



Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País

Júlio César Ribeiro
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020



Ciências Exatas e da Terra:
Conhecimentos
Estratégicos para o
Desenvolvimento do País

Júlio César Ribeiro
(Organizador)

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

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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. 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

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 – 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
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. 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
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
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
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 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a 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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a 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^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a 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. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
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. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
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
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 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)	
C569	<p>Ciências exatas e da terra [recurso eletrônico] : conhecimentos estratégicos para o desenvolvimento do país / Organizador Júlio César Ribeiro. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-160-2 DOI 10.22533/at.ed.602200207</p> <p>1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia e inovação. I. Ribeiro, Júlio César.</p> <p style="text-align: right;">CDD 500</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento socioeconômico do País está assentado primordialmente na inovação baseada no seu desenvolvimento científico e tecnológico.

É notado, principalmente nos últimos anos, que há grande necessidade de fortalecimento e expansão da capacidade de pesquisa e de inovação, bem como o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos pela sociedade.

Neste contexto, o E-book “Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País” foi composto por uma coletânea de trabalhos relacionados às Ciências Exatas e da Terra que contemplam os mais variados temas ligados ao desenvolvimento.

Os 20 capítulos que constituem a presente obra, elaborados por pesquisadores de diversas instituições de pesquisa, permitem aos leitores analisar e discutir assuntos tais como: importância das ondas eletromagnéticas e transmissão na camada da ionosfera, produção de filmes de polímeros a partir de diferentes complexos para aplicação em células solares, estudo de diferentes metodologias na caracterização de material polimérico, utilização de modelagem numérica na investigação da dispersão de plumas poluentes, aplicação de malhas computacionais para a verificação do transporte de doenças de plantas pelo ar, dentre outros assuntos de relevância para as Ciências Exatas e da Terra.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores e instituições envolvidas nos trabalhos que compõe a presente obra.

Por fim, esperamos que este E-book possa proporcionar reflexões significativas que contribuam para o aprimoramento do conhecimento e desenvolvimento de novas pesquisas.

Boa leitura!

Júlio César Ribeiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DAS ORIENTAÇÕES DE COMO DEMARCAR A IMAGINÁRIA LINHA DE PREAMAR MÉDIA DE 1831	
Flavio Boscatto Cesar Rogério Cabral Everton da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6022002071	
CAPÍTULO 2	13
NUMERICAL MODELING OF SEWAGE OUTFALLS PLUMES IN THE COAST OF THE STATE OF PARANÁ – BRAZIL	
Paola Galluzzi Polesi Joseph Harari Tiago Cortez Samuel Hora Yang	
DOI 10.22533/at.ed.6022002072	
CAPÍTULO 3	30
APLICAÇÃO DO MÉTODO GOD E ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO ESTUDO DA VULNERABILIDADE DE AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO EM ARACAJU/SE	
José Batista Siqueira Thomaz Oliveira Teixeira Samiramisthaís Souza Linhares Luiz Alberto Vedana Paulo Henrique Stefano	
DOI 10.22533/at.ed.6022002073	
CAPÍTULO 4	43
ANÁLISES DE GERAÇÃO DE MALHA NA MODELAGEM NUMÉRICA DE TROCADORES DE CALOR SOLO-AR	
Michel Kepes Rodrigues Jairo Valões de Alencar Ramalho Ruth da Silva Brum Luiz Alberto Oliveira Rocha Elizaldo Domingues dos Santos Liércio André Isoldi	
DOI 10.22533/at.ed.6022002074	
CAPÍTULO 5	55
AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS E APLICAÇÃO NA TRANSMISSÃO NA CAMADA DA IONOSFERA	
José Augusto dos Santos Cardoso Wendel Correa dos Santos José Francisco da Silva Costa Antonio Maia de Jesus Chaves Neto Sebastião Gomes Silva Manuel de Jesus dos Santos Costa Alessandre Sampaio Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6022002075	

CAPÍTULO 6 76

DECIFRANDO O ARCO-ÍRIS E O EFEITO GLÓRIA: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO SISTEMAS DINÂMICOS

Janaína Dias da Silva
Alberto Tufaile

DOI 10.22533/at.ed.6022002076

CAPÍTULO 7 88

MAGIC: INTERAÇÃO ENTRE HOBBY E LUCRO

Victor Ferreira da Silva
Édipo Menezes da Silva
Kelly Pereira de Lima
João Domingos Scalon

DOI 10.22533/at.ed.6022002077

CAPÍTULO 8 93

A SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO E O LIXO ELETRÔNICO: DESAFIOS, REFLEXÕES E OPORTUNIDADES

Fábio Henrique Angelo dos Santos
Luana Maia Woida

DOI 10.22533/at.ed.6022002078

CAPÍTULO 9 109

APLICAÇÃO SIMULTÂNEA DE CALOR E MASSA NO PROCESSO DE SECAGEM DO ABIU

Nathalia Cristina Ramos Lima
Jules Mitoura dos Santos Junior
Emilio Émerson Xavier Guimarães Filho
Ronaldo Maison Martins Costa
Audirene Amorim Santana

DOI 10.22533/at.ed.6022002079

CAPÍTULO 10 119

BIOCONTROLE DO ÓLEO ESSENCIAL DE ORIGANUM VULGARE FRENTE ÀS LARVAS DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

Juliana de Sousa Figuerêdo
Felipe Pereira da Silva Santos
Matheus Oliveira do Nascimento
Patrícia e Silva Alves
Lucas Mendes Feitosa Dias
Layana Karine Farias Lima
Aline Aparecida Carvalho França
Edymilaís da Silva Sousa
Pedro Vitor Oliveira Silva Furtado
Veruska Cavalcanti Barros
José Luíz Silva Sá
Chistiane Mendes Feitosa

DOI 10.22533/at.ed.60220020710

CAPÍTULO 11 133

COMPLEXOS B-DICETONATOS LUMINESCENTES BASEADOS EM ÍONS TERRAS RARAS DISPERSOS EM POLÍMEROS TRANSPARENTES PARA APLICAÇÕES EM CÉLULAS SOLARES

Gabriel de Moraes Rodrigues
Ivan Guide Nunes da Silva
Danilo Mustafa

DOI 10.22533/at.ed.60220020711

CAPÍTULO 12 146

SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES DAS PENEIRAS MOLECULARES: SBA-16, FDU-12, SBA-15 E MCM-41

Mayara Resende Alves
Mateus Freitas Paiva
Elon Ferreira de Freitas
Sílvia Cláudia Loureiro Dias
José Alves Dias

DOI 10.22533/at.ed.60220020712

CAPÍTULO 13 160

UMA EFICIENTE SÍNTESE DE DERIVADOS DE TRIARILMETANO

Shirley Muniz Machado Rodrigues
Giovanni Stoppa Baviera
Daniel Previdi
Alexandre de Almeida Matias
Paulo Marcos Donate

DOI 10.22533/at.ed.60220020713

CAPÍTULO 14 170

IDENTIFICAÇÃO NÃO INVASIVA DE MATERIAL POLIMÉRICO COM A TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA FTIR: BANCO DE DADOS DE REFERÊNCIA E APLICAÇÃO PRÁTICA

Fabício de Melo Rodrigues Barbosa
Márcia de Almeida Rizzutto
Wanda Gabriel Pereira Engel

DOI 10.22533/at.ed.60220020714

CAPÍTULO 15 183

SOLOS DO BRASIL: GÊNESE, CLASSIFICAÇÃO E LIMITAÇÕES AO USO

Carlos Roberto Pinheiro Junior
Marcos Gervasio Pereira
Eduardo Carvalho da Silva Neto
Lúcia Helena Cunha dos Anjos
Ademir Fontana

DOI 10.22533/at.ed.60220020715

CAPÍTULO 16 200

DETERMINAÇÃO DE HEXAZINONA EM AMOSTRAS DE SOLO POR ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS

Auriléia Pereira da Silva
Lucina Rocha Sousa

DOI 10.22533/at.ed.60220020716

CAPÍTULO 17 225

GERAÇÃO DE MALHA PARA DESCREVER A DISPERSÃO DA FERRUGEM DA SOJA NO PARANÁ

Eduardo Oliveira Belinelli
Paulo Laerte Natti
Neyva Maria Lopes Romeiro
Eliandro Rodrigues Cirilo
Lucas Henrique Fantin
Karla Braga de Oliveira
Marcelo Giovanetti Canteri
Érica Regina Takano Natti

DOI 10.22533/at.ed.60220020717

CAPÍTULO 18	240
ESTUDO DA ARTE SOBRE A UTILIZAÇÃO DO ÓLEO FÚSEL A PARTIR DA PRODUÇÃO DE ETANOL DA CANA-DE-AÇÚCAR	
Raquel Santos da Silva	
Danielle Christine Almeida Jaguaribe	
Joelma Morais Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.60220020718	
CAPÍTULO 19	249
FORMAS ASSOCIATIVISTAS DA COMUNIDADE QUILOMBOLA NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO, IGARAPÉ-AÇU/PA	
Jéssica Vasconcelos Ferreira	
Raiana Rocha Pereira	
Francisco Laurimar do Nascimento Andrade	
Fabiana Mar dos Santos	
Nayra Silva do Vale	
Luiz Cláudio Moreira Melo Júnior	
Eleci Teresinha Dias da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.60220020719	
CAPÍTULO 20	259
ESTUDO DO EFEITO MEMÓRIA E FOTOLUMINESCÊNCIA EM HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES (HDL)	
Alexandre Candido Teixeira	
Alysson Ferreira Morais	
Ivan Guide Nunes da Silva	
Danilo Mustafa	
DOI 10.22533/at.ed.60220020720	
SOBRE O ORGANIZADOR	273
ÍNDICE REMISSIVO	274

ESTUDO DA ARTE SOBRE A UTILIZAÇÃO DO ÓLEO FÚSEL A PARTIR DA PRODUÇÃO DE ETANOL DA CANA-DE-AÇÚCAR

Data de aceite: 25/06/2020

Data de submissão: 06/05/2020

Raquel Santos da Silva

Universidade Federal da Paraíba,
João Pessoa - PB.

Danielle Christine Almeida Jaguaribe

Universidade Federal da Paraíba,
João Pessoa - PB.

Joelma Morais Ferreira

Universidade Federal da Paraíba,
João Pessoa - PB

RESUMO: Da cana de açúcar, pode-se aproveitar quase tudo, dentre seus subprodutos e resíduos, a exemplo do bagaço, da vinhaça, ou do óleo fúsel, mais popularmente conhecido, como óleo de cana-de-açúcar. O óleo fúsel é constituído por uma mistura de álcoois superiores obtidas nas várias etapas de purificação do etanol e da cachaça, obtendo-se 2,5 L de óleo fúsel, para cada 1000 L de etanol produzidos. Esse óleo tem despertado muito interesse para a indústria de uma forma geral, a exemplo da indústria de cosméticos, lubrificantes e herbicidas. Além disso, diversas pesquisas vêm sendo conduzidas no sentido de comprovar o efeito medicinal do óleo de cana-de-açúcar com base na sua composição, para o tratamento das dores musculares e reumáticas.

Este artigo apresenta um levantamento de informações sobre as diversas aplicações do óleo fúsel, tendo em vista o seu grande potencial de utilização, nos diversos campos da indústria, bem como a viabilidade da sua utilização, visando assim diminuir o seu descarte, minimizando os impactos ambientais, ao mesmo tempo que as perspectivas de seu reaproveitamento aumenta.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria sucroalcooleira, resíduos, óleo fúsel, reaproveitamento.

STATE OF ART ON THE USE OF FUSEL OIL FROM THE PRODUCTION OF ETHANOL FROM SUGARCANE

ABSTRACT: From sugarcane, it maybe taken advantages of almost everything, among its by-products and residues, such as bagasse, vinasse, or fusel oil, more popularly known as sugarcane oil. The fusel oil consists of a mixture of superior oils obtained from the various stages of purification of ethanol and cachaça, raising 2.5 L of fusel oil, for every 1000 L of ethanol produced. This oil has aroused much interest for the industry in general, such as the cosmetics, lubricants and herbicides industry. In addition, several studies have been conducted to prove the medicinal effect of sugarcane oil, based on its composition, specially for the treatment of muscle and rheumatic pain. This article presents

an overview on the various applications of fusel oil, regarding its great potential for use, in the various fields of industry, as well as the feasibility of its use, thus aiming to reduce its disposal and minimizing environmental impacts, while the prospects for its reuse increases.

KEYWORDS: Sugarcane mill, fusel oil, recycle, residues, reuse.

1 | INTRODUÇÃO

Uma das principais espécies para a fabricação de açúcar e etanol, por ter colmos ricos em sacarose, é a cana-de-açúcar do grupo de plantas perenes altas, do gênero *Saccharum*, tribo Andropogoneae, oriunda das regiões tropicais do sul da Ásia e da Melanésia. Normalmente essa espécie possui altura entre dois a seis metros.

A região Nordeste brasileira é uma das grandes produtoras de cana-de-açúcar. A indústria sucroalcooleira é muito rica, pois, aproveita praticamente tudo da planta. No processamento da cana-de-açúcar, obtêm-se produtos como a cachaça, o açúcar, o etanol, a rapadura, o melaço, já os subprodutos podemos citar, a vinhaça, o bagaço, plástico biodegradável, óleo fúsel e etc.

O etanol (álcool) figura entre as principais fontes de energia de biomassa gerada em nosso país, sendo também o principal biocombustível utilizado no mundo (BASTOS, 2007). O etanol é produzido através da planta cana-de-açúcar, que é submetida ao processo de cultivo, colheita da planta, transporte até as usinas, extração do caldo, tratamento do caldo, preparação do mosto com adição de produtos (químicos, mel, xarope e água), fermentação do caldo com leveduras e aditivos, separação do vinho, e destilação para a produção de álcool.

Sempre que o açúcar contido em um substrato é fermentado em condições satisfatórias a mistura conterà, além de etanol, quantidades consideráveis de outras substâncias variadas entre estas pode-se encontrar o óleo fúsel, que surgem do metabolismo celular. O óleo fúsel é retirado para evitar perdas no processo do etanol hidratado através da flegma, ou seja, com retirada desse óleo durante o processo de retificação do etanol hidratado, o produto final se torna pronto para comercialização, conforme as especificações que regem esse produto (PATIL et al., 2002).

Para países produtores e exportadores de açúcar de cana como Brasil e Cuba é de elevada importância o aproveitamento dos subprodutos como o óleo fúsel.

Deste modo o presente estudo apresenta um levantamento bibliográfico a respeito do óleo fúsel e de suas diversas aplicações.

2 | ÓLEO FÚSEL

A princípio o termo *fusel oil* se referia às frações inferiores, ou ruins, porém depois esse termo começou a ser utilizado para designar uma mistura de álcoois superiores, obtida nas várias etapas de purificação do álcool etílico e da cachaça. É um líquido de coloração

amarelada, contendo aproximadamente 60% em peso de álcool, e faixa de destilação entre 120 e 140°C (PATIL, 2002).

O óleo fúsel é um resíduo gerado nas usinas de etanol e apresenta em sua composição alcoóis superiores, sendo o álcool isoamílico o composto majoritário. A produção do óleo fúsel ocorre a partir de reações de degradação de aminoácidos durante a fermentação das leveduras.

A produção de álcool em uma usina de porte médio pode alcançar 1,5 milhões de litros por dia sendo que a proporção média de óleo fúsel é estimada em 2,5 litros para cada 1000 litros de álcool produzido (PEREZ et al., 2001).

Para países produtores e exportadores de açúcar de cana como Brasil, o óleo fúsel ainda não é devidamente aproveitado, sendo vendido para indústrias químicas a um baixo valor comercial ou descartado causando impactos ambientais (YILMAZTEKIN et al., 2009). O restante é queimado para produção de energia nas destilarias, trazendo baixos benefícios econômicos para as usinas (OLIVEIRA, 2017).

A quantidade de óleo fúsel aumenta com tempos de fermentação mais longos. No caso de melaços de cana, alcança um valor máximo e permanece constante depois disso.

A composição do óleo fúsel varia conforme as condições e materiais utilizados na fermentação sendo descrito como um líquido oleoso de odor desagradável.

De acordo com PATIL (2002), há alguns fatores que influenciam a formação do óleo fúsel durante o processo fermentativo para a produção do etanol:

- Fermentação com baixo teor de nitrogênio produz um volume maior de óleo fúsel;
- Após longos períodos de fermentação, a quantidade de óleo fúsel aumenta. Por outro lado, na fermentação do caldo da cana-de-açúcar, após chegar seu limite máximo fermentativo, a quantidade de óleo fúsel produzida se mantém constante.
- Devido há um tempo prologando entre a fermentação e a destilação, o volume de alcoóis superiores formados aumenta;

Como pode-se observar, inúmeros fatores contribuem para a formação do óleo fúsel no processo de fermentação do caldo da cana-de-açúcar, contudo, óleo fúsel só é extraído quando o vinho vai para a destilaria, onde acontece o processo de destilação.

3 | LAVAGEM DO ÓLEO FÚSEL

Quando o óleo fúsel é removido da coluna de retificação durante o processo de produção do álcool, há etanol em sua composição, que deve ser retirado para agregar mais valor comercial a esse subproduto, pois as empresas de tintas, alimentos, ou vernizes, que compram esse resíduo, não têm interesse no etanol, e sim no álcool isoamílico, que é um dos componentes majoritários.

O óleo fúsel ao ser retirado da coluna de retificação do etanol hidratado é colocado

em decantador, para ser lavado com água em contracorrente. O óleo fúsel entra na lateral do decantador e a água entra por cima do decantador. Durante esse processo ocorre o desenvolvimento de uma mistura heterogênea, dividida em duas fases, essa divisão acontece devido os componentes do óleo fúsel não se misturarem com a água, ou seja, eles tem baixa miscibilidade em relação com a água, o que proporciona a extração do etanol diluído em água na parte inferior do decantador, enquanto o óleo fúsel purificado é coletado na lateral do decantador, como representado na Figura 1 (FERREIRA, 2012).



Figura 1. Decantador onde ocorre a lavagem do óleo fúsel.

Fonte: FERREIRA (2012)

4 | RENDIMENTO DO ÓLEO FÚSEL

Segundo Patil (2002), o rendimento do óleo fúsel depende do tipo e qualidade do substrato utilizado, das substâncias nitrogenadas presentes, do tempo de fermentação, destilação, ou seja, para cada tipo de matéria prima existe uma quantidade de óleo fúsel produzida, pois, o volume a ser produzido depende da qualidade de cada substrato, o período fermentativo, a forma com que esse material é conduzido do plantio até a colheita, e dos nutrientes que o compõem. Pode-se observar, de acordo com a Tabela 1, o rendimento do óleo fúsel, onde a cada 100 litros de etanol produzidos, gera-se entre 0,5 a 1,1 litros de óleo fúsel, sendo que o maior rendimento apresentado foi a partir da fermentação do mosto de batata.

Substrato	Rendimento (% v/v) de óleo fúsel produzido
Melaço de cana	0,1 a 0,5
Caldo de cana evaporado	0,1 a 0,2
Malte de milho	0,25 a 0,3
Milho	0,4 a 0,5
Trigo	0,2 a 0,3
Batatas	0,5 a 1,1

Tabela 1. Rendimento de óleo fúsel a partir de diferentes substratos. Fonte: Patil (2002).

5 | PREÇO DE VENDA DO ÓLEO FÚSEL

Segundo as análises de ALMAZAN (1998), a destilação para isolar alguns componentes do óleo fúsel, como álcool isoamílico, o álcool amílico, e o n-butanol, tem constatado benefício financeiro, devido à matéria-prima ter um valor barato.

O preço do óleo fúsel é avaliado pela quantidade de álcool isoamílico presente, e pelo valor comercial que é vendido o álcool anidro, que fica por volta de 70% do valor comercializado (LOPES et al., 2004).

Segundo dados do SINDALCOOL-PB (Sindicato das Indústrias Sucroalcooleira do estado da Paraíba), referente à safra de 2017/2018, o valor estipulado do etanol anidro para o mercado interno, foi de aproximadamente R\$ 2,0899 por metro cúbico, conforme é apresentado na Tabela 2.

Data	R\$
27/01/2016	2,2984
26/02/2016	2,4245
24/03/2016	2,342
27/04/2016	2,2043
27/05/2016	1,8273
27/06/2016	2,0845
27/07/2016	2,1082
26/08/2016	2,0346
27/09/2016	1,8972
27/10/2016	2,0056
25/11/2016	2,1783
27/12/2016	2,1076
27/01/2017	2,1068
23/02/2017	2,0819
27/03/2017	1,9906
27/04/2017	1,9446
26/05/2017	1,8633
25/08/2017	1,7876
27/09/2017	1,8238
27/10/2017	1,8179
27/11/2017	1,6883

27/12/2017	1,8068
26/01/2018	1,9901
27/02/2018	2,0899

Tabela 2. Índice do preço do etanol anidro da Paraíba para o mercado interno, de jan./2016 a fev./2018 (R\$ por m³).

Fonte: CEPEA/ESALQ (2017/218) (adaptada pela autora).

6 | APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DO ÓLEO FÚSEL

A crescente demanda de reutilizar os resíduos provenientes dos processos sucroalcooleiros faz com que minimize a degradação dos recursos naturais. No setor sucroalcooleiro pode-se retirar o óleo fúsel da coluna de retificação do etanol hidratado e recuperar o álcool isoamílico, o álcool isobutílico, dentre outros componentes, com a finalidade de obter novos produtos, beneficiando a empresa e o meio ambiente.

O álcool isoamílico tem uma vasta serventia em distintas tipos de indústrias. É utilizado como solvente para compor a preparação de sabores de frutas sintéticas, como, a de damasco, banana, malte, laranja, ameixa e bebidas, como no caso a do whisky, fazendo com que os sabores dos alimentos produzidos fiquem idênticos aos naturais e mais atrativos para os consumidores. Também usado para a produção de óleo de banana sintético. Tem a função de aromatizante em alimentos. É um dos componentes para averiguar a quantidade de gordura presente no leite e nos produtos lácteos (CHEMOXY, 2020).

Além das aplicações na indústria alimentícia que foram citadas, a fração de óleo fúsel, álcool isoamílico, também tem papel importante na área farmacêutica. Normalmente é pensado que remédios são feitos apenas de matéria-prima oriunda diretamente da natureza, mas as pesquisas em torno de resíduos aumentaram e avançaram com o passar do tempo, tornando-o esses resíduos em material de valor significativo para diversos produtos, como no caso, produtos farmacêuticos. Nas preparações farmacêuticas, o álcool isoamílico é matéria-prima inicial para a fabricação de produtos como, por exemplo, Barbamil, Validol, Corvadol e nitrito de amila. Por outro lado, o efeito fito terapêutico do óleo de cana de açúcar vem sendo estudado, avaliando-se o seu potencial como analgésico nas dores de coluna, articulações, para o tratamento da osteoporose e artrite. (CHEMOXY, 2020).

O álcool isoamílico é um poderoso solvente, atua em uma imensa gama de aplicações industriais, tais como, solvente de hidrocarbonetos e cetonas de baixo peso molecular, e ao ser aquecido até uma certa temperatura quente, a cera de parafina torna-se solúvel nesse produto.

Na indústria de tintas de impressão, vernizes e gomas, o álcool isoamílico é empregado como diluente, com a finalidade de preparar essas substâncias para seu devido fim, e ser utilizados nas mais diversas formas que forem concedidas, logo estes são solúveis em álcool (CHEMOXY, 2020).

Na busca por novas fontes alternativas e renováveis, o óleo fúsel se torna também

matéria-prima indispensável para a produção de biodiesel, em conjunto com outros insumos (PEREIRA, 2011). Além do montante de óleo fúsel produzido, outro fator importante para utilização desse resíduo na produção do biodiesel, é a substituição do metanol, pois esse tipo de álcool é bastante tóxico, e se for usado de forma inadequada, sem tomar as devidas precauções no seu manuseio, causa até morte (RAMOS et al., 2006).

O óleo fúsel pode ainda ser usado para produzir o biodiesel, não alterando a funcionalidade dos motores de automóveis, ou máquina que possa vir usar esse tipo de biodiesel (LONGHI, 2004).

Apesar das indústrias de combustíveis, perfumaria, cosmético e alimentícia, serem os setores usuais de reaproveitamento do óleo fúsel, também há a possibilidade de sua utilização na indústria de herbicidas, podendo ser utilizado puro, ou em misturas. De acordo com AZANIA (2007) foi apenas a partir dos anos 2000, ao testar diversos subprodutos da indústria sucroalcooleira, e nos seus impactos na fertilidade do solo e na erradicação de “plantas daninhas”, que foi verificado o potencial dissecante de planta, após a aplicação do óleo fúsel. Além do mais, o óleo fúsel é de fácil mistura em outros produtos como álcool, cloro e éter, facilitando a sua diluição e homogeneização na calda de pulverização, para fins de aplicação agrícola. Não obstante, estudos também têm sido conduzidos no sentido de investigar a ação sinérgica da mistura do óleo fúsel e herbicidas comerciais, possibilitando a redução nas doses usualmente recomendadas e conseqüentemente, o custo final. Ainda há muito a ser investigado a respeito do óleo fúsel na indústria de herbicidas, pois o produto deve apresentar riscos mínimos de contaminação ambiental, além de oferecer baixa toxicidade ao homem e aos animais.

7 | POTENCIAIS PERIGOS DO ÓLEO FÚSEL PARA A SAÚDE DO HOMEM

O descarte indiscriminado do óleo fúsel pode acarretar danos à saúde. A exposição constante a esse produto pode causar danos ao aparelho respiratório, renal, além de distúrbios neurológicos.

A ingestão pode causar desconforto abdominal, náusea, vômito e diarreia. Dor de cabeça, tontura e sonolência podem ocorrer. Aspiração para os pulmões pode ocorrer durante a ingestão ou vomito, resultando em danos.

A inalação pode causar irritação no trato respiratório, causando desconforto nasal com dor no tórax, tosse, dor de cabeça, náusea, vomito, tontura, sonolência. Exposição prolongada a altas concentrações do vapor pode resultar na inalação de quantidades perigosas do produto.

Contato rápido com a pele pode causar irritação leve com coceira e rubor local. Contato prolongado pode causar irritação severa com desconforto e dor, vermelhidão local, inchaço e possível destruição do tecido.

Contato com os olhos causa irritação severa, acompanhada de desconforto e dor, excessivo piscar e dilaceramento, marcado por vermelhidão excessiva, inchaço da conjuntiva

e queimadura química da córnea. Vapores ou aerossóis também são irritantes, causando desconforto e dor, excessivo piscar e dilaceramento, com excessiva vermelhidão.

8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme a literatura estudada, o óleo fúsel é um resíduo da indústria sucroalcooleira formado por álcoois entre eles o álcool isoamílico seu maior componente, que tem valores muito significantes para o setor industrial.

O reaproveitamento do óleo fúsel, pode ser de grande interesse lucrativo e socioambiental, uma vez que pode ser empregado na indústria de alimentos, cosméticos, biodiesel, e também como solvente para tintas e vernizes além de inibidor de plantas daninhas na agricultura. A implantação da utilização desse resíduo da indústria sucroalcooleira, por parte das indústrias, requer um investimento reduzido e tecnologias simplificadas, gerando empregos e benefícios ambientais.

Verificou-se também, que apesar de suas inúmeras vantagens e aplicações que podem ser agregadas a esse resíduo, seu manuseio requer cuidados, pois o uso e descarte indiscriminado acarreta danos à saúde.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, B.M.; SOARES, M.A. **Potencialidade de produção de biodiesel por óleos e gorduras residuais na cidade de Itabira-MG**. Rev. Ceres vol.57 no.6 Viçosa Nov./Dec. 2010.

ALMAZAN, O.; GONZALEZ, L.; GALVEZ, L. **The sugar cane, its by-products and coproducts**. Réduit, Food and Agricultural Research Council. 1998. p.13-25.

AZANIA, A. A. P. M. **Potencialidade herbicídica do óleo fúsel**. 2007. VI, 87 f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, p. ,2007. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/11449/105191>>

BARROS, T. D.; JARDINE, J. G. Agência EMBRAPA de informação tecnológica. **[Transesterificação]**. Disponível em <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj0847od02wyiv802hvm3juldruvi.html>>. Acesso em: 15 de agosto de 2019.

BASTOS, V. **Etanol, Alcoolquímica e Biorrefinarias**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, 2007.38 p.

CHEMOXY. **Isoamyl Alcohol**. Disponível em <<http://www.chemoxy.com/productsand-applications/products/isoamyl-alcohol/>>, acesso em: 30 de abril de 2020.

FERREIRA, M. C. **Estudo do processo de destilação de óleo fúsel**. Faculdade de Engenharia de Alimentos-UNICAMP, Campinas, p. 7-17, 2012.

LONGHI, C.; LOPES, D.; HIRAYAMA, T.; N., P. R. C.; ROSSI, L. F. S.; **Estudo de Misturas Envolvendo Biodiesel, Óleo Fúsel, Óleo Diesel e Álcool Anidro: Levantamento de propriedades e aplicação em Motores de Combustão Interna**. In: XV Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2004, Curitiba. Anais do XV Congresso Brasileiro de Engenharia Química. v. 1.p. 1-7, 2004.

LOPES, D. O.; LONGHI, C.; HIRAYAMA, T.; ROSSI, L.F.S.; COSTA NETO, P.R. **Estudo de misturas**

envolvendo Biodiesel, óleo fúsel, óleo diesel e álcool anidro. Levantamento de propriedades e aplicação em motores de combustão interna. II Congresso Brasileiro de Termodinâmica Aplicada-CBTERMO. 2004.

OLIVEIRA, M. J. **Produção de álcool isoamílico integrada à produção de etanol hidratado: Otimização, integração energética e avaliação econômica do processo.** Dissertação de Mestrado. Unicamp, Campinas (SP), 2017.

PATIL, A. G.; KOOLWAL, S. M.; BUTALA, H. D. **Fusel oil: composition, removal and potential utilization.** International Sugar Journal, Pune, v. 104, n. 1238, p. 51-63, 2002.

PEREIRA, A. F. **Estudo da transesterificação de óleo de soja e gordura suína com óleo fúsel.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa (MG), 2011.

PÉREZ, E.R.; CARDOSO, D. R.; FRANCO, D. W. **Análise dos álcoois, ésteres e compostos carbonílicos em amostras de óleo fúsel.** Quim. Nova, Vol. 24, No. 1, 10-12, 2001.

RAMOS, L. P.; KRAHL J.; GERPEN, J.V.; KNOTHE G. **Manual de Biodiesel.** Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 2006.

SINDALCOOL-PB. Disponível em <https://sindalcool.com.br/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2018-08-27_2.pdf>. Acesso em: 08 de agosto de 2019.

YILMAZTEKIN, M.; ERTEN, H.; CABAROGLU, T. **Enhanced production of isoamyl acetate from beet molasses with addition of fusel oil by *Williopsis saturnus* var. *saturnus*.** Food Chemistry, v. 112, n. 2, p. 290-294, 2009.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água Subterrânea 36, 39, 40, 41, 42, 202, 207
Aldeídos Aromáticos 160, 161, 167
Análise Numérica 44, 45, 51
Aquecimento 43, 101, 111, 115, 137, 138, 148, 149, 228
Aquífero 30, 31, 34, 35
Associativismo 249, 250, 251, 252, 253, 254, 257, 258

B

Biocontrole 119, 120

C

Cadastro Territorial 1, 3, 11
Células Solares 133, 137, 138, 143
Cinética de Secagem 109, 111, 112, 115, 116, 117
Classificação 32, 40, 152, 183, 184, 185, 186, 188, 192, 193, 197, 199
Comunidade 89, 137, 147, 162, 175, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258
Contaminação 29, 30, 32, 35, 37, 38, 39, 41, 201, 202, 227, 228, 231, 246
Correntes Atmosféricas 226, 227

D

Demarcação 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 256
Dispositivos Eletrônicos 93
Doença Fúngica 225, 227

E

Espectrofotometria 200, 202

F

Fenômeno Atmosférico 87, 227
Ferrugem Asiática 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 238, 239

H

Hidrodestilação 120, 122
Hidrogeologia 30, 32, 34, 42

I

Informação 31, 59, 60, 86, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 173, 179
Ionosfera 55, 56, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 74, 75

L

Larvicida 120, 121, 123, 125, 126, 128
Linha de Preamar Média 1
Lixo Eletrônico 93, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 107

M

Malha Computacional 43, 45, 49, 52, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 239
Marinha 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Material Polimérico 170, 171, 177
Mercado Informal 88
Modelagem 13, 14, 28, 43, 45, 47, 52, 111, 117, 226
Modelagem Matemática 43, 47, 117, 226
Modelagem Numérica 13, 14, 28, 43
Multivariada 30, 31, 35, 39, 41, 200, 202

O

Óleo Essencial 119, 120, 122, 124, 125, 126, 127, 128
Óleo Fúsel 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248
Onda Eletromagnética 55, 59, 61, 64, 70, 75, 82, 87

P

Pedogênese 183, 184, 186, 199
Peneiras Moleculares 146, 148
Plantas Daninhas 200, 201, 227, 246, 247
Plataforma Continental 13
Plumas de Emissários 13
Polímeros 133, 136, 138, 139, 141, 143, 144, 170, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 181, 261
Processamento 44, 45, 47, 48, 49, 52, 97, 109, 114, 137, 144, 181, 236, 241
Processo de Secagem 109, 110, 112, 114, 115
Processos Pedogenéticos 183, 185, 186, 191, 192, 194, 196, 199
Propriedades Medicinais 120

R

Reaproveitamento 105, 240, 246, 247
Região Costeira 13, 14

Resfriamento 43

Resíduos 47, 101, 103, 105, 106, 195, 240, 245, 273

S

Sílicas Mesoporosas 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 154, 155, 156, 157, 158

Sistemas Dinâmicos 76

Sistemas Ópticos 76

Solventes Orgânicos 200, 202

T

Tecnologia 57, 60, 93, 95, 97, 99, 100, 104, 105, 106, 108, 239, 273

Terras Raras 133, 137, 138, 143, 259, 261, 262, 263, 268

Terrenos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12

U

Umidade 66, 77, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 123, 197, 198

V

Variabilidade Ambiental 183, 184

Vulnerabilidade 11, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 41

 **Atena**
Editora

2 0 2 0