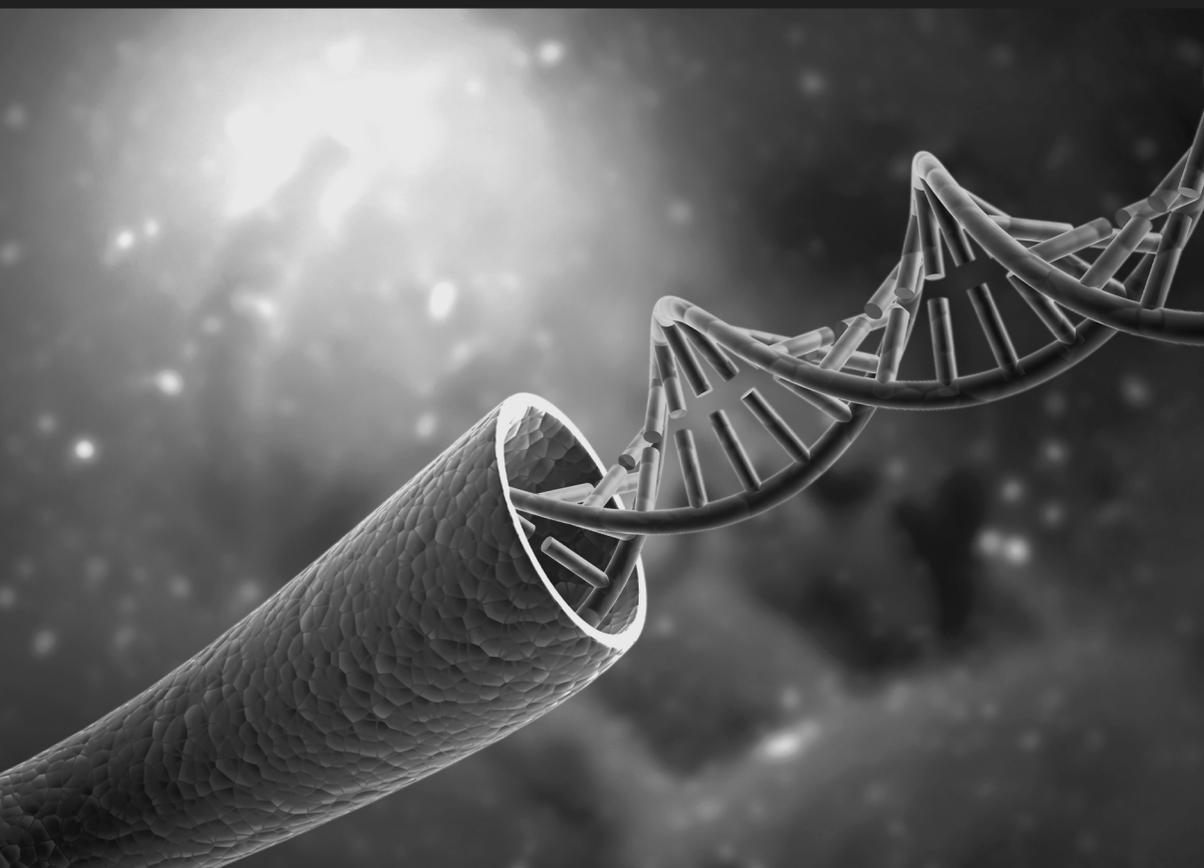




GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)



GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS

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

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

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-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.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de 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
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 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. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. 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
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. 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. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. 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. 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. 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 Alborno – 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

Geração de conhecimento e tecnologia voltados à aplicação em processos químicos e bioquímicos

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G354 Geração de conhecimento e tecnologia voltados à aplicação em processos químicos e bioquímicos / Organizadora Érica de Melo Azevedo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-566-2

DOI 10.22533/at.ed.662201811

1. Bioquímica. 2. Conhecimento. 3. Tecnologia. 4. Aplicação. 5. Processos Químicos e Bioquímicos. I. Azevedo, Érica de Melo (Organizadora). II. Título.

CDD 572

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.

APRESENTAÇÃO

O livro “Geração de Conhecimento e Tecnologia voltados à Aplicação em Processos Químicos e Bioquímicos” apresenta artigos na área de pesquisa na área de Tecnologia, Ensino e desenvolvimento de processos Químicos e Bioquímicos. A obra contém 10 capítulos, que abordam temas sobre aproveitamento de resíduos agroindustriais, ensino de bioquímica, fermentação, produção de enzimas, projetos e dimensionamento de equipamentos para processos bioquímicos industriais, adsorção de corantes, preparo de membranas poliméricas, estudo de efeitos tóxicos de xenobióticos, e síntese de materiais cerâmicos nanoestruturados.

Os objetivos principais do presente livro são apresentar aos leitores diferentes aspectos das aplicações e pesquisas em tecnologia e processos químicos e bioquímicos de forma prática e contextualizada.

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 tecnologia química, processos e ensino desses temas.

Após esta apresentação, convido os leitores a apreciarem e consultarem, sempre que necessário, a obra “Geração de Conhecimento e Tecnologia voltados à Aplicação em Processos Químicos e Bioquímicos”. Desejo uma excelente leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA PRODUÇÃO DE ENZIMAS CELULOLÍTICAS POR *STREPTOMYCES CAPOAMUS*

Tháís Santiago do Amaral
Lucas de Souza Falcão
Victória Carolina Siqueira Mena Barreto
Sergio Duvoisin Junior
Patrícia Melchionna Albuquerque
Rafael Lopes e Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.6622018111

CAPÍTULO 2..... 9

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE POLIGALACTURONASE POR *ASPERGILLUS BRASILIENSIS* UTILIZANDO CASCA DE CUPUAÇU COMO SUBSTRATO

Lucas de Souza Falcão
Patrícia Melchionna Albuquerque

DOI 10.22533/at.ed.6622018112

CAPÍTULO 3..... 21

ATIVIDADE DE EXTENSÃO COMO FERRAMENTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM BIOQUÍMICA II

Marcia Mourão Ramos Azevedo
Alexander Silva Aguiar
Walter Lucas Corrêa Santana
Idelvina Souza da Silva
Jessyca Kelly Ferreira de Sousa
Pedro Lucas das Neves de Oliveira
Maniusia da Mota Rocha
Francinelza Socorro Nogueira dos Santos
Cecila Leal de Sousa
Jéssica Tayanne Ramos Azevedo
Candria Taina de Sena Duarte
Milena Dias Dorabiato
Maria Vicencia Penaforte Maia

DOI 10.22533/at.ed.6622018113

CAPÍTULO 4..... 32

ESTUDO DO EMPREGO DE PINHÃO PROVENIENTE DA *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze) PARA PRODUÇÃO DE VODCA

Victor Erpen Broering
Darlan Nardi
Sabrina de Bona Sartor

DOI 10.22533/at.ed.6622018114

CAPÍTULO 5..... 40

PROJETO DE INDÚSTRIA CERVEJEIRA: DA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ECONÔMICO

AO DIMENSIONAMENTO DE EQUIPAMENTOS

Carolina Smaniotto Fronza
Dinalva Schein
Gabriela Aline Kroetz Bremm
Enrique Chaves Peres
Andréia Monique Lermen
Naiara Jacinta Clerici
Júlia Cristina Diel

DOI 10.22533/at.ed.6622018115

CAPÍTULO 6.....52

BIORREATORES DE LEITO EMPACOTADO PARA FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO: UM PANORAMA ATUAL DO ESTADO DA ARTE

Natalia Alvarez Rodrigues
Danielle Otani Marques de Sá
Fernanda Perpétua Casciatori

DOI 10.22533/at.ed.6622018116

CAPÍTULO 7.....65

ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO EM ARGILA ORGANOFÍLICA COMERCIAL

Ramiro Picoli Nippes
Tháisa Frossard Coslop
Fernando Henrique da Silva
Gabriela Nascimento da Silva
Paula Derksen Macruz
Patricia Lacchi da Silva
Mara Heloísa Neves Olsen Scaliante

DOI 10.22533/at.ed.6622018117

CAPÍTULO 8.....78

PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE MEMBRANAS DE POLIAMIDA 11 PARA TRATAMENTO DE ÁGUA DE REÚSO

Rayanne Penha Wandenkolken Lima
Eloi Alves da Silva Filho
Camila Alves Schimidel

DOI 10.22533/at.ed.6622018118

CAPÍTULO 9.....89

EFEITOS TÓXICOS DE XENOBIÓTICOS ORIUNDOS DE COSMÉTICOS

Sara Gabrielle Moreira Barroso
Manuela Ferreira de Pinho
Ríndhala Jadão Rocha Falcão
Daniel Rocha Pereira
Ronildson Lima Luz
Monique Santos do Carmo

DOI 10.22533/at.ed.6622018119

CAPÍTULO 10.....	100
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE PSEDOBOEMITA (PB) ESTRUTURADA COM NANOCARGA CONTENDO ÓXIDO DE GRAFENO (GO)	
Fábio Jesus Moreira de Almeida	
Antonio Hortencio Munhoz Jr	
Bruno Luís Soares de Lima	
Igor José Dester Ladeira	
Karina Laura Fernandes Cardoso	
Leila Figueiredo de Miranda	
Nei Carlos Oliveira Souza	
DOI 10.22533/at.ed.66220181110	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	132
ÍNDICE REMISSIVO.....	133

ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO EM ARGILA ORGANOFÍLICA COMERCIAL

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 04/08/2020

Ramiro Picoli Nippes

Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Engenharia Química.
Maringá-Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/6778980188605524>

Tháisa Frossard Coslop

Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Engenharia Química.
Maringá-Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/7515260724440278>

Fernando Henrique da Silva

Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Engenharia Química.
Maringá-Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/3144160942453495>

Gabriela Nascimento da Silva

Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Engenharia Química.
Maringá-Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/8532161057912224>

Paula Derksen Macruz

Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Engenharia Química.
Maringá-Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/5257385347804148>

Patricia Lacchi da Silva

Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Engenharia Química.
Maringá-Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/4404103934386308>

Mara Heloísa Neves Olsen Scaliante

Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Engenharia Química.
Maringá-Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/1552509852504841>

RESUMO: Os objetivos deste trabalho foram estudar o potencial de remoção do corante azul de metileno pelo processo de adsorção em uma argila organofílica comercial, caracterizar a argila organofílica empregada e avaliar o efeito da temperatura no processo de adsorção do corante azul de metileno. A argila foi caracterizada a partir de uma análise textural, DRX, MEV, EDX, TGA e FTIR. Os testes de adsorção foram realizados em processo descontínuo, alterando a concentração de corante e temperatura para obter as isotermas de adsorção e calcular os parâmetros termodinâmicos. O modelo de Langmuir foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais e as isotermas apresentaram características favoráveis de adsorção. Além disso, o processo provou ser espontâneo, exotérmico e capaz de reduzir a entropia do processo. A argila organofílica foi eficiente na remoção do azul de metileno, obtendo uma quantidade máxima adsorvida de 989,8 mg g⁻¹ de corante, na menor temperatura estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Argila organofílica, corante, adsorção, parâmetros termodinâmicos, azul de metileno.

ADSORPTION OF METHYLENE BLUE DYE IN COMMERCIAL ORGANOPHILIC CLAY

ABSTRACT: The objectives of this work were to study the potential for removal of the methylene blue dye by the adsorption process in a commercial organophilic clay, to characterize the organophilic clay employed and to evaluate the effect of temperature on the process of adsorption of the methylene blue dye. The clay was characterized from a textural analysis, XRD, SEM, EDS, TGA and FTIR. The adsorption tests were carried out in a batch process, changing the dye concentration and temperature to obtain the adsorption isotherms and calculate the thermodynamic parameters. The Langmuir model was the one that best fit the experimental data and the isotherms showed favorable adsorption characteristics. In addition, the process proved to be spontaneous, exothermic and capable of reducing the entropy of the process. Organophilic clay was efficient in removing methylene blue, obtaining a maximum adsorbed amount of 989.8 mg g⁻¹ of dye, at the lowest temperature studied.

KEYWORDS: Organophilic clay, dye, adsorption, thermodynamic parameters, methylene blue.

1 | INTRODUÇÃO

A demanda cada vez maior de produtos industrializados é responsável pela geração de grande quantidade de resíduos e efluentes, que se não forem submetidos a um tratamento adequado, podem vir a ocasionar grandes problemas para o meio ambiente.

Neste contexto, as indústrias têxteis merecem atenção devido à geração de grandes volumes de efluentes contendo corantes que não se fixam na fibra durante o processo de tingimento. Dentre os corantes, o azul de metileno possui ampla aplicação, sendo utilizado no tingimento de algodão, lãs, papel e tinturas temporárias para cabelos. Trata-se de um corante catiônico da classe das fenotiazinas que quando lançado em rios e lagos, sem tratamento adequado, causa alteração na transparência das águas e dificulta a passagem de luz solar reduzindo a atividade fotossintética natural provocando alterações no ecossistema aquático (YAGUB *et al.*, 2014).

Diante disso, é de fundamental importância o estudo de processos que possam reduzir o impacto dos corantes no meio ambiente. Dentre eles, o processo de adsorção, considerado promissor, devido a sua facilidade de operação, possibilidade de reutilização do adsorvente e eficiência na remoção de compostos em fase diluída (HUANG *et al.*, 2014). Para tal, é necessário à utilização de um material adsorvente em contato com o corante, que seja eficiente e com baixo custo. Como as argilas organofílicas, que são materiais derivados de argilas naturais, como as argilas bentonitas ou esmectíticas, encontradas em abundância na natureza e, portanto, com baixo custo. Apresentam estruturas hidrofílicas, mas que quando submetidas a tratamentos químicos, como por exemplo, com sais quaternários de amônio sua superfície pode ser alterada apresentando um caráter hidrofóbico e organofílico, as quais apresentam uma grande afinidade por compostos orgânicos (BERTAGNOLLI, 2010). No entanto, o processo de organofiliação de argilas

pode ser viabilizado com a utilização de uma argila organofílica comercial, já disponível no mercado brasileiro.

Para se avaliar o processo de adsorção é necessário se levar em conta alguns parâmetros importantes, entre eles o efeito do aumento da temperatura, que pode ocasionar um aumento da taxa de difusão das moléculas do adsorvato em toda camada limite externa e interna nos poros da partícula do adsorvente, devido à diminuição na viscosidade da solução. Além disso, a variação da temperatura altera o estado de equilíbrio da adsorção para um determinado adsorvato. O aumento da temperatura pode produzir também uma desobstrução de poros no interior da estrutura do adsorvente, permitindo a penetração de moléculas maiores do adsorvato (JIMENEZ; BOSCO; CARVALHO, 2004). Outro aspecto interessante a se considerar é que efluentes da indústria têxtil podem ser gerados em uma temperatura elevada, sendo importante a investigação do processo de adsorção em temperaturas mais altas.

Com isso, o objetivo deste presente trabalho foi avaliar a aplicação de uma argila organofílica comercial no processo de adsorção do corante azul de metileno em três temperaturas distintas.

2 | METODOLOGIA

A argila utilizada foi a Argila Organofílica comercial Spectrogel, tipo C cedida pela empresa SpectroChem, Joinville-SC, Brasil, como mostra a Figura 1. A argila organofílica (AO) foi caracterizada a partir da análise textural, difração de raios X (DRX), microscopia eletrônica de varredura (MEV) com EDX, Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e análises térmicas (ATG/DSC), sendo a última, realizada para a argila organofílica também após o processo de adsorção.

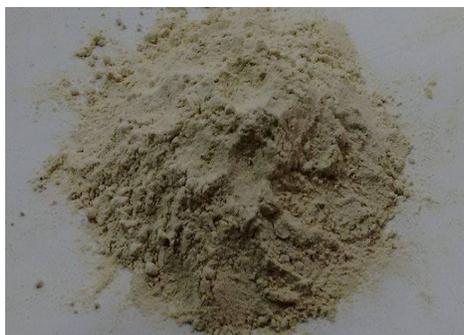


Figura 1: Aspecto visual da argila organofílica Spectrogel, tipo C.

Os testes de adsorção com o corante azul de metileno foram realizados em batelada em um banho termostático nas temperaturas de 26, 36 e 46 °C sob agitação durante o tempo de 24 h. Utilizou-se uma massa de 100 mg da AO em soluções do corante variando as concentrações iniciais ($1,0 \cdot 10^{-5}$ a $1,0 \cdot 10^{-2}$ mol L⁻¹). Ao final do tempo de contato as soluções foram filtradas em papel quantitativo com poros de 25 µm e a quantidade de azul de metileno adsorvido no equilíbrio foi determinada por espectrofotometria UV-Vís em comprimento de onda 665 nm.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da Argila organofílica

A isoterma de adsorção/dessorção de N₂ a 77 K da AO, como mostra a Figura 2 não apresentou um patamar de quantidade de N₂ adsorvida a baixos valores de pressão relativa e aproximou-se de uma isoterma do tipo II, com predominância de macroporos e presença de mesoporos, evidenciado pela histerese do tipo H3, que está associada a agregados não rígidos de partículas em forma de placa, originando poros em fenda. A área específica obtida para a AO foi de 7 m² g⁻¹, valor considerado baixo para adsorventes, porém, isto está de acordo com o material e é atribuído à microestrutura da argila organofílica. Segundo Morita, Barbosa e Kloss (2015) as argilas organofílicas apresentam uma significativa diminuição em suas áreas específicas quando comparadas com argilas naturais sem tratamento, isso acontece, pois a intercalação do sal quaternário provoca uma expansão interlamelar, de tal modo que os cátions do sal podem bloquear este espaço e impedem a passagem de moléculas de N₂ e ocupar os sítios ativos que poderiam estar disponíveis para o N₂ (WANG *et al.*, 2004). Na literatura, os valores de área superficial determinado por outros autores para argilas variam muito. Valor próximo ao encontrado neste presente trabalho é o de Lopes *et al.* (2010) de 7,59 m² g⁻¹ para uma argila sintetizada com o surfactante brometo de hexadeciltrimetilamônio.

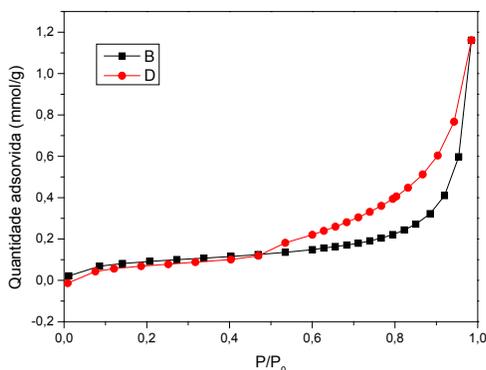


Figura 2: Isoterma de adsorção/dessorção de N₂ a 77 K para a amostra de Argila Organofílica.

A partir do difratograma da AO, apresentado na Figura 3, observou-se que a AO não apresentou alta cristalinidade. Isso é indicado pela presença de halos amorfos e picos de baixa intensidade, sendo esta uma característica típica de materiais argilominerais, os resultados estão de acordo com os encontrados na literatura (LOPES *et al.*, 2010). Os picos identificados no difratograma para a argila organofílica são similares ao padrão de difração da argila AlCaMgOSi da ficha #03-0428 pertencente ao ICDD.

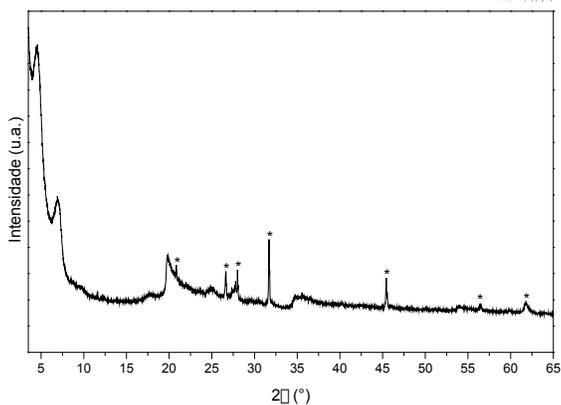


Figura 3: Difratograma para a amostra de Argila Organofílica.

A partir da Micrografia eletrônica de varredura para a AO não foi possível identificar a presença de poros de forma significativa. Observou-se uma irregularidade na superfície sem formato definido e a presença de ondulações que indicam o empilhamento das camadas e formação de aglomerados como mostra a Figura 4. Com o EDX é notável a presença de picos expressivos de Si e Al, característicos da estrutura do argilomineral esmectítico e a presença de carbono confirma o caráter organofílico desta argila como mostra a Figura 5.

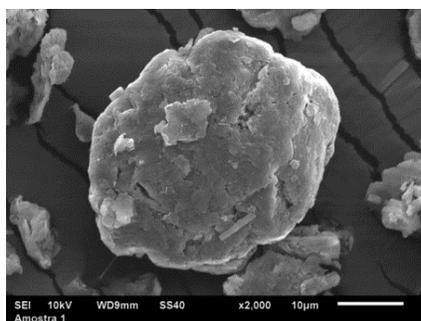


Figura 4: Micrografia para a amostra de Argila Organofílica com ampliação de 2000x.

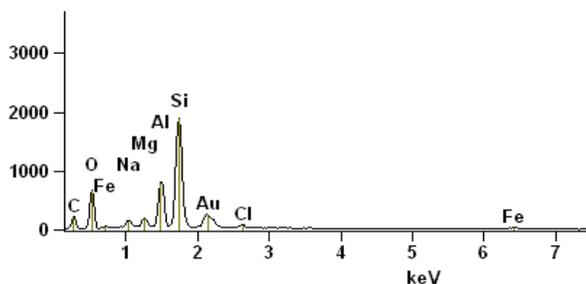


Figura 5: Microanálise qualitativa (espectro) e semi-quantitativa de elementos químicos presentes na amostra de Argila Organofílica.

A partir do DSC foi possível observar que a argila pura sofre uma transição de primeira ordem nas temperaturas de 350 e 684 °C, com pico característico de transição cristalina (processo exotérmico) como mostra a Figura 6. Para a AO após o processo de adsorção do corante ela apresenta três transições de primeira ordem nas temperaturas de 358, 502 e 590 °C, sendo que para as temperaturas de 358 e 590 °C trata-se de uma transição de ordem cristalina, enquanto que para a temperatura de 502 °C ela apresenta característica de transição vítrea ou polimerização (processo endotérmico).

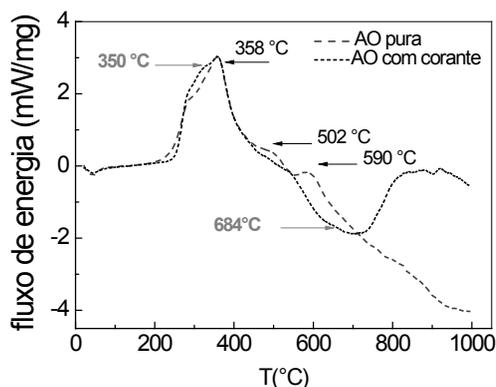


Figura 6: Curvas DSC obtida para as amostras de Argila antes do processo de adsorção e após o processo de adsorção do corante azul de metileno.

Em relação à perda de massa, nos dois casos, até 100 °C refere-se à perda de massa pela umidade presente nas duas amostras como mostra a Figura 7. As etapas seguintes referem-se a perdas de água de hidratação dos cátions interlamelares e desidroxilação de OH da argila. Para a AO pura a degradação termogravimétrica se estabilizou na temperatura de 713 °C, porém, devido às limitações instrumentais não foi

possível caracterizar a amostra em temperaturas acima de 1000 °C. Enquanto que para a AO com corante os testes indicam que a degradação termogravimétrica se estabilizou em 734 °C atingindo uma degradação de aproximadamente 40 % do material. Com isso, pode se dizer que houve um indicativo de que a presença do corante azul de metileno possa ter contribuído como um limitador da degradação termogravimétrica.

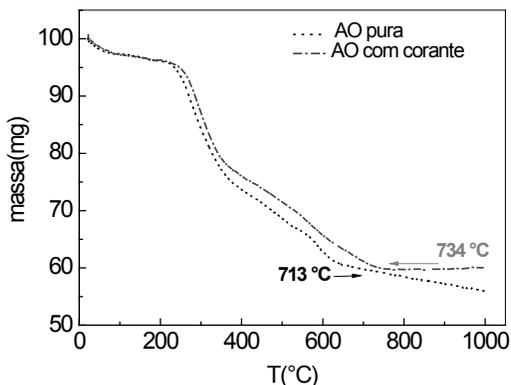


Figura 7: Gráfico da perda de massa com a temperatura para a amostra de Argila Organofílica.

A partir do resultado do espectro de infravermelho para a AO observou-se que a AO apresenta, principalmente, bandas na região de alta frequência do espectro, o que demonstra vibrações de maior energia como mostra a Figura 8. Bandas na faixa de 3600 cm^{-1} indicam a presença de vibrações de estiramento do grupo NH. Entre 2750 e 3000 cm^{-1} observa-se bandas, referente aos grupos CH_2 , da cadeia carbônica, do surfactante adsorvido sobre a argila. Na faixa de 1500 a 1750 cm^{-1} observa-se a presença de vibração devida à presença de água adsorvida na argila, e na região de 1500 cm^{-1} é devida à presença do grupo CH_3 . Na faixa entre 1000 e 800 cm^{-1} existe uma banda característica de ligações Si – O – Si e, na faixa de 752 cm^{-1} , banda característica da camada octaédrica (NÓBREGA *et al.*, 2011).

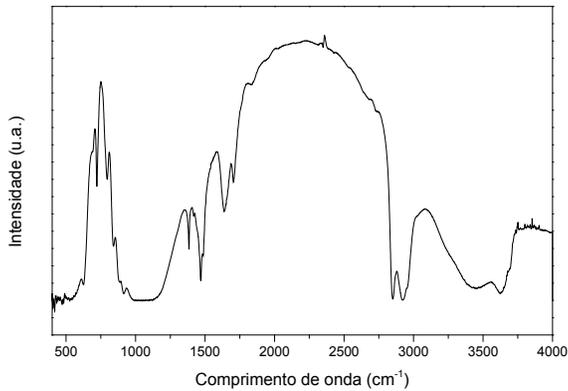


Figura 8: Espectro de infravermelho para a amostra de Argila Organofílica.

3.2 Isotermas de adsorção

As isotermas foram construídas a partir dos dados experimentais e o modelo de Langmuir se ajustou melhor aos dados, baseado no valor de R^2 . As isotermas apresentaram forma característica de isoterma extremamente favorável como mostram as Figura 9, 10 e 11 (MCCABE *et al.*, 1993). As isotermas são do tipo L2 que possuem curvatura inicial voltada para baixo devido à diminuição da disponibilidade dos sítios ativos (GILES *et al.*, 1960). A quantidade máxima adsorvida ocorreu na menor temperatura alcançando o valor de $989,8 \text{ mg g}^{-1}$, porém os valores são próximos, em todas as temperaturas, o que indica pouca influencia da temperatura no processo de adsorção do azul de metileno. O valor é superior aos obtidos por outros trabalhos presentes na literatura que utilizaram como adsorventes, na remoção de azul de metileno, uma argila caulinita intercalada com acetato de potássio ($79,34 \text{ mg g}^{-1}$) (OLIVEIRA *et al.*, 2013), carvão ativado de fibra de juta ($225,64 \text{ mg g}^{-1}$) (SENTHILKUMAAR *et al.*, 2005) e carvão ativado preparado a partir de resíduos de produtos florestais não-madeireiros ($294,14 \text{ mg g}^{-1}$) (HAMEED *et al.*, 2007). O azul de metileno é um corante catiônico, com forte adsorção em suportes sólidos e serve como um composto modelo para a remoção de corantes e de contaminantes orgânicos a partir de soluções aquosas.

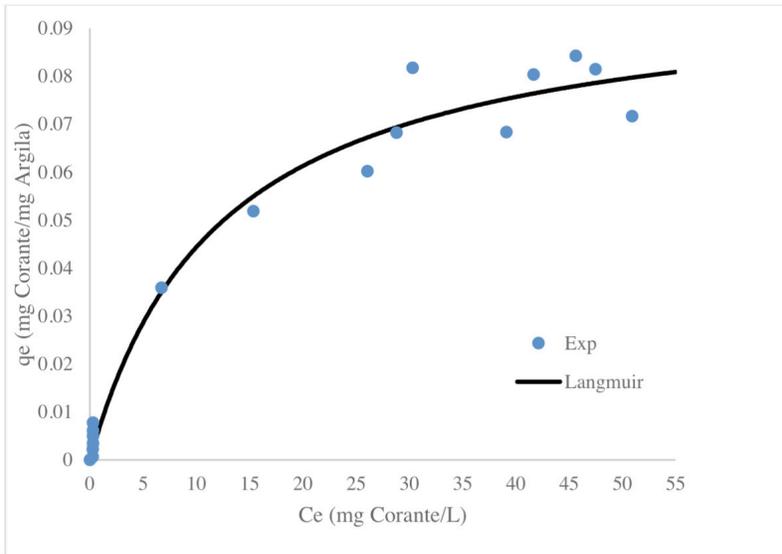


Figura 9: Isoterma de adsorção com ajuste de Langmuir para a temperatura de 26 °C.

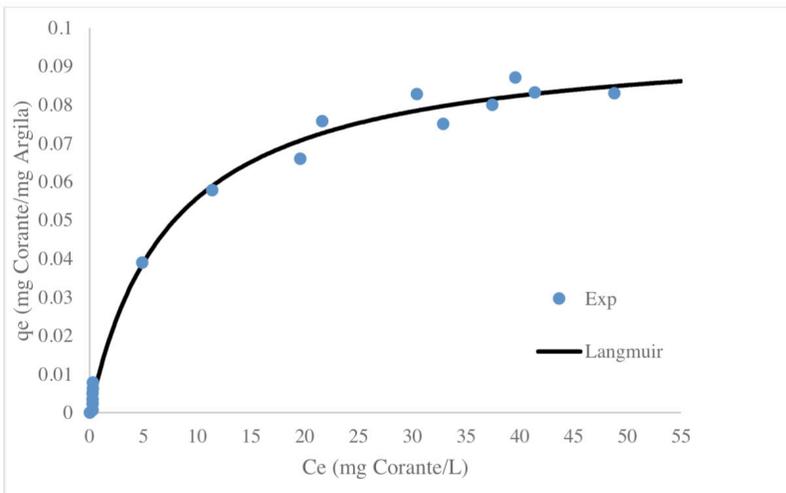


Figura 10: Isoterma de adsorção com ajuste de Langmuir para a temperatura de 36 °C.

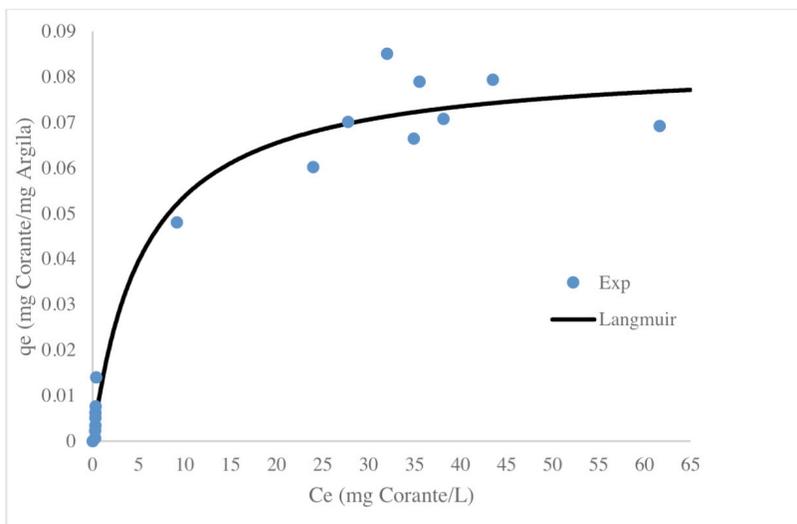


Figura 11: Isoterma de adsorção com ajuste de Langmuir para a temperatura de 46 °C.

3.3 Parâmetros Termodinâmicos

A partir dos valores da constante de Langmuir (b), obtida para cada temperatura foi elaborado um gráfico de $(\ln b)$ versus $(1/T)$, como mostra a Figura 12, que fornece uma relação linear, com coeficiente angular igual a $(-\Delta H^\circ/R)$ e coeficiente linear $(\Delta S^\circ/R)$. Com os valores de entalpia (ΔH°) e entropia (ΔS°) calcula-se o valor da energia livre (ΔG°).

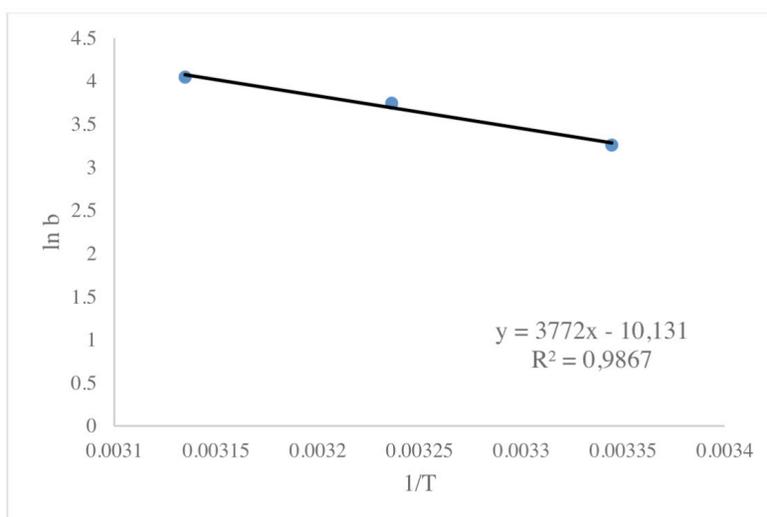


Figura 12: Gráfico de $(\ln b)$ versus $(1/T)$ para obtenção dos parâmetros termodinâmicos.

Os valores negativos de ΔG° em todas as temperaturas estudadas, como mostra a Tabela 1, indicam que a adsorção de azul de metileno em argila organofílica ocorreu de forma espontânea com uma alta afinidade do corante azul de metileno pela argila organofílica. O valor negativo de ΔG° diminuiu com o aumento da temperatura, indicando que a natureza espontânea da adsorção do corante foi inversamente proporcional à temperatura. Além disso, os valores para ΔG° foram inferiores a $-20.0 \text{ kJ mol}^{-1}$ é indicativo de processo predominantemente físico (fisissorção). O valor negativo de ΔH° confirmou o caráter exotérmico da adsorção. O valor negativo de ΔS° implicou que o corante em solução aquosa estava em uma distribuição muito mais caótica quando comparado com o estado de fase sólida na superfície do adsorvente, porém, baixo valor de ΔS° também indicou que não houve mudança notável na entropia (SARI *et al.*, 2007). Almeida *et al.*, (2009) estudou a remoção de azul de metileno por adsorção em argila montmorilonita. Segundo os autores o modelo de Langmuir se ajustou melhor aos dados de adsorção e o processo apresentou natureza endotérmica, enquanto uma mudança de energia livre caindo na faixa de -6 a -19 kJ mol^{-1} confirmou a espontaneidade do processo. Ghosh e Bhattacharyya (2002) estudaram a adsorção de azul de metileno em argila caulinita e concluíram que se trata de um processo de adsorção espontâneo e favorável, sendo um processo de natureza endotérmica. O caulino puro (C6) tratado com NaOH adsorveu quase 100% de azul de metileno a partir de uma solução de 12 ppm.

T (K)	ΔG° (kJ mol ⁻¹)	ΔH° (kJ mol ⁻¹ k ⁻¹)	ΔS° (kJ mol ⁻¹)
299	-6,17589		
309	-5,33360	-31,36040	-0,08422
319	-4,49131		

Tabela 1: Parâmetros Termodinâmicos calculados.

4 | CONCLUSÃO

O modelo de Langmuir foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais e apresentou características de adsorção favorável. A AO obteve capacidade máxima de adsorção de corante de $989,8 \text{ mg g}^{-1}$ na menor temperatura demonstrando a sua eficiência na remoção do corante azul de metileno. O processo mostrou-se ser espontâneo e exotérmico e foi capaz de reduzir a entropia do processo. O título acima desta linha representa um cabeçalho de primeira ordem, o qual deve ser centralizado e digitado com letras maiúsculas e em negrito. Cada cabeçalho de primeira ordem deve ser separado de um espaço do texto anterior e posterior.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. A. P.; DEBACHER, N. A.; DOWNS, A. J.; COTTET, L.; MELLO, C. A. D. (2009) **Removal of methylene blue from colored effluents by adsorption on montmorillonite clay.** *Journal of Colloid and Interface Science.* v. 332, p. 46-53.
- BERTAGNOLLI, C.; KLEINÜBING, S. J.; SILVA, M. G. C. (2009) **Preparo e avaliação de argilas Verde-Lodo organofílicas para uso na remoção de derivados de petróleo.** *Scientia Plena.* v. 5, p. 1-7.
- GHOSH, D.; BHATTACHARYYA, K. G. (2002) **Adsorption of methylene blue on kaolinite.** *Applied Clay Science,* v. 20, p. 295-300.
- GILES, C. H.; MACEWAN, T. H.; NAKHWA, S. N.; SMITH, D. (1960), “**Studies in Adsorption. Part XI.* A System of Classification of Solution Adsorption Isotherms, and its Use in Diagnosis of Adsorption Mechanisms and in Measurement of Specific Surface Areas of Solids.**” *J. Chem. Soc.* Vol. 111, p. 3973-3993.
- HAMEED, B.H.; AHMAD, A.L.; LATIFF, K.N.A. (2007) **Adsorption of Basic Dye (Methylene Blue) onto Activated Carbon Prepared from Rattan Sawdust.** *Dyes and Pigments,* v. 75, p. 143-149.
- HUANG, Y.; LI, S.; LIN, H.; CHEN, J. (2014) **Fabrication and characterization of mesoporous activated carbon from Lemna minor using one-step H3PO4 activation for Pb(II) removal.** *Applied Surface Science,* v. 317, p. 422-431.
- JIMENEZ, R. S.; BOSCO, S. M.; CARVALHO, W. A. (2004) **Remoção de metais pesados de efluentes aquosos pela zeólita natural escolecita – influência da temperatura e do pH na adsorção em sistemas monoelementares.** *Química nova,* v. 27, n. 5, p. 734-738.
- LOPES, C. W.; SCHWANKE, A.; PERGHER, S. B. C.; PENHA, F. G. (2010) **Aplicação de uma argila organofílica na remoção do corante azul de metileno de soluções aquosas.** *Perspectiva,* v. 34, p. 85-90.
- MCCABE, W.L.; SMITH, J.C.; HARRIOTT, P. (1993), **Unit Operations of Chemical Engineering:** 5th ed., McGraw-Hill: New York.
- MORITA, R. Y.; BARBOSA, R. V.; KLOSS, J. R. (2015) **Caracterização de Bentonitas Sódicas: Efeito do Tratamento com Surfactante Orgânico Livre de Sal de Amônio.** *Revista Virtual de Química,* v. 7, n. 4, p. 1286-1298.
- NÓBREGA, K. C.; WANDERLEY, A. S. D.; LEITE, A. M. D.; ARAÚJO, E. M.; MELO, T. J. A. de. (2011) **Obtenção e caracterização de argilas organofílicas visando à aplicação em nanocompósitos poliméricos.** *Revista Eletrônica de Materiais e Processos,* v. 6, p. 84-90.
- OLIVEIRA, S. P.; SILVA, W. L. L.; VIANA, R. R. (2013) **Avaliação da capacidade de adsorção do corante azul de metileno em soluções aquosas em caulinita natural e intercalada com acetato de potássio.** *Cerâmica,* v. 59, p. 338-344.
- SARI, A.; TUZEN, M.; SOYLAK, M. (2007) **Adsorption of Pb(II) and Cr(III) from aqueous solution on Celtek clay.** *Journal of Hazardous Materials,* v. 144, p. 41-46.

SENTHILKUMAAR, S.; VARADARAJAN, P.R.; PORKODI, K.; SUBBHURAAM, C.V. (2005) **Adsorption of methylene blue onto jute fiber carbon: kinetics and equilibrium studies.** *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 284, p. 78-82.

WANG, C.-C.; JUANG, L.-C.; LEE, C.-K.; HSU, T.-C.; LEE, J.-F.; CHAO, H.-P. (2004) **Effects of exchanged surfactant cations on the pore structure and adsorption characteristics of montmorillonite.** *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 280, p. 27-35.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Actinobactéria 1, 3, 4, 5, 6

Adsorção 65, 66, 67, 68, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 101, 123

Amido 32, 34, 35, 36

Araucaria Angustifolia 32, 34, 38

Argila Organofílica 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 76

Azul de Metileno 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 75, 76

B

Bagaço de Malte 1, 3, 4, 5, 42

Bioprocesso 7, 9, 10, 11, 19, 52, 53, 54, 55, 60, 61, 62

Biorreator de Leito Empacotado 55

C

Cascas de Cupuaçu 9, 11

Celulases 1, 3, 6, 7, 8, 63

Cerâmica 76

Cervejaria 41, 50

Conhecimento 2, 22, 23, 26, 28, 29, 81

Corante 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 75, 76

Cosméticos 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96

Cristalização 78, 84, 85, 100, 105

D

Dimensionamento de Equipamentos 40, 41, 43, 44, 49, 50

E

Ensino e Aprendizagem 21, 22, 23

Experiência 22, 26, 28, 29, 30, 31

F

Fermentação 7, 35, 48, 49, 64

Fermentação em Estado Sólido 2, 7, 52, 53, 63, 64

M

Membranas Poliméricas 78, 80

Metodologias 22, 23, 27, 80, 81

Morfologia 78, 81, 82, 83, 84

N

Nanomateriais 101

O

Óxido de Grafeno 100, 101, 102, 103, 104, 106, 113, 114, 115, 130

P

Parâmetros Termodinâmicos 65, 74, 75, 82, 83

Pectinases 9, 11, 12, 63, 64

Pinhão 32, 34, 35, 36, 37, 38

Processo sol-gel 100

Projeto de Indústria 40, 41

Pseudoemita 100, 101, 102, 104, 109, 112, 125, 127, 129

R

Resíduo Agrícola 52

Resíduo de Abacaxi 1, 6

Resíduos Agroindustriais 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 52, 62, 64

Retorno sobre investimento 40, 43, 45, 50

Revisão de Literatura 22, 24, 91

Riscos 89, 92, 94, 96

V

Vodca 32, 34, 36, 37

X

Xenobióticos 89, 90, 91, 93, 96, 99

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS

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

GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS