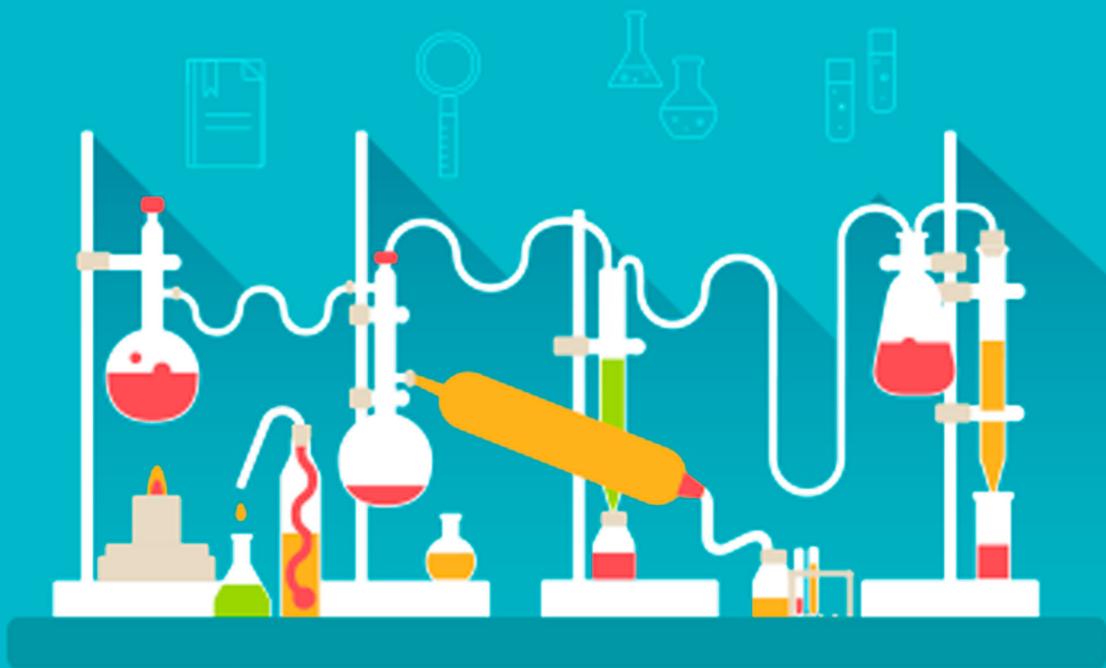


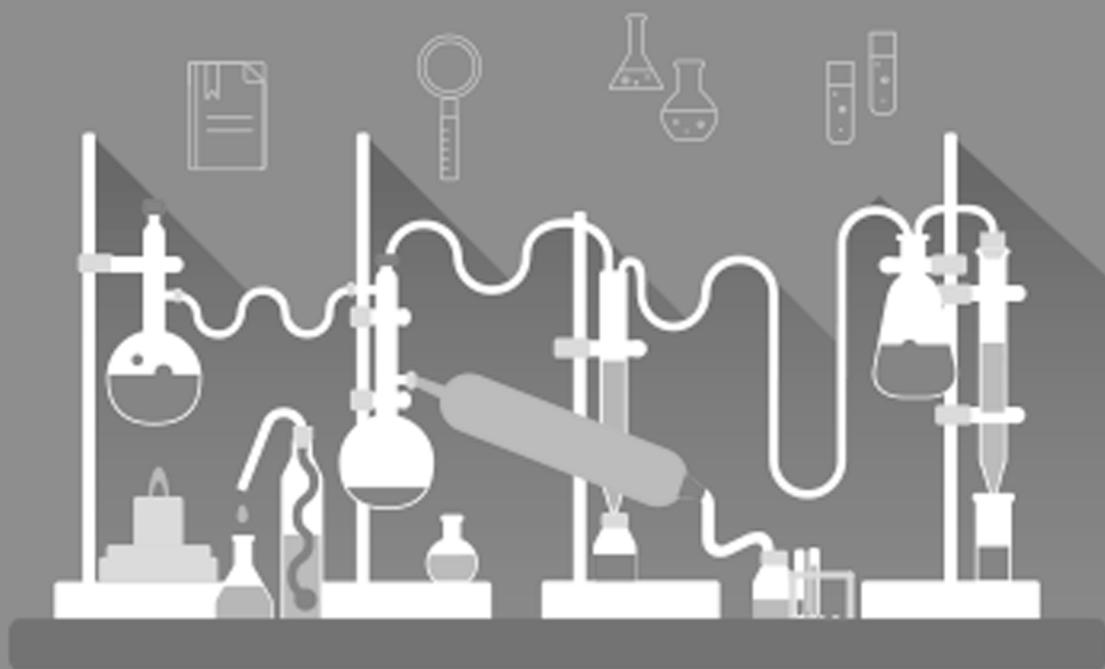
A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



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 Cremo
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

SUPORTE 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

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

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 07/06/2020

Miriam Lucia Chiquetto Machado

Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/6055131505316210>

Blenda de Assunção Cardoso Gaspar

Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)
São Paulo - SP
<http://lattes.cnpq.br/9570210355488171>

Nilson Casimiro Pereira

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
(IPEN)
CETER
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/0007203552115915>

Max Filipe Silva Gonçalves

Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)
São Paulo - SP
<http://lattes.cnpq.br/6651553674877930>

Cícera Soares Pereira

Sabó Indústria e Comércio
São Paulo - SP
<http://lattes.cnpq.br/5004344514874001>

RESUMO: Os elastômeros possuem degradação lenta, causando sérios problemas ambientais depois de descartados. A borracha de silicone é um material de grande uso, podendo ser utilizada, após descarte, como carga em compostos poliméricos. O objetivo deste trabalho

é estudar a influência da utilização da borracha de silicone reciclada, microlizada, como carga em compostos de borracha de silicone virgem e de borracha estireno-butadieno (SBR), nas propriedades mecânicas destes, visando a produção de pisos e tapetes para locais públicos, como metrô e condomínios residenciais. Foram preparados compostos de borracha SBR, e de borracha de silicone virgem, com 10%, 20% e 30%, em massa, de borracha de silicone reciclada (como carga). Os compostos foram processados em calandra e em moldagem por compressão, para vulcanização. As propriedades foram caracterizadas através de ensaios de resistência à tração, de dureza Shore A, ensaio de deformação permanente à compressão, ensaio de inchamento ao óleo e análise por Microscopia Eletrônica de Varredura, procurando-se comparar as propriedades dos compostos de borrachas SBR e de silicone virgem, sem carga, com as propriedades dos compostos com carga. Observou-se que a carga elevou a rigidez das borrachas, ocorrendo boa adesão entre as mesmas. Conclui-se que é possível produzir tapetes e pisos para locais públicos utilizando-se borracha reciclada, uma vez que as propriedades dos compostos de borracha, tanto de SBR como de silicone, não sofreram alterações significativas para este fim. A adição de cargas de borracha reciclada em borrachas virgens diminui o custo de produção dos produtos de borracha e possibilita uma produção industrial mais sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Borracha de Estireno-butadieno (SBR), Borracha de silicone, Reciclagem.

STUDY OF THE PRODUCTION OF SBR RUBBER AND SILICONE RUBBER FLOORS USING THE RECYCLED SILICONE RUBBER AS A FILLER

ABSTRACT: Elastomers are slowly degraded, causing serious environmental problems after disposal. Silicone rubber is a material of great use and can be used, after disposal, as a filler in polymeric compounds. The objective of this work is to study the influence of the use of recycled, microlized silicone rubber as filler in virgin silicone rubber and in styrene-butadiene rubber (SBR) compounds on their mechanical properties, aiming at the production of floors and carpets for public places such as subways and residential condominiums. SBR rubber and virgin silicone rubber compounds were prepared with 10%, 20% and 30% by weight of recycled silicone rubber (as filler). The compounds were processed in calender and compression molding for vulcanization. The properties were characterized by tensile strength tests, Shore A hardness tests, permanent compression deformation tests, oil swelling tests and Scanning Electron Microscopy analysis, trying to compare the properties of SBR and virgin silicone rubber compounds, uncharged, with the properties of the charged compounds. It was observed that the load increased the stiffness of the rubbers, with good adhesion between them. It is concluded that it is possible to produce carpets and floors for public places using recycled rubber, since the properties of rubber compounds, both SBR and silicone, did not change significantly for this purpose. The addition of recycled rubber fillers to virgin rubbers reduces the cost of producing rubber products and enables more sustainable industrial production.

KEYWORDS: Styrene-butadiene Rubber (SBR), Silicone rubber, Recycling.

1 | INTRODUÇÃO

Ao se analisar pesquisas de novos produtos não se pode deixar de estudar soluções sustentáveis, por exemplo, o reaproveitamento de resíduos de borrachas. As borrachas (elastômeros) depois de descartadas possuem degradação lenta e causam problemas ambientais quando descartadas incorretamente, como contaminação de solos. Tem-se procurado soluções sustentáveis para reciclagem destes materiais. Os resíduos de borrachas podem ser utilizados como carga, tanto em termoplásticos rígidos, tornando-os mais flexíveis, como em compostos de borracha, com modificação em suas propriedades mecânicas (Rabello, 2000).

A borracha estireno-butadieno (SBR) é um elastômero sintético, muito parecido com a borracha natural. A borracha SBR, após polimerização, apresenta estrutura química apresentada na figura 1.

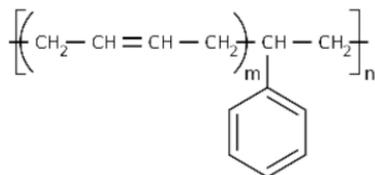


Figura 1 - Fórmula estrutural da borracha SBR

Fonte rubberpedia

Como principais propriedades da borracha SBR, destacam-se: a compatibilidade com a maioria dos elastômeros, ou seja, mistura-se bem com outros tipos de borracha, apresenta uma melhor resistência à abrasão do que a borracha natural, assim como uma melhor resistência a altas temperaturas (100 °C) e ao envelhecimento, mas uma menor flexibilidade e elasticidade a baixas temperaturas. É a borracha mais consumida no mundo porque é utilizada na fabricação da maior parte de pneus.

A borracha de silicone (denominada MQ) é sintética e apresenta em sua cadeia polimérica átomos de silício e oxigênio. Uma das suas características é a resistência a altas temperaturas e rasgos, apresentando flexibilidade e capacidade de alongamento. Devido a elevadas aplicações em artigos médicos, de aeronáutica, moldes, automóvel, componentes eletrônicos, reatores nucleares entre outros, esses materiais são, também, muito descartados, causando problemas ambientais, se não forem corretamente descartados, ou reaproveitados. A figura 2 apresenta a estrutura química dessa borracha.

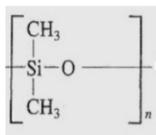


Figura 2- Borracha MQ

Fonte rubberpedia

Quando a borracha de silicone ou qualquer outra borracha está no estado reticulado (material termofixo), não é possível seu reprocessamento de forma convencional, como os materiais termoplásticos, mas podem ser utilizadas como cargas em compostos poliméricos.

Os resíduos são a expressão visível e mais palpável dos riscos ambientais. Segundo a definição da Organização Mundial da Saúde, um resíduo é algo que seu proprietário não mais deseja, em um dado momento e em determinado local, e que não tem um valor de mercado (Valle, 1995).

Os principais tipos de reciclagem de polímeros são: reciclagem química, reciclagem energética e reciclagem mecânica.

No Brasil, destaca-se a reciclagem mecânica, método empregado neste trabalho de pesquisa. Na reciclagem mecânica os resíduos coletados são transformados em pequenos grãos, a serem utilizados na produção de novos bens. A reciclagem mecânica classifica-se em:

- a) Reciclagem Primária ou Pré-consumo: reaproveitamento de resíduos e sobras dentro da própria indústria;
- b) Reciclagem Secundária ou Pós-consumo: reaproveitamento de resíduos de artigos já consumidos, provenientes das mais variadas origens e, obtidos geralmente em lixões, aterros sanitários ou por meio de coleta seletiva.

Alguns tipos de pisos e tapetes são produzidos com o uso de materiais reciclados como pneus, para aplicação em lugares públicos como metrô e condomínios residenciais, entre outros locais.

O objetivo desta pesquisa foi estudar a influência da utilização da borracha de silicone reciclada, na forma de partículas microlizadas, como carga, em compostos tanto de borracha de silicone, como de borracha SBR, com relação às alterações de propriedades, diminuição de custos, e redução do impacto ambiental devido ao descarte de borracha após seu uso. O estudo desses materiais compostos visa a produção de pisos e tapetes, que podem ser produzidos com o emprego de materiais reciclados.

A borracha de silicone reciclada (denominada RMQ) utilizada neste trabalho foi fornecida, na forma de discos, por fábrica de bijuteria localizada na cidade de São Paulo, estado de São Paulo. Esses discos são utilizados como moldes para bijuterias ou semi-jóias, sendo descartados, em grande quantidade, após uso, por várias fábricas. Na figura 3 observam-se pilhas de discos de borracha de silicone da fábrica doadora do material para este trabalho, aguardando para ser descartado.



Figura 3 – Pilhas de discos de borracha de silicone pós-uso, que serão descartados.

2 | METODOLOGIA

Foram utilizadas Borracha SBR virgem (denominada SBR), Borracha de silicone virgem (denominada MQ) e Borracha de silicone reciclada (denominada RMQ).

Os discos de borracha, fornecidos pela fábrica de bijuterias, foram submetidos a trituração a fim de se obter o material microlizado. Esse processo ocorreu em empresa especializada em trituração de borracha, localizada no interior do estado de São Paulo.

A preparação dos compostos e a caracterização dos mesmos, realizada através de vários testes, foi realizada no Laboratório de Caracterização e Processamento de Materiais da Universidade Presbiteriana Mackenzie, campus Higienópolis. Serão apresentadas algumas fotografias de equipamentos e ensaios realizados para demonstração.

Foram processadas formulações para os compostos das borrachas SBR e MQ, conforme tabelas 1 e 2. As formulações para as matrizes SBR e MQ seguiram as composições-padrão para esses elastômeros, acrescidas da carga de borracha de silicone reciclada (RMQ), em concentrações iguais, com o objetivo de verificar a influência dessa carga, nas propriedades dos diferentes compostos (SBR e MQ) (Nagdi, 1993).

Nos compostos de Borracha de silicone (MQ/RMQ) foram adicionados o agente reticulante peróxido de dicumila; cargas, como talco (carga não-reforçante), e negro de fumo, NF (carga reforçante e pigmento), além dos resíduos de borracha de silicone (RMQ).

Nos compostos de SBR (SBR/RMQ) foram adicionados ácido esteárico (agente peptizante), óxido de zinco (ativador de reticulação), dióxido de silício (carga de reforço), negro de fumo (carga de reforço e pigmento); Dissulfeto de Benzotiazila, MBTS (acelerador de vulcanização de média velocidade); Dissulfeto de tetrametil-tiuran, TMTD (acelerador de alta velocidade) e enxofre (agente de vulcanização).

Na tabela 1, MQ refere-se à matriz virgem de silicone. Os compostos MQ 10, MQ 20 e MQ 30 referem-se aos compostos de borracha de silicone com 10% de resíduos de borracha de silicone (RMQ), 20% de resíduos de borracha de silicone (RMQ), e 30% de resíduos de borracha de silicone (RMQ), respectivamente. Denominação semelhante é utilizada na tabela 2 para os compostos de SBR. Nas duas tabelas, as proporções dos diversos componentes são referentes a 100 partes em peso de borracha (peso em kg do componente considerando-se 100 kg de borracha), em inglês phr (per hundred rubber).

	MQ (phr)	MQ 10 (phr)	MQ 20 (phr)	MQ 30 (phr)
Peróxido de dicumila	0,5	0,5	0,5	0,5
RMQ	-	10	20	30
Talco	2,0	2,0	2,0	2,0
NF	1,0	1,0	1,0	1,0

Tabela 1 – Formulações dos compostos MQ/RMQ

	SBR (phr)	SBR 10 (phr)	SBR 20 (phr)	SBR 30 (phr)
Ácido esteárico	2,0	0,5	0,5	0,5
ZnO	3,0	10,0	20,0	30,0
SiO₂	20,0	2,0	2,0	2,0
RMQ	-	10,0	20,0	30,0
MBTS	1,0	1,0	1,0	1,0
TMTD	0,5	0,5	0,5	0,5
NF	1,0	1,0	1,0	1,0
Enxofre	2,5	2,5	2,5	2,5

Tabela 2 – Composição dos compostos SBR/RMQ

Os compostos de borrachas foram processados por calandragem, para mistura dos componentes, e ensaiados em reômetro MDR (Reômetro Dinâmico de Cavidade Móvel) para determinação do tempo de vulcanização. A seguir, os compostos foram processados em moldagem por compressão, para vulcanização, a 150°C e determinado tempo, indicado pelo teste reológico. A figura 4 mostra fotos dos equipamentos utilizados.



Figura 4 – Equipamentos do Laboratório de Caracterização e Processamento de Materiais da Universidade Presbiteriana Mackenzie:

a) Calandra; b) Reômetro MDR; c) Prensa Hidráulica

Os compostos obtidos foram caracterizados por ensaios mecânicos de resistência à tração, de acordo como a norma ASTM D 412 , e de dureza Shore A, de acordo com a norma ASTM D 2240, ensaio de deformação permanente à compressão (Compression set), de acordo com a norma ASTM D 395, ensaio de inchamento ao óleo, de acordo como a norma ASTM D 471 e análise por Microscopia Eletrônica de Varredura. Os resultados foram obtidos a partir da média de 10 medidas para cada material.

Na figura 5 encontram-se os dispositivos utilizados para realização dos ensaios de deformação permanente à compressão (Compression set).



Figura 5 - Dispositivos utilizados para realização dos ensaios de deformação permanente à compressão (Compression set)

Na figura 6 encontram-se modelo de corpo de prova utilizado no ensaio de inchamento ao óleo e os recipientes com óleo, nos quais estão submersos os

corpos de prova.

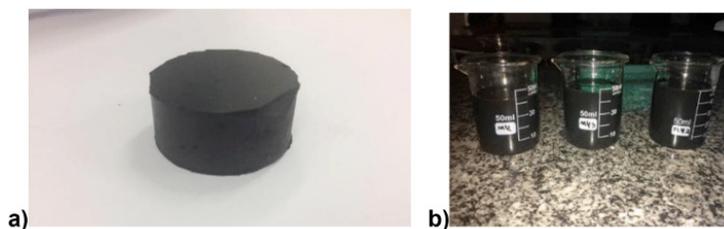


Figura 6 - a) Modelo de corpo de prova antes de ser submetido ao ensaio de inchamento ao óleo; b) recipientes com óleo nos quais estão imersos os corpos de prova.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão apresentados todos os resultados obtidos nos ensaios realizados, com as respectivas análises e discussões sobre os mesmos.

Na tabela 3 encontram-se os resultados obtidos no ensaio reológico para determinação do tempo de vulcanização tanto para os compostos puros como para as misturas com borracha reciclada.

Ensaio reológico	
Composto	Tempo de vulcanização (min)
MQ	9,52
MQ 10	9,50
MQ 20	9,45
MQ 30	9,30
SBR	11,07
SBR 10	9,43
SBR 20	9,47
SBR 30	10,35

Tabela 3 - Tempo de vulcanização para os materiais puros e compostos

Os tempos de vulcanização (t_{90}) obtidos no reômetro MDR, para os compostos de silicone, praticamente não se alteraram, mostrando que a adição dos resíduos não influenciou na vulcanização dos compostos. Em relação ao SBR sem resíduos, os compostos de SBR, apresentaram uma queda no tempo de vulcanização de aproximadamente 15%, para os compostos com 10% e 20% de carga. Assim, os

ensaios reológicos para SBR mostraram que a borracha sem adição de resíduos precisou de mais tempo para vulcanização. Pode-se concluir, comparativamente entre os compostos, que a adição de resíduos pouco influenciou na vulcanização dos compostos, tanto de SBR, como para a borracha de Silicone.

Na tabela 4, estão os resultados de Dureza Shore A obtidos.

Composto	Média
SBR	53,5 + 2,6
SBR 10	51,2 + 2,5
SBR 20	57,0 + 1,9
SBR 30	57,4 + 2,3
MQ	74,4 + 3,2
MQ 10	74,3 + 2,5
MQ 20	77,6 + 1,5
MQ 30	78,3 + 1,3

Tabela 4 – Resultados de dureza para os materiais puros e compostos

A dureza dos materiais, tanto para a borracha de silicone como para a SBR, apresentou um incremento com adição de 20% e 30% de borracha reciclada. Para a SBR, o incremento foi de cerca de 7% e, para a MQ, o incremento foi de cerca de 5%, para as duas composições. Os ensaios de dureza mostraram que os resíduos de borracha se comportaram como carga rígida, elevando a dureza dos compostos.

Os resultados dos ensaios de Tração estão apresentados na tabela 5.

	E (Mpa)	σ (Mpa)	ϵ (%)
MQ	12,0 ± 2,78	4,49 ± 0,933	260 ± 47
MQ10	19,8 ± 0,580	6,13 ± 0,425	160 ± 11
MQ20	18,5 ± 3,75	5,74 ± 0,501	140 ± 18
MQ30	19 ± 0,785	5,19 ± 0,291	140 ± 12
SBR	0,786 ± 0,561	4,72 ± 1,30	530 ± 110
SBR10	1,43 ± 0,538	4,16 ± 0,704	370 ± 66
SBR20	2,09 ± 0,849	4,92 ± 1,07	440 ± 110
SBR30	1,56 ± 0,360	4,67 ± 1,09	560 ± 120

Tabela 5 – Resultados de tração para os materiais puros e compostos

Em relação aos ensaios de tração para SBR, observam-se variações de valores nos resultados de deformação máxima na ruptura. Provavelmente os resíduos de borracha não ficaram bem distribuídos (distribuição heterogênea), provocando variações de valores nos resultados de deformação, e a adesão das partículas de resíduos de borracha à matriz SBR foi muito baixa. Independentemente das variações de alguns resultados, pode-se concluir que a utilização dos resíduos de borracha reciclada eleva a rigidez, a deformação, e a deformação na ruptura.

Em relação aos ensaios de tração para os compostos de borracha de silicone (MQ) com resíduos de borracha reciclada, os resultados apresentaram comportamento esperado, ou seja, elevação nas propriedades de módulo, resistência até a ruptura, e diminuição da deformação na ruptura.

Considerando-se que se trata de elastômeros, de estruturas químicas diferentes, por hipótese, acredita-se que as diferenças nas propriedades estão relacionadas à melhor compatibilidade química da carga RMQ, no elastômero de silicone (MQ).

Os resultados obtidos do teste de imersão em óleo estão apresentados na tabela 6.

Composto	Medidas antes do teste			Medidas depois do teste			%massa de óleo absorvida
	Massa(gr)	Diâmetro(mm)	Altura (mm)	Massa(gr)	Diâmetro(mm)	Altura (mm)	
MQ	12,64	28,01	12,44	13,3	29,31	13,04	5,22
MQ 10	13,54	26,57	13,7	14,18	29,55	13,73	4,73
MQ 20	13,4	28,84	13,63	14,12	29,63	13,71	5,37
MQ 30	13,23	28,4	12,81	13,86	29,08	13,08	4,76
SBR	9,57	28,22	12,41	10,4	28,68	13,28	8,67
SBR 10	9,72	28,7	12,87	10,86	29,37	13,3	11,72
SBR 20	10,42	27,99	13,3	11,3	29,43	13,62	8,44
SBR 30	10,18	28,87	12,91	11,34	28,88	13,15	11,39

Tabela 6- Ensaio do teste de imersão em óleo

A porcentagem de massa de óleo absorvida pelos compostos foi calculada de acordo com a fórmula apresentada a seguir:

$$\% \text{ massa absorvida} = \frac{\text{massa do corpo depois do teste} - \text{massa do corpo antes do teste}}{\text{massa do corpo antes do teste}} \times 100$$

Os resultados dos testes de imersão ao óleo mostraram que todos os compostos absorvem pequena quantidade de óleo. Os compostos de borracha de silicone apresentaram absorção de óleo superior aos compostos de SBR, mas a absorção de óleo pelas borrachas não foi significativamente afetada pela presença da carga nos compostos.

Os resultados do ensaio de deformação permanente à compressão “Compression set” estão na tabela 7.

Composto	Medidas antes do teste		Medidas depois do teste		Redução De diâmetro	Redução de altura
	Diâmetro(mm)	Altura (mm)	Diâmetro(mm)	Altura (mm)	%	%
MQ (phr)	28,69	13,01	27,01	13	5,86	0,08
MQ 10 (phr)	29,31	13,02	29,13	12,86	0,61	1,22
MQ 20 (phr)	29,43	12,8	28,82	12,32	2,07	3,75
MQ 30 (phr)	29,08	13	28,51	12,89	1,96	0,85
SBR (phr)	29,62	12,65	28,32	11,27	4,39	10,91
SBR 10 (phr)	29,88	13,09	28,45	11,43	4,79	12,68
SBR 20 (phr)	27,81	13,67	27,33	12,24	1,73	10,46
SBR 30 (phr)	30,53	12,96	28,44	11,56	6,85	10,80

Tabela 7- Ensaio de deformação permanente à compressão (“Compression set”)

A porcentagem de redução de diâmetro e de altura dos compostos foi calculada de acordo com a fórmula apresentada a seguir:

$$\% \text{ redução da medida} = \frac{(\text{medida do corpo antes do teste} - \text{medida do corpo depois do teste}) \times 100}{\text{medida do corpo antes do teste}}$$

Os corpos de prova submetidos ao ensaio de deformação permanente à compressão apresentaram alterações nas suas medidas antes e depois do teste. Os compostos de SBR em relação aos compostos de MQ tiveram maior redução da medida, mas as reduções em ambos materiais não foram significativamente afetadas pela presença da carga.

Os compostos foram analisados por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) para verificação da interação entre a carga e matriz. As micrografias tanto para os compostos da borracha de silicone (MQ), como para os compostos de SBR mostraram que houve boa adesão entre a matriz e os resíduos de borracha de silicone.

Amostras de tapetes foram confeccionadas com os compostos de contendo borracha reciclada. Na figura 7 estão apresentadas algumas amostras,

confeccionadas a partir dos compostos MQ20 e MQ30.

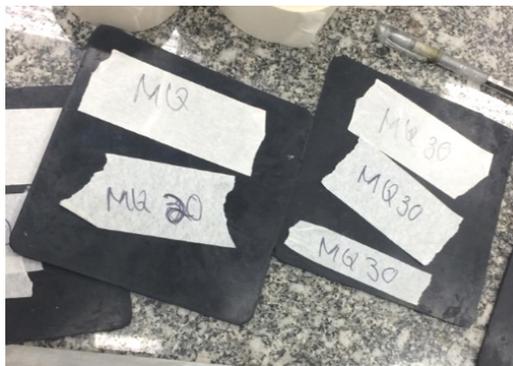


Figura 7 – Amostras de tapetes produzidas a partir dos compostos MQ 20 e MQ 30

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Comparando-se a borracha de silicone (MQ) com a borracha SBR, observa-se que a borracha MQ, em relação à borracha SBR, apresenta propriedades mecânicas bastante elevadas. Quando se utilizam resíduos de borracha reciclada de mesma origem, ou seja, borracha reciclada vulcanizada de MQ, como carga, os resultados ficam potencializados, conforme mostra a tabela 5.

Os resultados dos ensaios de dureza confirmaram que a borracha reciclada elevou a rigidez das borrachas, sendo mostrado, também, pelos resultados dos módulos de elasticidade.

A partir de todos os resultados obtidos conclui-se que é possível produzir tapetes e pisos para locais públicos utilizando-se borracha reciclada, com até 30% de composição em massa, uma vez que as propriedades dos compostos de borracha, tanto de SBR como de silicone, não sofreram alterações significativas para este fim, comparando-se os compostos obtidos sem a mistura com borracha reciclada e os compostos com a mistura de borracha reciclada.

O estudo do emprego de borracha reciclada, como carga, para obtenção de outros produtos, como tapetes e pisos, é de grande importância uma vez que não é possível o reprocessamento de borrachas de forma convencional, como os materiais termoplásticos. A adição de cargas de borracha reciclada em borrachas virgens diminui o custo de produção dos produtos de borracha, colaborando com o importante problema de poluição ambiental gerado pelo descarte de grandes quantidades de borracha pós-uso, proporcionando uma produção industrial mais sustentável.

Sendo este um trabalho inicial sobre o estudo de incorporação de borracha

microlizada obtida a partir de borracha de silicone descartada em grandes quantidades no meio ambiente, sugere-se para futuros trabalhos o aprofundamento do estudo buscando-se outros produtos que possam ser obtidos com parte do material composto por borracha reciclada microlizada, aproveitando o estudo de propriedades dos compostos realizado neste trabalho.

AGRADECIMENTO

Agradecimento ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) pela concessão de Bolsa à aluna Blenda de Assunção Cardoso Gaspar (Escola de Engenharia).

REFERÊNCIAS

NAGDI, Khairi. **Rubber as an engineering material: guideline for users**. Munich; New York: Hanser Publishers, 1993.

RABELLO, Marcelo. **Aditivação de Polímeros**. São Paulo: Artliber, 2000.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade ambiental: como ser competitivo protegendo o meio ambiente**: (como se preparar para as Normas ISSO 14000). São Paulo: Pioneira, 1995.

Rubberpedia: Portal da Indústria da Borracha. Disponível em: <http://www.rubberpedia.com/borrachas/borracha-butadieno-estireno.php>. Acesso em: 14 março 2018.

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 leito 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

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

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