

Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química 2

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2020

Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química 2

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
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
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
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. 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
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
 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
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
 Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Douglas Santos Mezacas -Universidade Estadual de Goiás
 Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 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. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
 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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A946 Avanços das pesquisas e inovações na engenharia química 2
[recurso eletrônico] / Organizadora Jéssica Verger Nardeli. –
Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.
 Modo de acesso: World Wide Web.
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-65-86002-51-5
 DOI 10.22533/at.ed.515202403

1. Engenharia química – Pesquisa – Brasil. I. Nardeli, Jéssica Verger.

CDD 660.76

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A coleção “Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química volume 2” é uma obra que tem como foco principal a discussão e divulgação científica por meio de trabalhos com diferentes funcionalidades que compõe seus capítulos. O volume abordará em especial trabalhos que contribuem a nível educacional e aplicado tanto na área de engenharia química, química e tecnologias.

O objetivo central foi apresentar de forma categorizada e clara estudos correlacionados a energias renováveis, aproveitamento de resíduo agroindustrial, desenvolvimento de simulador de processos, simulação de custos de produção, e em especial estudos correlacionados a nível educacional por meio de jogos didáticos, quiz educativo com foco na aprendizagem de reações químicas e tabela periódica. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado à aproveitamento de resíduos, disseminação de conhecimento, otimização de procedimentos e metodologias, dentre outras abordagens importantes na área de exatas e engenharia. O avanço das pesquisas e divulgação dos resultados tem sido um fator importante para o desenvolvimento da ciência e estímulo de inovação.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área de exatas e engenharia química aplicada e educacional. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes metodologias, abordagens, otimização de processos, caracterização com técnicas substanciais, reutilização de resíduos de regiões específicas do país é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse tanto no meio acadêmico como social.

Deste modo a obra “Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química volume 2” apresenta estudos fundamentados nos resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que arduamente desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores explorarem e divulgarem seus resultados.

Jéssica Verger Nardeli

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
EXTRAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO DE ÓLEO DE BARU ASSISTIDA POR ENERGIA SOLAR	
Caroline Santos Silva Lucas Rodrigo Custódio Kássia Graciele dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.5152024031	
CAPÍTULO 2	12
APROVEITAMENTO DO RESÍDUO AGROINDUSTRIAL DO CAFÉ NA PRODUÇÃO DE BIOCHAR PARA IMOBILIZAÇÃO DE LIPASE <i>RHIZOPUS ORYZAE</i> E SÍNTESE DE PALMITATO DE CETILA	
Danyelle Andrade Mota Jefferson Cleriston Barros dos Santos Lays Carvalho de Almeida Álvaro Silva Lima Laiza Canielas Krause Cleide Mara Faria Soares	
DOI 10.22533/at.ed.5152024032	
CAPÍTULO 3	26
ANÁLISE DA PERDA AO FOGO DE CORPOS DE PROVA CERÂMICOS FORMULADOS COM CINZA LEVE PROVENIENTE DA GASEIFICAÇÃO DO CARVÃO MINERAL PULVERIZADO	
Gabryella Cerri Mendonça Cristiano Corrêa Ferreira Flávio André Pavan	
DOI 10.22533/at.ed.5152024033	
CAPÍTULO 4	34
ESTABILIDADE E COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE POLPA DE CUPUAÇU (<i>Theobroma grandiniflorum</i>) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES E TEMPERATURAS	
Simara Ferreira Borges Harvey Alexander Villa Vélez Romildo Martins Sampaio Valkerline Pinto Pires Audirene Amorim Santana	
DOI 10.22533/at.ed.5152024034	
CAPÍTULO 5	44
ESTIMATIVA DE VARIÁVEIS DE ESTADO EM MODELO DE HIDRÓLISE DE MATÉRIAS GRAXAS	
Camila Santana Dias Leandro Santos Monteiro Bruno Marques Viegas Diego Cardoso Estumano Nielson Fernando da Paixão Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.5152024035	
CAPÍTULO 6	59
APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE MONTE CARLO VIA CADEIA DE MARKOV PARA ESTIMATIVA DE PARÂMETROS DE MODELOS DE BALANÇO POPULACIONAL PARA SISTEMAS PARTICULADOS	
Carlos Henrique Rodrigues de Moura Diego Cardoso Estumano João Nazareno Nonato Quaresma	

Emanuel Negrão Macêdo
Bruno Marques Viegas
Leandro Santos Monteiro
Diego Sousa Lopes

DOI 10.22533/at.ed.5152024036

CAPÍTULO 7 73

APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE MONTE CARLO VIA CADEIA DE MARKOV PARA ESTIMATIVA DE PARÂMETROS EM MODELO DE BALANÇO POPULACIONAL DE CRISTALIZAÇÃO DE GIBBSITA COM CINÉTICA CONSTANTE

Carlos Henrique Rodrigues de Moura
Diego Cardoso Estumano
João Nazareno Nonato Quaresma
Emanuel Negrão Macêdo
Bruno Marques Viegas
Leandro Santos Monteiro
Diego Sousa Lopes

DOI 10.22533/at.ed.5152024037

CAPÍTULO 8 85

APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MONTE CARLO VIA CADEIA DE MARKOV PARA ESTIMATIVA DE PARÂMETROS EM MODELOS DE CURVAS DE RUPTURA

João Paulo de Souza Coutinho
Ianka Cristine Benicio Amador
Bruno Marques Viegas
Nielson Fernando da Paixão Ribeiro
Diego Cardoso Estumano

DOI 10.22533/at.ed.5152024038

CAPÍTULO 9 100

DESCRIÇÃO FÍSICA DE FIBRAS DE COCO (*COCO NUCIFERA L.*) SUBMETIDAS A TRATAMENTO EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE MACERAÇÃO

Nayara Maria Monteiro da Silva
Carla Arnaud de Azevedo
Alefhe Bernard Cordovil Mascarenhas
Raíssa Cristine Santos de Araújo
Gabriela Nascimento Vasconcelos
Rafael Maia de Oliveira
Elza Brandão Santana
Lênio José Guerreiro de Faria

DOI 10.22533/at.ed.5152024039

CAPÍTULO 10 116

DESENVOLVIMENTO DE UM SIMULADOR DE PROCESSOS USANDO LINGUAGEM VISUAL BASIC FOR APPLICATIONS (VBA) PARA A OXIDAÇÃO DO TOLUENO

Herbert Senzano Lopes
Vanja Maria de Franca Bezerra
Matheus Henrique Antonio Aboukalam da Cruz
Osvaldo Chiavone-Filho
Carlson Pereira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.51520240310

CAPÍTULO 11 123

O USO DA EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA FACILITADORA PARA O ENSINO DE REAÇÃO DE DUPLA TROCA

Luciane Neves Ribeiro
Charles Garcia da Cunha
Joseane Cunha da Conceição
Layze Maria da Silva e Silva
Lindsey Bianca Araújo Fialho
Suzianne Saldanha da Silva
Vitor dos Santos de Carvalho
Miracleide de Araújo Batista Carneiro
Kelly das Graças Fernandes Dantas
Patrícia Santana Barbosa Marinho

DOI 10.22533/at.ed.51520240311

CAPÍTULO 12 130

O LÚDICO ATRAVÉS DE JOGOS DIDÁTICOS COMO AUXÍLIO EM AULAS DE TABELA PERIÓDICA PARA ALUNOS DO 9º ANO

Manoel Leão Lopes Junior
Lourivaldo Silva Santos
Marivaldo José Costa Corrêa
Raílda Neyva Moreira Araújo
Haroldo da Silva Ripardo Filho
Luely Oliveira da Silva
Catarina Estumano Bandeira
Lucio Flavio Pires Santos
Jéssica de Souza Viana
Felipe Augusto da Silva Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.51520240312

CAPÍTULO 13 140

SIMULAÇÃO EM SUPERPRO DESIGNER DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DO FUNGO *Metarhizium anisopliae* POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SOLIDO

Antonio Dheyson da Silva Oliveira
Rodrigo Silva Dutra
Sebastian Ospina Corral
Cristian Orlando Avila
Carlos Eduardo Orrego
Lina María Grajales

DOI 10.22533/at.ed.51520240313

CAPÍTULO 14 152

O PROCESSO DE FISCALIZAÇÃO DO CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA 6ª REGIÃO PA/AP

Denise de Mello Lima
Dionis Rogério Costa Peixoto
Cristiane Maria Leal Costa
Célio Augusto Gomes de Souza
Antonio Claudio Lima Moreira Bastos
Allysson Bruno Almeida Ramos

DOI 10.22533/at.ed.51520240314

CAPÍTULO 15 159

QUIZ EDUCATIVO: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE TABELA PERIÓDICA

Layze Maria da Silva e Silva

Luciane Neves Ribeiro
Joseane Cunha Da Conceição
Vitor Dos Santos De Carvalho
Suzianne Saldanha Da Silva
Lindsey Bianca Araujo Fialho
Charles Gracia da Cunha
Miracleide De Araújo Batista Carneiro
Kelly Das Graças Fernandes Dantas
Patrícia Santana Barbosa Marinho

DOI 10.22533/at.ed.51520240315

CAPÍTULO 16 164

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DA BIOMASSA DO FUNGO *ASPERGILLUS SP*, ISOLADO COMO ENDOFÍTICO DA ESPÉCIE *Paspalum maritimum* TRIN

Manoel Leão Lopes Junior
Lourivaldo Silva Santos
Marivaldo José Costa Corrêa
Raílida Neyva Moreira Araújo
Haroldo da Silva Ripardo Filho
Luely Oliveira da Silva
Lucio Flavio Pires Santos
Jéssica de Souza Viana
Felipe Augusto da Silva Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.51520240316

CAPÍTULO 17 173

ATIVIDADE FITOTÓXICA DA BIOMASSA PRODUZIDA PELO FUNGO ENDOFÍTICO *Glomerella cingulata*

Manoel Leão Lopes Junior
Lourivaldo Silva Santos
Marivaldo José Costa Corrêa
Raílida Neyva Moreira Araújo
Haroldo da Silva Ripardo Filho
Luely Oliveira da Silva
Lucio Flavio Pires Santos
Jéssica de Souza Viana
Felipe Augusto da Silva Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.51520240317

CAPÍTULO 18 181

CHEMICAL CONSTITUENTS AND LARVICIDAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL FROM *Murraya koenigii* (L.) Spreng. (RUTACEAE) AGAINST *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

Camila Aline Romano
Matheus Gabriel de Oliveira
Matheus de Sousa Melo Morais
Andressa Tuane de Santana Paz
Liliane de Sousa Silva
Heloisa Helena Garcia da Silva
Ionizete Garcia da Silva
Adelair Helena dos Santos
José Realino de Paula

DOI 10.22533/at.ed.51520240318

CAPÍTULO 19 192

ESTIMATIVA DA CURVA DE RUPTURA DO PROCESSO DE ADSORÇÃO ATRAVÉS DO ALGORITMO

DE REAMOSTRAGEM POR IMPORTÂNCIA

Ianka Cristine Benicio Amador
Bruno Marques Viegas
Diego Cardoso Estumano
Emanuel Negrão Macêdo
Nielson Fernando da Paixão Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.51520240319

CAPÍTULO 20 205

DETERMINAÇÃO DO PERFIL ÓTIMO DE TEMPERATURA PARA UM BIOPROCESSO EM BATELADA DE PRODUÇÃO DE PENICILINA REPRESENTADO POR UM MODELO MATEMÁTICO

Samuel Conceição de Oliveira
Angel Gustavo Tolaba

DOI 10.22533/at.ed.51520240320

CAPÍTULO 21 218

AVANÇOS RECENTES E PERSPECTIVAS FUTURAS NA MODELAGEM MATEMÁTICA DO PROCESSO DE REMOÇÃO DE SULFATO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS INDUSTRIAIS EM BIORREATOR ANAERÓBIO DE LEITO FIXO OPERADO EM BATELADAS SEQUENCIAIS

Samuel Conceição de Oliveira
Arnaldo Sarti

DOI 10.22533/at.ed.51520240321

SOBRE A ORGANIZADORA..... 228

ÍNDICE REMISSIVO 229

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DA BIOMASSA DO FUNGO *Aspergillus sp*, ISOLADO COMO ENDOFÍTICO DA ESPÉCIE *Paspalum maritimum* TRIN

Data de aceite: 16/03/2020

Marabá-Pará

<http://lattes.cnpq.br/5926132844102399>

Lucio Flavio Pires Santos

Instituto Federal do Pará, Curso de Licenciatura
em Química
Belém-Pará

<http://lattes.cnpq.br/4782335225096305>

Jéssica de Souza Viana

Universidade Federal do Pará, Curso de Química
Bacharelado
Belém-Pará

<http://lattes.cnpq.br/7497062198173714>

Felipe Augusto da Silva Bezerra

Universidade Federal do Pará, Curso de Química
Bacharelado
Belém-Pará

<http://lattes.cnpq.br/5913273634101416>

Manoel Leão Lopes Junior

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-
graduação em Química
Belém-Pará

<http://lattes.cnpq.br/1527237878128348>

Lourivaldo Silva Santos

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-
graduação em Química
Belém-Pará

<http://lattes.cnpq.br/3232898465948962>

Marivaldo José Costa Corrêa

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-
graduação em Química
Belém-Pará

<http://lattes.cnpq.br/3604276222907354>

Raílda Neyva Moreira Araújo

Escola Estadual de Ensino Médio Agostinho
Morais de Oliveira
Inhangapi – Pará

<http://lattes.cnpq.br/7833832825790922>

Haroldo da Silva Ripardo Filho

Instituto Federal do Amapá, Faculdade de
Química
Macapá-Amapá

<http://lattes.cnpq.br/3302593317549578>

Luely Oliveira da Silva

Universidade do Estado Pará, Faculdade de
Química

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo avaliar a atividade alelopática do extrato acetato de etila, obtido da biomassa fúngica do fungo *Aspergillus sp*, isolado como endofítico das folhas da espécie *Paspalum maritimum* Trin., tendo como variáveis a concentração e as espécies receptoras. Foram desenvolvidos bioensaios de atividades alelopáticas de germinação (a 25 °C e 12 horas de fotoperíodo) e de desenvolvimento da radícula e do hipocótilo (25 °C e 24 horas de fotoperíodo). Nos ensaios de inibição da germinação de sementes as espécies *Mimosa pudica* e *Senna*

obtusifolia não foram afetadas significativamente pelo extrato acetato de etila (AcOEt) a 1% (w/v). Nos ensaios de inibição do desenvolvimento da radícula e do hipocótilo a espécie *Mimosa pudica* foi sensível ao extrato acetato de etila a 1% (w/v), com efeitos de inibição em 55,0% e 46,7%, respectivamente. *Senna obtusifolia* não foi sensível ao extrato acetato de etila, tanto no desenvolvimento da radícula e quanto no desenvolvimento do hipocótilo.

PALAVRAS-CHAVE: Atividade alelopática, *Aspergillus sp*, *Paspalum maritimum*, Endofítico.

ALLELOPATHIC BIOMASS ACTIVITY OF THE *Aspergillus sp* FUNGUS, ISOLATED AS ENDOPHYTIC OF *Paspalum maritimum* TRIN

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the allelopathic activity of ethyl acetate extract, obtained from the fungal biomass of the fungus *Aspergillus sp*, isolated as endophytic from *Paspalum maritimum* Trin. leaves. It was performed bioassays of allelopathic germination activities (at 25 °C and 12 hours of photoperiod) and root and hypocotyl development (25 °C and 24 hours of photoperiod). In the seed germination inhibition assays, the species *Mimosa pudica* and *Senna obtusifolia* were not significantly affected by the 1% (w / v) ethyl acetate extract (AcOEt). In the root and hypocotyl development inhibition assays, the *Mimosa pudica* species was sensitive to 1% (w / v) ethyl acetate extract, with inhibition effects of 55.0% and 46.7%, respectively. *Senna obtusifolia* was not sensitive to ethyl acetate extract, both in root development and hypocotyl development.

KEYWORDS: Allelopathic activity, *Aspergillus sp*, *Paspalum maritimum*, Endophytic.

1 | INTRODUÇÃO

As plantas forrageiras constituem-se, se não na única, mas na principal fonte de alimento para os bovinos. Nos sistemas de criação em uso, o desempenho animal está associado, diretamente à qualidade da forrageira disponível aos animais. Entretanto, essas pastagens são infestadas por uma comunidade de plantas extremamente agressivas e diversificadas, que reduzem a capacidade produtiva dos pastos, redundando em prejuízos econômicos e biológicos.

O controle dessas plantas é de fundamental importância para o sucesso da atividade. De forma geral, o controle é feito com o uso de herbicidas o que impõe insatisfações face aos problemas que emergem em decorrência das perdas causadas pelo uso de herbicidas, em especial aos ambientais. Adicionalmente, muitas dessas plantas têm manifestado resistência aos herbicidas disponíveis no mercado, o que torna o problema mais grave (Duke, 2002; Tranel et al., 2011).

Encontrar alternativas que possibilitem o controle das plantas daninhas é de vital

importância para a sobrevivência da pecuária, quer em bases biológicas, ambientais ou mesmo econômicas. Nesse sentido pesquisas são desenvolvidas com o objetivo de selecionar moléculas bioativas que ao mesmo tempo em que possam ser usadas no manejo das plantas daninhas, atendam as demandas sociais em relação às questões de preservação da qualidade do ambiente, da vida silvestre e da qualidade dos alimentos da dieta dos humanos (Anaya, 1999).

Tais substâncias agem sobre processos fisiológicos e metabólicos das plantas, de forma semelhante aos herbicidas, constituindo-se possíveis substitutos aos produtos sintéticos disponíveis no mercado (Duke et al., 2000; Duke, 2002 e Einhellig, 2001). Uma das vantagens que as moléculas naturais possuem é que suas especificidades representam pouco risco para os recursos naturais e para os interesses da sociedade.

A dificuldade a vencer é referente aos procedimentos metodológicos utilizados no isolamento, identificação e caracterização do efeito fitotóxico de substâncias químicas produzidas pelas plantas, pois são processos que além de requererem muito tempo de execução, apresentam-se também onerosos e, em muitos casos os resultados obtidos fornecem aleloquímicos com baixa atividade inibitória da germinação de sementes e do desenvolvimento da radícula de espécies de plantas receptoras, ou nos casos mais comuns, as quantidades obtidas são insuficientes para a realização dos bioensaios, realizando-se apenas os procedimentos de identificação. Relatos dessas dificuldades são encontrados nos trabalhos de Fonseca (2005) e Lobo (2004).

Uma das possíveis alternativas para fazer frente a essas questões são as substâncias químicas produzidas pelas plantas (Huang et al., 2010). Toxinas produzidas por micro-organismos são também alternativas promissoras para novos produtos para uso no manejo de plantas daninhas (Dayan, 2012).

Levantamento bibliográfico sobre a ocorrência de metabólitos secundários isolados de diversas espécies de fungos endofíticos evidenciou um grande número de substâncias com diferentes bioatividades como atividade antimicrobiana, citotóxica, antiparasitária, inibidora da acetilcolinesterase, antioxidante e sendo crescente o número de novos metabólitos bioativos, potencialmente úteis. *Paspalum maritimum* é uma planta daninha que infesta área de pastagens cultivadas da Região Amazônica.

A tendência observada nas áreas de ocorrência é que essa espécie forma estandes puros, eliminando tanto as espécies cultivadas de interesse agrônomo, como é o caso da leguminosa forrageira puerária, como àquelas consideradas invasoras, como são os casos de malícia e mata-pasto. Em passado recente, Souza Filho (2006) relatou potencial atividade alelopática para *P. maritimum*, tanto para extrato bruto hidroalcoólico de folhas e rizomas, como para solo coletado em área vegetada por essa planta daninha, indicando o envolvimento de fatores químicos, tanto na agressividade como na rapidez com que essa espécie invade e domina as áreas de pastagens cultivadas.

A partir das folhas de *P. maritimum*, isolou-se como endofítico o fungo *Aspergillus* sp. Esse fungo é amplamente conhecido, mas é a primeira vez que é relatada sua

presença nessa planta. Os endofíticos são potencialmente úteis na agricultura e desempenham papel relevante como agentes inibidores de pragas e doenças (Souza et al., 2004; Pinto et al, 2002). Neste trabalho, levantou-se a hipótese de que os endofíticos podem, ainda, constituir como fontes alternativas e inovadoras de moléculas com potencial de uso no manejo de plantas daninhas, ou ainda, servir de base para a formulação de novos produtos para uso na agricultura.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Coleta e tratamento do material botânico

As folhas de *Paspalum maritimum* foram coletadas no Campo da EMBRAPA Amazônia Oriental e identificada pelo Dr. Joaquim Ivanir Gomes, pesquisador da Instituição, estando uma exsicata depositada no herbário da Instituição, sob registro de número IAN 183337.

O material botânico coletado foi processado dentro de duas horas, lavado abundantemente com água corrente e detergente neutro para retirar o excesso de epifíticos. Em câmara asséptica de fluxo laminar, o material foi imerso em álcool 70% por um minuto, em seguida hipoclorito de sódio a 3% por 4 minutos e, novamente em álcool 70% por trinta segundos, para retirar o excesso de hipoclorito. Finalmente em água destilada estéril que foi utilizada para fazer o controle da assepsia. Após a assepsia, cinco fragmentos de folhas, foram adicionados a placas de Petri com meio BDA (Batata, Dextrose, Agar), acrescido de cloranfenicol (1 mg/mL) para inibir o crescimento bacteriano no decorrer do processo do isolamento de fungos endofíticos.

2.2 Processo de isolamento e identificação do endofítico

As placas de Petri contendo os fragmentos foram incubadas a 25 °C, sendo que o material vegetal foi distribuído em triplicatas e, a partir do sétimo dia de incubação, pequenos fragmentos do meio com hifas dos fungos recém-desenvolvidos foram transferidos para outras placas contendo o meio BDA, e aplicando a técnica de sucessivos repiques obteve-se os endofíticos purificados. O micro-organismo utilizado neste estudo foi o fungo isolado das folhas de *Paspalum maritimum*. Esse fungo foi identificado como *Aspergillus sp.* Os micélios encontram-se preservados em água estéril na micoteca do Laboratório de Bioensaios e Química de Micro-organismos (LaBQuiM) da Universidade Federal do Pará com o código **FL₂P₃**.

2.3 Cultivo do micro-organismo em cereal de arroz

Para a obtenção do extrato acetato, o fungo endofítico *Aspergillus sp* foi cultivado em cereal de arroz. Foram distribuídos 4 kg de cereal de arroz Uncle Ben's® em 20 frascos de Erlenmeyer de 500 mL contendo 200 g de arroz cada. Em seguida, foi

adicionado aos frascos 160 mL de água destilada e deixado em repouso por 15 minutos para absorção do meio. Os frascos foram esterilizados em autoclave por 45 minutos a 121°C. Após resfriamento em temperatura ambiente foram adicionados 2 pellets do fungo em 19 frascos, e 1 frasco foi mantido somente com arroz para o controle. Todos os frascos foram armazenados de forma estática em temperatura ambiente longe de luz pelo período de 45 dias. Passado o período de incubação foi adicionado metanol ao sistema, ficando em repouso por 24 horas para eliminar os esporos e evitar risco de contaminação. Após esse período, o sistema foi filtrado e concentrado obtendo-se 5,4 g de Extrato do Metano-I (EM-1) A torta foi submetida à extração sequencial por maceração com hexano, acetato de etila e metanol pelo período de 5 dias para cada solvente. Após filtração e concentração do solvente foram obtidos 14,7 g de Extrato Hexânico (EH), 28 g de Extrato Acetato de Etila (EAE) e 1,2 g de Extrato Metanol-2 (EM-2). A figura 1 mostra o fluxograma que descreve o processo de obtenção dos extratos.

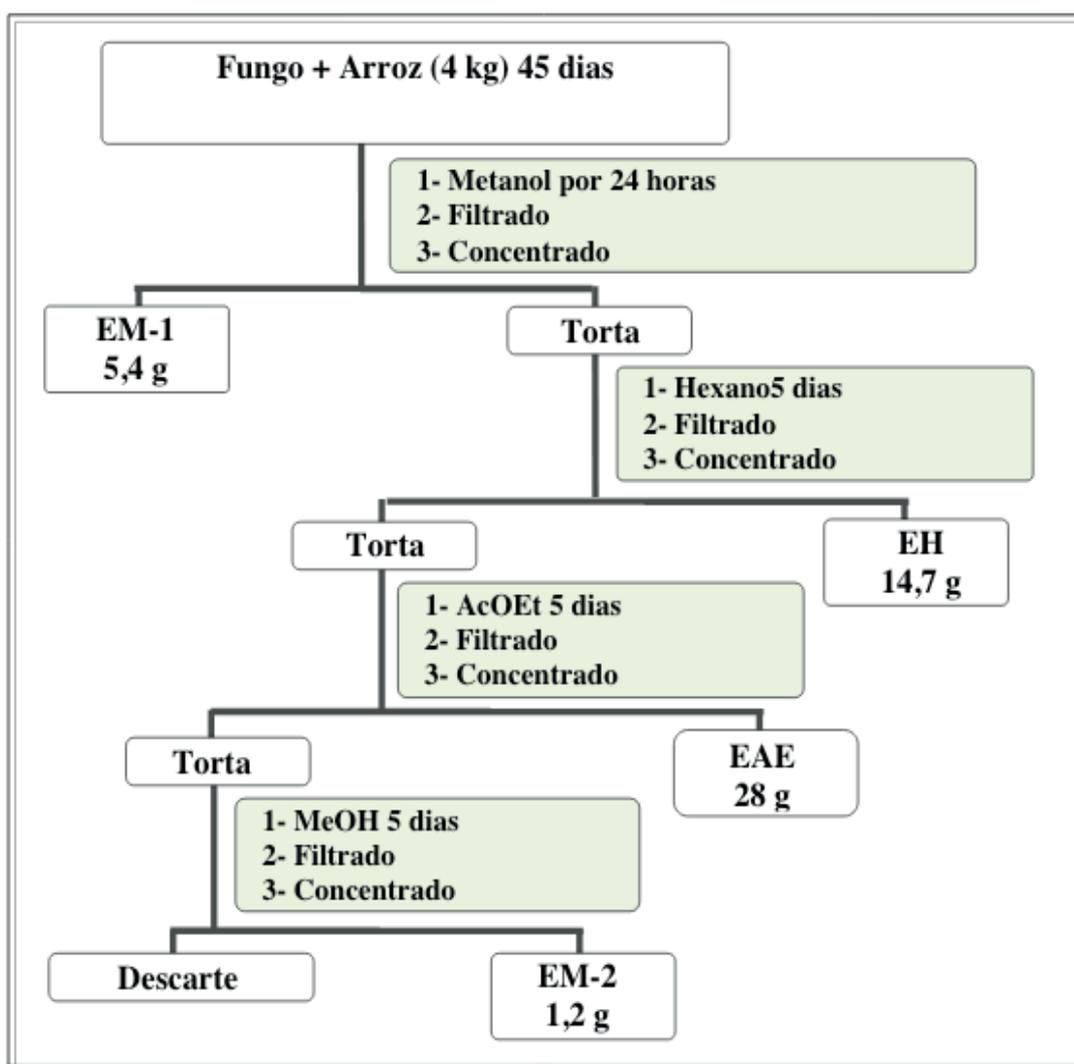


Figura 1- Fluxograma da obtenção dos extratos fúngicos.

2.4 Ensaios fitotóxicos com o extrato acetato de etila

Foram utilizadas como espécies receptoras as plantas daninhas, invasoras de área de pastagem, malícia (*Mimosa pudica*) e mata-pasto (*Senna obtusifolia*). As sementes das plantas malícia e mata-pasto foram coletadas em áreas de pastagens cultivadas do município de Castanhal-PA e passaram por processo de limpeza e superação da dormência, via imersão em ácido sulfúrico concentrado (Souza filho et al., 1998). A figura 2 mostra as sementes das espécies invasoras malícia e mata-pasto.

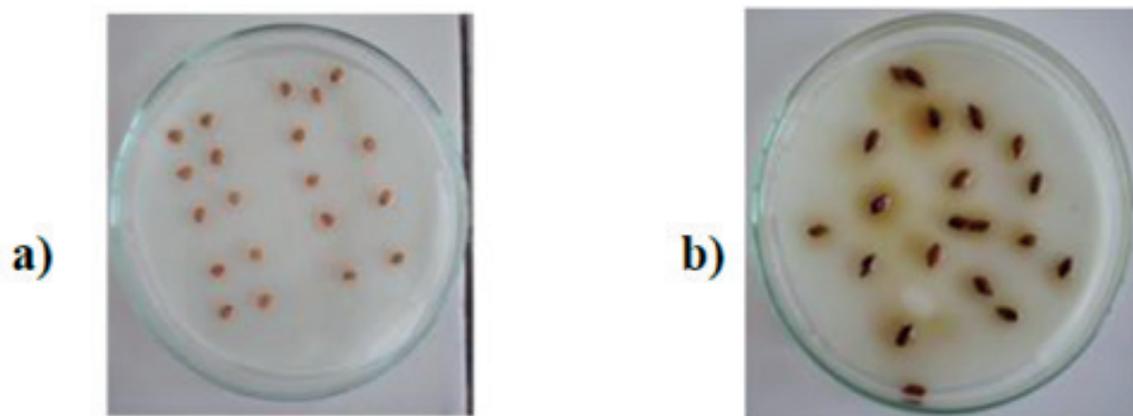


Figura 2. Sementes das espécies invasoras de pastagens: a) malícia e b) mata-pasto, respectivamente.

Os testes com a substância foram realizados nas concentrações de 100 e 150 mg L⁻¹, tendo metanol como solvente. Cada placa de Petri de 9,0 cm de diâmetro, forrada com papel de filtro qualitativo, recebeu 3,0 mL de solução. Após adição das soluções, deixou-se evaporar o solvente e adicionou-se 3,0 mL de solução aquosa fungicida (micostantin 1%), mantendo-se, dessa forma, a concentração original, e em seguida foram adicionadas às placas de Petri vinte sementes das plantas receptoras. As placas foram colocadas em câmaras de BOD com temperatura constante de 25^o C e fotoperíodo de 12 horas. As testemunhas receberam apenas a solução fungicida. A germinação foi monitorada pelo período de cinco dias com contagens diárias e eliminação das sementes germinadas. Foram consideradas sementes germinadas aquelas que apresentavam extensão radicular igual ou superior a 2,00 mm (Juntilla, 1976; Duran e Tortosa, 1985; Duke, 2012).

Para os ensaios de desenvolvimento da radícula e do hipocótilo foram adicionadas em placas de Petri três sementes pré-germinadas, com aproximadamente 2 cm de comprimento. As placas foram levadas a câmara de germinação, permanecendo em condições controladas de 25 °C e fotoperíodo de 24 horas, e ao final do período de 10 dias de crescimento mediu-se o comprimento da radícula e do hipocótilo. Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

2.5 Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições, tendo como tratamento testemunha água destilada. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%). Os dados foram analisados utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS, 1998).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nos bioensaios do efeito fitotóxico do extrato acetato de etila indicaram que a malícia foi a espécie receptora que apresentou maior sensibilidade aos efeitos inibitórios do extrato acetato de etila nas duas concentrações testadas referente ao bioensaio do desenvolvimento da radícula: 55,0% na concentração de 100 mgL⁻¹ e 46,7% na concentração de 150 mgL⁻¹. Os demais resultados, tanto na germinação, quanto no desenvolvimento do hipocótilo, não foram observados resultados significativos em ambas as espécies testadas, sendo os efeitos considerados com baixos níveis de inibição. Na Tabela 1 encontram-se descritos os resultados em percentual dos efeitos fitotóxicos do extrato acetato de etila sobre as espécies receptoras malícia e mata-pasto em bioensaios de germinação de sementes, desenvolvimento da radícula e do hipocótilo.

Bioensaio	Espécie receptora			
	Malícia(%)		Mata-pasto (%)	
	100 mg L ⁻¹	150 mgL ⁻¹	100 mg L ⁻¹	150 mgL ⁻¹
Germinação	3,60	12,6	9,30	16,6
Radícula	55,0	46,7	6,0	0,00
Hipocótilo	13,6	0,0	1,6	4,00
Receptora	Eq. da reta (y=ax+b)		Desvio de regressão (R²)	
Malícia	-0,166x+71,6		1	
Mata-pasto	-0,12x+18		1	

Tabela 1- Efeitos fitotóxicos do extrato acetato de etila sobre as espécies receptoras malícia e mata-pasto em bioensaios em percentual da germinação de sementes, desenvolvimento da radícula e do hipocótilo.

4 | CONCLUSÃO

Considerando a inibição mínima de 50% como padrão satisfatório para avaliar as potencialidades de uma dada toxina, neste trabalho, inibições dessa ordem foram observadas apenas na concentração de 100 mg L⁻¹ e somente sobre o alongamento da

radícula da espécie malícia. Entretanto, os resultados obtidos neste trabalho ampliam as possibilidades de que metabólitos obtidos de biomassas fúngicas possam ser utilizados como uma possível fonte de substâncias com potenciais efeitos fitotóxicos, a serem utilizadas como bioerbicidas no controle de plantas invasoras de pastagens.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro

REFERÊNCIAS

- ANAYA, A. L. **Allelopathy as a tool in the management of biotic resources in agroecosystems.** *Critical Reviews in Plant Sciences*, v.18, p. 697, 1999.
- DAYAN, F. E.; OWEN, D. K.; DUKE, S. O. **Rationale for a natural products approach to herbicide discovery.** *Pest Management Science*, v. 68, p. 519, 2012.
- DUKE, O. S.; ROMANHI, J. G.; DAYAN, F. E. **Natural products as sources for a new mechanism of herbicidal action.** *Crop Production*, v. 19, p. 583, 2000.
- DUKE, O. S. **Chemical from nature for weed management.** *Weed Science*, v. 50, p. 138, 2002.
- DUKE, S.O. **Have no new herbicide modes of action appeared in recent years?** *Pest Management Science*, v. 68, p. 505-512, 2012.
- DURAM, J. M.; TORTOSA, M. E. **The effect of mechanical and chemical scarification on germination of charlock (*Sinapsis arvensis* L.) seeds.** *Seed Science Technology*, v. 13, n. 1, p. 155-163, 1985.
- EINHELLIG, F. A. **The physiology of allelochemical action: clues and views.** In: Reigosa, M. J.; Bonjoch, N. T. (Eds.) **European Of Allelopathy Symposium: Physiological Aspects Allelopathy 1**, *Vigor Spain*, Proceedings. 25, 2001.
- HUANG, H.; MORGAN, C. M.; ASOLCAR, R. N.; KOIVUNEN, M. E.; MARRONE, P.G. **Phytotoxicity of sarmentine isolated from long pepper (*Piper longum* fruit.)** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 58, p. 9994, 2010.
- JUNTILA, O. **Seed and embryo germination in *S vulgaris* and *S. reflexa* as affected by temperature during seed development.** *Physiologia Plantarum*, v. 29, p. 264, 1976.
- LÔBO, L. T.; CASTRO, K. C. F.; ARRUDA, M. S. P.; SILVA, M. N.; ARRUDA, A. C.; MÜLLER, A. H.; GUILHON, G. M. S. P.; SANTOS, L. S.; SOUZA FILHO, A. P. S. **Potencial alelopático de catequinas de *Tachigali myrmecophyla* (Leguminosae).** *Química Nova*, v. 31, n. 3, p. 493-497, 2008.
- PINTO, A. C.; SILVA, D. H. S.; BOLZANI, V. S.; LOPES, N. P.; EPIFANIO, R. A. **Produtos naturais: atualidades, desafios e perspectivas.** *Química Nova*, v. 25, supl. 1, p. 45-61, 2002.
- SANTOS, L. S.; SANTOS, J. C. L.; SOUZA FILHO, A. P. S.; CORRÊA, M. J. C.; VEIGA, T. A. M.; GUILHON, G. M. S. P. **Atividade Alelopática de substâncias químicas isoladas do capim-marandu e suas variações em função do pH.** *Planta Daninha*, v. 26, p. 531, 2008.

SOUZA FILHO, A. P. S. **Interferência potencialmente alelopática do capim-gengibre (*Paspalum maritimum*) em áreas de pastagens cultivadas.** *Planta Daninha*, v. 24, p. 451, 2006.

SOUZA, A. Q. L.; SOUZA, A. D. L.; ASTOLFFI, S.; BELÉM PINHIRO, M. L.; SARQUIS, M. I. M.; PEREIRA, J.O. **Atividade antimicrobiana de fungos endofíticos isolados de plantas tóxicas da Amazônia: *Palicourea longiflora* (aubl.) rich e *Strychnos cogens* Betham.** *Acta Amazonica*, v. 34, p. 185-195, 2004.

SOUZA FILHO, A. P. S. DUTRA, S.; SILVA, M. A. M. M.; TEIXEIRA, J. F. **Métodos de superação da dormência de sementes de plantas daninhas de pastagens cultivadas da Amazônia.** *Planta Daninha*, v. 16, n. 1, p. 67-74, 1998.

TRANEL, P. J.; RIGGINS, C. W.; BELL, M.S.; HAGER, A. G. **Herbicide resistances in *Amarantus tuberculatus*: a call for new options.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 5808, 2011.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **User's guide.** Version 6.4. Cary: 1998, 846.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aedes aegypti 181, 182, 189, 190, 191
Algoritmo 37, 49, 64, 65, 69, 76, 77, 78, 90, 92, 192, 197, 199, 201, 210
Análise do coeficiente de sensibilidade 66, 67, 78, 83, 91, 93
Atividade alelopática 164, 165, 166, 171
Atividade fitotóxica 173, 174

B

Balanço Populacional 59, 60, 61, 62, 63, 70, 73, 74, 75, 83, 84

C

Carvão mineral 26, 28, 32, 33, 220
Coeficiente de aglomeração 62, 63, 65, 66
Comportamento reológico 34, 36, 38, 40, 41, 42, 43
Concentrador solar 1, 3, 4, 5, 9, 11
Concentrador solar biangular 1, 3, 4, 11
Conselho Regional de Química 152, 153
Curva de ruptura 85, 86, 87, 89, 96, 97, 192, 194, 201, 202
Custos de produção 140, 141, 142, 143, 144, 145, 148, 150

E

Energia solar 1, 3, 5, 6, 10, 11
Energias renováveis 1, 2
Ensino 32, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 159, 160, 161, 162, 164, 173
Extração sólido-líquido 1, 2, 3, 4

F

Fibras de coco 100, 102, 103, 105, 106, 107, 109, 112, 113, 114, 115
Fiscalização do CRQ 152, 153

G

Gaseificação do carvão 26, 32

H

Hidrólise de matérias graxas 44, 45, 46, 56

I

Imobilização de lipase 12, 21, 23

J

Jogos didáticos 130, 131, 133, 134, 138

L

Larvicidal activity 181, 183, 186, 187, 190

Lixiviação 1, 2, 3, 5, 6

Lixiviação assistida por energia solar 5, 6

M

Maceração 40, 100, 101, 102, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 168

Modelo de balanço populacional 62, 63, 73, 83

Monte Carlo via Cadeia de Markov 59, 60, 64, 67, 70, 73, 74, 76, 79, 83, 85, 89, 97

O

Óleo de Baru 1, 6, 9, 10

Oxidação do tolueno 116, 121

P

Perda ao fogo 26, 27, 29, 30, 31, 32

Polpa de cupuaçu 34, 36, 37, 38, 40, 41, 42

Processo de adsorção 85, 86, 87, 89, 97, 192, 194

Q

Quiz educativo 159, 160, 161, 162

R

Reação de dupla troca 123, 125

Reamostragem por importância 192

Resíduo agroindustrial 12, 14

Resíduo agroindustrial do café 12

S

Simulador de processos 116, 117

Sistemas particulados 10, 59, 60, 65, 70, 151

Superpro Designer 140, 141, 143, 144, 148, 150

Sustentabilidade 1, 114

T

Tabela Periódica 130, 131, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 159, 160, 161, 163

Taxa de crescimento por coagulação 66

U

Unidade experimental de extração sólido-líquido 4

V

Variáveis de estado 44, 45, 47, 51, 54, 55, 56, 57, 74, 75, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 85, 192, 194, 196, 202, 203, 206, 210, 218, 224, 225, 227

 **Atena**
Editora

2 0 2 0