

Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química 2

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Atena
Editora

Ano 2021

Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química 2

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(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
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª 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
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl 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
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª 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. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
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
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Miraniide 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. 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. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alessandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza 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. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
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
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Prof^a 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
Prof^a Dr^a Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Prof^a Dr^a Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFRP
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Prof^a Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^a Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a 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. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
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. Thatiany Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvío Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Desenvolvimento e transferência de tecnologia na engenharia química 2

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 Desenvolvimento e transferência de tecnologia na engenharia química 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-922-6

DOI 10.22533/at.ed.226211904

1. Engenharia química. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 660

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

Este e-book intitulado: “Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química 2” é composto por dezoito capítulos de livros que foram organizados e divididos em três áreas temáticas: (i) minerais e materiais lignocelulósicos; (ii) aplicações industriais e (iii) aplicação de tecnologias avançadas de tratamento com destaque para os processos oxidativos avançados (POAs).

A primeira temática é constituída por oito trabalhos que apresentam estudos de utilização de resíduos como matéria-prima na produção de materiais cerâmicos e a obtenção de materiais de elevado custo e aplicabilidade a partir de matéria-prima mais abundante e economicamente mais acessível. Além disso, apresenta um trabalho que descreve um procedimento experimental para a escolha mais adequada e viável de uma biomassa de origem vegetal que pode apresentar características de um adsorvente e vir a ser utilizado tanto na forma *in natura* quanto modificada quimicamente, objetivando-se a remoção de compostos inorgânicos e orgânicos em diferentes matrizes aquosas. Neste sentido, trabalhos que investigaram a capacidade de remoção de poluentes utilizando minerais (argila) e biomassas vegetais (ricas em celulose e/ou lignina) apresentaram resultados satisfatórios em relação aos compostos-alvo de interesse, com destaque para a remoção do metal cromo hexavalente (Cr^{6+}) e fósforo e nitrogênio amoniacal que provocam a eutrofização de corpos aquáticos e morte de toda a biota.

O segundo tema está associado à aplicação dos conhecimentos de química e engenharia em diferentes seguimentos: (i) alimentação e (ii) processos industriais. No setor de alimentos é apresentado um trabalho que trata da avaliação microbiológica de biscoitos e empanados processados com filé de carpa Húngara, bastante abundante no estado de Santa Catarina. Já em processos industriais é apresentado um estudo que avalia o melhor dimensionamento de um condensador de amônia que possui grandes aplicações em diferentes seguimentos industriais; um estudo que avalia e compara os reatores CSTR e PFR para a produção de combustível proveniente de fontes renováveis e por fim um estudo de caso que avaliou a utilização de biometano em frotas de ônibus de seis cidades do estado de São Paulo.

A última temática trata da aplicação de diferentes POAs (Fenton e fotocatalise heterogênea tanto com o trióxido de tungstênio dopado com prata ($\text{WO}_3\text{-Ag}$) quanto o dióxido de titânio (TiO_2) para a degradação de diferentes CIEs (fármacos, microplásticos) que vem sendo reportado em trabalhos realizados em todo o mundo. No Brasil a falta de uma legislação mais restritiva associada a falta de fiscalização vem colaborando para a maior detecção e quantificação de diferentes CIEs nos diferentes compartimentos aquáticos afetando a qualidade e a sobrevivência dos diferentes organismos presentes nos inúmeros ecossistemas brasileiros.

Neste sentido, a Atena Editora vem colaborando com pesquisadores de todas as áreas do conhecimento possibilitando a divulgação de seus trabalhos e contribuindo com a disseminação destas informações de forma gratuita e acessível em diferentes plataformas digitais.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA INCORPORAÇÃO DE LAMA ABRASIVA PROVENIENTE DO CORTE DE GRANITO NA PRODUÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA

Adriel Martins da Silva
Keina Dalila dos Santos
Luan Regio Pestana
Luís Ramon Silva Ferreira
Façal Gazel

DOI 10.22533/at.ed.2262119041

CAPÍTULO 2..... 13

VULCANIZAÇÃO COM PRODUTOS NATURAIS: UMA ANÁLISE ATRAVÉS DA MODELAGEM MOLECULAR

Helson Moreira da Costa
Valéria Dutra Ramos

DOI 10.22533/at.ed.2262119042

CAPÍTULO 3..... 40

OBTAINING GRAPHENE OXIDE FROM GRAPHITE USING THE HUMMERS METHOD

Dailson José de Queiroz Lima
Samantha Amorim Rebolledo
Everton Fabrício Franceschi
Leonardo Auco Brochetti

DOI 10.22533/at.ed.2262119043

CAPÍTULO 4..... 56

PROCEDIMENTOS ALTERNATIVOS DE ADSORÇÃO NO TRATAMENTO DE EFLUENTES: UMA TRIAGEM EXPERIMENTAL

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
Bruno Elias dos Santos Costa
Nivia Maria Melo Coelho

DOI 10.22533/at.ed.2262119044

CAPÍTULO 5..... 69

UTILIZAÇÃO DE ARGILA TIPO CAULINITA IN NATURA E TRATADA SUPERFICIALMENTE NA ADSORÇÃO DE CROMO HEXAVALENTE Cr(VI)

Lenice Campos
Robert Orlando Braz Giacomini
João Batista dos Santos Magalhães de Almeida
Pedro Roberto Araújo Santos Filho
Mario Sérgio da Rocha Gomes

DOI 10.22533/at.ed.2262119045

CAPÍTULO 6..... 81

AValiação DA INFLUÊNCIA DE PRÉ-TRATAMENTOS ALCALINOS NA EXTRAÇÃO DA

LIGNINA PRESENTE NA FIBRA DO MESOCARPO DO COCO

Geovanna Miranda Teixeira

Emanuel Souza de Souza

Leila Maria Aguilera Campos

DOI 10.22533/at.ed.2262119046

CAPÍTULO 7..... 95

EL TAMAÑO DE LA PARTÍCULA DE BAMBÚ ANGUSTIFOLIA “BAMBUSOIDEAE” FACTOR DETERMINANTE DEL PORCENTAJE DE CELULOSA EXTRAIDO

Willam Esparza

Luis Chamorro

Wilson Herrera

DOI 10.22533/at.ed.2262119047

CAPÍTULO 8..... 105

OTIMIZAÇÃO DA REMOÇÃO DE FÓSFORO E NITROGÊNIO AMONÍACAL POR LIGNINA

Lenice Campos

Bárbara Leticia Peroni

João Batista dos Santos Magalhães de Almeida

Pedro Roberto Araújo Santos Filho

Mario Sérgio da Rocha Gomes

DOI 10.22533/at.ed.2262119048

CAPÍTULO 9..... 118

HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DA PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR: ESTUDO CINÉTICO E MODELAGEM SEMI-MECANÍSTICA

Gustavo Batista

Renata Beraldo Alencar de Souza

Antonio José Gonçalves Cruz

DOI 10.22533/at.ed.2262119049

CAPÍTULO 10..... 126

APLICAÇÃO DE WETLANDS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Camila Daniely Costa

Daylaine Aguiar Santos

Manfredo Frederico Felipe Hoppe

DOI 10.22533/at.ed.22621190410

CAPÍTULO 11..... 141

AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE BISCOITOS E EMPANADOS PROCESSADOS COM E SEM GLÚTEN A PARTIR DE FILÉ DE CARPA HÚNGARA (*CYPRINUS CARPIO*)

Arthur Mateus Schreiber

Alessandro Hermann

DOI 10.22533/at.ed.22621190411

CAPÍTULO 12..... 148

DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DE CONDENSADOR DE AMÔNIA DO TIPO PLACA

EM ESPIRAL

Maria Clara de Carvalho Aguiar
Alex Vazzoler

DOI 10.22533/at.ed.22621190412

CAPÍTULO 13..... 157

ANÁLISE COMPARATIVA DO USO DOS REATORES CSTR E PFR PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Gabriella Santos Soares
Sabrina Rodrigues da Silva

DOI 10.22533/at.ed.22621190413

CAPÍTULO 14..... 171

BIOMETHANE FROM LANDFILL GAS IN URBAN BUS FLEETS: STUDY CASE IN SIX CITIES IN ARC, STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

Mauro Donizeti Berni
Paulo Cesar Manduca
Ivo Leandro Dorileo
Leonardo G. de Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.22621190414

CAPÍTULO 15..... 180

REAGENTES FENTON: TÉCNICA ANALÍTICA PARA PRÉ-TRATAMENTO DE AMOSTRAS DE ÁGUAS RESIDUAIS CONTAMINADAS POR MICROPLÁSTICOS

Andressa Rossatto
Maurício Zimmer Ferreira Arlindo
Taiana Denardi de Souza
Christiane Saraiva Ogradowski

DOI 10.22533/at.ed.22621190415

CAPÍTULO 16..... 184

UTILIZAÇÃO DE MATERIAS BIOADSORVENTES PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS CONTAMINADAS E REDUÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS

José Henrique Hammerschmidt Muhlbeier
Luís Fernando Cusioli
Laiza Bergamasco Beltran
Rosângela Bergamasco

DOI 10.22533/at.ed.22621190416

CAPÍTULO 17..... 194

SÍNTESE E AVALIAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE WO₃-Ag PARA FOTOCATÁLISE HETEROGÊNEA NA DEGRADAÇÃO DE ACETAMINOFENO

Beatriz Lara Diego dos Reis Fusari
Antonio Carlos Silva Costa Teixeira
Priscila Hasse Palharim

DOI 10.22533/at.ed.22621190417

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 18..... | 207 |
| DEGRADAÇÃO DA AMOXICILINA POR PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO EM REATOR CONTÍNUO COM TiO₂ FIXADO AO LEITO | |
| Bruno Rampanelli Dahmer | |
| Sabrina Grando Cordeiro | |
| Giovana Wanessa Franke Bohn | |
| Jéssica Adriane Barth | |
| David Green | |
| Eduardo Miranda Ethur | |
| Elisete Maria de Freitas | |
| Gustavo Reisdorfer | |
| Lucélia Hoehne | |
| DOI 10.22533/at.ed.22621190418 | |
| SOBRE O ORGANIZADOR..... | 218 |
| ÍNDICE REMISSIVO..... | 219 |

CAPÍTULO 7

EL TAMAÑO DE LA PARTÍCULA DE BAMBÚ ANGUSTIFOLIA “BAMBUSOIDEAE” FACTOR DETERMINANTE DEL PORCENTAJE DE CELULOSA EXTRAIDO

Data de aceite: 01/04/2021

Willam Esparza

Universidad Técnica del Norte, Facultad de
Ingeniería en Ciencias Aplicadas/Carrera de
Textiles
Ibarra - Ecuador

Luís Chamorro

Universidad Técnica del Norte, Facultad de
Ingeniería en Ciencias Aplicadas/Carrera de
Textiles
Ibarra - Ecuador

Wilson Herrera

Universidad Técnica del Norte, Facultad de
Ingeniería en Ciencias Aplicadas/Carrera de
Textiles
Ibarra - Ecuador

RESUMEN: El bambú angustifolia “Bambusoideae” es una gramínea utilizada en su mayor parte en la construcción por sus propiedades de resistencia y flexibilidad, el objetivo de esta investigación fue retirar la base de celulosa de bambú con la lignina de su estado natural, obteniendo base de celulosa necesaria como materia prima en la fabricación de fibra textil y papelería. El procedimiento empleado fue alcalino, mediante hidróxido de sodio, inicia con la trituración del bambú en el equipo escogido como molino que en su interior contiene dos platos circulares con dientes, posteriormente es introducido en un reactor de alta temperatura de 20 cm de longitud y 5 cm de diámetro con movimiento vertical, calentado exteriormente

en aceite térmico, con una temperatura de 150 y tiempo 6 horas, hidróxido de sodio 50% en relación al peso del bambú, relación de baño 1:10 y partículas de 20, 15, 5 y 0,05 mm. Concluyendo que el mejor resultado encontrado fue 44,84 % de base de celulosa de bambú utilizando una partícula de 15 mm y un residuo de lignina 56,80% en relación a las otras muestras, y a medida que disminuimos el tamaño de partícula a 0,05 mm disminuye el porcentaje de base de celulosa disminuye a 23,61% aumentando el porcentaje de lignina a 76,39%, se observa que los datos de las muestras tienen distribuciones normales, con una confiabilidad del 95% ($p>0.05$).

PALABRAS CLAVE: Celulosa, lignina, Bambú angustifolia “Bambusoideae”, hidróxido de sodio.

ABSTRACT: Bamboo angustifolia “Bambusoideae” is a grass used for the most part in construction due to its resistance and flexibility properties. The objective of this research was to remove the bamboo cellulose base with the lignin from its natural state, obtaining cellulose base Necessary as a raw material in the manufacture of textile fiber and stationery. The procedure used was alkaline, using sodium hydroxide, it begins with the crushing of the bamboo in the equipment chosen as a mill that contains two circular plates with teeth, later it is introduced into a high temperature reactor of 20 cm in length and 5 cm in diameter with vertical movement, externally heated in thermal oil, with a temperature of 150 °C and time 6 hours, sodium hydroxide 50% in relation to the weight of the bamboo, bath ratio 1:10 and particles of 20, 15, 5 and 0.05 mm. Concluding that the best result found was 44.84%

bamboo cellulose base using a 15 mm particle and a 56.80% lignin residue in relation to the other samples, and as we decrease the particle size to 0,05 mm decreases the percentage of cellulose base decreases to 23.61% increasing the percentage of lignin to 76.39%, it is observed that the data of the samples have normal distributions, with a reliability of 95% ($p > 0.05$).

KEYWORDS: Cellulose, lignin, Bamboo angustifolia “Bambusoideae”, sodium hydroxide.

1 | INTRODUCCIÓN

La fibra textil de bambú contiene alto derivado celulósico. Esto ha ocasionado un incremento de su uso en la industria textil por ser sostenible, amigable con el ambiente, antimicrobiano, anti rayos UV, entre otros. (Rosero, Rosero, Esparza y Esparza, 2017). El Bambú angustifolia “Bambusoideae”, es una gramínea no leñosa, crece en las regiones cálidas tropicales y subtropicales, es utilizado por sus cualidades que posee. La caña guadua angustifolia, se desarrolla muy bien desde el nivel del mar hasta los 1.600 msnm, pero también crece en buenas condiciones hasta los 2.000 msnm. Por encima de esta altura los rendimientos son más bajos. (INBAR, 2015).

Son fibras naturales que provienen de un proceso de biopolimerización de una materia prima celulósica, proceden de polímeros naturales modificados y pueden ser base de celulosa o proteínica (Lavado, 2013). Se ha desarrollado investigaciones como los resultados de las mediciones donde, Los resultados mostraron que las vigas de bambú laminadas con pegamento que tienen láminas de tipo curva son más fuertes, más rígidas y más dúctiles en comparación con las del tipo de láminas rectangulares (Mujiman, Priyosulistyo, Sulistyo, & Prayitno, 2014), además se encontró que el agua de la caña guadua en calidad es superior a la del río y se establece como agua apta para el consumo humano, además de que en invierno una hectárea obtuvo 20205,5 litros de agua y en verano 6827,5 litros de agua. (Davila, 2013). Con la guadua angustifolia como materia prima en la obtención de base de celulosa, es un polímero orgánico, consta de unidades anhidroglicosada unidas por un enlace de oxígeno formando cadenas moleculares largas, hidrolizada a D-glucosa unidas por enlaces glicosídicos B (1,4). El grado de polimerización es de 1000 para pulpa de madera, hasta 3000 para fibras de algodón Jiménez et al (2011). La composición esta por un 60-80 % de celulosa y hemicelulosa, un 5 – 20 % de lignina, hasta un 5 % de pectina y agua (Morán, Vazquez y Cyras, 2008). Mientras (García García, Bordado, Dopico y Cordero, 2013) utilizó bagazo integral fue sometido a un proceso de cocción a la soda, utilizando un 16 % de Na_2O sobre pulpa, en el mismo digestor utilizado anteriormente a una temperatura de 160 °C, tiempo de 45 minutos e hidromódulo de 1:6. Mientras (Da Silva, De Oliveira, Da Silva Neto, Pimentel, & Do Santos, 2015) concluye que las pulpas con mayores concentraciones de hemicelulosas forman papel con menor volumen, mayor resistencia al drenaje y mayor resistencia a la tracción.

2 | METODOLOGÍA

La metodología utilizada es científica experimental, apoyada con el método comparativo entre los diferentes tamaños de partículas utilizadas para la obtención de base de celulosa de bambú.

En el proceso realizado se tomó en cuenta el método aplicado por la investigación de (Rosero et al, 2017) en que indica para la obtención de base de celulosa de bambú se utilizó el método alcalino utilizando hidróxido de sodio en escamas utilizando normas y adaptaciones a nuestro medio. Los resultados obtenidos fueron analizados en el laboratorio de la carrera de textiles de la Universidad Técnica del Norte aplicando técnicas estadísticas de tendencia central, dispersión y confiabilidad.

Los equipos utilizados son: Molino triturador manual construcción nacional sin marca. Balanza de precisión 0,0001g marca Radwag. Equipo de secado Vacuum Drying oven, 220 Voltios y 15 amperios. Autoclave de tintura marca Renigal española N°194/1369, Modelo ST tipo D 220 voltios, 22 KW, 10 amperios, 43/86 Lnm/min. Vasos de precipitación de 100 y 150 MI y Una cernidora de nylon. Los materiales utilizados son: Hidróxido de sodio en escamas 99,99% de concentración.

El proceso de obtención, de base de celulosa de bambú angustifolia “Bambusoideae”, inicia con la materia prima, proveniente del sector de lita, Provincia de Imbabura. Con las características, longitud 9 m, diámetro 10 cm, secado al ambiente de color amarillo, se cortó en tirillas angostas de 50 cm y utilizando pinza manual se corta en pequeños fragmentos de 1,5 cm, para alimentarse al molino, en su interior, contiene un tornillo sin fin, que traslada a los fragmentos hacia adelante, donde se encuentran dos discos con dientes en su interior regulados entre sí que giran en forma circular produciendo partículas más pequeñas de 20 x 20 mm, 15 x 1mm, 5 x 1mm, 0,05 x 0,05mm indicados en la figura 1.



Figura 1. Proceso de obtención de bambú triturado

A continuación, se colocaron las partículas en el equipo autoclave, que contiene reactores cilíndricos para alta temperatura de longitud 20 cm y diámetro 5 cm, en su interior contiene una canastilla con movimiento vertical de acero inoxidable, además se coloca agua, con una relación de baño 1:10 y un porcentaje de 50% de hidróxido de sodio en escamas, en relación al peso del material bambú, una vez sellado el reactor, se coloca en el interior del autoclave, que contiene aceite térmico y se calienta con corriente eléctrica 220 V, Una vez introducido se deja con movimiento durante 6h y se retiran los reactores donde se observa la lignina disuelta con el agua de color café pardo y se procede a filtrar, en un cernidero de nylon plástico reteniendo la celulosa, se lava, en una corriente de agua y se seca en el equipo vacuun oven a 115 durante una hora, luego se extrae las muestras y se deja en reposo a un ambiente a 19 y 71 % HR. Para conocer el porcentaje de lignina extraído se coloca en los frascos de precipitación la solución color pardo extraída, se evapora utilizando una cocineta eléctrica a 110 V, durante 120 minutos a baño María, para pesar en la balanza digital; los porcentajes de base de celulosa fueron obtenidos aplicando la ecuación 1.

$$\% = \frac{\text{peso obtenido}}{\text{peso inicial}} \times 100 \quad \text{Ecuación 1.}$$

En la figura 2. Se demuestra la metodología implementada, del proceso desde la

trituration del bambú, canastilla de almacenamiento, autoclave de calentamiento, lignina obtenida, base de celulosa separada y lavada, mufla de secado para celulosa, cocineta eléctrica para separar la lignina del agua y los cuatro tipos de celulosa obtenidos, indicados en la figura 2.

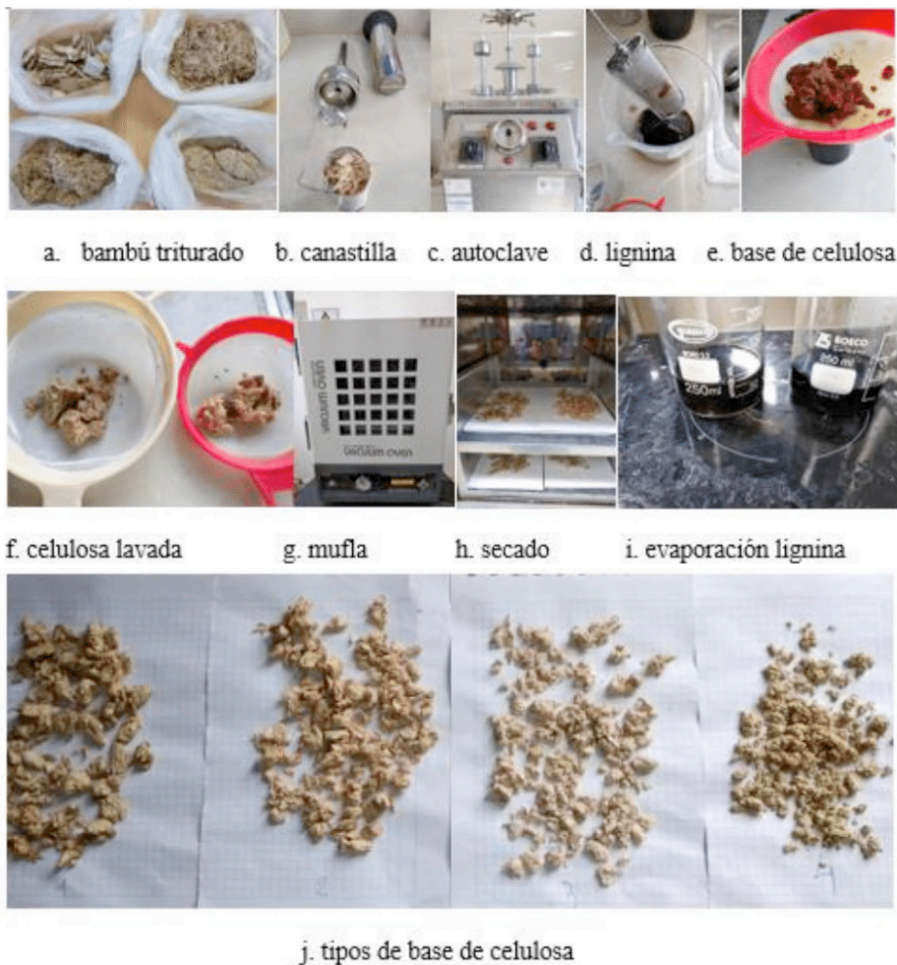


Figura 2. Proceso de obtención de base de celulosa de bambú, en relación al tamaño de partícula

Los datos encontrados se analizaron utilizando el programa estadístico Past 3 para encontrar la confiabilidad de sus datos

3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del proceso obtenido con todos sus parámetros se detallan en la tabla

1. Donde se observa, que al utilizar 50% de hidróxido de sodio, tiempo 6 h, con una relación de baño 1:10, en relación al peso del material de bambú y variando el tamaño de partícula, tiene una variación en sus porcentajes, porque, mientras más pequeñas las partículas, se desintegra más la lignina de su alrededor, la que mantiene unido las microfibras de celulosa y otorga resistencia al bambú.

| Peso de bambú (g) | Tamaño de la partícula (mm) | Hidróxido de sodio (g) | Relación de baño 1:10 (mL) | Tiempo (h) | Base de celulosa (g) | Lignina e hidróxido de sodio (g) | Base de celulosa (%) | Lignina (%) |
|-------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|-------------|
| 10,130 | 20 | 50 | 100 | 6 | 4,376 | 10,921 | 43,198 | 56,802 |
| 10,010 | 15 | 50 | 100 | 6 | 4,489 | 10,991 | 44,845 | 55,155 |
| 10,921 | 5 | 50 | 100 | 6 | 3,670 | 18,321 | 33,605 | 66,395 |
| 10,991 | 0,05 | 50 | 100 | 6 | 2,595 | 15,567 | 23,610 | 76,390 |

Tabla 1. Diseño experimental y resultados de Porcentajes de base de celulosa de bambú y lignina en relación al tamaño de la partícula

Para confirmar el pronóstico, se ejecutó mediante el software Past 3 y se realizó la validación de los datos en, peso de bambú, tamaño de partícula, base de celulosa, lignina e hidróxido de sodio. Ejecutando el análisis test de normalidad y análisis de variación para conocer la confiabilidad de los datos, observando que las tomas de las muestras son distribuciones normales que se encuentran dentro de lo normal, con una confiabilidad del 95% ($p > 0.05$) detallada en la tabla 2.

| Análisis | Peso de bambú (g) | Tamaño de partícula (mm) | Base de celulosa (g) | Lignina e hidróxido de sodio (g) |
|--------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|----------------------------------|
| N | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Shapiro-Wilk W | 0,8171 | 0,9493 | 0,8855 | 0,8622 |
| p(normal) | 0,1365 | 0,7115 | 0,3628 | 0,2681 |
| Anderson-Darling A | 0,428 | 0,22 | 0,3194 | 0,352 |
| p(normal) | 0,1407 | 0,6058 | 0,3181 | 0,2505 |
| p(Monte Carlo) | 0,1546 | 0,7576 | 0,3847 | 0,3048 |
| Jarque-Bera JB | 0,6352 | 0,4493 | 0,5109 | 0,5004 |
| p(normal) | 0,7279 | 0,7988 | 0,7746 | 0,7786 |
| p(Monte Carlo) | 0,1932 | 0,5834 | 0,4007 | 0,4229 |

Tabla 2. Normalidad y confiabilidad de los resultados

Al analizar el coeficiente de variación de los datos, mediante el método blox plot, se encuentra que la base de celulosa y la lignina e hidróxido de sodio tienen una desviación alta inferior y superior respectivamente, seguramente se debe por el aumento de residuo obtenido luego de la separación de la celulosa entre 10,921 hasta 18,321 g mientras las partículas en el orden de 0,05 a 20 mm se encuentran en proporción normal y la variación en relación al peso de bambú y base de celulosa obtenida, se encuentran dentro de lo normal por los pesos utilizados de bambú entre 10, 991 y 10,010 g y la celulosa obtenida entre 2,595 hasta 4,489 g demostrado en la figura 3.

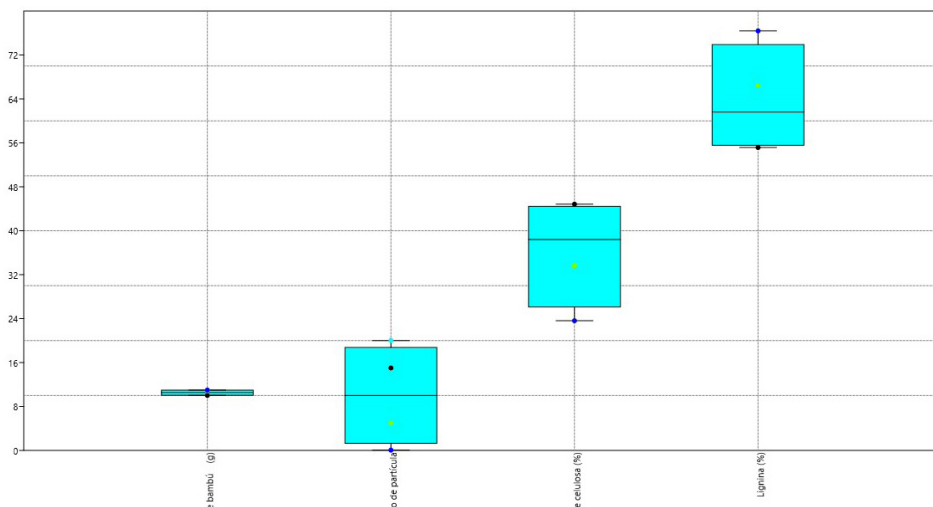


Figura 3. Análisis de la varianza de los datos utilizando el método bar chat / plot

Analizando por método Matrix, con un tamaño de partícula de 20 mm detallado de (color rojo), tiene relación en mayor separación de la lignina e hidróxido de sodio en el orden de 10,921 g (color tomate), a medida que disminuye la partícula en 0,05 mm detallado de (color azul eléctrico) disminuye la celulosa obtenida en 2,595 g (color azul eléctrico), manteniendo una relación directa demostrado en la figura 4.

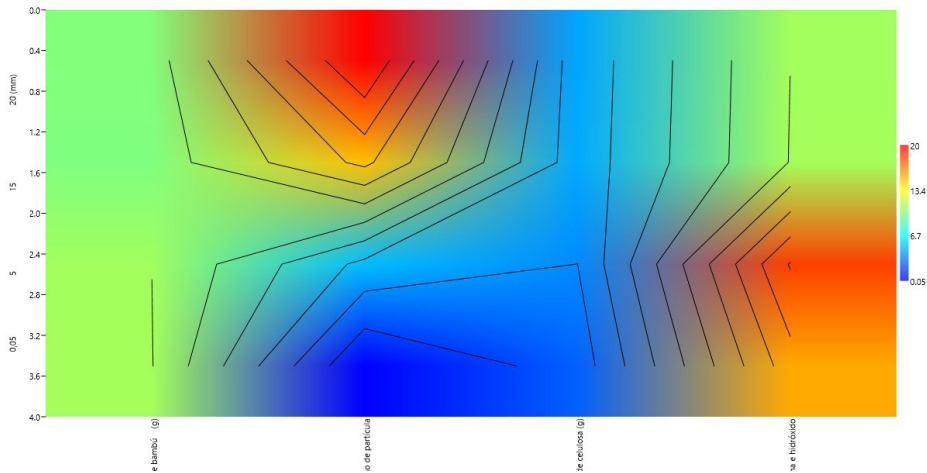


Figura 4. Similitud y relación entre los datos de las muestras

La tendencia, cómo evoluciona la base de celulosa y la separación de lignina, en relación al tamaño de la partícula, indica que al disminuir el tamaño de la partícula de 20 a 0,05 mm también disminuye la base de celulosa de 4,376 a 2,595 g, es decir son directamente proporcionales entre ellos, caso contrario sucede con la lignina separada de la base de celulosa aumentando de 10,921 a 15,567 g respectivamente, siendo indirectamente proporcional a la celulosa y al tamaño de la partícula como se indica en la figura 5.

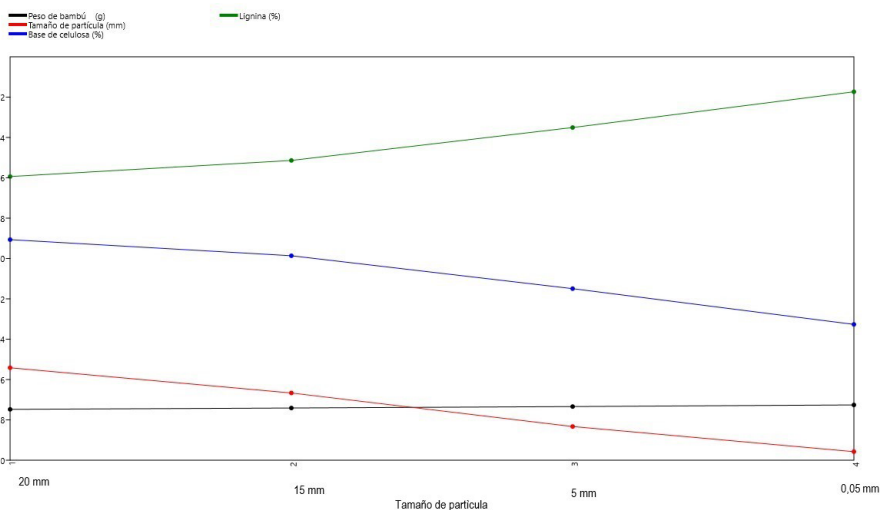


Figura 5. Evolución de la base de celulosa y lignina

Según la investigación de (Larrotta, 2015). Con el contenido de celulosa obtenido del bagazo de la caña de azúcar en un porcentaje de 42%. Cotejando con los obtenidos en esta investigación es muy similar a los porcentajes de base de celulosa de bambú con respecto al tamaño de la partícula y lignina, indicando que existe una tendencia a disminuir la celulosa de 43,19 a 23,61% mientras se disminuye el tamaño de la partícula de 20 a 0,05 mm. Caso contrario ocurre con el residuo de lignina aumentando de 56,80 a 76,39%. Esto posiblemente sucede, porque mientras más grande la partícula de bambú a procesar tiene mayor resistencia a la solución de hidróxido de sodio utilizada con 50g no permitiendo el ingreso a los espacios intermoleculares, mientras la partícula pequeña es desintegrada en mayor proporción. Por esta razón se consigue un mayor porcentaje de celulosa como se demuestra en la figura 6.

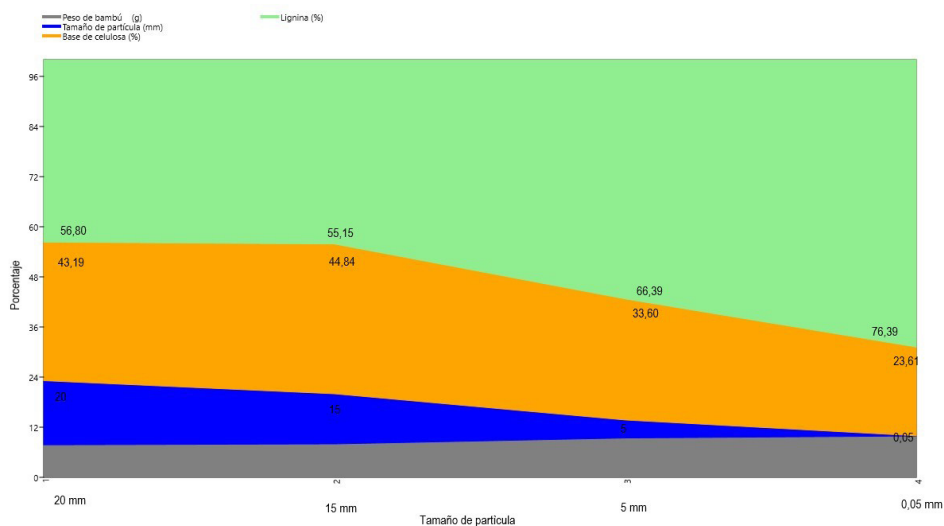


Figura 6. Porcentaje de base de celulosa y lignina en relación al tamaño de partícula

4 | CONCLUSIONES

- Al desarrollar la investigación se obtuvo resultados indicando que el porcentaje de base de celulosa máximo alcanzado es 44,84% utilizando un tamaño de partícula de 15 mm comparando con las demás muestras 20, 5 y 0,05 mm, demostrando que mientras disminuye la partícula a 0,05 mm se consigue menos celulosa llegando al 23,61% y aumentando el porcentaje del residuo de lignina desprendido del bambú a 76,39%, probablemente se debe a la dureza del bambú que lo recubre y concentración de hidróxido de sodio de 50% en relación a su peso utilizado que destruye la base de celulosa obteniendo porcentajes bajos.

REFERENCIAS

Da Silva, J., De Oliveira, R., Da Silva Neto, A., Pimentel, V. C., & Do Santos, A. D. (2015). Extraction, Addition and Characterization of Hemicelluloses from. *Procedia Materials Science*, 8, 793-801. doi:<https://doi.org/10.1016/j.mspro.2015.04.137>

Davila, P. R. (2013). Percepciones locales versus evidencia científica sobre la relación entre el bambú y el agua en el Cantón Bucay, Provincia del Guayas, Ecuador. *Tesis de Maestría no publicada*. Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad de Cuenca. Recuperado el 24 de 12 de 2018

García García, L., Bordado, L. E., Dopico, R. D., & Cordero, F. D. (Enero-abril de 2013). Obtención de celulosa microcristalina a partir del bagazo de la caña de azúcar. *ICIDGA. Sobre los derivados de la caña de azúcar*, 47(1), 57-63. Recuperado el 25 de 12 de 2018, de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223126409008.pdf>

INBAR. (Abril de 2015). Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú en Ecuador con énfasis en la especie *Guadua angustifolia*. 4-196. (A. Soria, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador: Red internacional de bambú y ratán, INBAR. Recuperado el 24 de 12 de 2018, de <https://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/GABAR-Cadena-Bambu-Ecuador.pdf>

Jiménez, G., & et al. (Diciembre de 2011). Obtención de carboximetil celulosa usando leña como materia prima. *Revista Iberoamericana de polímeros*, 12(6). Recuperado el 25 de Mayo de 2017, de <http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/DIC11/genire.pdf>

Larrotta, A. F. (2015). Obtención de nonofibras de celulosa catiónica a partir del bagazo de la caña de azúcar y teñidas con colorante reactivo aniónico para la aplicación textil. 1-61. Tunja, Colombia: Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia. Recuperado el 24 de 12 de 2018, de <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1421>

Lavado, F. E. (2013). *La industria textil y su control de calidad* (Vol. II). Creative Commons. Recuperado el 06 de 07 de 2017, de https://books.google.com.ec/books?id=a19HRXxdx6kC&pg=PA87&dq=fibra+textil+regenera&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=fibra%20textil%20regenera&f=false

Morán, J., Vazquez, A., & Cyras, V. P. (16-17 de Octubre de 2008). Extracción de celulosa y obtención de nanocelulosa a partir de fibra sisal - caracterización. *Asociación Argentina de Materiales*, 1-6. Recuperado el 06 de 04 de 2017, de http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/jovenesSAM08/Trabajos_completos/14.Materiales%20Nanoestructurados/14067MoranJ.pdf

Mujiman, Priyosulistyo, H., Sulistyo, D., & Prayitno, T. (2014). Influencia de la forma y las dimensiones de la lámina en la resistencia al corte y a la flexión de la viga de bambú laminada con pegamento vertical. *Procedia Engineering*, 95, 22-30. Recuperado el 07 de 03 de 2021, de <https://www.sciencedirect.com/journal/procedia-engineering/vol/95/suppl/C>

Rosero, E., Rosero, P., Esparza, W., & Esparza, D. (2017). II Jornadas de Investigación Científica. En U. T. Norte, & UTN (Ed.). Ibarra, Imbabura, Ecuador: UTN. Recuperado el 24 de 12 de 2018, de <https://issuu.com/utnuniversity/docs/ebook-ii-jornadas-internacionales-u>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorbância 72, 73, 205, 212, 214

Adsorção 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 121, 127, 184, 186, 189, 190, 191, 192, 196, 201, 204, 205

Adsorvente 58, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 69, 71, 72, 74, 79, 184, 186, 187, 188, 189, 190, 191

Águas superficiais 208, 209

Ambiente aquático 132, 185, 194

Analito 59, 60, 61, 62, 64, 65

B

Bactérias 128, 130, 136, 142, 146, 209

Bioadsorventes 58, 184, 218

Biocombustíveis 83, 158

Biodegradável 107, 158

Biodiesel 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 173

Biogás 179

Biomassa 59, 65, 82, 83, 84, 86, 87, 92, 119, 120, 121, 123, 124, 128, 160

C

Carbono 7, 13, 16, 21, 30, 40, 54, 83, 210, 212

Celulose 59, 60, 66, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 89, 90, 105, 116, 119, 120, 121, 124, 189

Coagulante 108, 117

Coliformes 116, 141, 142, 143, 145, 146

Condensador 148, 149, 150, 152, 153

Contaminação 26, 69, 215

Contaminantes emergentes 56, 185

Copolímero 13, 14, 20, 38

D

Degradação 65, 85, 127, 182, 194, 195, 197, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 209, 210, 212, 213, 214, 215, 216

Densidade 11, 29, 58, 107, 108, 112, 113

Desenvolvimento sustentável 2, 11

Dessorção 196, 201

Destilação 152

Diesel 157, 158, 160, 169, 170, 172, 173, 175, 176, 177, 179

Dióxido de titânio (TiO₂) 210

E

Ecosistema 129, 130

Espectroscopia 54, 61, 83, 86, 90, 184, 196

Estação de tratamento de esgoto (ETE) 65, 218

Estrutura amorfa 82, 83

F

Fármacos 64, 184, 185, 186, 194, 208

Fibras 60, 83, 86, 87, 96

Floculante 105, 106, 107, 110

Fluido 55, 148, 149, 150, 167

Fotoatividade 195, 213

Fotocatalisador 194, 203, 204, 210, 213

Fotocatálise heterogênea 194, 210

G

Granulometria 3, 4, 63, 84, 120, 190, 208, 212, 213, 216

H

Hidrofílico 21, 58

I

Indústria química 148

In natura 14, 59, 61, 64, 65, 67, 69, 71, 73, 74, 80, 83, 84, 85, 86, 87, 92, 120, 187, 188

L

Lignina 60, 61, 66, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 108, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 119, 120

M

Mananciais 2, 208

Materiais lignocelulósicos 56, 59, 60, 61, 85, 120

Matéria-prima 2, 83

Matrizes ambientais 183

Meio ambiente 1, 2, 70, 80, 82, 87, 106, 116, 126, 128, 181, 184

Metais 2, 55, 56, 57, 58, 62, 63, 64, 69, 70, 127, 130, 138, 186, 210, 218

Microscopia eletrônica de varredura (MEV) 62, 184, 196, 211, 212

Mineral 70

Mineralização 212, 215

N

Nanomateriais 40

Nanopartículas 184, 186, 187, 188, 192, 194, 195, 197, 212, 213

O

Óleos 13, 14, 16, 17, 20, 22, 25, 26, 29, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 157, 158, 160, 161, 162, 164, 169

Otimização 20, 54, 56, 58, 62, 63, 84, 105, 106, 122, 153, 165, 166, 168, 170

Oxidação 54, 63, 70, 127, 160, 194, 204, 215

P

Patógenos 127, 141, 209

Polímero 14, 60, 96, 106, 107, 112, 119

Polissacarídeos 61

Pré-tratamento 58, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 119, 120, 124, 125, 180, 182, 183, 210

Processos industriais 70, 82, 83

Processos oxidativos avançados 57, 194, 195, 208, 209, 210, 218

R

Radiação 61, 132, 195, 196, 200, 210, 216, 218

Reaproveitamento 1, 3, 12, 56, 126, 136, 138

Recursos hídricos 69, 127, 128

Remediação ambiental 56, 58, 218

Remoção 57, 59, 64, 65, 67, 69, 70, 73, 74, 78, 79, 82, 84, 87, 88, 105, 110, 113, 114, 115, 116, 127, 128, 130, 131, 139, 163, 182, 183, 184, 185, 186, 190, 191, 192, 201, 216, 218

Renovável 82, 83, 158, 160, 161

Resíduo 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 67, 81, 82

Resistência 1, 2, 7, 9, 10, 11, 14, 25, 58, 82, 118, 119, 122, 123, 124, 208

S

Semicondutor 213

Superfície 21, 61, 78, 79, 84, 110, 115, 130, 131, 132, 133, 143, 149, 186, 187, 188, 190,

196, 197, 204, 205, 211

T

Temperatura 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 17, 31, 63, 84, 95, 96, 98, 111, 112, 119, 120, 127, 136, 143, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 159, 161, 164, 166, 168, 182, 183, 187, 188, 189, 196, 197

Toxicidade 70, 194, 195, 209

Tratamento de efluentes 56, 57, 58, 65, 105, 126, 139, 208

Trocador de calor 148, 149, 152, 153, 154

Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021

Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021