de artefatos de moda na produção de sacolas, cintos e bolsas. Numa visão tecnológica, são também usadas na fabricação de cordas, barbantes, sacarias e na indústria automobilística para produção de componentes para bancos, revestimento de automóveis dentre outros [9,16].

O poliéster é um tipo de resina muito utilizada pela sua fácil obtenção no mercado e baixo custo. Além disso é de simples processabilidade e pode ser manuseado a temperatura ambiente, apresenta boas propriedades elétricas, térmicas e mecânicas, facilidade de coloração e modificações para necessidades mais específicas, caso seja necessário [4,18].

Um dos maiores interesses no desenvolvimento de compósitos poliméricos com fibras vegetais é contribuir para a sustentabilidade, ocupando assim, um espaço muito amplo para pesquisas no que condiz à benefícios gerados ao meio ambiente, pois suas fontes são de fácil cultivo e o Brasil é um potencial dessa matéria prima pela sua biodiversidade, principalmente na Amazônia, onde encontra-se uma vasta gama de espécies de árvores já reconhecidas e catalogadas, o que facilita muito seu uso em aplicações tecnológicas. Porém, existem desafios técnicos referentes a certas variáveis de processo como a compatibilidade entre fibra/matriz, temperatura de processamento e absorção de umidade para obtenção de compósitos na área da engenharia de materiais.

O objetivo da presente pesquisa é avaliar o uso das fibras de timbó-açu, juta e tururi na produção de compósitos de matriz poliéster insaturada em produtos com agregação de valor na área tecnológica e do design através da caracterização física-mecânicas desses compósitos.

2 | EXPERIMENTAL

As fibras utilizadas foram adquiridas na cidade de Belém do Pará e armazenadas em sacos plásticos com fecho. Os diâmetros médios das fibras foram obtidos a partir de 100 amostras de cada fibra em um estereomicroscópio óptico Zeiss Stemi 508 da Carl Zeiss com ampliação de até 50X. A massa específica, em triplicata, das fibras cortadas com

20 mm de comprimento e secas em estufa a 70°C até variação de 0,1% da massa seca, foi obtida por picnometria de acordo com a norma ASTM D 854:2014, após 24 horas de imersão em água destilada a 25°C ± 1 [1]. As análises morfológicas foram realizadas em um microscópio eletrônico de varredura (MEV) da TESCAN Vega 3.LM e uma análise prévia de alguns dos seus constituintes químicos em um Espectrômetro de Energia Dispersiva (EDS) do SHIMADZU, o qual permite identificar a composição da amostra, mesmo que qualitativamente, em pontos específicos da imagem. Foram realizadas análises por difração de raios-X (DRX), para a obtenção dos difratogramas das fibras naturais. O difratômetro usado foi da BRUKER D2 PHASER, com tubo de cobre ($\lambda=1,5406\text{\AA}$) e ângulo 2 θ :5-75°. A identificação de fases foi feita usando o software HighScore Plus da Panalytical e a base de dados PDF: Powder Diffraction File. A resina comercial de poliéster cristal foi a tereftálica curada a temperatura ambiente com peróxido de metil-etil-cetona (MEK) a 0,33% v/v em relação a resina, comprada na região metropolitana de Belém/Pa. As fibras de juta e timbó-açu foram distribuídas aleatoriamente e as de tururi na sua forma natural em tecido com gramatura média de 0,202 g/cm² por moldagem a compressão com o auxílio de um laminador manual a temperatura ambiente. As fibras foram cortadas com 5 mm de comprimento e mantido constante a quantidade de 6% de fibras em volume em relação a resina poliéster e homogeneizadas com a ajuda de um bastão de vidro até ponto de gel e transferidas para moldes de silicone de acordo com a norma ASTM D-638-90 [3]. Os compósitos foram desmoldados após quatro dias de cura e submetidos à ensaios mecânicos. Os testes de resistência à flexão (σ) em três pontos com 30 kN de célula de carga, velocidade de 1,36 mm/min e afastamento entre os suportes de 51,2 mm foram realizados em máquina de ensaio universal AROTEC - Modelo WDW 100E de acordo com a norma da ASTM D 790 [2].

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do diâmetro médio e massa específica de cada fibra estão apresentados na Tabela 1.

Fibras	Timbó-açu	Juta	Tururi
Diâmetro (mm)	0,78 ±0,157	0,82 ±0,049	0,21 ±0,056
Massa específica (g/cm ³)	1,55 ±0,02	1,26 ±0,06	0,97 ±0,06

Tabela 1 - Diâmetro médio e massa específica das fibras.

A Fig. 1 mostra uma imagem selecionada aleatoriamente, dentre as 100 analisadas, das fibras de juta, timbó-açu e tururi para elucidar suas dimensões e morfologia, neste trabalho.

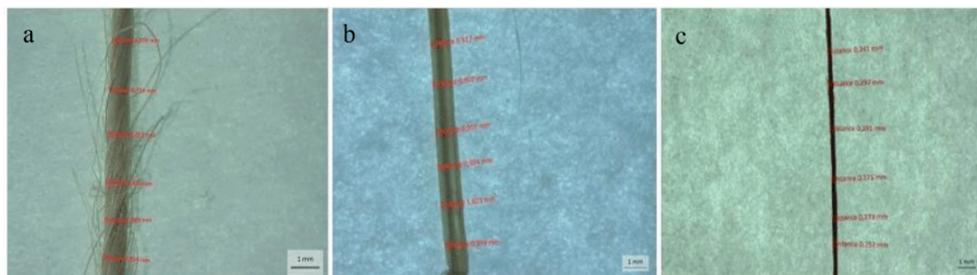


Figura 1 - Imagens dos diâmetros das fibras: (a) juta, (b) timbó-çu e (c) tururi obtidas por meio do estereomicroscópio.

As propriedades mecânicas das fibras naturais apresentam grandes variações, as quais, algumas dependem de fatores como as irregularidades e diâmetro das fibras associados a pontos de falhas e defeitos. Tomczak e colaboradores observaram variações na resistência à tração e o módulo de elasticidade das fibras com a variação de seus diâmetros e comprimentos [5,8,10,20]. Os resultados da média das massas específicas estão dentro da faixa de valores considerados por Spinacé e colaboradores da ordem de 1,100 a 1,500 g/cm³ para serem usadas como reforço de polímeros [6,19]. Esses valores diferem devido a combinações de caracteres anatômicos, físicos e químicos, fortemente influenciados por vários fatores como, espessura da parede celular, quantidade de vasos, dimensões das fibras, teor de extrativos, origem, entre outros. A Tabela 2 mostra uma análise prévia de alguns constituintes químicos nas fibras a partir do equipamento EDS. Elementos presentes no material como C, O, Na, Mg, Si, P, K, Ca e Ti foram encontrados e são comuns em fibras naturais, os quais variam entre as espécies, inclusive na parede celular da mesma fibra.

Fibras	Elementos (%)											
	C	O	Mg	Si	P	S	K	Ca	Ti	Fe	Al	Total
Timbó-çu	60,33	39,17	-	-	-	-	0,23	0,14	0,05	-	-	99,92
Juta	58,93	39,87	0,05	0,28	-	-	0,08	0,34	-	0,27	0,17	99,99
Tururi	68,40	29,68	0,24	0,14	0,24	0,29	0,53	0,44	-	-	0,06	100,00

Tabela 2 – Análise prévia da composição química de alguns constituintes por EDS das fibras.

A Fig. 2 mostra os difratogramas das fibras em estudo, as quais apresentaram fases amorfas e eventualmente fases cristalinas e a Tabela 3 mostra o índice de cristalinidade das fibras (Icr) calculado segundo a equação (1):

$$I_c = \frac{I(002) - I(am)}{I(002)} \quad (Eq. 1)$$

Onde $I(002)$ é a intensidade correspondente ao pico do material cristalino ($2\theta = 22,8^\circ$) e $I(am)$ corresponde à intensidade da banda referente ao material amorfo ($2\theta = 18^\circ$). A formação do pico em 22° , corresponde a presença de celulose nas fibras, além de que alguns halos são referentes a parte amorfa características de microfibrilas (hemicelulose e lignina). Em análise futura, através da espectroscopia no infravermelho será possível elucidar as bandas características dos componentes das fibras: celulose, hemicelulose e lignina. De acordo com a Tabela 3, as fibras de juta mostraram I_{cr} de 56%, superior as de tururi e timbó-açu, apresentando fases cristalinas com picos bem definidos não identificados neste estudo, já as de tururi obteve-se menor I_{cr} de 33%. As variações das resistências mecânicas das fibras estão relacionadas diretamente com o índice de cristalinidade, ou seja, com a quantidade de celulose presente nas fibras uma vez que a celulose é o único componente presente na fibra que se cristaliza [11,12].

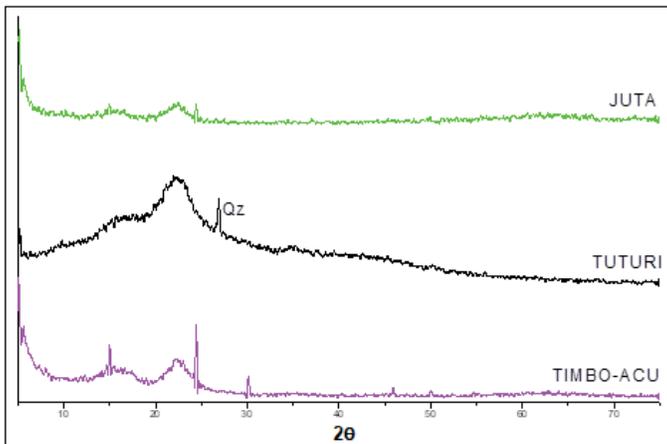


Figura 2 - Difratogramas das fibras naturais, mostrando fases amorfas e cristalinas.

Fibra	Fase Amorfa	Fase cristalina	I_{cr} (%)
Tururi	Amorfo	Quartzo	33
Timbo-açu	Amorfo	Fases não identificadas.	49
Juta	Amorfo	Fases não identificadas.	56

Tabela 3 - Índice de cristalinidade das fibras vegetais (I_{cr}).

A Fig. 3 (a-f) apresenta as micrografias obtidas por MEV da superfície longitudinal e transversal das fibras “*in natura*”, ou seja, sem tratamento químico. As micrografias revelam fibras de jutas longas contínuas com morfologia mais lisa e regular em sua superfície; timbó-
 açu descontínuas, forma homogênea com diferentes tamanhos e de tururi escamosas e irregulares. Observa-se ainda, que de modo geral, as fibras apresentaram impurezas na superfície provenientes provavelmente do seu beneficiamento e/ou armazenamento. Esses resíduos podem ter causados uma redução na adesão fibra/matriz, prejudicando assim sua resistência mecânica, principalmente no compósito com a fibra de tururi [9,17].

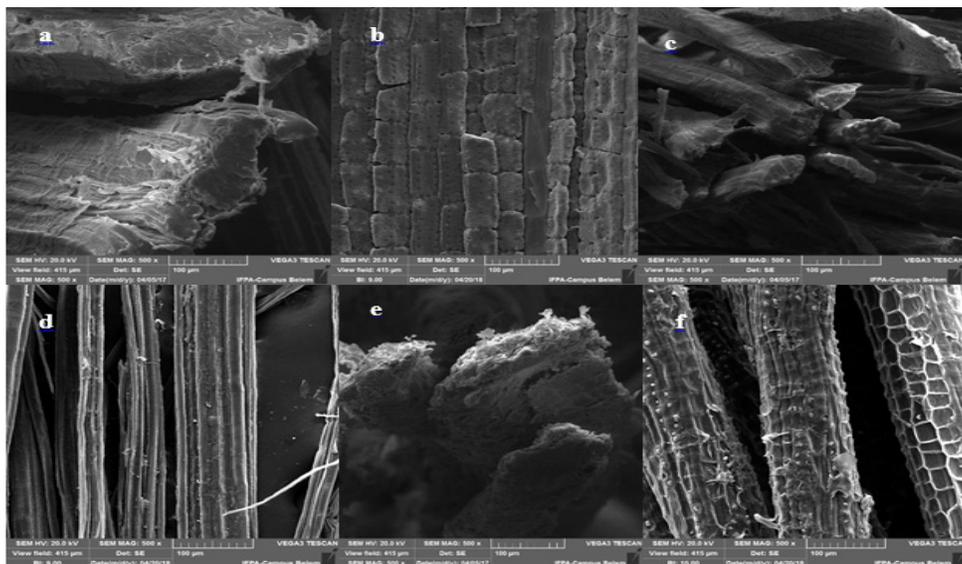


Figura 3 - MEV das seções transversal e longitudinal das fibras, respectivamente: (a, b) timbó-
 açu, (c, d) juta e (e, f) tururi.

As imagens obtidas dos compósitos com as fibras naturais em matriz de resina poliéster são apresentados na Fig. 4 (a-c). A Figura mostra os fractogramas da zona de fratura dos compósitos poliméricos após os ensaios de resistência à flexão. Na Fig. 4 (a) observa-se uma fraca adesão entre fibra timbó-açu/matriz apresentando vazios em sua interface, resultando em uma resistência à flexão (σ) de $\sigma = 43,75$ MPa; (b) fibras de juta completamente envolvidas pela matriz e $\sigma = 98,99$ MPa; (c) cavidades e rasgamento das fibras de tururi durante o ensaio resultando em uma tensão inferior as demais de $\sigma = 33,5$ MPa. O resultado do ensaio à flexão para a resina poliéster alcançou o valor de 45,02 MPa [13,14,16].



Figura 4 - MEV dos compósitos de resina de poliéster com fibras (a) timbó-çu; (b) juta e (c) tururi.

4 | CONCLUSÕES

A fraca adesão das fibras de tururi na matriz poliéster em comparação as fibras de timbó-çu e juta pode estar relacionada ao tipo de produção dos compósitos, ou seja, conformados na forma natural de seus tecidos provocando uma incompleta molhabilidade da resina sobre os mesmos a partir de 6% de fibra em relação a resina, observando assim, formação de bolhas de ar presas. O melhor desempenho mecânico obtido com compósitos de fibras de juta associa-se a uma superfície mais lisa e homogênea de suas fibras favorecendo, assim, uma melhor interação fibra/matriz e, portanto, uma boa transferência de energia de ruptura da matriz à fibra em regiões de alta tensão, bem como um índice de cristalinidade superior às demais. A resistência a flexão do compósito com juta provocou um aumento significativo na resina poliéster sem reforço, portanto, o uso do compósito na área tecnológica e do design torna-se promissor.

REFERÊNCIAS

- [1] American Society for Testing and Materials. ASTM D 854. **Standard Test Method for Specific Gravity of Soil by Water Pycnometer**. Philadelphia, 2014.
- [2] American Society for Testing and Materials. ASTM D 790. **Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical insulating Materials**. West Conshohocken, 2017.
- [3] American Society for Testing and Materials. ASTM D 638. **Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics**. Philadelphia, 2014.
- [4] BAILEY, C. *et al.* **Influence of Chemical treatments on surface properties and adhesion of flax fibre-polyester resin**. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 2006, 37, 1626-1637. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359835X05003969>. Acesso em: 04. fevereiro. 2019.

- [5] FARUK, O.; BLEZKI, A. K.; FINK, H. P. **Progress report on natural fiber reinforced composites.** *Macromolecular Material Engineering*. 2014; v.299: 9-26.
- [6] JOHN, M. J.; THOMAS, S. **Biofibers and biocomposites.** *Carbohydr Polym*. 2008; v.71: 343-364.
- [7] JOSEPH, K.; MEDEIROS, E. S.; CARVALHO, L. H. **Compósito de Resina de Poliéster Insaturado com Bagaço de Cana-de-Açúcar: Influência do Tratamento das Fibras nas Propriedades.** *Polímeros: Ciência e Tecnologia*. 1999, 13, 6-141. Disponível em: <https://www.revistapolimeros.org.br/article/10.1590/S0104-14282010005000034/pdf/polimeros-20-3-194.pdf>. Acesso em: 14. março.2019
- [8] MACHADO, G. M. H.; TEIXEIRA, J.V.U. ; PRAXEDES, F. M; SILVA, V. L. D. da; QUEIROZ, S. R. **Use of amazona fibers as reinforcement in polymerer matrix composite.** XV Brazilian MRS Meeting. Campinas – SP. 2016.
- [9] MONTEIRO, A. S.; RAMOS, J. B. **Fibra de tururi (manicaria saccifera gaertn): processo de extração, beneficiamento e sua aplicabilidade em artigos têxteis.** 2º Congresso Científico Têxtil e de Moda, v.1, n.2. São Paulo, São Paulo. 2014.
- [10] NETO, F. Levy. **Compósitos Estruturais:** Ciência e Tecnologia. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 2012.
- [11] OLIVEIRA, A. K. F.; ALMEIDA, J. R. M. D'. **Ecopiso de fibra de tururi e resina de mamona: Ensaio de Resistência à Abrasão e Análise da Morfologia utilizando MEV.** 11º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, v.1, n.4. Gramado- Rio Grande do Sul. 2014.
- [12] PICKERING, K.L.; EFENDY, M.A.; LE, T.M. **A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance.** *Composites Part A: Applied Science Manufacturing*. 2016; v.83: 98-112.
- [13] PINTO, J. M. B.; QUEIROZ, S. R. S.; FUJIYAMA, R. **Propriedades mecânicas de compósitos poliméricos com reforço em fibra vegetal da amazônia: resistência à tração e flexão.** 22º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. Natal-RN. ISBN 978-85-93068-02-7. 2016.
- [14] PORRAS, A.; MARANON, A.; ASHCROFT, A. **Characterization of a novel natural cellulose fabric from *Manicaria saccifera* palm as possible reinforcement of composite materials.** Disponível em: Journal homepage: www.elsevier.com/locate/compositesb. 2015, pgs 66-73. Acesso em 04. fevereiro.2017.
- [15] QUEIROZ, S. R. S. *et all.* **A influência da fita adesiva utilizada no stub na espectroscopia de energia dispersiva de fibras naturais da Amazônia.** Anais do 61º Congresso Brasileiro de Cerâmica, Gramado, Rio Grande do Sul, 2017, Vol. 61, 55. Disponível em: <http://www.metallum.com.br/61cbc/anais/PDF/01-037.pdf>.
- [16] ROSÁRIO, F. *et all.* **Resíduos de sisal como reforço em compósitos de polipropileno virgem e reciclado.** *Polimeros: Ciência e Tecnologia*. 2011, Vol. 21, 2, 90-97. ISSN: 0104-1428 versão *on line*. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282011000200004. Acesso em: 12. fevereiro.2019.

- [17] SEYAM, A. F. M.; MONTEIRO, A. S.; MIDANI, M.; RAMOS, J. B. **Effect of structural parameters on the tensile properties of multilayer 3D composites from Tururi palm tree (*Manicaria saccifera* Gaertn) fibrous material.** Disponível em: Journal homepage: www.elsevier.com/locate/compositesb. 2017, pgs. 17-26.
- [18] SILVA, S. H. da; FRAXE, T. J. P. **Processo produtivo da juta e malva na perspectiva do desenvolvimento sustentável.** II Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Manaus: EDUA. 2012(2). ISSN: 2178-3500. Pgs. 163-182.
- [19] SPINACÉ, M. A. S. *et al.* **Poliiolefinas reforçadas com fibras vegetais curtas: sisal x curauá.** *Polímeros*, 2011, v.21, n.3, 68-174. ISSN: 0104-1428. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282011000300003&script=sci_arttext. Acesso em: 04. fevereiro. 2019.
- [20] TOMCZAK, F. *et al.* **Studies on lignocellulosic fibers of Brazil: Part III – Morphology and properties of Brazilian curauá fibers.** *Composites: Part A*, 2007, 38, 2227–2236. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359835X07001017>. Acesso em: 04. fevereiro. 2019.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço galvanizado 6, 14, 15, 16, 17, 20, 24

Adsorção de íons 8, 130, 131, 133

Agente Antimicrobiano 183

Análise 6, 7, 1, 2, 5, 6, 8, 14, 29, 32, 38, 39, 40, 43, 58, 60, 64, 82, 83, 85, 93, 96, 98, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 122, 123, 125, 127, 135, 136, 137, 146, 162, 200, 241, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 258, 260, 263, 267, 268, 269, 276, 280, 281, 289, 296, 300, 303, 306, 307, 308, 312, 321

Análise Termogravimétrica 85

B

Biofilmes 7, 81, 82, 83, 84

Biomassa 85, 87, 88, 91, 93

C

Capacidade de Retenção 142, 144, 146, 147, 148

Catálise heterogênea 55, 57

Compósitos 6, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 159, 164, 197, 203

Compostos voláteis 7, 96, 100, 101

Condutividade térmica 195, 196, 197, 198, 200, 203, 204

Controle de qualidade 3, 4, 105, 106, 126, 127

Co-Precipitação 130, 131, 132, 133, 134, 139, 162

Criminalística 250, 251, 252, 261, 262

D

Decantação 2, 4, 6, 7, 11, 87, 153

E

Eletroquímica 5, 14, 17, 18, 20, 45, 46, 47, 48, 49, 311

Energia ultrassônica 220

F

Fibras vegetais 36, 37, 40, 44, 152

Filmes 8, 10, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 81, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 237, 238, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 250, 261, 318

Fotocatálise 161, 164, 177, 180, 181, 208, 329

I

Inibidores de corrosão 16, 45, 46

Inibidor verde 15, 47, 52

L

Legislação 2, 4, 121, 124, 125, 126, 127, 143

M

Método de síntese 209, 210, 214, 323, 327, 328, 329, 330

Morfologia 13, 36, 38, 41, 43, 130, 133, 200, 201, 202, 209, 210, 211, 212, 213, 220, 309, 310, 312, 314, 316

N

Nanopartículas magnéticas 130, 131, 132, 133, 137, 139, 309, 310, 311

P

Plastificantes 237, 238, 239, 240, 241, 243, 244, 245, 246

Polímeros Naturais 150, 151

Pré-tratamento 14, 15, 16, 23, 328

Propriedades Mecânicas 10, 15, 36, 39, 43, 151, 152, 237, 238, 241, 243, 245, 246, 247

Q

Química Forense 10, 250, 251, 261, 262

Química Verde 2, 12, 45, 334

Quimiometria 5, 26

R

Revestimentos 81, 196, 197, 241, 310

S

Secagem 2, 4, 7, 8, 11, 58, 98, 107, 153, 260, 329

T

Titulação espectrofotométrica 6, 26, 28, 29

V

Voltametria 69, 309

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA **QUÍMICA 2**

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA **QUÍMICA 2**

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)