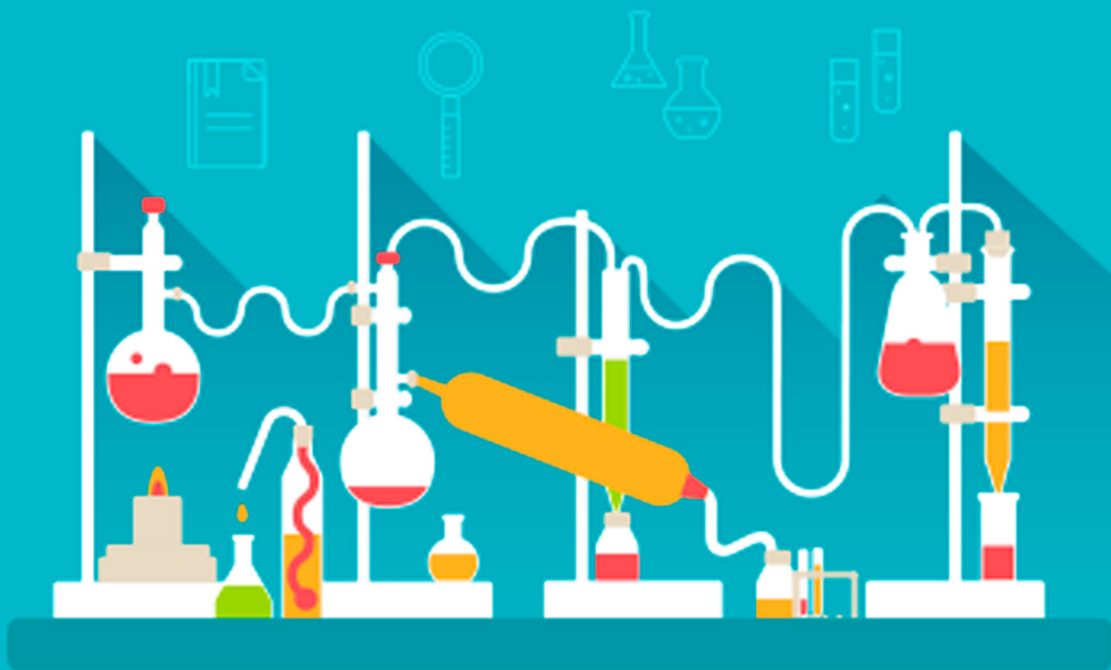


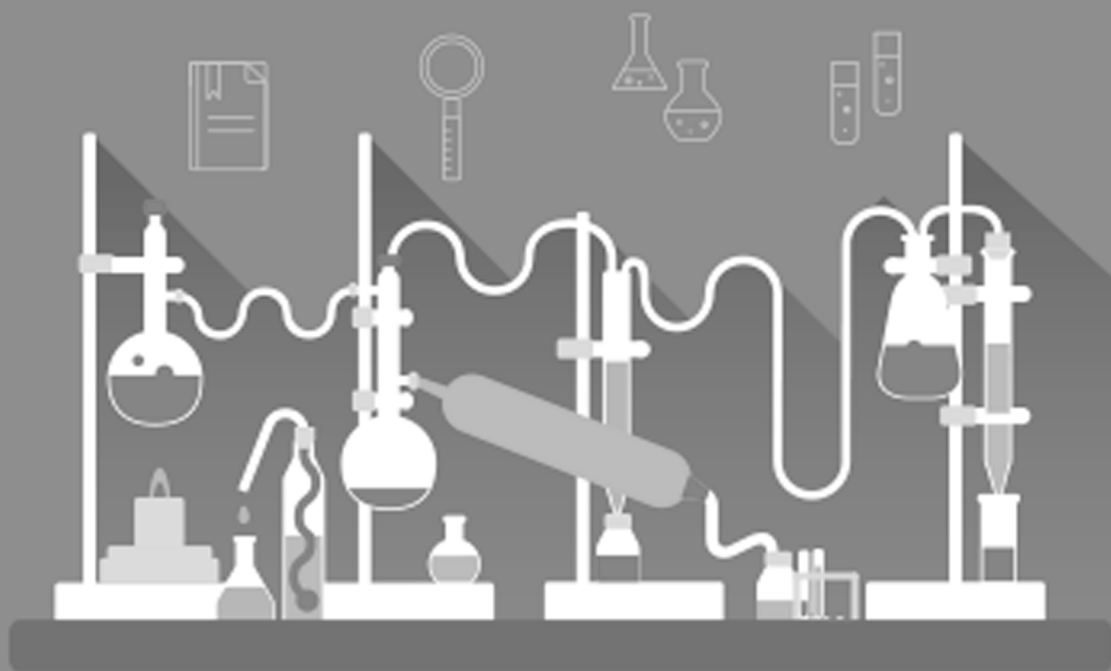
A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



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 Cremona

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

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

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

Data de aceite: 01/09/2020

Aguinaldo Oliveira Machado

Caxias do Sul University
Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil

Jocelei Duarte

Caxias do Sul University
Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil

Maria Fernanda de Oliveira

Unisinos University
São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brazil

Ana Maria Coulon Grisa

Caxias do Sul University
Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil

Mara Zeni Andrade

Caxias do Sul University
Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil
Federal Instituto f Science and Technology in
RS
Farroupilha- RS- Brazil
<http://lattes.cnpq.br/5494695802879086>

ABSTRACT: The Polyurethane (PU) is a very versatile industrially material, however a large volume of waste of PU are disposed on landfills every year. But the process mechanical recycling can be a sustainable and environmentally friendly alternative. This work search the development of agglomerated boards of industrial waste of polyurethane skin (PU) with the addition of different non-halogenated flame retardants, as well as your evaluation of reaction to fire. The compositions used were 40-50% (wt.) of industrial

waste of PUs, 30% wt. of PU resin and 20-30% wt. of different non-halogenated flame retardants. It was evidenced that the agglomerated boards with 30% ammonium polyphosphate (APP) showed the best result of reaction to fire, classified as V1 based on UL94 V Standard. The agglomerated boards with flame retardants represent good alternative to PU waste recycling, and may be used, for example, in revetments or panels for thermic and acoustic insulation for building construction.

KEYWORDS: Polyurethane, waste, agglomerate, flame retardant, recycling.

AVALIAÇÃO DE PLACAS AGLOMERADAS COM RESÍDUOS DE PELE DE POLIURETANO E RETARDADORES DE CHAMA NÃO HALOGENADOS

RESUMO: O poliuretano (PU) é um material industrial muito versátil, no entanto, um grande volume de resíduos de PU é descartado em aterros sanitários a cada ano. Mas o processo de reciclagem mecânica pode ser uma alternativa sustentável e ambientalmente amigável. Este trabalho busca o desenvolvimento de placas aglomeradas de resíduos industriais de pele de poliuretano (PU) com a adição de diferentes retardadores de chama não halogenados, bem como a avaliação da reação ao fogo. As composições utilizadas foram 40-50% (em peso) de resíduos industriais de PU, 30% em peso. de resina PU e 20-30% em peso. diferentes retardadores de chama não halogenados. Evidenciou-se que as placas aglomeradas com polifosfato de amônio a 30% (APP) apresentaram o melhor resultado de reação ao fogo, classificado

como V1 com base no padrão UL94 V. As placas aglomeradas com retardadores de chamas representam boa alternativa à reciclagem de resíduos de PU e podem ser utilizadas, por exemplo, em revestimentos ou painéis para isolamento térmico e acústico para construção civil.

PALAVRAS - CHAVE: Poliuretano, resíduos, aglomerados, retardante de chamas, reciclagem.

1 | INTRODUCTION

Polymeric materials are very versatile in various application branches and, because of that, they can replace materials such as glass, metals, wood, ceramics and others. Polyurethane (PU) is a very versatile polymer and it has a large industrial application being used in a wide variety of applications such as paints, adhesives, flexible or rigid foams, sealants and coatings, profiles, techniques parts or in hospital and medical devices^{1, 2}. The polyurethane skin (PUs) is an injected thermoset PU foam, with low density and covered by the skin, a solid thin layer of the same material. The PUs foam is widely used in automotive industry, and due to its wide production, also there is a large amount of industrial waste of this material for disposal³⁻⁵. Due to the high disposal costs in landfills, recycling emerges as a viable alternative to high disposal costs and the accumulation of polymeric materials in the environment^{6, 7}.

One way for the recycling of PU waste is the mechanical recycling, where these residues can be added to new foam formulations or used in the production of polymer blends, composites or agglomerated boards⁸⁻¹⁰. Several studies are being conducted on the development of composites and agglomerates of particulate thermoset foam derived from industrial waste. Including agglomerated compositions or composites with the addition of synthetic fibers, like poly (vinyl chloride) (PVC), natural fibers like banana and wood particles that can be added to PU waste with a binder also of polyurethane, are produced aiming thermo acoustic uses in building construction^{1, 9-14}.

For the production of composites or agglomerated boards, flakes or particulate PU must be mixed with a polyurethane prepolymer based on a diisocyanate 4,4-diphenylmethane (MDI), which will be the matrix or agglomerating agent. The proportions of MDI (polyol when it is appropriate) vary in average 5-10% (wt/wt) for single agglomerated boards and to 30-70% (wt/wt) to agglomerated boards containing charges or special additives or agglomerated composites containing natural or synthetic fibers. After adding and mixing all components, the material is placed in a mold and compressed using 20-350 kgf.cm⁻², at room temperature or 40-200°C with pressing time of 5 min to 24 hours or more. The parameters of pressure, temperature and pressing time vary in large ranges depending on the size and thickness of the board to be obtained and the used components⁶⁻¹⁵.

Composites and agglomerated boards used for thermoacoustic insulation and acoustic absorption, has received a major attention when it comes to their flammability, as a measure to reduce fire risks related to polymers, the use of flame retardants has proven to be an appropriate solution ¹⁶⁻²³.

The flame retardants are additives that can be applied to many types of materials in order to provide a best reaction to fire, inhibiting or suppressing a particular stage of the combustion process of a material and prevent the fire spreading. There are various families and types of flame retardants, and its use in polymers depends on the polymer kind, the piece to be produced and its final use, they can be incorporated into the polymers before or during the final products manufacturing. It is possible to make many combinations of flame retardants according to the efficiency and cost benefit desired, therefore this is a wide and flexible area to be explored ¹⁷⁻²³.

The fire depends on heat, fuel and oxygen (O_2), when any of these components is removed or isolated, the flame is extinguished, and these are the points that the flame retardants act by physical or chemical action. The physical action may be per endothermic action, by releasing gases or water vapor, which help cool and also reducing the O_2 supply, weakening the combustion power, or through the formation of a carbonized layer in the polymer surface, protecting it of flame action ¹⁷⁻²⁰.

The oldest flame retardants and still more used are halogenated based on chlorine or bromine, generally combined with antimony trioxide. But they generate the release of smoke and toxic gases during its decomposition when subjected to flame, promoting environmental risks and also for the human health. Because of these reasons many education and research institutions, as well as industry, they have researched and developed new non-halogenated products to replace the halogenated ^{18-21, 24-26}. The pressure of ecological appeals and safety discussed in the last decade, mainly in the United States and Europe, led to the development of several alternatives of non-halogenated flame retardants, such as derivatives of phosphorus, ammonium, melamine and others, which in its thermal decomposition generate less smoke and do not produce toxic gases, being alternative materials of great interest for research and industrial applications ¹⁸⁻²⁶.

The objective of this study is the development of agglomerated boards made with industrial waste of polyurethane skin and different non-halogenated flame retardants, evaluating their properties, aiming its possible use in building construction.

2 | MATERIALS AND METHODS

The materials used in the formulations of agglomerated boards of PU skin were: industrial waste of PU skin (PUs) from a Caxias do Sul foams Company - RS; 4,4-diphenylmethane diisocyanate (MDI) supplied by BASF Ltd. Polyurethanes;

tin octanoate (TO) donated by a foams company of Caxias do Sul - RS; alumina trihydrate (ATH) provided by Itatex - Specialty Minerals; ammonium polyphosphate (APP) supplied by Clariant company; melamine polyphosphate (MPP) provided by regional companies.

The PUs residues were comminuted in a knife mill, Primotécnica brand, P1001 model, 4HP power, using a 18 mm sieve, the size classification of the ground wastes was carried out according to the adapted standard ABNT NM 248- 2003 [27], using a Produtest vibrating classifier, 2139 model, and a set of Tyler sieves (t) 7/8; 5/8; 1/2; 3/8 and 1/4, and sieve bottom (SB). Table 1 shows the encodings and formulations of agglomerated boards containing PUs and other components.

SAMPLES	PUs (%)	MDI (%)	ATH (%)	APP (%)	MPP (%)
PU _{s(70)}	70	30	-	-	-
PU _{s(50)} /ATH ₍₂₀₎	50	30	20	-	-
PU _{s(50)} /APP ₍₂₀₎	50	30	20	-	-
PU _{s(50)} /MPP ₍₂₀₎	50	30	20	-	-
PU _{s(50)} /ATH ₍₁₀₎ /APP ₍₁₀₎	50	30	10	10	-
PU _{s(50)} /APP ₍₁₀₎ /MPP ₍₁₀₎	50	30	10	-	10
PU _{s(50)} /MPP ₍₁₀₎ /ATH ₍₁₀₎ PU _{s(40)} /APP ₍₃₀₎	50	30	-	10	10
	40	30	-	30	-

Table 1. Encodings and formulations of agglomerated boards of PU skin (% wt/wt). (PUs) PU skin, (MDI) 4,4-diphenylmethane diisocyanate, (ATH) alumina trihydrate, (APP) ammonium polyphosphate, (MPP) melamine polyphosphate.

The components of the agglomerated boards production were homogenized in an Paertest equipment, (model C3010) according to the following steps: (1) adding the PUs, (2) adding the MDI with Tin octanoate, (3) mixed for 2 minutes (4) adding the flame retardants, (5) mixed for 2 minutes. After the homogenization, the blend was transferred to a metal mold with 22 x 22 x 1 cm, previously sprayed with silicone and then, was hot-pressed in a hot hydraulic press Electron (model 300104-1) at 20.6 kgf.cm⁻² and 60 °C for 10 min.

The determination of the density of the agglomerated boards of PUs and PUs with different flame retardants was evaluated according to the adapted standard ASTM D3574-11 / Test (A)²⁸. The tests were performed in triplicate, 3 boards were produced of each formulation, and of each board 3 samples were tested. The mass of the samples was determined using an OHAUS analytical balance, with 0.01g accuracy.

The density was calculated according to Equation (1):

$$d = ((m/V) \times 1000) \quad (1)$$

where: d = density ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$), m = mass of the sample (g); V = volume of the sample (cm^3).

The water absorption content test of agglomerated boards of PUs and PUs with different flame retardants was performed according to the adapted standard NBR 6578 - (ABNT, 1981)²⁹. The tests were performed in triplicate, 3 boards were produced of each formulation, and of each board 3 samples were tested. The samples were weighted and then immersed in distilled water at room temperature (23 ± 2 °C) for 24 hours and then removed from the water. The surface was dried with paper towels and after weighted in an OHAUS analytical balance, with a precision of 0.01 mg.

The absorbed water content was calculated according to the Equation (2):

$$W_a = \left(\frac{H_m - D_m}{D_m} \right) \times 100 \quad (2)$$

where: W_a = water absorption (%), H_m = humid mass (g); D_m = dry mass (g).

The flammability tests of the agglomerated boards of PUs and PUs with different flame retardants were performed according to the adapted standard UL94 V (Vertical Burning)³⁰.

This test consists in submit 5 samples of a material to a small flame in a controlled time, and then check and record the reaction to fire of these materials to assess their flammability.

The tests were performed in triplicate, 3 boards were produced of each formulation, and of each board 5 samples were tested, with dimensions of 125 ± 5 mm long x 13 ± 0.5 mm width x 10 ± 0.5 mm thickness. The duration times of the flame in the samples were recorded after the first application of the flame (t_1), the duration of the flame on the samples after the second flame application (t_2), and it was evaluated if the burning of the samples if extends to the clip and if there was dripping or if the drip burn the cotton positioned below the sample. The Figure 1 illustrates the apparatus used in the Vertical Burning test according UL94 V Standard.

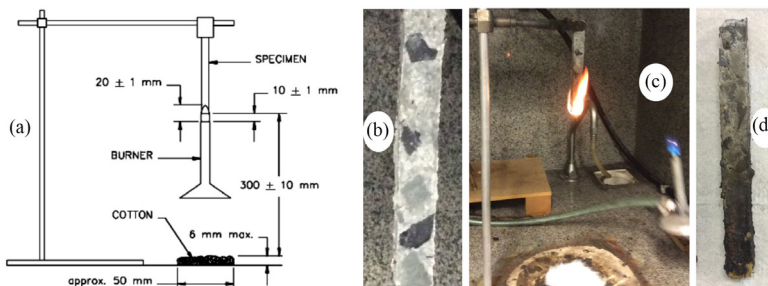


Figure 1. (a) Schematic representation of the vertical burning test by UL94 V Standard; (b) Sample $\text{PUs}_{(40)}/\text{APP}_{(30)}$ before test; (c) Sample $\text{PUs}_{(40)}/\text{APP}_{(30)}$ - Test UL94 V Standard; (d) Sample $\text{PUs}_{(40)}/\text{APP}_{(30)}$ after test - V1 classified - UL94 V.

The classification of reaction to fire of the agglomerated boards of PUs was performed, according the following criteria:

A) V0, each sample, submitted the two application of flame, can burn up to 10 seconds, that means, the sum of the 5 tested samples do not exceed 50 seconds. Furthermore, the sample cannot drip;

B) V1, each sample can burn up to 30 seconds, and the sum of the 5 tested samples should not exceed 150 seconds. In this case the sample can drop, however, the drip should not burn the cotton;

C) V2, each sample can burn up to 30 seconds, and the sum of the 5 tested samples should not exceed 150 seconds. The sample may drip and the drip can burn the cotton.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

Table 2 show the values of the density of agglomerated boards of PUs by adding 20% flame retardant showed values between 432 - 488 kg.m⁻³, that means an increased density of 21 - 36% compared to board PUs₍₇₀₎. The board Pus₍₄₀₎/APP₍₃₀₎ showed 641 kg.m⁻³ density, which is 80% superior than density the board PUs₍₇₀₎. This increasing of density is justified due the higher density of the flame retardant's added to formulation and also the reduction of part of PUs contained in base formulation^{18, 24, 31-33}.

Low density foams are best for sound insulation, due to the large amount of air and voids existing its internal cellular structure. However, more dense materials are more appropriate for sound absorption, because the sound speed tends to decrease according to increasing the density of a material, because it's absorbed and converted to molecular movements of the material while trying to pass through the same³⁴. There's still a need for an appropriate balance between the mechanical and acoustic properties, that can be explained by the relationship between PU's density and resilience, when the bigger the density, the bigger will be the material's elasticity dynamic modulus, thereby, better resilience and bigger density result in a good noise impact insulation properties.

Boards	Density (kg.m ⁻³)	Water Absorption (%)
PU ₍₇₀₎	358 ± 26.30	44.9 ± 0.10
PU ₍₅₀₎ /MPP ₍₂₀₎	488 ± 45.24	32.7 ± 0.20
PU ₍₅₀₎ /APP ₍₂₀₎	460 ± 21.83	37.0 ± 0.10
PU ₍₅₀₎ /ATH ₍₂₀₎	462 ± 15.36	24.6 ± 0.20
PU ₍₅₀₎ /MPP ₍₁₀₎ /ATH ₍₁₀₎	463 ± 39.47	32.2 ± 0,20
PU ₍₅₀₎ /MPP ₍₁₀₎ /APP ₍₁₀₎	432 ± 15.83	35.6 ± 0.30
PU ₍₅₀₎ /ATH ₍₁₀₎ /APP ₍₁₀₎	487 ± 17.39	34.2 ± 0.20
PU ₍₄₀₎ /APP ₍₃₀₎	641 ± 34.64	23.4 ± 0.10

Table 2. Density tests results and water absorption of agglomerated boards of PUs and PUs with different flame retardants.

As shown in Table 2, the boards of PUs with flame retardants showed results of 23.4 to 37% for water absorption, that means, values of 18 to 48% less than the water absorption to the board PU₍₇₀₎. The found values were analyzed, and the result showed a decrease of water absorption on the boards with flame retardants, this can be explained by the reduction of voids in the boards, which is linked to reducing of porous material (PUs) and the addition of flame retardants in the agglomerate formulations^{18, 21}.

Though the boards with flame retardants have shown lower water absorption than board PU₍₇₀₎, none of these materials would be suitable for external use in construction at where for this purpose. The materials used should not present significant water absorption to avoid problems as degradation, fungi, and others. Therefore, the possible use of these materials is most appropriate in internal areas.

The flammability tests showed (Table 3) that the board of PUs without the addition of flame retardants burns with great ease, until all material is consumed by the flame, generating flaming drips even burning cotton located below the sample. The additivated PUs boards with 20% of different flame retardants, showed better resistance to fire because they had a slower burning without dripping. But the board PU₍₅₀₎/APP₍₂₀₎ stands out among the others, because it showed a slow-burning reaction and self-extinguishing of the flame for about 40-50 seconds, without drips. However, these results were not validated to the classification of UL94 V standard, because the burning time of the samples exceeded the stipulated 30 seconds for each sample.

The board PU₍₄₀₎/APP₍₃₀₎ showed the best result for fire behavior in relation to all previous samples, because it showed no dripping during burning, but there was flame self-extinguishing within 10 - 30 seconds each sample. It could be classified as V1 according to the UL94 V standard.

The reaction to fire of materials can be improved with the addition of flame retardants. Due to the PU's high flammability, the addition of flame retardants is essential for reducing fire risks, ensuring a possible utilization of PU's agglomerated boards for thermoacoustic finalities in building construction ²⁴⁻²⁶.

Boards	Total Fire Time (s)	Observations
PU _{s(70)}	>30	It burned completely, flaming drip, it burned cotton
PU _{s(50)} /MPP ₍₂₀₎	>30	Low power of self-extinguishing of the flame, slow-burning and throbbing, without dripping
PU _{s(50)} /ATH ₍₂₀₎	>30	Low power of self-extinguishing of the flame, slow-burning and throbbing, without dripping
PU _{s(50)} /APP ₍₂₀₎	40-50	Slow burning, self-extinguishing, no drip
PU _{s(50)} /MPP ₍₁₀₎ /ATH ₍₁₀₎	>30	Low power of self-extinguishing of the flame, slow-burning and throbbing, without dripping
PU _{s(50)} /MPP ₍₁₀₎ /APP ₍₁₀₎	>30	Low power of self-extinguishing of the flame, slow-burning and throbbing, without dripping
PU _{s(50)} /APP ₍₁₀₎ /ATH ₍₁₀₎	>30	Low power of self-extinguishing of the flame, slow-burning and throbbing, without dripping
PU _{s(40)} /APP ₍₃₀₎	10-30	Slow burning, self-extinguishing, without dripping

Table 3. Results of reaction to fire tests of the PUs agglomerated boards and PUs with different flame retardants.

4 | CONCLUSIONS

The PU's industrial waste is still considered not recyclable in most cases and so, eventually, the material is discarded in industrial landfills.

However, this initial study demonstrates that PU waste can be recycled through the confection of agglomerated boards with flame retardant, achieving a major challenge when it comes to improve the reaction to fire of thermoset PU waste, which presents a high flammability. Fact supported by the results obtained of reaction to fire by PU_{s(40)}/APP₍₃₀₎ which got V1 rating according to the UL94 V standard.

It should be noted also that the progress of this study has a large potential to achieve a V0 classification of reaction to fire for these materials. And still performs a combination of these materials with other for obtainment of sandwich composites and, then evaluating it's thermic, acoustic, physical and mechanical properties, and so, appointing the possible uses for these materials in the areas of building construction, automotive and others.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the collaborating companies, as well as, the Capes, CNPq, IFRS and the Caxias do Sul University.

REFERENCES

1. Cruz MP, Ferreira RJP, Marinho GS. Aplicação de resíduo industrial para isolamento térmico de ambientes. In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção; 2009 Out 6-9 Salvador, Bahia, Brasil
2. Lopes GH, Junges J, Fiorio R, Zeni M, Zattera AJ. Thermoplastic polyurethane synthesis using POSS as a chain modifier. *Materials Research*. 2012; 15(4): 698-704. <http://doi.org/10.1590/S1516-14392012005000085>
3. Vilar WD. Química e tecnologia dos poliuretanos: Vilar Consultoria, 2ª Edição, Rio de Janeiro, 1999.
4. Gupta K, Khakha DV. Formation of integral skin polyurethane foams. *Polymer Engineering and Science*. 1999, 39(1):164–176. <https://doi.org/10.1002/pen.11405>
5. Abele L, Oertel G. *Polyurethane Handbook: chemistry, raw materials, processing application, properties*. Munchen u.a: hanser Press 2 st Edition, New York, 1993.
6. Becker D, Roeder J, Oliveira RVB, Soldi V, Pires ATN. Blend of thermosetting polyurethane waste with polypropylene: influence of compatibilizing agent on interface domains and mechanical properties, *Polymer Testing*. 2003, 22(2):225-230. [https://doi.org/10.1016/S0142-9418\(02\)00086-7](https://doi.org/10.1016/S0142-9418(02)00086-7).
7. Borsoi C, Scienza LC, Characterization of composites based on recycled expanded polystyrene reinforced with curaua fibers. *Journal of Applied Polymer Science*. 2012, 128 (1): 653-659. <https://doi.org/10.1002/app.38236>.
8. Gonella LB, Zattera AJ, Zeni M, Oliveir RVB, Canto LB. New reclaiming process of thermoset polyurethane foam and blending with polyamide-12 and thermoplastic polyurethane. *Journal of Elastomers and Plastics*. 2009, 41(4):303-322. <https://doi.org/10.1177/0095244309099413>.
9. Nunes MFO, Andrade MZ, Zattera AJ, Menegotto A, Paixão DX, Vergara EF. Avaliação de material com resíduos poliméricos na redução do ruído de impacto em pisos. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2010, Out 6-8, Canela, Rio Grande do Sul.
10. Rosa DS, Guedes CGF. Desenvolvimento de processo de reciclagem de resíduos industriais de poliuretano e caracterização dos produtos obtidos, *Polímeros: Ciência e Tecnologia*. 2003, 13 (1): 64-71. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14282003000100012> .
11. Sanz RM, Castizo MM, Gomez RV. The performance of resilient layers made from recycled rubber fluff for impact noise reduction, *Applied Acoustics*. 2011, 72 (11):823-828. <http://doi.org/10.1016/j.apacoust.2011.05.004>.

12. Modro NLR, Marchi VL. Utilização de resíduos de espuma de poliuretano rígido proveniente de indústria de refrigeração como elemento de enchimento de lajes nervuradas de concreto moldadas "in loco". Revista Tecnológica, Edição Especial ENTECA. 2009,49-55.<http://dx.doi.org/10.4025/revtecnol.v121>.
13. Rizzo MV, Zeni M, Nunes MFO, Grisa AMC. Response to fire, thermal insulation and acoustic performance of rigid polyurethane agglomerates with addition of natural fiber. Scientia Cum Industria. 2015,3(1):17-22. <http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v3iss1p17>.
14. Cofferi P, Oliveira CJJ, Santana RMC., Placas com propriedades de isolamento térmico e acústico, obtidas a partir de resíduos sintéticos diversos oriundos da indústria calçadista. In: 3º Congresso Internacional De Tecnologias Para o Meio Ambiente, 2012, Abr 25-27, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul.
15. Nikje MMA, Hagshenas M, Garmarudi AB. Preparation and application of glycolysed polyurethane integral skin foams recycled from automotive wastes. Polymer Bulletin. 2006, 56 (2-3): 257-265. <http://doi.org/10.1007/s00289-005-0470>.
16. G1. RBSTV, Tragédia em boate no RS: o que já se sabe e as perguntas a responder. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/01/tragedia-em-santa-maria-o-que-ja-se-sabe-e-perguntas-responder.html>>. Acesso em março 2015.
17. Gallo JB, Agnelli JAM. Aspectos do Comportamento de Polímeros em Condições de Incêndio. Polímeros: Ciência e Tecnologia. 1998, 8: 23-37.
18. Chattopadhyay DK, Webster DC. Thermal stability and flame retardancy of polyurethanes, A review, Progress in Polymer Science, 2009, 34 (10): 1068-1133. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2009.06.002>.
19. Ribeiro LM, Ladchumananadasivam R. Flamabilidade e retardância de chama do compósito: poliéster insaturado reforçado com fibra de abacaxi (PALF). Holos. 2013, ano 29, vol. 1, 115-126.<http://dx.doi.org/10.15628/holos.2013.932>.
20. Martins PA, Valera TS, Tenório JAS. Estudo de sistemas retardantes de chama sem bromo para ABS. Polímeros. 2014, 24 (5):572-578. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-1428.1422>.
21. Yoshida MI, Silva VR, Jacobsem BB, Sant'Anna SS, Silva MC, Carvalho CF. Rejeito Industrial da Fabricação de Alumina como Retardante de Chamas de Poliuretanos. In: VI Encontro dos Usuários de Técnicas Termo analíticas, 2013 Jul 28-30, São Carlos, São Paulo.
22. Naik AD, Fontaine G, Samyn F, Delva X, Louisy J, Bellayer S, Bourgeois Y, Bourbigot S. Outlining the mechanism of flame retardancy in polyamide 66 blended with melamine-poly (zinc phosphate). Fire Safety Journal., 2014, 70(nov 2014):46-60.. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2014.08.019>.
23. Wu N, Li X. Flame retardancy and synergistic flame retardant mechanisms of acrylonitrile-butadiene-styrene composites based on aluminum hypophosphite. Polymer Degradation and Stability 2014, 105(july 2014): 265-276. <https://doi.org/10.1016/j.polyimdegradstab.2014.04.011>.
24. Georlette P. Applications of Halogen Flame Retardant. In: Horrocks A R, Price D, Editors, Fire Retardant Materials, New York, 2001,p. 264-292.

25. Gao L, Guangyao G, Zhou Y, Hu L, Feng G, Xie Y. Synergistic effect of expandable graphite, melamine polyphosphate and layered double hydroxide on improving the fire behavior of rosin-based rigid polyurethane foam. *Industrial Crops and Products*. 2013, 50 (October 2013): 638-647. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.07.050>
26. Jin J, Dong Q, Shu Z, Wang W, He K. Flame retardant properties of polyurethane/expandable graphite composites. *Procedia Engineering*. 2014, 71 :304 – 309 . doi: 10.1016/j.proeng.2014.04.044
27. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NM 248 - Agregados – Determinação da Composição Granulométrica, 2003.
28. American Society for Testing and Material (ASTM), D3574-11 – Standard Test Methods for Flexible Cellular Materials – Slab, Bonded, and Molded Urethane Foams, Test (A): Density Test, 2012.
29. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), *NBR 6578* - Determinação de Absorção de Água em Espuma Rígida de Poliuretano para Fins de Isolação Térmica, 1981.
30. Underwriters Laboratories (UL), UL94 - Standard for Safety of Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances testing, UL94 V: Vertical Burning Test, 2006.
31. BASF The Chemical Company, Product Information - Melapur, halogen free flame retardants, 2011.
32. CLARIANT, Product Specifications - Exolit AP 422, halogen free flame retardants, 2013.
33. ITATEX Especialidades Minerais, Ficha Técnica - Hidraltex 635, 2008.
34. Ribeiro WB, Rizzo MV, Bortoluz N, Zeni M, Nunes MFO, Grisa AM C. Characterization of polyurethane skin agglomerates for acoustic insulation for impact noise. *Materials Research*. 2014, 17 (Suppl.1):210-215. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-1439.226513>

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.arenaeditora.com.br



contato@arenaeditora.com.br



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



www.facebook.com/arenaeditora.com.br