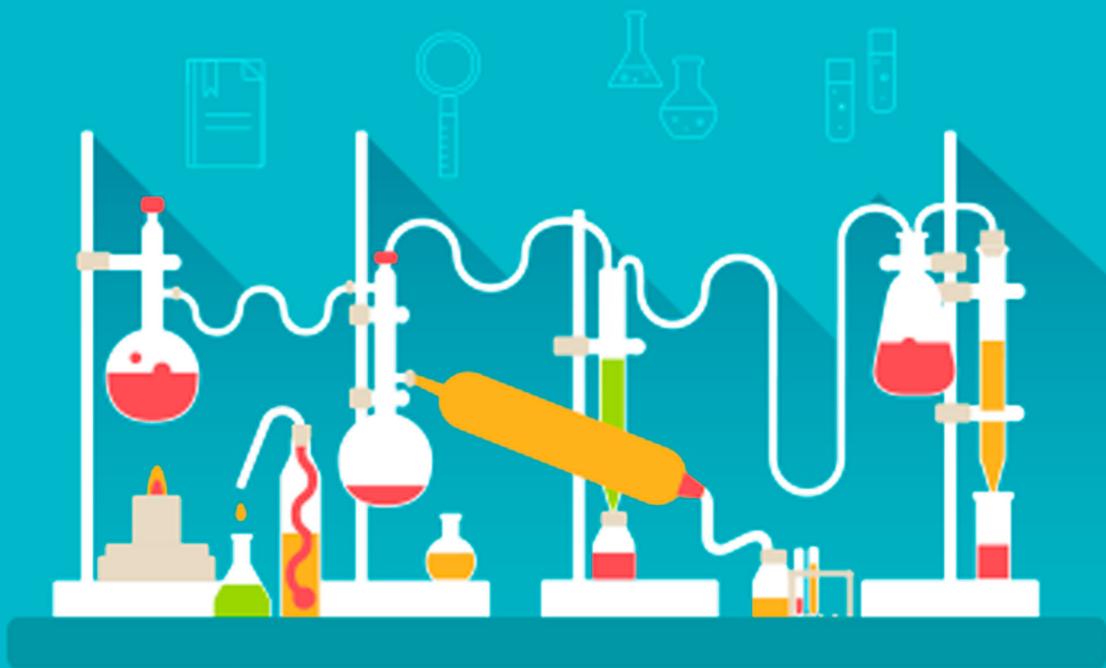


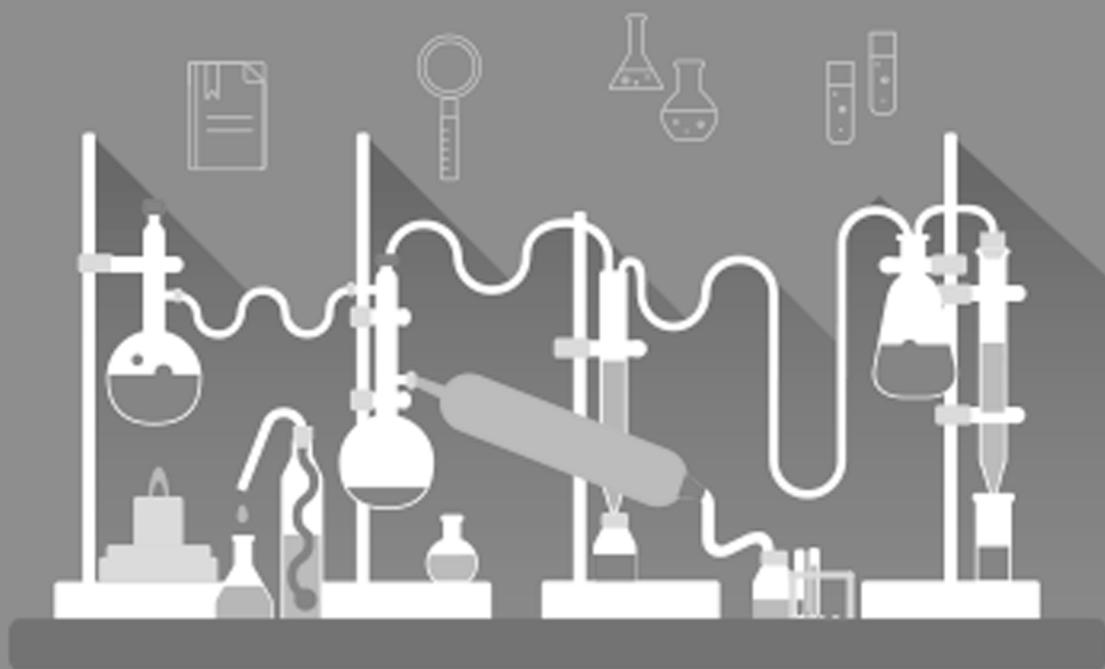
A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2020

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

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
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 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^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 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
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
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
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. 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
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
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. Lillian 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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
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. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
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
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

A química nas áreas natural, tecnológica e sustentável

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo

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

Q6 A química nas áreas natural, tecnológica e sustentável 1
[recurso eletrônico] / Organizadora Érica de Melo
Azevedo. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-385-9
DOI 10.22533/at.ed.859201709

1. Química – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. 3.
Sustentabilidade. I. Azevedo, Érica de Melo.

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Coleção “A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável” apresenta artigos de pesquisa na área de química e que envolvem conceitos de sustentabilidade, tecnologia, ensino e ciências naturais. A obra contém 69 artigos, que estão distribuídos em 3 volumes. No volume 1 são apresentados 29 capítulos sobre aplicações e desenvolvimentos de materiais adsorventes sustentáveis e polímeros biodegradáveis; o volume 2 reúne 20 capítulos sobre o desenvolvimento de materiais alternativos para tratamento de água e efluentes e propostas didáticas para ensino das temáticas em questão. No volume 3 estão compilados 20 capítulos que incluem artigos sobre óleos essenciais, produtos naturais e diferentes tipos de combustíveis.

Os objetivos principais da presente coleção são apresentar aos leitores diferentes aspectos das aplicações e pesquisas de química e de suas áreas correlatas no desenvolvimento de tecnologias e materiais que promovam a sustentabilidade e o ensino de química de forma transversal e lúdica.

Os artigos constituintes da coleção podem ser utilizados para o desenvolvimento de projetos de pesquisa, para o ensino dos temas abordados e até mesmo para a atualização do estado da arte nas áreas de adsorventes, polímeros, análise e tratamento de água e efluentes, propostas didáticas para ensino de química, óleos essenciais, produtos naturais e combustíveis.

Após esta apresentação, convido os leitores a apreciarem e consultarem, sempre que necessário, a coleção “A Química nas áreas natural, tecnológica e Sustentável”. Desejo uma excelente leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO EMPREGANDO BAGAÇO DE UVA (*VITIS LABRUSCA*) IN NATURA E MODIFICADO COMO ADSORVENTE

Júlia Cristina Diel
Isaac dos Santos Nunes
Dinalva Schein
Joseane Sarmento Lazarotto
Vitória de Lima Brombilla
Carolina Smaniotto Fronza

DOI 10.22533/at.ed.8592017091

CAPÍTULO 2..... 14

ADSORÇÃO DE CONTAMINANTE ORGÂNICO EM ÁGUA POR RESÍDUO AGROINDUSTRIAL TRATADO SIMULTANEAMENTE COM ÁCIDO E ULTRASSOM

Matias Schadeck Netto
Carlos Heitor Fernandez Cervo
Jivago Schumacher de Oliveira
Edson Luiz Foletto
Evandro Stoffels Mallmann
Osvaldo Chiavone-Filho
Guilherme Luiz Dotto

DOI 10.22533/at.ed.8592017092

CAPÍTULO 3..... 24

ADSORÇÃO DE ÍONS CÁDMIO POR DERIVADOS CARBOXIMETILADOS E SULFATADOS DE QUITOSANA

João Lucas Isidio de Oliveira Almeida
Micaele Ferreira Lima
Shirley Abel Barboza Coelho
Emanuela Feitoza da Costa
Flavia Oliveira Monteiro da Silva Abreu
Carlos Emanuel de Carvalho Magalhães

DOI 10.22533/at.ed.8592017093

CAPÍTULO 4..... 32

AGGLOMERATED BOARDS EVALUATION WITH WASTE OF POLYURETHANE SKIN AND NON-HALOGENATED FLAME RETARDANTS

Aguinaldo Oliveira Machado
Jocelei Duarte
Maria Fernanda de Oliveira
Ana Maria Coulon Grisa
Mara Zeni Andrade

DOI 10.22533/at.ed.8592017094

CAPÍTULO 5..... 43

POLIURETANOS BIODEGRADÁVEIS: UMA ABORDAGEM DOS ELEMENTOS

ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE SÍNTESE

Amanda Furtado Luna
Andressa Lima Delfino
Glenda Kélvia Ferreira Bezerra
Domingos Rodrigues da Silva Filho
Fernando da Silva Reis
José Milton Elias de Matos

DOI 10.22533/at.ed.8592017095

CAPÍTULO 6..... 56

CARACTERIZAÇÃO DA *PHORMIUM TENAX* PARA USO COMO REFORÇO EM COMPOSITO DE POLIPROPILENO

Fábio Furtado
Thais Helena Sydenstricker Flores-Sahagun
Talita Szlapak Franco
Harrison Lourenço Corrêa

DOI 10.22533/at.ed.8592017096

CAPÍTULO 7..... 67

CARACTERIZAÇÃO DO HIDROGEL À BASE DE POLIACRILATO DE AMÔNIO E A SUA UTILIZAÇÃO NA ADUBAÇÃO POTÁSSICA DO TOMATEIRO

Ivonete Oliveira Barcellos
Raíssa dos Santos Conceição
Ana Lúcia Bertarello Zeni

DOI 10.22533/at.ed.8592017097

CAPÍTULO 8..... 80

PREPARAÇÃO E MEDIÇÃO DE PROPRIEDADES TÉRMICAS DO COMPOSITO EPÓXI - PZT

Victor Ciro Solano Reynoso
Edinilton Moraes Cavalcante

DOI 10.22533/at.ed.8592017098

CAPÍTULO 9..... 91

CULTIVO DE *Aspergillus niger* EM ESTADO SÓLIDO EM BIORREATOR DE LEITO EMPACOTADO SEGUIDO DE EXTRAÇÃO DE ENZIMAS POR PERCOLAÇÃO

Fernanda Perpétua Casciatori
Natalia Alvarez Rodrigues
Samuel Pratavieira de Oliveira
Eric Takashi Katayama

DOI 10.22533/at.ed.8592017099

CAPÍTULO 10..... 104

EFEITO DA TEMPERATURA NA ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO USANDO BAGAÇO DE MALTE *IN NATURA*

Renata Cândido Araújo de Lima
Kevyn Zapelão
Andréia Anschau

DOI 10.22533/at.ed.85920170910

CAPÍTULO 11.....113

EFEITO DAS CONDIÇÕES DE REPROCESSAMENTO NA DEGRADAÇÃO DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE

Lisete Cristine Scienza
Amanda Vecila Cheffer de Araújo
Hariel Marçal Kops Hubert
Vinícius Martins
Luis Henrique Alves Cândido
Ademir José Zattera

DOI 10.22533/at.ed.85920170911

CAPÍTULO 12..... 124

ENCAPSULAMENTO DE ZEÓLITA FERTILIZANTE UTILIZANDO BIOPOLÍMERO

Suzana Frighetto Ferrarini
Beatriz Bonetti
Marta Eliza Hammerschmitt
Camila Fensterseifer Galli
Marçal José Rodrigues Pires

DOI 10.22533/at.ed.85920170912

CAPÍTULO 13..... 135

ENVELHECIMENTO NATURAL: COMPARAÇÃO DE TECIDOS DE POLIETILENO DE ULTRA ALTA MASSA MOLAR APLICADOS EM PROTEÇÃO BALÍSTICA

Vitor Hugo Cordeiro Konarzewski
Ruth Marlene Campomanes Santana
Edson Luiz Fancisquetti

DOI 10.22533/at.ed.85920170913

CAPÍTULO 14..... 149

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE PISOS DE BORRACHA SBR, E DE SILICONE, UTILIZANDO A BORRACHA DE SILICONE RECICLADA COMO CARGA

Miriam Lucia Chiquetto Machado
Blenda de Assunção Cardoso Gaspar
Nilson Casimiro Pereira
Max Filipe Silva Gonçalves
Cícera Soares Pereira

DOI 10.22533/at.ed.85920170914

CAPÍTULO 15..... 162

SUORTE HÍBRIDO CONTENDO Fe₃O₄ E QUITOSANA PARA IMOBILIZAÇÃO DA PAPAÍNA

Aurileide Maria Bispo Frazão Soares
Lizia Maria Oliveira Gonçalves
Samuel de Macêdo Rocha
Wallonilson Veras Rodrigues
Anderson Fernando Magalhães dos Santos

Anderson Nogueira Mendes
Welter Cantanhêde da Silva
DOI 10.22533/at.ed.85920170915

CAPÍTULO 16..... 177

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE PÓS-CURA NO COMPORTAMENTO MECÂNICO DO COMPOSITO POLIMÉRICO NANOESTRUTURADO REFORÇADO COM ÓXIDO DE GRAFENO

Marivaldo Batista dos Santos Junior
Erica Cristina Almeida
Alan Santos Oliveira
Vaneide Gomes

DOI 10.22533/at.ed.85920170916

CAPÍTULO 17..... 184

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO UTILIZANDO FIBRA DO MESOCARPO DO COCO *IN NATURA* E PRÉ-TRATADA COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO ALCALINO

Isabela Nogueira Marques Ribeiro
Geovanna Miranda Teixeira
Emanuel Souza e Souza
Êmile dos Santos Araujo
Luciene Santos de Carvalho
Luiz Antônio Magalhães Pontes
Leila Maria Aguilera Campos

DOI 10.22533/at.ed.85920170917

CAPÍTULO 18..... 197

MÉTODOS DE SÍNTESE E A CLASSIFICAÇÃO DOS POLIANIDRIDOS BIODEGRADÁVEIS

Jairo dos Santos Trindade
Vanessa Karen Ferreira dos Santos Guimarães
José Milton Elias de Matos

DOI 10.22533/at.ed.85920170918

CAPÍTULO 19..... 209

O USO DA BORRACHA DE PNEUS EM LIGANTES ASFÁLTICOS

Matheus Borges Lopes

DOI 10.22533/at.ed.85920170919

CAPÍTULO 20..... 212

OBTENÇÃO DE CARVÃO ATIVADO DE CASCA DE SOJA E APLICAÇÕES EM PROCESSOS DE ADSORÇÃO

Roberta Sorhaia Samayara Sousa Rocha de França
Letícia Pinto
Andréia Anschau

DOI 10.22533/at.ed.85920170920

CAPÍTULO 21	224
PARTÍCULAS DE P(BA-CO-MMA)/PMMA CONTENDO ÁCIDO ITACÔNICO OBTIDAS ATRAVÉS DA COPOLIMERIZAÇÃO EM EMULSÃO	
Leonardo Zborowski	
Daniela Beirão Porto	
Jesus Roberto Taparelli	
Lucia Helena Innocentini Mei	
Diego de Holanda Saboya Souza	
DOI 10.22533/at.ed.85920170921	
CAPÍTULO 22	236
PECTINA: UM SUBPRODUTO VALIOSO DA INDÚSTRIA CITRÍCOLA	
Camila Souza da Mata Losque	
Patrícia Reis Pinto	
DOI 10.22533/at.ed.85920170922	
CAPÍTULO 23	247
PROJETO DE CERTIFICAÇÃO PARA PLÁSTICOS RECICLADOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA: DE REFUGO A RECURSO	
Ormene Carvalho Coutinho Dorneles	
Daniel Coutinho Dorneles	
DOI 10.22533/at.ed.85920170923	
CAPÍTULO 24	258
PROPRIEDADES DE COMPÓSITOS FABRICADOS COM RESÍDUO INDUSTRIAL, PROJETO E PROSPECÇÃO DE CUSTO DE PRODUÇÃO DE MOBILIÁRIO URBANO COM CONCEITO DE ECONOMIA CIRCULAR	
Fernanda Pereira de Castro Negreiros	
Paula Bertolino Sanvezzo	
Marcia Cristina Branciforti	
DOI 10.22533/at.ed.85920170924	
CAPÍTULO 25	277
PROPRIEDADES DE ESPUMAS DE POLI(URETANO-CO-ISOCIANURATO) BASEADAS EM DIFERENTES DIÓIS	
Thiago do Carmo Rufino	
José Giaretta	
DOI 10.22533/at.ed.85920170925	
CAPÍTULO 26	292
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE SÍLICA MESOPOROSA E SEU POTENCIAL USO COMO ADSORVENTE NA DESCONTAMINAÇÃO DE EFLUENTES	
Cezar Augusto Moreira	
Matheus Devanir Custódio	
Jéssica de Lara Andrade	
Angélica Gonçalves Oliveira	
Edgardo Alfonso Gómez Pineda	
Ana Adelina Winkler Hechenleitner	

Daniela Martins Fernandes de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.85920170926

CAPÍTULO 27..... 307

**USO DOS POLÍMEROS NA LIBERAÇÃO CONTROLADA DE MEDICAMENTOS
PARA O TRATAMENTO DO CÂNCER**

Ingrid Ribeiro

Wanyr Romero Ferreira

Aline Pereira Leite Nunes

DOI 10.22533/at.ed.85920170927

CAPÍTULO 28..... 315

**INFLUÊNCIA DO HÍBRIDO NANOARGILA COM ÓLEOS ESSENCIAIS NA BLEND
DE PEBD/ATP**

Marília Cheis Farina

Rafaela Reis Ferreira

Anderson Maia

Rondes Ferreira da Silva Torin

DOI 10.22533/at.ed.85920170928

CAPÍTULO 29..... 322

**EFEITO DA HOMOGENEIZAÇÃO À ALTA PRESSÃO NA ESTABILIZAÇÃO DE
EMULSÕES OBTIDAS POR SISTEMAS DE BIOPOLÍMEROS WPC:ALG**

Kívia Mislaine Albano

Vania Regina Nicoletti

DOI 10.22533/at.ed.85920170929

SOBRE A ORGANIZADORA..... 333

ÍNDICE REMISSIVO..... 334

CARACTERIZAÇÃO DA *PHORMIUM TENAX* PARA USO COMO REFORÇO EM COMPÓSITO DE POLIPROPILENO

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Fábio Furtado

Universidade Federal do Paraná
Curitiba – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/4981883802601095>

Thais Helena Sydenstricker Flores-Sahagun

Universidade Federal do Paraná
Curitiba – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/1075695773132068>

Talita Szlapak Franco

Universidade Federal do Paraná
Curitiba – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/2573597518459918>

Harrison Lourenço Corrêa

Universidade Federal do Paraná
Curitiba – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/1852858066847211>

RESUMO: A *Phormium tenax* é uma fibra vegetal hidrofílica pouco estudada e com boa resistência mecânica. Por causa disto, no presente trabalho foi realizada a caracterização química das folhas de *Phormium tenax* e suas fibras apresentaram 44,27% celulose, 13,20% de hemicelulose, 15,02% de lignina, 23,4% de extrativos totais e 4,11% de cinzas. Quanto aos seus nutrientes, o carbono com 72,2%, e o oxigênio com 22,5% constituem os elementos básicos da fibra. Seus macro e micronutrientes ajudam nas propriedades da fibra. A hidrofiliabilidade da fibra é de $87,99 \pm$

2,56%. Essas características ao lado seu formato físico foliar a tornam uma boa alternativa para aplicação direta em compósitos poliméricos, com resistência mecânica e adicionar uma possível atividade antioxidante aos materiais compósitos feitos a partir dela.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrofiliabilidade, nutrientes, celulose, aspectos físicos.

CHARACTERIZATION OF *PHORMIUM TENAX* FOR USE AS REINFORCEMENT IN PP COMPOSITES

ABSTRACT: Phormium tenax is a hydrophilic vegetal fiber little studied and with good mechanical resistance. Because of this, in the present work the chemical characterization of the leaves of Phormium tenax was carried out and its fibers presented 44.27% cellulose, 13.20% hemicellulose, 15.02% lignin, 23.4% of total extracts and 4.11% ash. As for its nutrients, carbon with 72.2% and oxygen with 22.5% are the basic elements of the fiber. Its macro and micronutrients help in the properties of the fiber. The hydrophilicity of the fiber is 87.99 ± 2.56 . These characteristics alongside its physical leaf shape make it a good alternative for direct application in polymeric composites, with mechanical resistance and adding a possible antioxidant activity to the composite materials made from it.

KEYWORDS: Hydrophilicity, nutrients, cellulose, physical aspects.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo Miraoui e Hassis (2012) as fibras vegetais quando comparadas às fibras tradicionais de vidro ou de materiais minerais inorgânicos, possuem diversas vantagens, dentre elas baixo custo, baixa densidade, menor abrasividade aos equipamentos, redução da agressão ao meio ambiente e biodegradabilidade. Ademais, fibras vegetais despertam o interesse no mercado, devido à economia de energia e possibilidade de serem recicladas quando inseridas em compósitos poliméricos após o fim de vida útil do componente (PERVAINZ; SAIN, 2003). O 15º Congresso Brasileiro de Polímeros (15º CBPol), sediado em Bento Gonçalves, RS, Brasil, durante os dias 27 e 31 de outubro, chamou a atenção para a necessidade de proteção ambiental, desenvolvimento de biocompósitos e pela busca de materiais que apresentem boas propriedades físicas e uma boa relação com o meio ambiente, com a redução de impactos negativos. Alguns estudos feitos com fibras vegetais são: taquara-lixia (*Merostachys skvortzovii Sendulsky*) (BORGES NETO, 2014), a fibra de coco (*Conus nucifera*) (RAMÍREZ, 2010), o capim-dos-pampas (*Cortaderia selloana*) (CALDONAZO, 2017), a jacitara (*Desmoncus polyacathos Mart.*) (SILVA, 2017) e a paina (*Chorisia speciosa*) (LEAL, 2018).

A *Phormium tenax*, conhecida em maori como *Harakeke* e em português como fórmio ou cânhamo-da-Nova-Zelândia; é uma fibra vegetal pertencente à família das *Hemerocallidaceæ*. Ela é oriunda da Nova Zelândia e ilhas adjacentes. Ela cresce espontaneamente em diversas situações, desde várzeas pantanosas a encostas de morros, com altitudes variando desde o nível do mar até 1.200 m (MEDINA; AGUIRRE; CORREIA, 1947). Ela é uma planta vigorosa com rizomas bem desenvolvidos, classificada como folhagem pelos jardineiros, apresentando variedades de folhas avermelhadas, verdes ou variegadas (usada para fins ornamentais). Ela se adapta aos climas equatorial, oceânico, subtropical e tropical (PATRO, 2014).

Algumas aplicações de suas fibras podem ser encontradas, como em compósitos de resina epóxi reforçados por fibras polpadas de *Phormium tenax* (GUEN; NEWMAN, 2007; ROSA) ou com fibras *in natura* (SANTULLI; SARASINI, 2010) ou como reforço em compósitos de polipropileno (SILVA et al., 2018; PUGLIA et al., 2013). Sua composição é dependente da área de crescimento, das condições climáticas, da idade da planta e do modo de processamento e extração de suas fibras (ROSA; SARASINI; SANTULLI, 2010). Por esse motivo, o objetivo deste trabalho é caracterizar as propriedades das folhas de *Phormium tenax* para uso como reforço de compósitos de polipropileno e verificar a viabilidade do material em aplicações estruturais.

2 | EXPERIMENTAL

As amostras de folhas de *Phormium tenax* são provenientes da cidade de Quatro Barras, Paraná. Ela se situa a uma altitude acima de 900 m, com latitude aproximada de 25° Sul e longitude de aproximadamente 49° Oeste, cujo clima é subtropical. A coleta ocorreu na primeira semana de outubro de 2018, na estação da primavera no hemisfério Sul e em uma época de chuvas frequentes. O processo de secagem das folhas foi feita naturalmente em exposição ao sol durante dois meses. As amostras foram preparadas de acordo com os procedimentos da norma TAPPI T257 sp-14 (TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY, 2014). Uma folha da fibra foi cortada manualmente em pedaços e então moída em moinho de facas da marca Marconi. A serragem dela utilizada no experimento foi aquela retida pela peneira malha 60. Para o teor de umidade foi usada a norma TAPPI T264 cm-97 (TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY, 1997); para o teor de cinzas a norma TAPPI T211 om-16 (TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY, 2016); para os extrativos totais a norma TAPPI T204 cm-17 (TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY, 2017) e para a lignina Klason ou lignina insolúvel a norma TAPPI T222 om-15 (TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY, 2015). Para a lignina solúvel foi usado o método de Goldschimid (1971), com o conteúdo filtrado aferido em 1.000 ml de água destilada por espectroscopia de ultravioleta. O equipamento utilizado foi um espectômetro UV1800, da Shimadzu e o *software* UV Probe Photometric, versão Probe 2.33. A lignina total é a soma da lignina solúvel com a insolúvel. Os teores de celulose e hemicelulose foram determinados pela norma NREL/TP510 (NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY, 2012) foi utilizado o cromatógrafo Shimadzu modelo LC10AD em coluna Rezex e foi usado o software Lansolution da Shimadzu. O teste de hidrofobicidade da *Phormium tenax* foi realizado conforme o experimento de Ribeiro, Rubio e Smith (2003). O experimento foi realizado no Laboratório de Polímeros do Departamento de Engenharia Mecânica da UFPR. A serragem da *Phormium tenax* utilizada foi a que ficou retida entre as peneiras malha 40 e 60. Ela foi secada em estufa a 100 °C por 24 horas. Para o experimento foi utilizado um grama da fibra pesada em balança digital, 20 ml de água destilada e 10 ml de hexano. A água destilada e o hexano foram acondicionados em um bquer e em seguida a serragem foi adicionada. A mistura foi agitada manual e ininterruptamente por três minutos e, cessada a agitação, mantida em repouso por cinco minutos. Passado o período de repouso, o material aderido ao óleo foi recolhido com a ajuda de uma espátula de aço inox e depositado em um pequeno recipiente de vidro, enquanto o material aderido à água foi mantido no bquer. Ambos os materiais foram mantidos em estufa aquecida a 100 °C durante 24 horas. Decorrida às 24 horas, as amostras

foram pesadas em balança digital. O experimento foi realizado em quadruplicata e para a definição do percentual de hidrofobicidade foi utilizada a equação (1), sendo m a massa da fibra em g, conforme o subíndice aderido ao óleo e à água:

$$\% \text{ de hidrofobicidade} = \frac{m_{\text{fibra em óleo}}}{m_{\text{fibra em água}} + m_{\text{fibra em óleo}}} \times 100 \quad (1)$$

A *Phormium tenax* foi submetida a ensaios de espectroscopia por energia dispersiva de raios-X (EDS) com o objetivo de verificar a presença de elementos, sais minerais presentes na composição das cinzas, para analisar posteriormente a influência deles nas propriedades dos compósitos. O equipamento usado para o EDS foi o microscópio da marca Tescan, modelo VEGA3, com uma tensão elétrica de aceleração entre 10 e 20 kV. A EDS durou entre cinco a dez minutos. A caracterização química foi realizada em triplicata, enquanto que o teste de hidrofobicidade e a EDS em quadruplicata.

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

Conforme Barbosa (2011) e Franco (2010), as fibras vegetais são estruturas alongadas de secção transversal vazada com geometria aparentemente uniforme e com pequeno diâmetro em relação ao comprimento e que uma de suas possíveis classificações é o de folhas, isto é, são originárias das folhas. Em geral, uma folha pode ser constituída de inúmeras fibras conjuntas, estruturas alongadas que formam feixes de fibras, como vistas na FIGURA 1. Cada marca de linha representa uma fibra e juntas formam um feixe de fibras, fazendo com que quando seca a superfície fique rugosa.



Esc. 1:3,7 mm

FIGURA 1 – Aspecto visual de uma folha seca de *Phormium tenax* cortada em pedaços iguais

Fonte: Os autores, 2020.

As folhas de *Phormium tenax* costumam ser formadas por duas regiões, na qual a primeira é a base formada por bordas dobradas, denominada pecíolo (l), e

a segunda a seção ereta, ou seja, região em que as bordas estão abertas e retas (MEDINA; AGUIRRE JÚNIOR; CORREIA, 1947). Juntas as duas seções formam o comprimento da folha (h) conforme FIGURA 2. Seguindo a escala da figura, o comprimento do pecíolo da folha foi de aproximadamente 0,75 m e o comprimento total em torno de 1,96 m. As folhas podem ser maiores e o comprimento médio das folhas é superior a 1,75 m [10].

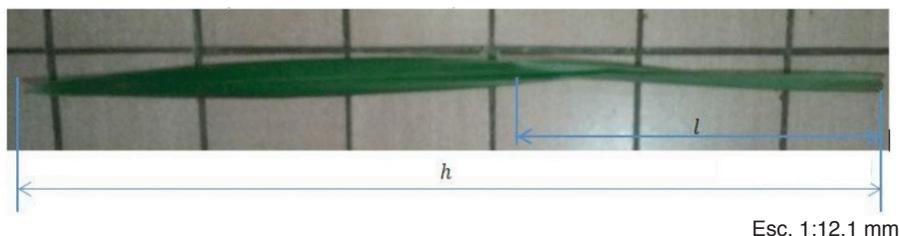


FIGURA 2 – Aspecto visual de uma folha *in natura* integral antes de passar pela secagem

Fonte: Os autores, 2020.

Outros aspectos visuais importantes são a geometria e a formação estrutural da fibra. Da seção estrutural participam o comprimento e a largura celular, a espessura, a geometria e o ângulo espiral (também chamado de ângulo de convolução ou fibrilar) (BLEDZKI; REIHMANE; GASSAN, 1996). Embora Bledzki, Reihmane e Gassan (1996) analisassem esses aspectos em nível fibrilar e celular, é possível analisar em um nível macroscópico a presença da formação desses parâmetros. Na FIGURA 3 é possível visualizar o ângulo de convolução da *Phormium tenax* pelo efeito espiralado da borda se enrolando para dentro de si.



Esc: 1:1 mm

FIGURA 3 – Aspecto visual do ângulo de convolução (espiral) de seções de uma folha de *Phormium tenax*.

Fonte: Os autores, 2020.

Os resultados mostrados na TABELA 1 correspondem à média da triplicata das análises com o desvio padrão. O teor de umidade foi em torno de 11%, sendo este valor influenciado pelas condições climáticas bem como de armazenamento do material (MAYANDI et al., 2016). Por ser considerada uma gramínea, o valor de 4,11% de cinzas se encontra dentro da média encontrada por Accioly (1974), que ao analisar 100 gramíneas e encontrar em 79% delas teores de cinza entre 4,01-8%. A *Phormium tenax* apresentou o maior teor de extrativos totais (23,4%) na TABELA 1. Uma possível explicação para isso é por ela ser planta arbustiva folhosa susceptível ao ataque por insetos, fungos e outros patógenos (WEHI; CLARKSON, 2007). Os extrativos fazem parte da fração não estrutural e que pode ser facilmente removida por água ou outros solventes; herbáceas apresentam uma maior quantidade destes materiais do que lenhosas, sendo por esta razão, mais fácil o pré-tratamento destes materiais para posteriores aplicações (SLUITER et al., 2010). Os macroconstituintes das fibras vegetais são a fração celulósica, ou seja, 44,27% ± 0,97% de celulose e 13,2% ± 0,31% de hemicelulose e a lignina. Estes componentes apresentam uma função estrutural na planta, formada por feixes de microfibrilas de celulose envolvidos por lignina para sua adesão e sustentação. O teor de lignina da fibra de *Phormium tenax* é o menor em relação às demais fibras mostradas na TABELA 1. Trabalhos feitos com compósitos reforçados por fibras de *Phormium tenax in natura* mostram que a adição de 20% de fibras em disposição unidirecional promoveu aumentos significativos nos módulos de elasticidade e resistência à tração quando comparados com puro epóxi (ROSA; SANTULLI; SARASINI, 2010). Compósitos de resina epóxi reforçados com fibras polpadas de *Phormium tenax* apresentaram um aumento de módulo de elasticidade e resistência mecânica com o aumento do teor de fibras (GUEN; NEWMAN, 2007).

Amostra	Extrativos totais (%), em etanol/tolueno (%), em etanol (%)	Lignina (%)	Umidade (%)	Cinzas (%)
<i>Phormium Tenax</i>	23,40 ± 0,10; 10,90 ± 0,17; 1,87 ± 0,17	15,02 ± 0,61	10,99 ± 0,07	4,11 ± 0,01
Capim-dos-Pampas	7,00 ± 0,50; 5,00 ± 1,00; 0,90 ± 0,50	20,00 ± 0,80	14,00 ± 1,00	4,10 ± 0,03
Paina	2,86 ± 0,47; 2,10 ± 0,35; 1,05 ± 0,63	16,20 ± 2,50	10,00 ± 0,10	0,85 ± 0,03
Jacitara	3,98 ± 1,00; 3,07 ± 0,23; 0,91 ± 0,52	16,45 ± 0,44	19,09 ± 0,99	1,27 ± 0,02
Coco	5,82 (RAMÍREZ, 2010)	35,60 (RAMÍREZ, 2010)	7,60 (PAZ et al., 2018)	1,25 (RAMÍREZ, 2010)

TABELA 1 – Composição química de algumas fibras vegetais

Fonte: Os autores, 2019.

O teste de hidrofobicidade serviu para analisar a necessidade de uso de compatibilizante e as características da fibra, como na produção de nanocompósitos, uma vez que o comportamento hidrofóbico da fibra favorece essas duas condições, pois segundo Santos, Flores-Sahagun e Satyanarayana (SANTOS; FLORES-SAHAGUN; SATYANARAYANA, 2015) há uma fraca compatibilidade entre o material lignocelulósico hidrofílico com o polímero hidrofóbico. A análise da hidrofobicidade feita nesta pesquisa aponta para uma porção hidrofílica de $(87,99 \pm 2,56)\%$ contra uma porção hidrofóbica de $(11,20 \pm 2,56)\%$, completando uma porção analisada de 99,19%, com uma perda média de material da análise de 0,81%. Com isso, confirma-se a natureza hidrofílica da fibra. A sua natureza hidrofílica também aponta para a alta presença de grupos hidroxílicos higroscópicos, absorção de água nos compósitos e interferência na interface reforço e matriz, sendo que a água pode se difundir pelos defeitos dessa interface (SANTOS, FLORES-SAHAGUN, SATYANARAYANA, 2015). A natureza morfológica da *Phormium tenax* explicada por Rosa, Santulli e Sarasini (2010) ajuda a entender a natureza hidrofílica da fibra, pois eles indicam que na região central da folha as células são relativamente largas de paredes finas, cujas células são conhecidas como tecidos vasculares que permitem a livre circulação de fluídos no interior da fibra. Esta é uma região mais ampla, enquanto que na superfície externa da parede celular se concentram os componentes não celulósicos hidrofóbicos, como ceras, gorduras e impurezas que funcionam como camadas protetivas sobre a superfície da fibra, presentes em menor quantidade. Uma propriedade que se pode esperar para a *Phormium tenax* tanto por ela apresentar um alto teor de extrativos totais quanto pela sua natureza hidrofílica é de seus compósitos apresentarem uma grande atividade antioxidante.

A TABELA 2 ilustra os sais minerais, isto é, os nutrientes encontrados na fibra de *Phormium tenax*. Ao todo foram encontrados doze elementos químicos presentes na fibra *in natura*, sendo que a presença de alumínio não é um indicador benéfico à planta, pois pode indicar que o solo em que ela foi cultivada sofre de acidez, cujo pH é inferior a 5,0 para essa condição e que pode limitar o crescimento das plantas pela redução da absorção de nutrientes. Como a concentração de alumínio na fibra foi baixa não houve comprometimento no crescimento da planta e ainda que ela fosse alta, algumas plantas podem ser resistentes às suas altas concentrações (MIGUEL et al., 2010). O carbono e o oxigênio são os dois elementos não minerais essenciais encontrados em maior quantidade.

Elementos	Composição (%)
Carbono	72,2
Oxigênio	22,5
Potássio	0,1
Cálcio	<0,1
Fósforo	<0,1
Enxofre	<0,1
Manganês	<0,1
Cloro	<0,1
Ferro	<0,1
Silício	<0,1
Alumínio	<0,1
Magnésio	<0,1

TABELA 2 - Nutrientes encontrados na *Phormium tenax*

Fonte: Os autores, 2020.

Os demais componentes encontrados na fibra correspondem aos macronutrientes, com destaque para o potássio, e os micronutrientes. Os macronutrientes são necessários para a parte estrutural da planta, concedendo-a sustentação. Dos micronutrientes participam o ferro e o cloro, que atuam nas enzimas e cumprem uma função reguladora na planta; e o silício, que é um elemento benéfico que favorece o crescimento da fibra (NUNES, 2016). Dos macronutrientes participam o cálcio, que fortalece todos os órgãos da planta, bem como suas raízes e folhas, é um componente da parede celular vegetal, ativa a amilase e mantém a estrutura da planta; o fósforo, que atua na produção de energia, respiração, divisão celular e processos metabólicos da planta; o enxofre, que compõe as proteínas, alguns aminoácidos essenciais ao metabolismo energético e intervém na síntese de compostos orgânicos; o magnésio, que integra a molécula da clorofila e está diretamente ligado ao metabolismo energético da planta; e o potássio, que ativa as funções enzimáticas e mantém a turgidez celular, atuando no crescimento vegetal. Com relação ao manganês, ele é um ativador enzimático que controla reações de oxirredução essenciais à fotossíntese e síntese de clorofila (NUNES, 2016). A presença destes nutrientes interfere na qualidade das propriedades físicas e mecânicas da fibra e, por consequência, podem atuar direta e indiretamente nas propriedades dos compósitos poliméricos reforçados pela *Phormium tenax*.

4 | CONCLUSÕES

Dadas as propriedades preliminares levantadas por esta pesquisa, bem

como o formato físico aliado à composição química, com elevado teor de celulose e extrativos totais e a participação dos seus macro e micronutrientes, as fibras de *Phormium tenax*, demonstram ser uma boa alternativa como reforço físico na formulação de compósitos poliméricos de polipropileno. O material compósito ainda pode conter possíveis atividades antioxidantes. No entanto, dado a sua alta hidrofiliabilidade, é possível esperar uma alta taxa de absorção de água por parte de seus compósitos e também a interferência na adesão com a matriz de polipropileno, devido à formação de possíveis poros resultantes da evaporação da água durante o processamento do material e também pela menor adesão entre a fibra hidrofílica e a matriz hidrofóbica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pela concessão de bolsa de mestrado para o autor principal; ao Professor Dr. Alan Sulato de Andrade da Universidade Federal do Paraná pelo apoio prestado para a realização das análises químicas; ao Engenheiro Florestal Eraldo Bonfatti Júnior por disponibilizar as normas técnicas e pelos demais laboratoristas que ajudaram com as análises.

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, J. C. Cinzas em gramíneas coletadas em Fortaleza, Ceará, Brasil. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza (Ceará), v. 4, n. 1-2, p. 35-41, 1974.

BARBOSA, A. P. **Características estruturais e propriedades de compósitos poliméricos reforçados com fibras de buriti**. 2011. 160 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes (Rio de Janeiro), 2011.

BLEDZKI, A. K.; REIHMANN, S.; GASSAN, J. Properties and Modification Methods for Vegetable Fibers for Natural Fiber Composites. **Journal for Applied Polymer Science**, Nova Iorque (Estados Unidos), v. 59, n. 1, p. 1.329-1.336, 1996.

BORGES NETO, C. **Desenvolvimento de compósitos de resina epóxi e fibras de taquaralixa (*merostachys skvortzovii sendulsky*), para aplicações estruturais**. 2014. 217 f. Tese (Doutor em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (Paraná), 2014.

CALDONAZO, A. **Obtenção de nanocelulose de capim dos pampas e aplicação como reforço em compósitos baseados em PVA**. 2017. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (Paraná), 2017.

FRANCO, F. J. P. **Aproveitamento da fibra do epicarpo do coco babaçu em compósito com matriz de epóxi: estudo do efeito do tratamento da fibra**. 2010, 77 f. Dissertação (Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal (Rio Grande do Norte), 2010.

GOLDSCHIMID, O. Ultraviolet spectra. In: SARKANEN, K. V.; LUDWIG, C. H. **Lignins: occurrence, formation, structure and reactions**. Nova Iorque (Estados Unidos): John Wiley & Sons, 1971. p. 241-266.

GUEN, M. J.; NEWMAN, R. H. Pulped *Phormium tenax* leaf fibres as reinforcement for epoxy composites. **Composites Part A: Applied Science and Manufacturing**, Londres (Inglaterra), v. 38, n.1, p. 2.109-2.115, 2007.

LEAL, M. R. **Preparação e caracterização de nanofibras de celulose obtidas a partir da fibra de paina e avaliação em compósitos de poli(acetato de vinila) – PVAC**. 2018. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (Paraná), 2018.

MAYANDI K et al. Extraction and characterization of new natural lignocellulosic fiber *Cyperus pangorei*. **International Journal of Polymer Analysis and Characterization**, Londres (Inglaterra), v. 21, n. 2, p. 175-183, 2016.

MEDINA, J. C.; AGUIRRE JÚNIOR, J. M.; CORREIA, F. A. Estudo Agrícola-Tecnológico de Diversas Variedades de *Phormium tenax* Forster. **Bragantia Boletim Técnico da Divisão de Experimentação e Pesquisas Instituto Agrônomo**, Campinas (São Paulo), v. 7, n. 11-12, p. 231-241, nov./dez. 1947.

MIGUEL, P. S. B. et al. Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e efeitos genéticos. **CES Revista**, Juiz de Fora (Minas Gerais), v. 24, s.n., 2010.

MIRAOU, I.; HASSIS, H. Mechanical model for vegetal fibers-reinforced composite materials. **Physics Procedia**, Tunes (Tunísia), v. 25, n. 1, p. 130-136, 2012.

NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY, **NREL TP/510**: Determination of Structural Carbohydrates and Lignin in Biomass. Denver (Estados Unidos), 2012.

NUNES, J. L. S. Nutrientes. **Agrolink**, Porto Alegre (Rio Grande do Sul), 12 set. 2016. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_361443.html#>. Acesso em: 02 jan. 2020.

PATRO, R. **Fórmio – Phormium tenax**. Curitiba (Paraná), 2014. Disponível em: <<https://www.jardineiro.net/plantas/formio-phormium-tenax.html>>. Acesso em: 22 out. 2018.

PAZ E. C. S. et al. Proceedings of the VII Brazilian Congress of Solar Energy; 2018 Apr. 17-20; Gramado, RS, Brazil.

PERVAINZ, M.; SAIN, M. M. Carbon storage potential in natural fiber composites. **Resources, Conservation & Recycling**, Toronto (Canadá), v. 39, n.1, p. 325-340, 2003.

PUGLIA, D. et al. Thermal and Mechanical characterization of *Phormium tenax* reinforced polypropylene composites. **Journal of Thermoplastic Materials**, Londres (Inglaterra), v. 27, n. 11, p. 1493-1503, 2013.

- RAMÍREZ, M. G. L. *et al.* Preparation and characterization of biodegradable composites based on Brazilian cassava starch, corn starch and green coconut fibers. **Matéria**, Rio de Janeiro (RJ), v. 15, n. 2, p. 330-337, 2010.
- RIBEIRO, T. H.; RUBIO, J.; SMITH, R. W. A Dried Hydrophobic Aquaphyte as an Oil Filter for Oil/Water Emulsions. **Spill Science & Technology Bulletin**, Londres (Inglaterra), v. 8, n.5-6, p. 483-489, 2003.
- ROSA, I. M.; SANTULLI, C.; SARASINI, F. Mechanical and thermal characterization of epoxy composites reinforced with random and quasi-unidirectional untreated *Phormium tenax* leaf fibers. **Materials and Design**, Londres (Inglaterra), v. 5, n.31, p. 2.397 – 2.405, 2010.
- SANTOS, L. P.; FLORES-SAHAGUN, T. H. S.; SATYANARAYANA, K. G. Effect of processing parameters on the properties of polypropylene–sawdust composites. **Journal of Composite Materials**, San Diego (Estados Unidos), v. 30, n.49, p. 3.727-3.740, 2015.
- ŞEN, A. *et al.* Chemical composition and cellular structure of ponytail palm (*Beaucarnea recurvata*) cork. **Pereira Industrial Crops & Products**, v. 124, n. 1, p. 845-855, 2018.
- SILVA, J. M. **Compósitos de poliacetato de vinila (PVAc) contendo nanofibras de celulose obtidas a partir da fibra de jacitara (*Desmoncus polyacathos* Mart.)**. 2017. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (Paraná), 2017.
- SILVA, W. D. M. *et al.* Evaluation of *Phormium Cookianum* Fibers as Reinforcements for Polypropylene-based Composites. **Journal of Natural Fibers**, Oxford (Inglaterra), v. 4, n. 16, p. 1-9, 2018.
- SLUITER, J. B. *et al.* Compositional Analysis of Lignocellulosic Feedstocks 1. Review and Description of Methods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington (Estados Unidos), v. 58, n. 16, p. 9.043-9.053, 2010.
- TAPPI - TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY, **TAPPI T204 cm-17**: Solvent Extractives of Wood and Pulp. Atlanta (Estados Unidos), 2017.
- TAPPI - TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY, **TAPPI 211 om-16**: Ash in Wood, Pulp, Paper and Paperboard: Combustion at 525 °C. Atlanta (Estados Unidos), 2016.
- TAPPI - TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY, **TAPPI T222 om-15**: Acid-Insoluble Lignin in Wood and Pulp. Atlanta (Estados Unidos), 2015.
- TAPPI - TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY, **TAPPI T257 sp-14**: Sampling and Preparing Wood for Analyses. Atlanta (Estados Unidos), 2014.
- TAPPI - TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY, **TAPPI T264 cm-97**: Preparation of Wood for Chemical Analyses. Atlanta (Estados Unidos), 1997.
- WEHI, P. M.; CLARKSON, B. D. Biological flora of New Zealand 10. *Phormium tenax*, Harakeke, New Zealand flax. **New Zealand Journal of Botany**, Waikato (Nova Zelândia), v. 4, n. 45, p. 521-544, 2007.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 174, 184, 185, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 195, 196, 212, 213, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 292, 293, 294, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303

Alginato de sódio 322, 323, 324, 325

Asfalto-borracha 209

Ativação química 14, 15, 19, 212, 214, 215, 223

Azul de metileno 1, 4, 12, 13, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 184, 185, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 215, 217, 218, 220, 221, 222, 223, 295, 299

B

Bagaço de uva 1, 3, 4, 6, 11, 12

Biodegradável 24, 25, 43, 44, 46, 49, 110, 114, 126, 198, 202, 203, 206, 236, 310, 315

Biomassa lignocelulósica 184, 186

Biorreator de leite empacotado 91, 101

Biossorção 24, 104, 110, 111, 186, 212, 223

Borracha de silicone 149, 151, 152, 153, 157, 158, 159, 160, 161

Borracha SBR 149, 153

C

Câncer 203, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313

Cápsulas de zeólita fertilizante 124

Caracterização térmica 90, 282

Carboximetilação 24, 25, 26, 28, 30

Chitosan 13, 24, 125, 134, 162, 163, 174, 175, 176, 195, 312, 313

Coacervação complexa 322

Comportamento reológico de emulsões 322, 329, 332

Compósito 41, 56, 64, 80, 81, 82, 83, 87, 90, 124, 129, 132, 177, 178, 179, 180, 182, 183, 203, 260, 261, 272, 273

Corante 1, 4, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 21, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 217, 218, 221, 222, 223, 292, 295, 296, 298, 299, 300, 301, 302, 303

E

Economia circular 45, 247, 251, 254, 255, 256, 258, 260, 261, 263, 270, 274, 275

Efluente têxtil 104

Envelhecimento natural 135, 138, 143, 144, 145, 258, 262, 265, 266, 267, 268, 269, 274

Enzymatic Immobilization 163

Epóxi-PZT 80, 82

Eugenol 315, 316, 320, 321

Extração de enzimas 91

Extrusão 113, 115, 116, 118, 119, 261, 263, 272, 273

G

Geleificantes 236

H

Hidrofilicidade 56, 64

Hidrogéis 67, 68, 69

I

Insumo agrícola 67

L

Liberação controlada de medicamentos 198, 307, 309

Ligantes asfálticos 209

M

Montmorilonita 127, 315, 316

O

Óxido de grafeno 177, 178, 179, 182

P

Papain 162, 163, 175, 176

Partículas core-shell 224, 225

PEAD 113, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122

Pectina 214, 236, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 328

PEUAM 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146

Poliacrilatos 67, 73, 78

Poliisocianurato 277, 278

Polimerização em emulsão 224, 225, 228, 235
Poliol 43, 45, 46, 47, 49, 50, 279, 280, 281, 283, 287
Poliuretano 32, 33, 40, 41, 42, 45, 47, 48, 50, 51, 277
Prospecção de custo de produção 258

R

Resíduo agroindustrial 11, 14, 16, 21, 213
Resíduos 1, 3, 4, 12, 14, 15, 17, 21, 32, 33, 40, 41, 44, 52, 78, 93, 102, 106, 111, 113, 125, 134, 150, 151, 152, 153, 156, 157, 158, 159, 160, 184, 186, 187, 195, 212, 219, 223, 227, 240, 241, 246, 251, 256, 258, 259, 260, 261, 275, 321, 333
Retardante de chamas 33

S

Sílica mesoporosa 292, 293, 294, 295, 303
Sulfatação 24, 25, 26

U

Ultrassom 14, 16, 17, 19, 20, 21, 179, 180, 308, 324, 326, 332
Uso de Biopolímero 124

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável

-  www.arenaeditora.com.br
-  contato@arenaeditora.com.br
-  [@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora)
-  www.facebook.com/arenaeditora.com.br

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



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



www.facebook.com/atenaeditora.com.br