

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

2



Daniel Sant'Ana
(Organizador)

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

2



Daniel Sant'Ana
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

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

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

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

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

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

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

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

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

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

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

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

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

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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Daniel Sant'Ana

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B299 Base de conhecimentos gerados na engenharia ambiental e sanitária 2 / Organizador Daniel Sant'Ana. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-745-1

DOI 10.22533/at.ed.451211901

1. Engenharia Ambiental e Sanitária. 2.
Conhecimentos. I. Sant'Ana, Daniel (Organizador). II. Título.
CDD 628

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

APRESENTAÇÃO

A coleção *“Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária”* tem como objetivo disseminar o estado atual do conhecimento das diferentes áreas das ciências ambientais e sanitárias, apresentando a evolução do campo científico por meio de diferentes tipos de trabalhos que abordam os aspectos tecnológicos, políticos, econômicos, sociais e ambientais desta disciplina.

Os processos de produção industrial têm gerado grandes volumes de efluentes que podem causar sérios danos ambientais caso os contaminantes presentes na água não sejam removidos. Efluentes da indústria têxtil descarregam corantes em seus resíduos e, com isso, os primeiros três capítulos apresentam diferentes processos de tratamento para sua remoção.

Um dos desafios atuais no tratamento de efluentes está na remoção eficaz de contaminantes emergentes. Os capítulos subsequentes apresentam técnicas de adsorção são apresentadas para remoção de antibiótico em efluentes doméstico (Capítulo 4) e fosfato em sistemas de tratamento de águas residuárias (Capítulo 5). Soluções alternativas no processo de tratamento do esgoto doméstico (Capítulo 7), ou até mesmo o reúso de água provenientes de lagoas de estabilização (Capítulo 6), promovem economia financeira e reduzem impactos ambientais.

Ainda há muito o que evoluir na gestão de resíduos sólidos, desde sua geração até a sua disposição final. Mesmo assim, diferentes estudos vêm apontando soluções com o intuito de mitigar impactos ambientais. Por exemplo, no Capítulo 8, vemos a busca de soluções no processo de secagem de lodo provenientes de lagoas de estabilização (Capítulo 8) para seu aproveitamento como fertilizante ou condicionador de solo.

Evidentemente, quanto maior o número de habitantes de uma cidade, maior são os problemas gerados por resíduos urbanos. Com isso, o Capítulo 9 apresenta indicadores de geração de resíduos domésticos como forma de categorizar o tipo de resíduo e estimar o volume sendo gerado diariamente. É de suma importância traçar um plano de ação para estimular a reciclagem de resíduos sólidos, otimizar os processos de reciclagem (Capítulo 10) e promover a conscientização e educação da população (Capítulo 11). Pois o descuido no descarte de resíduos pode causar sérios danos ambientais pela contaminação do solo (Capítulos 12 e 13).

Um dos maiores desafios do século XXI está na redução da emissão de poluentes na atmosfera, não apenas pelo seu impacto sobre as mudanças climáticas, mas também pelo seu impacto na saúde pública. Com isso, os últimos capítulos abordam os danos ambientais causados por queimas controladas na agricultura, indústria e queima de combustíveis fósseis.

Este segundo volume contou com a contribuição de pesquisadores de diferentes

partes do país, México e Inglaterra, trazendo de forma interdisciplinar, um amplo espectro de trabalhos acadêmicos relativos ao tratamento de efluentes industriais, tratamento de esgotos domésticos, reúso de água, gestão de resíduos, contaminação ambiental e qualidade do ar. Por fim, desejo que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Daniel Sant'Ana

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTUDIO TEÓRICO Y EXPERIMENTAL DE PROCESOS FOTOCATALÍTICOS APLICADOS A COLORANTES INDIGOIDES

Maria Elba Ortiz Romero Vargas

Marina Violeta Gómez Chávez

Verónica Camargo

DOI 10.22533/at.ed.4512119011

CAPÍTULO 2..... 13

DECOLORACIÓN DEL COLORANTE ÍNDIGO CON *ASPERGILLUS NIGER* INMOVILIZADO SOBRE CELULOSA OBTENIDA DE ESPINAS DE NOPAL

Maria Elba Ortiz Romero Vargas

Federico Augusto Trampe Torija

Raymundo Guzmán Gil

Margarita González-Brambila

José Luis Contreras Larios

Marina Violeta Gómez Chávez

DOI 10.22533/at.ed.4512119012

CAPÍTULO 3..... 25

DESCOLORAÇÃO DE ALARANJADO DE METILA EM BATELADA E EM PROCESSO CONTÍNUO

Cássia Sidney Santana

Otávio Henrique Campos Hamdan

Alisson Henrique Marques da Silva

Bruno Andrade Trindade

Daniele Massote Gibram

Marcelo da Silva Batista

DOI 10.22533/at.ed.4512119013

CAPÍTULO 4..... 35

ADSORÇÃO DO ANTIBIÓTICO SULFAMETOXAZOL EM MEIO AQUOSO EMPREGANDO CARVÃO ATIVADO

Ismael Laurindo Costa Junior

Bruna Ataíde Barros Fonseca

Juliana Bortoli Rodrigues Mees

DOI 10.22533/at.ed.4512119014

CAPÍTULO 5..... 55

AVALIAÇÃO DA ADSORÇÃO DE FOSFATO POR GOETHITA NATURAL OBTIDA POR PROCESSO DE DISSOLUÇÃO SELETIVA EM COMPARAÇÃO COM GOETHITA NANOPARTÍCULA SINTÉTICA

Marcelo Hidemassa Anami

Nathalia Pravatto dos Santos

Gabriella de Moraes Valentim

Maria Eduarda Aranega Pesenti

Leonardo Carmezini Marques
Jefferson Sussumu de Aguiar Hachiya
DOI 10.22533/at.ed.4512119015

CAPÍTULO 6..... 66

AVALIAÇÃO DA PRÁTICA DE REÚSO COM EFLUENTE DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

Marcel Chacon de Souza
Andre Luis Calado Araújo
Juliana Delgado Tinôco Araújo

DOI 10.22533/at.ed.4512119016

CAPÍTULO 7..... 74

USO DE FLOCOS DE PEAD RECICLÁVEL (POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE) COMO MEIO SUPORTE EM REATOR MBBR TRATANDO ESGOTO SANITÁRIO

Bruno de Oliveira Freitas
Maria Teresa Hoffmann
Luiz Antônio Daniel

DOI 10.22533/at.ed.4512119017

CAPÍTULO 8..... 82

ESTUDO DE SECAGEM DE LODO DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO EM ESTUFA AGRÍCOLA

Leticia Amadeu Freddi
Danielle Bolandim Costa
Tsunao Matsumoto

DOI 10.22533/at.ed.4512119018

CAPÍTULO 9..... 95

GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS EN CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO

José Luis Guevara Franco
Laura Patricia Flores Castillo
Norma Angélica Oropeza García
José Alfonzo Canche Uuh
Alondra Martínez Flores

DOI 10.22533/at.ed.4512119019

CAPÍTULO 10..... 99

IDENTIFICAÇÃO DE RESINAS TERMOPLÁSTICAS PELO TESTE DE CHAMA

César Augusto Canciam

DOI 10.22533/at.ed.45121190110

CAPÍTULO 11..... 107

PROJETO ESCOLA RESÍDUO ZERO – PERZ (ESTUDO DE CASO EM GOIÂNIA)

Diógenes Aires de Melo
Giovane Moraes Toledo
Camila Batista do Carmo

Fabiola Adaianne Oliveira
Patrícia Elias Sahium
DOI 10.22533/at.ed.45121190111

CAPÍTULO 12..... 125

CONTAMINAÇÃO POR METAIS TÓXICOS EM ATERROS: IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE E À SAÚDE HUMANA

Lúrian Sâmia de Lacerda Ferreira
Luze Daiane da Silva Pereira
Ruy Bessa Lopes

DOI 10.22533/at.ed.45121190112

CAPÍTULO 13..... 130

EFEITO DO PH NA LIXIVIAÇÃO E SOLUBILIDADE DE COMPOSTOS DA AREIA DESCARTADA DE FUNDIÇÃO

Luanna Di Mario Rocha
Maria Magdalena Ribas Döll
Lilian Tais de Gouveia

DOI 10.22533/at.ed.45121190113

CAPÍTULO 14..... 145

MUDANÇA TEMPORAL DO USO DO SOLO NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE PEDRA DO CAVALO

Israel Henrique Ribeiro Rios
Ana Júlia Dantas Pitangueira
Lis Correia Barreto

DOI 10.22533/at.ed.45121190114

CAPÍTULO 15..... 159

¹⁴C COMO TRAZADOR DE QUEIMA DE BIOMASSA EN MÉXICO

Marina Violeta Gómez Chávez
Maria Elba Ortiz Romero Vargas
Corina Solís Rosales
Efraín Chávez Lomelí
Javier Miranda del Campo
Javier Aragón Navarro
Miguel Ángel Martínez Carrillo
Telma Gloria Castro
Oscar Augusto Peralta Rosales

DOI 10.22533/at.ed.45121190115

CAPÍTULO 16..... 170

ESTUDO DA DEMANDA DE QUEIMA CONTROLADA DE CAMPOS NATIVOS EM MUNICÍPIOS DA REGIÃO SERRANA DE SANTA CATARINA NOS ANOS DE 2009 A 2018

Débora Cristina Correia Cardoso
Daniely Neckel Rosini
Jordana dos Anjos Xavier
Valter Antonio Becegato

Vitor Rodolfo Becegato
Alexandre Tadeu Paulino

DOI 10.22533/at.ed.45121190116

CAPÍTULO 17.....	185
MEASUREMENT AND MATHEMATICAL MODELLING OF ODOR GASES IN A COLLAGEN AND GELATINE PLANT	
Rafael Geha Serta	
Ângelo Breda	
Juliana Pilato Rodrigues	
Marcio Barreiro Gonçalves	
Antônio Augusto Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.45121190117	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	192
ÍNDICE REMISSIVO.....	193

IDENTIFICAÇÃO DE RESINAS TERMOPLÁSTICAS PELO TESTE DE CHAMA

Data de aceite: 04/01/2021

Data de submissão: 28/09/2020

César Augusto Canciam

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Ponta Grossa
Ponta Grossa – PR
<https://orcid.org/0000-0003-0947-9014>

RESUMO: A maioria das empresas brasileiras de reciclagem é de pequeno porte, em que a separação é feita manualmente. Para que esta seja eficiente, há a necessidade em se identificar a resina termoplástica. Neste sentido, o presente trabalho descreveu o teste de chama aplicado em amostras de PP, PET, PEAD, PVC e PS. O teste de chama, associado ao teste de Beilstein, pode ser classificado como adequado, porém exige atenção e observação dos fenômenos ocorridos durante a queima.

PALAVRAS-CHAVE: Identificação; Resinas; Termoplásticos; Teste; Chama.

IDENTIFICATION OF THERMOPLASTIC RESINS BY FLAME TEST

ABSTRACT: Most Brazilian recycling companies are small, where the separation is done manually. For this to be efficient, there is a need to identify the thermoplastic resins. In this sense, the present work described the flame test applied to samples of PP, PET, HDPE, PVC and PS. The flame test, associated with the Beilstein test, can be classified as adequate, but it requires attention

and observation of the phenomena that occurred during the burning.

KEYWORDS: Identification; Resins; Thermoplastics; Test; Flame.

INTRODUÇÃO

Após a Segunda Guerra Mundial e devido ao processo de popularização do uso de materiais poliméricos sintéticos pela Sociedade, surgiram as primeiras questões sobre a estrutura, a composição, avaliação e durabilidade desses então novos materiais. De acordo com Canevarolo Junior *et al.* (2004), o desenvolvimento da tecnologia de caracterização dos polímeros é um dos capítulos mais interessantes da evolução do conhecimento científico do ser humano no Século XX.

Existem diversas técnicas para a identificação das resinas, das mais simples e de baixo custo, como o teste de chama e os ensaios de densidade; como por meio de técnicas mais sofisticadas, empregando equipamentos específicos e sendo muitas vezes de custo mais elevado, como por espectroscopia vibracional de absorção no infravermelho, espectroscopia de ressonância magnética nuclear, métodos analíticos de absorção, fluorescência e difração de raios X e técnicas baseadas no fenômeno de espalhamento da luz (Cloutier e Prud'homme, 1985; Canevarolo Junior *et al.*, 2004; Mano *et al.*, 2004).

Os polímeros correspondem a macromoléculas caracterizadas pelo tamanho, pela estrutura química e pelas interações intra e intermoleculares. Apresentam unidades químicas interligadas por ligações covalentes, que se repetem ao longo da cadeia. Os polímeros são classificados como termoplásticos, termofixos, fibras e borrachas. Os polímeros termoplásticos, embora sólidos à temperatura ambiente em seu estado final, quando submetidos ao aquecimento acima da temperatura de “amolecimento”, tornam-se fluidos, podendo ser conformados e moldados, por ação isolada ou conjunta de calor e pressão (Mano *et al.*, 2004).

As resinas termoplásticas são moldáveis a quente e apresentam baixa densidade e boa aparência, são isolantes térmicos e elétricos, resistentes ao impacto e de baixo custo. Devido a essas propriedades e características, apresentam uma ampla faixa de aplicações (Spinacé e De Paoli, 2005).

As resinas termoplásticas mais empregadas são o polipropileno (PP), o poli(tereftalato de etileno) (PET), o polietileno de alta densidade (PEAD), o poli(cloreto de vinila) (PVC) e o poliestireno (PS). Por serem as mais empregadas, são as mais encontradas nos resíduos sólidos urbanos (Caraschi e Leão, 2002).

A maioria das embalagens plásticas apresentam um código de identificação (normalmente um número de 1 a 7 dentro de um triângulo de três setas e sob o mesmo uma abreviatura). Essa codificação indica o tipo de resina termoplástica empregada e assim, auxilia na separação e posterior reciclagem e revalorização. Esse sistema de código de identificação vem sendo usado nos EUA desde 1988 pela *Society of Plastics Industry* (SPI), como solicitação das empresas recicladoras. O sistema de códigos de identificação de resinas do SPI serviu como base para a norma ABNT NBR 13230 (1994) – Simbologia indicativa de reciclabilidade e identificação de materiais plásticos (Coltro *et al.*, 2008).

Coltro *et al.* (2008), analisando 177 embalagens plásticas rígidas disponíveis no mercado brasileiro, concluíram que apesar de existir uma norma brasileira, ainda existe muita heterogeneidade na identificação das embalagens. As heterogeneidades encontradas vão desde o uso de símbolos não normalizados à falta de identificação da resina empregada.

A reciclagem dos polímeros pode ser categorizada em: primária (ou reciclagem mecânica pós-industrial), secundária (ou reciclagem mecânica pós-consumo), terciária (ou reciclagem química) e quaternária (ou reciclagem energética). Na reciclagem mecânica, a etapa mais importante é a separação (Spinacé e De Paoli, 2005).

Neste sentido, pensando na questão da falta de identificação da resina empregada nas embalagens plásticas pós-consumo e sua separação, a disciplina Sistemas de Tratamento e Aproveitamento de Resíduos, na parte experimental, realiza a identificação de polímeros termoplásticos pelo teste de chama. O objetivo dessa prática é fornecer ao futuro engenheiro químico, condições de identificar resinas termoplásticas, de maneira simples e de baixo custo, por meio dos testes de chama e de Beilstein.

No Brasil, como a maioria das empresas de reciclagem mecânica é de pequeno

porte, empregando uma mão-de-obra barata, a separação é feita manualmente. Essa separação somente pode ser realizada por meio da simbologia contida no resíduo (código de identificação) e na ausência desse código, por meio de testes simples e de baixo custo, como o teste de chama (Spinacé e De Paoli, 2005).

Para tanto, o objetivo deste trabalho foi relatar a prática de aplicação do teste de chama em resinas conhecidas e por meio da observação, o aluno ter condições de identificar outras resinas sem identificação.

A reciclagem está relacionada com sustentabilidade e logística reversa e visa reduzir a poluição e seus impactos no meio ambiente, o desperdício dos insumos e a promoção da reutilização de produtos. A reciclagem traz também benefícios potenciais às empresas, como a eficiência econômica, pois permite ganhos financeiros, reutilização de recursos e ganho de prestígio da marca.

Dentro deste contexto, as instituições de ensino, em particular as Universidades e Institutos de Educação, Ciência e Tecnologia nos cursos de Engenharias e Bacharelados Interdisciplinares, têm responsabilidade sobre este tema, principalmente em relação à geração de conhecimento em todos os níveis deste âmbito e a sua difusão, além de sistematizar e divulgar dados e informações sobre reciclagem, pesquisar aspectos e características da mesma.

MATERIAL E MÉTODOS

Embalagens plásticas rígidas pós-consumo de produtos de higiene, de limpeza, de laticínios (iogurte, manteiga, margarina e bebida láctea) e de bebidas foram selecionadas e higienizadas, empregando água e detergente neutro. Após a higienização, foram secas e separadas manualmente em 5 grupos (PP, PET, PS, PEAD e PVC), de acordo com o código de identificação, e cortadas em pedaços menores, com o auxílio de uma tesoura.

Para o teste de chama, empregaram-se pinças de bicos e bico de Bunsen. Antes da aplicação do teste de chama, um aluno foi escolhido pela turma para ser o secretário, que ficou como responsável em anotar as observações durante a queima de cada material.

O teste de chama consistiu na queima de cada material polimérico na chama, sendo feitas observações sobre o comportamento da chama (cor) e da fumaça desprendida (cor, presença ou não de fuligem ou não desprendimento de fumaça); com gotejamento ou não do material derretido, coloração das gotas e odor exalado.

As observações foram coletivas, ou seja, todos os alunos participaram, descrevendo o que observaram durante a queima de cada material.

No caso do PVC, de maneira ilustrativa e realizada pelo professor, foi aplicado o teste de Beilstein. Para tanto, um pedaço de cano de PVC foi previamente dividido finamente.

O teste de Beilstein é um teste rápido para a identificação de halogênios em materiais orgânicos e poliméricos (Fragata *et al.*, 2014). O teste consistiu no aquecimento

de um fio de cobre até que se tornasse “rubro”, tocando imediatamente na amostra de PVC finamente dividida e levando novamente à chama do bico de Bunsen. A formação de uma chama verde, mesmo que momentânea, indica a presença de halogênios. No caso do PVC, o halogênio é o cloro presente na estrutura desse material polimérico.

Os alunos foram subdivididos em grupos (três alunos em cada grupo), sendo distribuídas três amostras de material polimérico sem identificação para cada grupo.

Com base nas observações anotadas anteriormente, cada grupo realizou, separadamente, o teste de chama nas amostras fornecidas, buscando identificar o material polimérico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de queima de um material polimérico pode ser dividido em cinco etapas: aquecimento, pirólise, ignição, combustão e extinção. Na etapa da pirólise, ocorre a liberação de gases, dando origem à fumaça. Os gases mais comuns encontrados são o dióxido de carbono e o monóxido de carbono (Gallo e Agnelli, 1998; Mano *et al.*, 2004). Dessa forma, é aconselhável realizar essa prática em local ventilado.

Além dos gases, na queima são gerados resíduos constituídos principalmente pelo material derretido e queimado. Para tanto, é aconselhável realizar essa prática em superfícies fáceis de serem limpadas posteriormente e que sejam resistentes ao calor.

As observações obtidas por meio do teste de chama para cada material polimérico estão relacionados nas Tabelas 1 (PP), 2 (PET), 3 (PS), 4 (PEAD) e 5 (PVC).

Itens	Características
Cor da chama	Amarela
Formação de fumaça	Sim
Cor da fumaça	Branca
Presença de fuligem	Não
Gotejamento	Sim
Coloração das gotas	Branca
Odor exalado	Característico de “plástico queimado”

Tabela 1- Observações feitas durante a queima do PP

Itens	Características
Cor da chama	Amarela
Formação de fumaça	Sim
Cor da fumaça	Preta
Presença de fuligem	Não
Gotejamento	Sim
Coloração das gotas	Preta
Odor exalado	Característico de “plástico queimado”

Tabela 2- Observações feitas durante a queima do PET

Itens	Características
Cor da chama	Amarela
Formação de fumaça	Sim
Cor da fumaça	Preta
Presença de fuligem	Sim
Gotejamento	Sim
Coloração das gotas	Preta
Odor exalado	Característico de “plástico queimado”

Tabela 3- Observações feitas durante a queima do PS

Itens	Características
Cor da chama	Amarela
Formação de fumaça	Sim
Cor da fumaça	Branca
Presença de fuligem	Não
Gotejamento	Sim (grande fluxo)
Coloração das gotas	Branca
Odor exalado	Característico de “cheiro de vela”

Tabela 4- Observações feitas durante a queima do PEAD

Itens	Características
Cor da chama	Amarela
Formação de fumaça	Sim
Cor da fumaça	Branca
Presença de fuligem	Não
Gotejamento	Não
Coloração das gotas	---
Odor exalado	Característico de “plástico queimado”

Tabela 5- Observações feitas durante a queima do PVC

Em relação às Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5, pode-se constatar que:

- a) para todos os materiais poliméricos testados, a cor da chama foi amarela;
- b) a formação de fumaça ocorreu na queima dos materiais poliméricos testados;
- c) a cor da fumaça foi branca para a queima das resinas PP, PEAD e PVC. Para as resinas PET e PS, a cor da fumaça foi preta;
- d) com exceção do PVC, todos os materiais poliméricos apresentaram gotejamento. Foi observado um fluxo maior de gotas na queima da resina PEAD;
- e) gotas com coloração branca foram observadas na queima das resinas PP e PEAD. Gotas com coloração preta foram observadas na queima dos materiais poliméricos PET e PS;
- f) o odor exalado característico de “cheiro de vela” foi observado na queima da resina PEAD. Nos demais materiais testados, o odor foi característico de “plástico queimado”.

Jorge e Neves (2016), aplicando o teste de chama nas resinas PEAD, PP, PS, PET, PVC e PEBD, observaram chama amarela durante a queima.

No processo de combustão, as chamas são formadas por uma reação de autopropagação exotérmica que usualmente apresenta uma zona de reação luminosa associada a ela. Os tipos de chama existentes são dependentes das limitações físicas do material combustível com o oxidante. A chama amarela é característica da combustão incompleta, devido à presença de átomos de carbono incandescente (Crompton, 1989; Gracetto *et al.*, 2006).

Na combustão em altas temperaturas e em baixas concentrações de oxigênio forma-se a fuligem. É suposto que as moléculas precursoras da fuligem sejam hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH) com peso molecular entre 500 e 1000 unidades de massa atômica. A formação da fuligem é um processo complexo que envolve etapas físicas e químicas. Na combustão da resina PS é comum a emissão de fuligem, pois este material polimérico apresenta em sua estrutura molecular um anel aromático que aumenta sua propensão em formar PAH (Panagiotou *et al.*, 1996a; Panagiotou *et al.*, 1996b; McEnally *et al.*, 2006). A formação de fuligem é resultante da liberação de carbono proveniente da combustão incompleta do polímero. Na fuligem, as ligações entre os átomos de carbono estão de forma desordenada (Mano *et al.*, 2004).

Quanto ao odor de “cheiro de vela” observado na queima da resina PEAD, Mano *et al.* (2004) comentam que a combustão desse material se assemelha em parte com a queima de combustíveis à base de parafina.

No teste de Beilstein, a chama verde ocorre devido à formação do cloreto de cobre II. No aquecimento do fio de cobre, o cobre reage com o oxigênio formando o óxido de cobre II. Este composto, por sua vez, reage com o halogênio presente na estrutura do material a ser analisado e, na presença do oxigênio e com o calor, produz dióxido de

carbono, cloreto de cobre II e água (Fragata *et al.*, 2014). Pelo fato do PVC apresentar o cloro em sua estrutura, o teste de Beilstein é adequado para sua identificação.

CONCLUSÃO

O teste de chama mostrou-se simples, de baixo custo e adequado na identificação de materiais poliméricos termoplásticos. Porém, exigiu atenção e observação dos fenômenos ocorridos durante a queima.

Como a maior parte das empresas brasileiras de reciclagem mecânica é de pequeno porte, o teste de chama tem condições de ser aplicado facilmente. Nos casos em que as amostras apresentam o indicativo de serem de PVC pelo teste de chama, o teste de Beilstein tem condições suficientes e precisas de confirmação.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Departamento Acadêmico de Engenharia Química, do campus Ponta Grossa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

REFERÊNCIAS

CANEVAROLO JUNIOR, S.; CARVALHO, A. J. F.; GONÇALVES, M. C.; BOTTOLI, C. B. G.; TAVARES, M. I. B.; CORREA, C. A.; OLIVEIRA, M. J.; SCURACCHIO, C. H.; ZANIN, M.; COLLINS, C. H.; DEMARQUETTE, N. R.; HAGE JUNIOR, E.; EL SEOUD, O. A.; GALLAND, G. B.; PIRES, P. A. R.; JARDIM, I. C. S. F.; NASCENTE, P. A. P.; MATOS, J. R.; BAUMHARDT NETO, R.; GIACOMETTI, J. A.; GREGORIO FILHO, R.; CANTO, L. B.; BRETAS, R. E. S.; MACHADO, L. D. B.; BERNARDES FILHO, R.; PESSAN, L. A.; MELO, T. J. A.; MATTOSO, L. H. C.; SANTOS, W. N.; UEKI, M. M.; KAWANO, Y. Técnicas de caracterização de polímeros. Artliber Editora, São Paulo, 2004.

CARASCHI, J. C.; LEÃO, A. L. Avaliação das propriedades mecânicas dos plásticos reciclados provenientes de resíduos sólidos urbanos. *Acta Scientiarum*, v. 24, p. 1599-1602, 2002.

CLOUTIER, H.; PRUD'HOMME, R. E. Rapid identification of thermoplastic polymers. *Journal of Chemical Education*, v. 62, p. 815-819, 1985.

COLTRO, L.; GASPARINO, B. F.; QUEIROZ, G. C. Reciclagem de materiais plásticos: a importância da identificação correta. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 18, p. 119-125, 2008.

CROMPTON, T. R. *Analysis of polymers: an introduction*. Pergamon Press, Grã-Bretanha, 1989.

FRAGATA, F.; SÁ, M.; SILVA, L. Desenvolvimento de procedimento prático de campo para a identificação de tintas de acabamento, visando auxiliar na especificação de esquemas de pintura de manutenção. *Revista Corrosão e Protecção de Materiais*, v. 33, p. 78-86, 2014.

GALLO, J. B.; AGNELLO, J. A. M. Aspectos do comportamento de polímeros em condições de incêndio. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, p. 23-38, 1998.

GRACETTO, A. C.; HIOKA, N.; SANTIN FILHO, O. Combustão, chamas e testes de chama para cátions: proposta de experimento. *Química Nova na Escola*, p. 43-48, 2006.

JORGE, F. E.; NEVES, M. A. F. S. Comparação entre técnicas simples e a análise de espectroscopia no infravermelho na caracterização de polímeros recicláveis. *Perspectivas da Ciência e Tecnologia*, v. 8, p. 47-61, 2016.

MANO, E. B.; DIAS, M. L.; OLIVEIRA, C. M. F. *Química experimental de polímeros*. Editora Edgard Blücher, São Paulo, 2004.

MCENALLY, C. S.; PFEFFERLE, L. D.; ATAKAN, B.; HÖINGHAUS, K. K. Studies of aromatic hydrocarbon formation mechanisms in flames: progress towards closing the fuel gap. *Progress in Energy & Combustion Science*, v. 32, p. 247-294, 2006.

PANAGIOTOU, T.; LEVENDIS, Y. A.; CARLSON, J.; VOUIROS, P. The effect of bulk equivalence ratio on the PAH emissions from the combustion of PVC, poly(styrene) and poly(ethylene). *Proceedings Combustion Institute*, v. 26, p. 2142-2460, 1996a.

PANAGIOTOU, T.; LEVENDIS, Y. A.; CARLSON, J.; DUNAYEVSKIY, Y. M.; VOUIROS, P. Aromatic hydrocarbon emissions from the burning poly(styrene), poly(ethylene), and PVC particles at high temperatures. *Combustion Science and Technology*, v. 1116-1117, p. 91-128, 1996b.

SPINACÉ, M. A. S.; DE PAOLI, M. A. A tecnologia da reciclagem de polímeros. *Química Nova*, v. 28, p. 65-72, 2005.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 35, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 70, 71, 139, 140

Aerosoles 159, 160, 161, 162, 163, 166, 167, 168

Alaranjado de metila 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33

Área de proteção ambiental 145, 148, 158

Área superficial elevada 74

Aspergillus niger 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24

Aterros 125, 131, 132

C

Celulosa 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24

Colorantes 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 21

Compostagem 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124

Contaminação ambiental 26, 130

Contaminação hídrica 56

D

Decantador de coluna 82

F

Fármacos 35, 36, 37, 38, 39, 46, 47

Floco decantador de manta de lodo 82

Fósforo 55, 56, 57, 58, 62, 63, 64, 65, 66, 70, 71

I

Índigo carmín 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 23

L

Lodo de lagoa de estabilização 82, 93

M

Mathematical air dispersion modeling 186

Meio ambiente 36, 37, 46, 56, 72, 94, 101, 120, 124, 125, 128, 129, 145, 146, 148, 170, 171, 172, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183

Meio suporte alternativo 74, 75, 76

Metais tóxicos 125, 126, 128

Micropoluentes 35, 39

O

Odour monitoring 186

Odour sensors 186

Óxidos de ferro 55, 57, 58, 59, 62, 63

P

Plástico reciclável 74

Processo contínuo 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33

Processo de lixiviação 130, 131

Processo em batelada 25, 26, 27, 28, 31, 33

Q

Queima de biomassa 159, 160, 161, 162, 166, 167, 168

R

Radiocarbono 160, 161, 162, 167

Reação de Fenton 26

Resíduo sólido 108

Resíduos sólidos domiciliares 95, 96, 97

Resíduo zero 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 121, 123, 124

Resinas 99, 100, 101, 104

S

Saneamento rural 56

Saúde humana 37, 125, 126, 128, 170, 171, 172, 178

Secagem em estufa agrícola 82, 88, 89, 90, 93

Solubilização 130

T

Termoplásticos 99, 100, 105

Tratamiento de agua 1, 13, 14

U

Unidade de conservação 145, 146, 158

Uso do solo 145, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 158, 172, 178, 180, 186

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 