

# 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](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....  | <b>1</b>  |
| EXTRAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO DE ÓLEO DE BARU ASSISTIDA POR ENERGIA SOLAR  |           |
| Caroline Santos Silva<br>Lucas Rodrigo Custódio<br>Kássia Graciele dos Santos  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5152024031</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....  | <b>12</b> |
| 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<br>Jefferson Cleriston Barros dos Santos<br>Lays Carvalho de Almeida<br>Álvaro Silva Lima<br>Laiza Canielas Krause<br>Cleide Mara Faria Soares |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5152024032</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....  | <b>26</b> |
| ANÁLISE DA PERDA AO FOGO DE CORPOS DE PROVA CERÂMICOS FORMULADOS COM CINZA LEVE PROVENIENTE DA GASEIFICAÇÃO DO CARVÃO MINERAL PULVERIZADO                            |           |
| Gabryella Cerri Mendonça<br>Cristiano Corrêa Ferreira<br>Flávio André Pavan  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5152024033</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....  | <b>34</b> |
| ESTABILIDADE E COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE POLPA DE CUPUAÇU ( <i>Theobroma grandiniflorum</i> ) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES E TEMPERATURAS                            |           |
| Simara Ferreira Borges<br>Harvey Alexander Villa Vélez<br>Romildo Martins Sampaio<br>Valkerline Pinto Pires<br>Audirene Amorim Santana                               |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5152024034</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....  | <b>44</b> |
| ESTIMATIVA DE VARIÁVEIS DE ESTADO EM MODELO DE HIDRÓLISE DE MATÉRIAS GRAXAS  |           |
| Camila Santana Dias<br>Leandro Santos Monteiro<br>Bruno Marques Viegas<br>Diego Cardoso Estumano<br>Nielson Fernando da Paixão Ribeiro                               |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5152024035</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 6</b> .....  | <b>59</b> |
| 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<br>Diego Cardoso Estumano<br>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  
PARAMÉTRIOS 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 FITOTÓXICA DA BIOMASSA PRODUZIDA PELO FUNGO ENDOFÍTICO *Glomerella cingulata*

Data de aceite: 16/03/2020

Marabá-Pará

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

### **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

### **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>

**RESUMO:** Este trabalho descreve o estudo da biomassa produzida pelo fungo *Glomerella cingulata* associado como endofítico da espécie *Virola surinamensis*. O endófito *G. cingulata* foi cultivado em arroz produzindo a biomassa fúngica. A partir da biomassa foram obtidos os extratos hexânico, acetato de etila, metanol-1 e metanol-2. O extrato MeOH-1 foi particionado com hexano e acetato de etila gerando as suas respectivas fases. Foram realizados ensaios fitotóxicos com os extratos fúngicos visando a inibição da germinação de sementes e do desenvolvimento da radícula e do hipocótilo

das espécies invasoras *Senna obtusifolia* (mata-pasto) e *Mimosa pudica* (malícia). Os extratos AcOEt e MeOH-1 apresentaram maior percentual de inibição da germinação com 38,3% e 43,3%, respectivamente. Para o desenvolvimento da radícula os extratos MeOH-2 e MeOH-1 apresentaram maior percentual de inibição com 27% e 41%, respectivamente, e para o desenvolvimento do hipocótilo os mesmos extratos apresentaram percentual de inibição de 25,7% e 23%, respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atividade fitotóxica, *Glomerella cingulata*, biomassa, Endofítico.

## PHYTOTOXIC ACTIVITY OF BIOMASS PRODUCED BY ENDOPHYTIC FUNGUS *Glomerella cingulata*

**ABSTRACT:** This work describes the study of biomass produced by the fungus *Glomerella cingulata* associated as endophytic of *Virola surinamensis*. The endophyte *G. cingulata* was cultivated in rice producing the fungal biomass. From the biomass hexane, ethyl acetate, methanol-1 and methanol-2 extracts were obtained. The MeOH-1 extract was partitioned with hexane and ethyl acetate providing their respective phases. Phytotoxic assays with fungal extracts were carried out to inhibit seed germination and, root and hypocotyl development of the invasive species *Senna obtusifolia* (grass killer) and *Mimosa pudica* (malice). AcOEt and MeOH-1 extracts presented higher percentage of germination inhibition with 38.3% and 43.3%, respectively. For root development, MeOH-2 and MeOH-1 extracts presented a higher inhibition percentage with 27% and 41%, respectively, and for hypocotyl development, the same extracts presented inhibition percentage of 25.7% and 23%, respectively.

**KEYWORDS:** Phytotoxic activity, *Glomerella cingulata*, Biomass, Endophytic.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a região amazônica brasileira passou por um período intenso de transformações no que concerne às suas áreas de florestas tropicais úmidas. As estimativas mais otimistas apontam que algo em torno de 43 milhões de hectares de florestas primárias foram desmatadas nessa região (Homma, 1994), sendo que deste total, 23 milhões foram ocupados por pastagens, dos quais 5 milhões se encontram em degradação – aí incluídas as pastagens com baixas produtividades, as improdutivas e as abandonadas (Kitamura, 1994). A principal característica dessas pastagens é a intensa infestação por uma comunidade de plantas invasoras extremamente agressiva e diversificada, conhecidas regionalmente por “juquirá”.

Atualmente a ocorrência de plantas invasoras é considerada como o mais sério problema de ordem biológica enfrentado pelos pecuaristas da região amazônica, além de ser, o seu controle, um dos mais elevados componentes do custo de produção das fazendas. A questão das plantas invasoras envolve ainda dois componentes



extremamente importantes que são o aspecto social e o ambiental. Com os prejuízos impostos à pecuária, os estados da Amazônia deixam de arrecadar em ICMS uma soma considerável de recursos, dinheiro que uma região tão desprovida em infraestrutura não pode prescindir. Ainda nesse sentido, a infestação das pastagens por plantas invasoras é vista, também, como um dos principais fatores de pressão para a transformação de novas áreas de florestas em pastagens, o que se choca com os interesses da sociedade que não aceita mais tal procedimento.

Ademanda social por ambientes e produtos agrícolas livres de pesticidas, herbicidas e reguladores do crescimento tem dado uma renovada ênfase ao desenvolvimento de produtos naturais para tais propósitos. Rizvi et al. (1992) mencionam, entre outros benefícios, que os pesticidas originados de substâncias produzidas pelas plantas e por microrganismos são mais sistêmicos e mais facilmente biodegradáveis do que os pesticidas sintéticos.

Estudos evidenciam que substâncias fitotóxicas produzidas pelas plantas e/ou microrganismos desempenham importante papel na natureza e na ecologia agrícola. Essas substâncias poderiam servir como modelo para futuros herbicidas. Novos compostos químicos com emprego na agricultura podem ser sintetizados tendo por base as características e a estrutura dessas substâncias (Putnam, 1986). Como suas biossínteses são comandadas enzimaticamente através do metabolismo secundário, sua susceptibilidade à decomposição microbiana é geralmente alta (Duke, 1987). Logo, os produtos naturais representam relativamente pouco risco para a rotação de culturas ou então para a acumulação no solo ou na água.

O número considerável de metabólitos secundários produzidos pelas plantas e microrganismos pode fornecer uma surpreendente diversidade de estruturas químicas, as quais oferecem oportunidades para a produção de novos herbicidas, pesticidas, estimulantes ou reguladores do crescimento (Santos, 2002).

Das folhas da espécie *V. surinamensis*, árvore abundante nos arredores de Belém, foram isoladas substâncias com importantes atividades fitotóxicas (Borges, 2003). Neste sentido, a expectativa de que fungos endofíticos associados a essa espécie venham a produzir substâncias com potencial atividade biológica justifica um estudo com fungos endofíticos dessa espécie vegetal. O presente trabalho teve como objetivo estudar a biomassa produzida pelo fungo endofítico *G. cingulata* associado às folhas de *V. surinamensis* para a realização de bioensaios frente às plantas invasoras de pastagens *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia*.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Cultivo do Fungo em Meio Sólido

Para o cultivo do endófito no meio de cultura sólido arroz foram utilizados 6,6 Kg do cereal que foram distribuídos uniformemente 22 frascos de Erlenmeyer de 1 L. Foram

adicionados 300 g de cereal a cada frasco, em seguida adicionou-se um volume de 100 mL de água destilada, autoclavou-se este sistema por 45 minutos à temperatura de 121 °C. Deixou-se o material atingir a temperatura ambiente e transferiu-se o fungo aos frascos, que então, foram incubados a 25 °C por 30 dias.

Após o período de incubação foi acrescentado metanol aos frascos de Erlenmeyer e deixado em repouso por um período de cinco horas. Após esse período, o material foi filtrado e a solução concentrada em evaporador rotativo resultando no extrato metanólico do micélio (MeOH-1). Após a filtração e obtenção do extrato (MeOH-1), o micélio foi colocado na capela para evaporação do solvente e em seguida submetido à extração por percolação sucessivamente com hexano, acetato de etila e metanol conforme a figura 1.

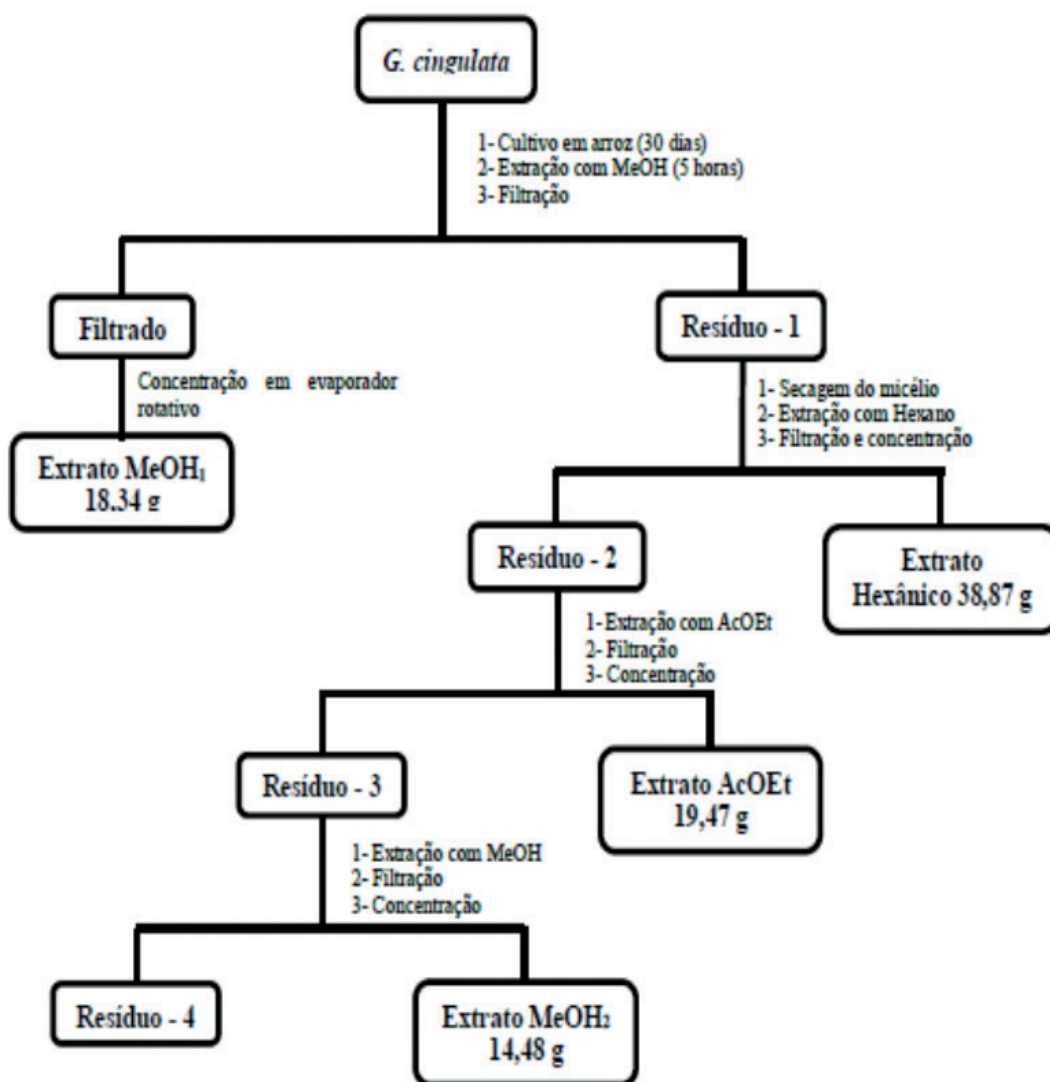


Figura 1. Fluxograma dos processos de obtenção dos extratos de *Glomerella cingulata* do cultivo em arroz.

## 2.2 Ensaios Fitotóxicos

Os ensaios foram realizados em um período de cinco dias, em condições de 25°C de temperatura constante e fotoperíodo de 12 horas, cada ensaio foi feito em

triplicata, cada placa de Petri de 9,0 cm de diâmetro recebeu 3,0 mL das soluções a serem testadas. Após evaporação do solvente, adicionou-se água destilada, quando necessário, para manter a concentração original da solução.

Na análise da germinação, cada placa de Petri recebeu 20 sementes, sendo contadas diariamente e eliminadas as sementes germinadas. Nos ensaios visando a inibição do desenvolvimento da radícula e do hipocótilo, foram utilizadas quatro sementes pré-germinadas por placa de Petri. Ao final do período de cinco dias de crescimento mediu-se o comprimento da radícula e do hipocótilo para determinar a variação de desenvolvimento. Os ensaios foram feitos em triplicata.

As sementes das plantas invasoras utilizadas nos bioensaios foram coletadas em áreas de pastagens cultivadas no município de Castanhal Estado do Pará (como mostra a figura 2). Passaram por um processo de limpeza e expurgo e foram tratadas com vista à quebra de dormência (Souza filho et al., 1998).

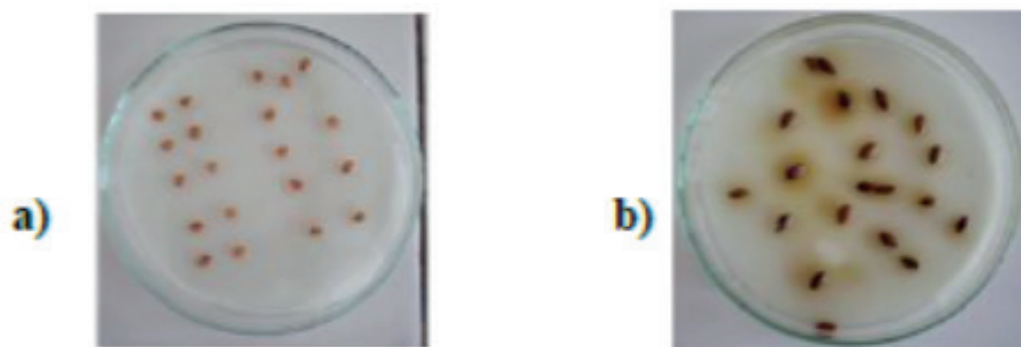


Figura 2. Sementes das espécies invasoras de pastagens: a) malícia e b) mata-pasto, respectivamente.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Avaliação do potencial bioerbicida dos extratos

Nos testes realizados com extratos brutos (1% m/v) frente à espécie malícia os extratos MeOH-1 e AcOEt inibiram a germinação em 20% e 38,3%, respectivamente, e frente à espécie mata-pasto os extratos Hexânico e MeOH-1 inibiram a germinação em 41,7% e 43,3% respectivamente, como mostrado na figura 3. Assim, os extratos MeOH-1 e AcOEt, apresentaram maior potencial bioerbicida inibitório da germinação frente à espécie malícia, e os extratos Hexânico e MeOH-1 apresentaram maior potencial bioerbicida inibitório da germinação frente à espécie mata-pasto.

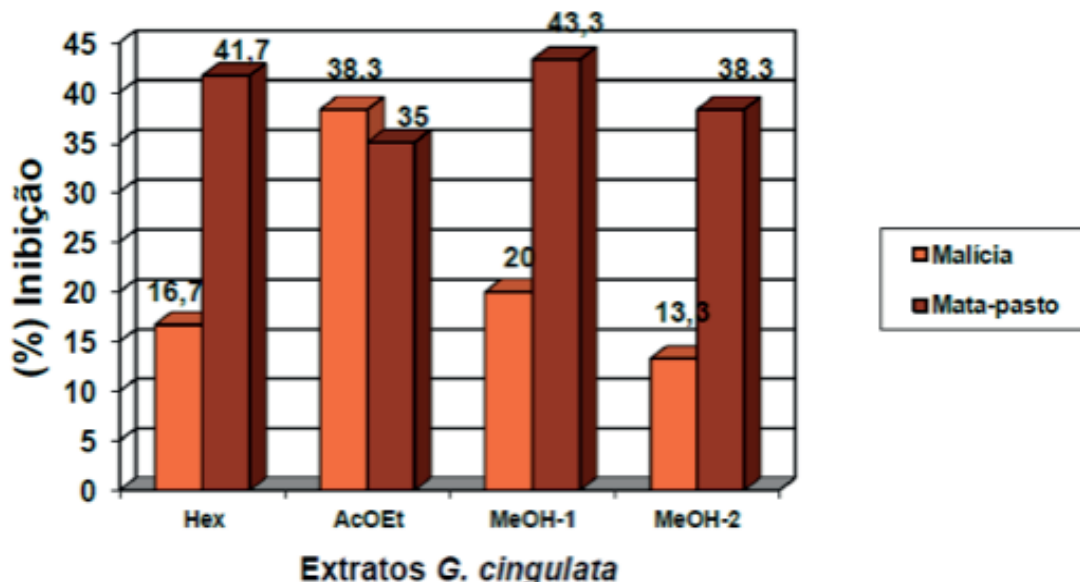


Figura 3. Efeitos de extratos brutos sobre a germinação de sementes de duas plantas daninhas. Dados expressos em percentual de inibição em relação ao tratamento testemunha (água destilada).

Nos bioensaios de inibição do desenvolvimento da radícula os extratos MeOH-1 e MeOH-2 apresentaram 26,8% e 27% de inibição, respectivamente, frente à espécie malícia. O extrato Hexânico estimulou o desenvolvimento em 12,1% e 25%, das espécies malícia e mata-pasto, respectivamente. Os extratos AcOEt e MeOH-1 inibiram em 32% e 41%, respectivamente, o desenvolvimento da espécie mata-pasto mostrado na figura 4. Assim, para o desenvolvimento da radícula o extrato MeOH-2 apresentou maior potencial de inibição frente a espécie malícia, e o extrato MeOH-1 apresentou maior potencial de inibição frente a espécie mata-pasto.

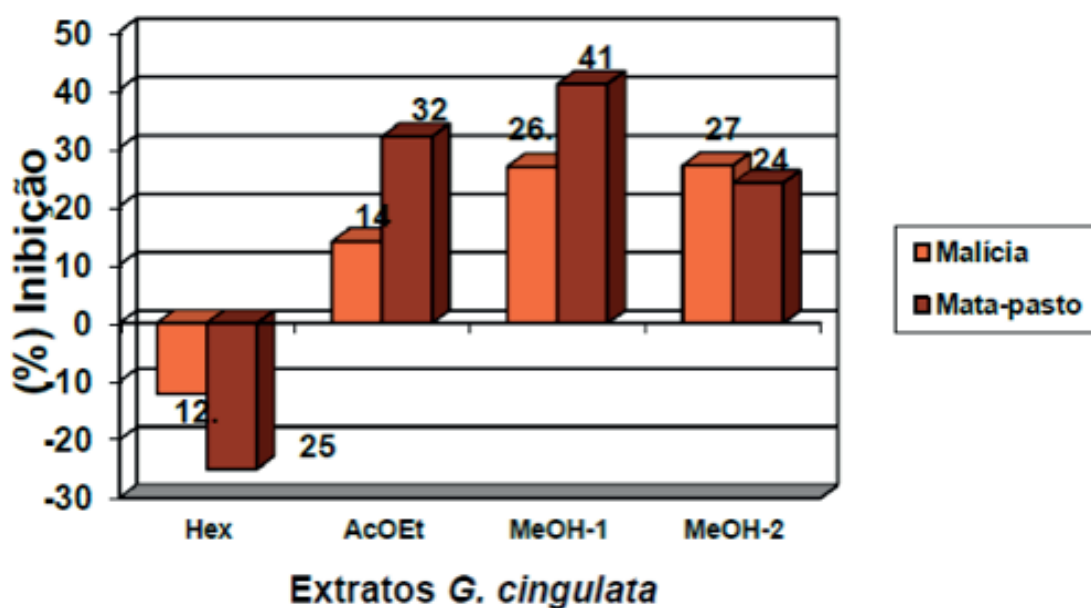
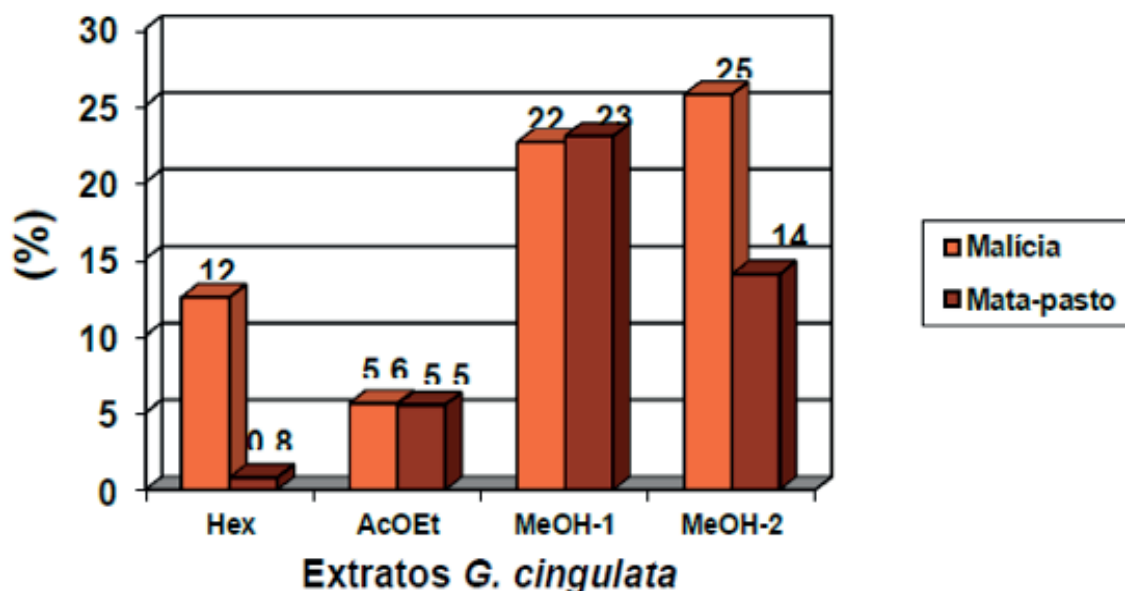


Figura 4. Efeitos de extratos brutos sobre o desenvolvimento da radícula de sementes pré-germinadas de duas plantas daninhas. Dados expressos em percentual de inibição em relação ao tratamento testemunha (água destilada).

Em relação à inibição do desenvolvimento do hipocótilo frente a espécie malícia, os extratos MeOH-1 e MeOH-2 apresentaram 22,6% e 25,7% de inibição respectivamente, e frente à espécie mata-pasto apresentaram 23% e 14% de inibição, respectivamente, como mostrado na figura 5. Os extratos Hexânico e Acetato de Etila apresentaram baixo potencial de inibição do desenvolvimento do hipocótilo das duas espécies em estudo.



**Figura 5.** Efeitos de extratos brutos sobre o desenvolvimento do hipocótilo de sementes pré-germinadas de uma planta daninha. Dados expressos em percentual de inibição em relação ao tratamento testemunha (água destilada).

#### 4 | CONCLUSÃO

Nos testes de atividades fitotóxicas os extratos AcOEt e MeOH-1 apresentaram maior percentual de inibição da germinação com 38,3% (para malícia) e 43,3% (para mata-pasto), respectivamente. Nos testes de desenvolvimento da radícula da espécie malícia os extratos MeOH-2 e MeOH-1 apresentaram maior percentual de inibição com 27% e 41%, respectivamente. No desenvolvimento do hipocótilo o extrato MeOH-2 apresentou 25,7% de inibição frente à espécie malícia, e o extrato MeOH-2 inibiu em 23% a espécie mata-pasto.

#### 5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro



## REFERÊNCIAS

- BORGES, F. C.; **Estudo Fitoquímico, Alelopático e Farmacológico De Constituintes Químicos das Folhas de *Viola michelii* e *Viola surinamensis***. Belém. Programa de Pós -Graduação em Química - UFPA, Dissertação de Mestrado. 2003.
- DUKE, S.O.; LYNDON, J. **Herbicides from natural compounds**. Weed Technology, v.1, p.122-128, 1987.
- HOMMA, A.K.O. **Amazônia: desenvolvimento econômico e questão ambiental**. In: Vilela, E.F.; Santos, L.C. eds. **Agricultura e meio ambiente**. Viçosa: UFV/NEPEMA, p.25-37. 1994.
- KITAMURA, P.C. **A Amazônia e o desenvolvimento sustentável**. Brasília: EMBRAPA. 182p. 1994.
- PUTNAM, A.R.; TANG, C.S. **Allelopathy: state of science**. In: PUTNAM, A.R.; TANG, C.S. eds. **The science of allelopathy**. New York: John Wiley & Sons, p.1-19. 1986.
- RIZVI, S.J.H.; HAQUE, H.; SING, V.K.; RIZVI, V. **A discipline called allelopathy**. In: RIZVI, S.J.H.; RIZVI, V. eds. **Allelopathy**. New York: Chapman & Hall, p.1-10. 1992.
- SOUZA FILHO, A. P. S.; DUTRA, S.; SILVA, M. A. M. M. **Métodos de superação da dormência de sementes de plantas daninhas de pastagens cultivadas da Amazônia**. Planta daninha. V. 16 n. 1, p. 3 – 11, 1998.
- SANTOS, L.S.; ALVES, S.M. **Natureza Química dos Agentes Alelopáticos**. In: SOUZA FILHO, A.P.S.; ALVES, S.M. (Eds). **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Ed. EMBRAPA, Belém-PA. 260p. 2002.

## 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**