



# 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
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>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE DAS ORIENTAÇÕES DE COMO DEMARCAR A IMAGINÁRIA LINHA DE PREAMAR MÉDIA DE 1831	
Flavio Boscatto Cesar Rogério Cabral Everton da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6022002071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6022002072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>30</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6022002073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>43</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6022002074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>55</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6022002075</b>	

**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**

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>240</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.60220020718</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>249</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.60220020719</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>259</b>
ESTUDO DO EFEITO MEMÓRIA E FOTOLUMINESCÊNCIA EM HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES (HDL)	
Alexandre Candido Teixeira	
Alysson Ferreira Morais	
Ivan Guide Nunes da Silva	
Danilo Mustafa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.60220020720</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>273</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>274</b>

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

Data de aceite: 24/06/2020

**Nathalia Cristina Ramos Lima**

Universidade Federal do Maranhão,  
São Luís – MA.

**Julles Mitoura dos Santos Junior**

Universidade Estadual de Campinas,  
Campinas – SP.

**Emilio Émerson Xavier Guimarães Filho**

Universidade Federal do Maranhão,  
São Luís – MA.

**Ronaldo Maison Martins Costa**

Universidade Federal do Maranhão,  
São Luís – MA.

**Audirene Amorim Santana**

Universidade Federal do Maranhão,  
São Luís – MA.

**RESUMO:** O abiu é uma fruta nativa da Amazônia central e Mata Atlântica. É um fruto com alto teor de umidade (95,2% b.u.), mas como consequência, baixa energia de ativação (22,62 kJ/mol) comparada a outras frutas da literatura. Esses resultados foram obtidos através da Equação de Arrhenius e a sua linearização, encontrando também coeficientes de difusividade efetiva ( $7,839 - 13,255 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ ). Foram feitos ajuste de três modelos para a cinética de secagem para as temperaturas de 40°C, 50°C e 60°C, o que apresentou melhor

resultado para o coeficiente de determinação ( $R > 0,99$ ) foi o modelo de Dois Termos. Quanto ao comportamento das curvas cinéticas, o aumento na temperatura de secagem gera uma inclinação na curva e uma aceleração na velocidade de retirada de água do produto, evidenciando que a variação da umidade de equilíbrio do abiu atinge um comportamento constante mais rápido em temperaturas mais elevadas de processamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pouteria caimito, secagem, difusividade efetiva.

### SIMULTANEOUS APPLICATION OF HEAT AND MASS IN THE ABIU DRYING PROCESS

**ABSTRACT:** Abiu is a fruit native to the central Amazon and Atlantic Forest. It is a fruit with a high moisture content (95.2% b.u.), but as a consequence, low activation energy (22.62 kJ / mol) compared to other fruits in the literature. These results were obtained through the Arrhenius Equation and its linearization, also finding effective diffusivity coefficients ( $7.839-13.255 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2 / \text{s}$ ). Adjustment of three models was made for drying kinetics for temperatures of 40°C, 50°C and 60°C, which showed the best result for the coefficient of determination ( $R > 0.99$ ) was the Two Terms model. As for the behavior of the kinetic curves, the increase in the drying temperature generates a slope in the

curve and an acceleration in the speed of water withdrawal from the product, showing that the variation in the abiu equilibrium humidity reaches a faster constant behavior at higher temperatures processing.

**KEYWORDS:** Pouteria caimito, drying, effective diffusivity.

## 1 | INTRODUÇÃO

O abiu, *Pouteria caimito* (Ruiz et Pav.) Radlk. Sapotaceae, é uma fruta de originária da Amazônia, sendo cultivado em quase todo país, com destaque para os estados do Pará e Maranhão. A volta da sua popularidade se deve ao interesse pelos sabores diversificados da fruticultura nacional, suas propriedades nutricionais e uso medicinal. A fruta também é cultivada em outros países como Peru, Colômbia, Bolívia, Equador, Venezuela, Costa Rica, Panamá, Nicarágua e nas Guianas. Pode ser consumido fresco, processado em forma suco, geleia ou compota.

A secagem é uma técnica antiga, mais ainda muito popular para conservação de alimentos, pois tem como principal objetivo diminuir prejuízos causados a produtos *in natura*, prolongar a vida útil e disponibilizar o produto ao longo do ano, isso contribui para inibir atividade enzimática e microbiana, deixando o produto mais estável nas prateleiras. Também fornece uma redução em tamanho e custos de transporte (DOYMAZ e TRANSFER, 2017; HORUZ et al., 2018).

Secagem por ar quente/convecção é a técnica de secagem controlada mais utilizada especialmente para a secagem de frutas e vegetais (HORUZ et al., 2018). No entanto, este método tem algumas desvantagens na qualidade do produto, como: baixa capacidade reidratação, escurecimento da cor, textura dura devido ao longo tempo de secagem e menor eficiência de transferência de calor e massa (ASKARI et al., 2009). Porém, ainda é muito utilizada por proporcionar a conservação por mais tempo (DANTAS et al., 2009).

No processo de secagem, é substancial a determinação da umidade de equilíbrio, que remete-nos à situação de equilíbrio termodinâmico, em que a pressão parcial de vapor se iguala a pressão de saturação do líquido contida no sólido (AZEVEDO e ALVES, 2009), e da geometria do sólido, uma vez que este fator é de grande influência nos processos de transferência simultânea de massa e calor. Dessa forma, é possível determinar o comportamento termodinâmico do fenômeno de secagem por meio de modelos matemáticos para o ajuste dos resultados experimentais, visando a obtenção das condições ótimas da conservação do produto (BOTELHO, 2012).

Modelos matemáticos são usados para projetar ou melhorar novos sistemas de secagem ou mesmo para o controle de processo (DOYMAZ, 2017). A determinação do modelo que melhor se adequa ao processo de secagem de um sólido é de suma importância, uma vez que os resultados quantitativos de grandezas termofísicas refletem a termos qualitativos da amostra. Modelos teórico, semi-teórico e empírico são modelos matemáticos recomendados para definir o comportamento de secagem de produtos em camada fina

(TORKI-HARCHEGANI et al., 2016). Entre os modelos matemáticos, os modelos semi-teóricos sugerem um compromisso entre teoria e facilidade de aplicação e tem sido usado por pesquisadores para identificar o comportamento da secagem de produtos. Os modelos semi-teóricos são principalmente derivados da solução direta da segunda lei de Fick (BEIGI e TRANSFER, 2016a).

De acordo com nosso conhecimento e literatura, não houve relatos qualquer sobre o estudo da cinética de secagem e difusividade térmica. Assim sendo, o presente trabalho teve como objetivo determinar o comportamento da umidade de equilíbrio do abiu, em função do tempo e das propriedades do meio, tais como temperatura, umidade relativa e velocidade de circulação da corrente de aquecimento.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Matéria prima

Abiu (*Pouteria caimito* (Ruiz et Pav.) Radlk. Sapotaceae) foram adquiridos em uma propriedade local, na região metropolitana da cidade de São Luís - MA. As principais características desta fruta, determinada de acordo com a AOAC (2006), foram (em base úmida): teor de umidade de  $95,27 \pm 0,31\%$ , proteína de  $0,90 \pm 0,07\%$ , lipídeos de  $0,13 \pm 0,04\%$ , cinzas de  $0,30 \pm 0,07\%$ , carboidratos de  $3,40 \pm 0,27\%$ , açúcares totais de  $14,09 \pm 0,13\%$ , açúcares redutores de  $5,74 \pm 0,28\%$ , acidez titulável de  $0,04 \pm 0,00\%$  de ácido cítrico, pH de  $5,88 \pm 0,10$ , sólidos solúveis totais de  $14,98 \pm 0,30$  °Brix e teor de vitamina C de  $6,08 \pm 0,17$  mg/100g.

### 2.2 Cinética de secagem e modelagem em camada fina

Os frutos de abieiro foram inicialmente lavados com água corrente e cortado em quatro partes simétricas, no qual apenas  $\frac{1}{4}$  da fruta foi utilizada. O procedimento foi realizado em triplicata em uma estufa com circulação forçada de ar (Novatecnica, NT703, Brasil), nas temperaturas de 40, 50 e 60°C, sendo pesadas nos intervalos de 2 a 60 minutos, até que as massas das amostras atingissem um delta de variação de 0,01 g, indicando o equilíbrio, determinado em uma balança digital (Shimadzu, BL320H, Brasil).

Para determinar o melhor modelo para descrever o comportamento da secagem de fatias de abiu, cinco modelos matemáticas foram utilizadas (Tabela 1). A razão de umidade foi calculada a partir da Equação (1).

$$X_e = \frac{m_u - m_s}{m_s} \quad (1)$$

Onde:  $X_e$  é a razão de umidade,  $m_u$ ,  $m_s$  são conteúdo de umidade a qualquer momento durante a secagem, teor de umidade inicial e final em g de água/g de matéria seca, respectivamente.

Para a determinação dos parâmetros dos modelos, utilizou-se a metodologia de regressão não-linear para ajustar os dados experimentais de umidade de equilíbrio com os resultados dos modelos, variando os coeficientes das equações, utilizando o *software* Matlab versão 2013b. Os termos usados para avaliar o bom ajuste foram o coeficiente de correlação ( $R^2$ ) e a raiz da soma do erro médio (RMSE). O mais alto  $R^2$  e os valores mais baixos de *RMSE* (Equação 2) indicam o melhor modelo (ZAREIN et al., 2015). Outro parâmetro é que o erro relativo médio (*MRE*) (Equação 3) entre os dados experimentais e calculados seja mínimo.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \left| \frac{X_e - X_e^*}{X_e} \right|^2} \quad (2)$$

$$MRE(\%) = \frac{100}{N} \sum_{k=1}^N \left| \frac{X_e - X_e^*}{X_e} \right| \quad (3)$$

Onde:  $X_e^*$  representa a umidade de equilíbrio predita pelos modelos de ajuste. De forma geral, é considerado que valores de desvio relativo médio abaixo de 10% indicam um razoável ajuste para os dados (AGUERRE et al., 1986).

A difusividade efetiva de massa ( $D_{ef}$ ), que estima a migração de água por difusão seguindo a Lei de Fick, é apresentado na Equação (4).

$$\frac{\partial X}{\partial t} = -\nabla(D_{ef} \nabla X) \quad (4)$$

Modelo	Equação	Referência
Lewis	$X = X_e + (X_o - X_e)e^{-k_1 t}$	(Van Den Berg, 1985)
Weibull	$X = X_e + (X_o - X_e)e^{-\frac{t}{k_1}}$	(Brunauer et al., 1940)
Henderson-Pabis	$X = X_e + (X_o - X_e)k_1 e^{-k_2 t}$	(Lomauro et al., 1985)1985
Aprox. Difusão	$X = X_e + (X_o - X_e)k_1 e^{-k_2 t} + (1-k_1)e^{-k_2 k_3 t}$	(Henderson, 1952)
Dois termos	$X = X_e + (X_o - X_e)(k_1 e^{-k_2 t} + k_3 e^{-k_2 k_3 t})$	(Halsey, 1948)

Tabela 1. Modelos empíricos para o ajuste das curvas da cinética de secagem.

O abiu é uma fruta que apresenta forma geométrica esférica, dessa forma, o modelo matemático da difusão líquida com a solução para a forma geométrica esférica foi ajustado aos dados obtidos experimentalmente. Considerando que o raio inicial da fruta se manteve constante durante o processo de secagem, a Equação (5) foi utilizada para a obtenção do coeficiente de difusividade efetiva.

$$X(t) = X_e + (X_e - X_o) \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} e^{\left( \frac{n^2 \pi^2 D_{ef} t}{r^2} \right)} \quad (5)$$

Utilizando a equação de Arrhenius (Equação 6), foi possível avaliar a relação do aumento do coeficiente de difusividade com as variações de temperatura. Linearizando a equação de Arrhenius e aplicando uma regressão linear de dados para as temperaturas e os respectivos coeficientes de difusividade efetiva, os coeficientes da expressão de Arrhenius foram obtidos através da Equação (7).

$$D_{ef} = D_o e^{-\frac{Ea}{RT}} \quad (6)$$

$$\ln(D_{ef}) = \ln(D_o) - \frac{Ea}{RT} \quad (7)$$

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados experimentais para a umidade de equilíbrio do abiu como função do tempo de residência destas no secador e a temperatura do ar aplicada para a secagem.

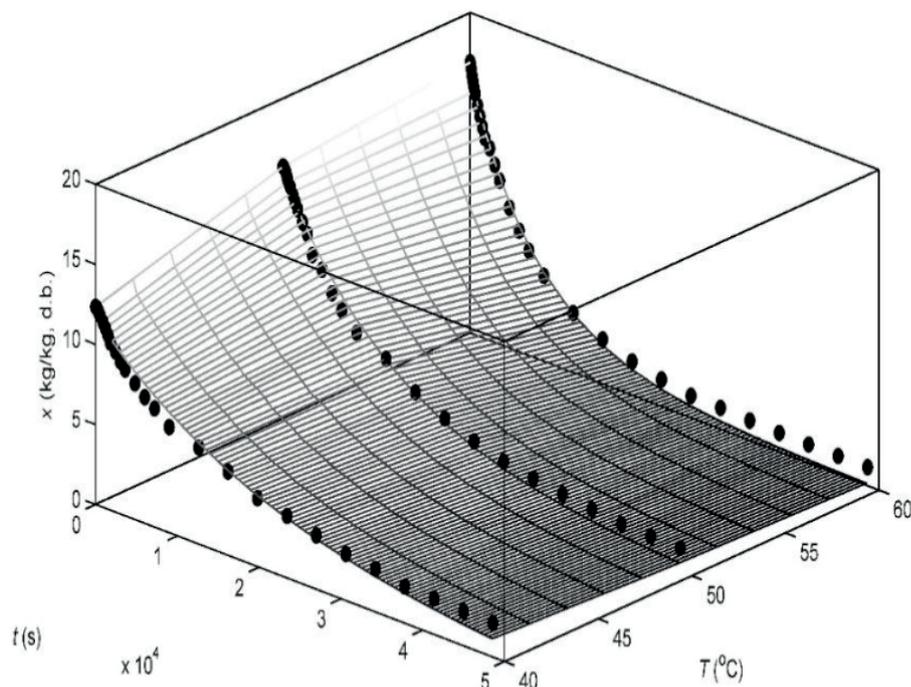


Figura 1. Valores experimentais do conteúdo de umidade de equilíbrio do abiu (●) e calculados (malha) pelo modelo de Dois Termos.

O aumento da temperatura do processo de secagem provocou o efeito de inclinação mais acentuado para menores intervalos de tempo no início do processo, fazendo com que a variação da umidade de equilíbrio do abiu atingisse comportamento constante mais rápido comparado com os resultados obtidos para menores temperaturas de processamento. Dessa forma, o aumento da temperatura tende a diminuir o tempo de secagem evidenciando a maior velocidade de retirada de água do produto (COSTA et al., 2011), ou seja, a transferência de calor e massa dentro das amostras foi mais rápida a maior temperatura de secagem. Estas condições podem criar uma grande diferença de pressão de vapor entre o centro e a superfície dos produtos, resultando em uma difusão mais rápida do vapor de água (BEIGI, 2016b; TORKI-HERCHAGANI et al., 2016; HORUZ et al., 2017).

O tempo de secagem variou entre 13 e 9 horas para reduzir o conteúdo de umidade de fatias de abiu de 17,7 a 0,98 (kg/kg, b.s) em diferentes temperaturas. Segundo Beigi (2016a), o tempo de secagem de materiais agrícolas é afetado por fatores intrínsecos (como atividade de água e pH), técnicas e condições de secagem, quantidade de umidade inicial e final do produto e exigências do cliente.

Dados experimentais de secagem de abiu foram convertidos em razão de umidade e ajustados a cinco modelos semi-empíricos (Tabela 3).

A regressão não linear foi aplicada para determinar os parâmetros dos modelos. Os resultados estatísticos de todos os modelos, incluindo as constantes da taxa de secagem ( $k$ ) e os critérios de comparação usados para avaliar a adequação do ajuste [coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e erro quadrático médio (RMSE)]. O melhor modelo para descrever o comportamento de secagem de fatias de abiu foi selecionado com base nos valores mais altos de  $R^2$  e os mais baixos de RMSE. Verificou-se que todos os modelos empregados descrevem bem os resultados experimentais, tendo em vista que para ambos os modelos, os  $R^2$  são superiores a 0,99 e RMSE inferior a 5%. De acordo com os conceitos supracitados, o modelo de Dois Termos apresentou coeficientes de determinação mais próximos de 1 para todas as condições analisadas, dessa forma, este é o modelo que melhor ajusta os resultados experimentais.

Modelo	Parâmetros	40°C	50°C	60°C
Lewis	$k^1$	8,55E-05	9,51E-05	1,49E-04
	$R^2$	0,998	0,999	1,000
	RMSE	0,054	0,037	0,026
Weilbull	$k^1$	11690,2	10510,35	6707,375
	$R^2$	0,998	0,999	1,000
	RMSE	0,054	0,037	0,026
Henderson-Pabis	$k^1$	0,989	1,000	0,968
	$k^2$	8,52E-05	9,51E-05	1,44E-04
	$R^2$	0,998	0,999	1,000
	RMSE	0,051	0,037	0,014

Aprox. Difusão	k <sup>1</sup>	0,981	1,023	0,972
	k <sup>2</sup>	9,52E-05	1,18E-04	1,23E-04
	k <sup>3</sup>	1,325	1,319	2,543
	R <sup>2</sup>	0,998	0,999	1,000
	RMSE	0,051	0,037	0,014
Dois Termos	k <sup>1</sup>	0,013	0,484	0,533
	k <sup>2</sup>	9,94E-01	9,72E-05	1,47E-04
	k <sup>3</sup>	9,89E-01	5,16E-01	4,36E-01
	k <sup>4</sup>	8,52E-05	1,41E-04	1,41E-04
	R <sup>2</sup>	0,998	0,999	1,000
	RMSE	0,050	0,040	0,010

Tabela 3. Coeficientes de ajuste dos modelos empregados para a cinética de secagem e validação estatística dos resultados.

Os valores de R<sup>2</sup> e RMSE do modelo de Dois Termos variaram de 0,998 a 1,000 e 0,001 a 0,005, respectivamente. O comportamento de um processo de secagem típico é sigmoidal, pois tem os períodos de aquecimento, taxa constante e taxa de decrescente. Como o modelo de Dois Termos foi bem adaptado à cinética de secagem do abiu, ele pode ser usado para descrever o comportamento total da secagem (Figura 1).

Nos processos de secagem, a energia de ativação é um indicativo do grau de difusividade de água de um produto, quanto menor for a energia de ativação maior será a difusividade de água no produto, pois menor será a energia necessária para a remoção da água livre no produto na forma de vapor (De OLIVEIRA et al., 2014).

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados obtidos utilizando a Equação (6) para a difusividade efetiva de água do abiu nas respectivas temperaturas de operação. O coeficiente de difusividade efetiva apresentou função direta da temperatura de operação. O aumento da temperatura provocou o aumento do coeficiente de difusividade do abiu, pois este parâmetro indica a facilidade com que a água é removida do material (OLIVEIRA et al., 2006), ou seja, a difusividade aumentou com o aumento da temperatura do ar por causa da resistência do fluido em fluir e aumentar a atividade das moléculas de água em altas temperaturas. Este fenômeno poderia facilitar a difusão de moléculas de água nos capilares do produto (BEIGI e TRANSFER, 2016b; TORKI-HARCHEGANI et al., 2016). Os resultados estão muito próximos dos apresentados na literatura para outros tipos de produtos, onde essas diferenças podem vir do tipo e forma do produto e geométrica, umidade inicial e final, propriedades físicas e químicas, tipo de secador e pré-tratamentos (TORKI- HERCHAGANI et al., 2016).

T(°C)	Def (m <sup>2</sup> /s) x 10 <sup>-10</sup>	MRE (%)	E <sub>a</sub> (kJ/mol)
40	7,839	6,453	22,62
50	8,564	8,424	
60	13,255	9,034	

Tabela 4. Coeficientes de difusividade efetiva do abiu em função da energia de ativação para obtenção do teor de água de equilíbrio.

Os valores de energia de ativação ( $E_a$ ) das fatias de abiu secas foram calculados pelo uso da difusividade efetiva, difusividade térmica e taxa de secagem constante obtida a partir do melhor modelo, usando a regressão linear da equação de Arrhenius apresentado na Equação (7). O valor calculado de  $E_a$  está mostrado na Tabela 4. Este valor é inferior ao apresentado por Demiray et al. (2012) ao avaliar a cinética de secagem para as fatias de tomate, o que é válido, pois segundo (KAYA e KAHYAOGLU, 2006), a energia de ativação tende a diminuir com a elevação do teor de água inicial do produto durante a secagem. Entretanto, o abiu possui uma quantidade inicial de água alta em sua estrutura (95,2 % b.u), fazendo com que a energia de ativação seja menor quando comparada a energia de ativação da cinética de secagem das fatias de tomate (DEMIRAY et al., 2017).

A energia de ativação para o abiu é de 22,62 kJ/mol, valor abaixo do obtido para a análise da nectarina. Na pesquisa do Araujo (2005) verificou-se que a energia de ativação para a nectarina *in natura* é de 32,61 kJ/mol. As frutas apresentam valores para a umidade um pouco parecida, mas o abiu possui mais água em sua estrutura (95,2 % b.u) que a nectarina (86,79 % b.u) e a energia de ativação tende a diminuir com a elevação do teor de água inicial do produto durante a secagem (KAYA e KAHYAOGLU, 2006), devido a isso, o abiu apresenta menor energia de ativação que a nectarina.

A Figura 2 apresenta a linearização da equação de Arrhenius para o conjunto de dados experimentais acompanhado do erro de ajuste.

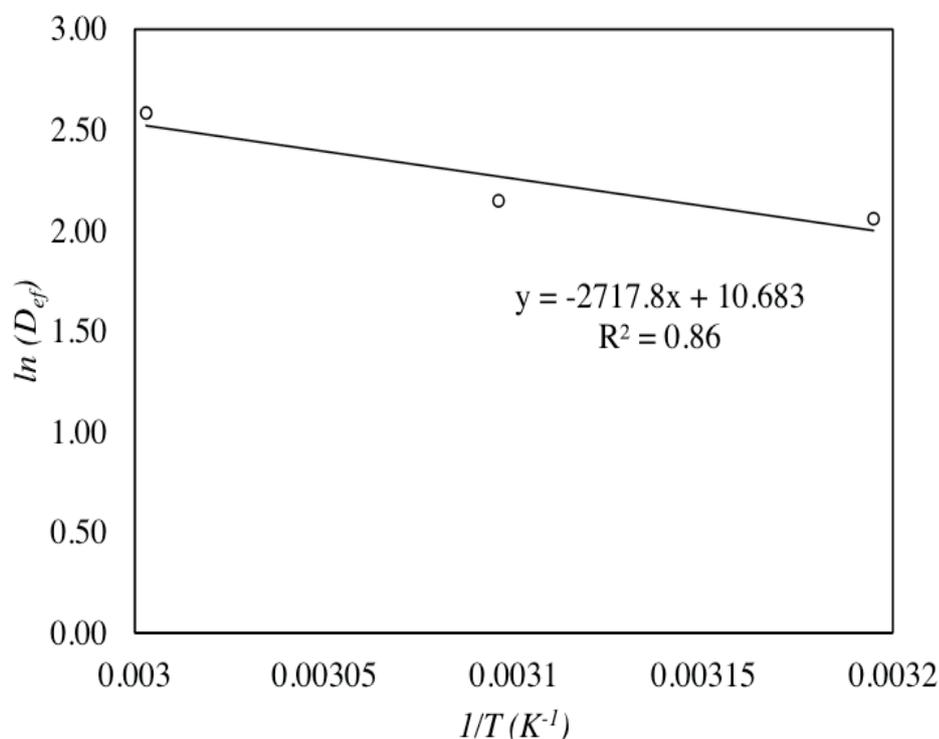


Figura 2. Linearização da equação de Arrhenius para obtenção da energia de ativação.

## 4 | CONCLUSÕES

A cinética de secagem do abiu comportou-se de forma adequada para um produto com

alto conteúdo de umidade, onde as curvas que descrevem este processo apresentaram equilíbrio para longos tempos de operação, aproximadamente 13 horas. O modelo exponencial que se ajustou melhor os dados experimentais de secagem ( $R^2 > 0,99$ ) foi o de Dois Termos, permitindo a determinação dos coeficientes de difusão efetivo ( $7,839 - 13,255 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ ).

Os valores dos coeficientes de difusão aumentaram com a temperatura, obedecendo ao mesmo comportamento reportado na literatura. A dependência do coeficiente de difusão efetivo da água com a temperatura foi relacionada através de uma expressão exponencial, permitindo obter o valor de energia de ativação, que foi comparada a de outro autor.

## REFERÊNCIAS

AGUERRE, R.; SUAREZ, C.; VIOLLAZ, P. **Enthalpy-entropy compensation in sorption phenomena: Application to the prediction of the effect of temperature on food isotherms.** Journal of Food Science, v. 51, n. 6, p. 1547-1549, 1986. ISSN 0022-1147.

ARAUJO, E. A. F. **Estudo do processo de desidratação osmótica e secagem de nectarina (Prunus persica).** 2005.

ASKARI, G.; EMAM-DJOMEH, Z.; MOUSAVI, S. J. D. T. **An investigation of the effects of drying methods and conditions on drying characteristics and quality attributes of agricultural products during hot air and hot air/microwave-assisted dehydration.** v. 27, n. 7-8, p. 831-841, 2009. ISSN 0737-3937.

AZEVEDO, E. G.; ALVES, A. M. **Engenharia de processos de separação.** 2ª edição, 2009.

BEIGI, M. J. H.; TRANSFER, M. **Hot air drying of apple slices: dehydration characteristics and quality assessment.** v. 52, n. 8, p. 1435-1442, 2016a. ISSN 0947-7411.

\_\_\_\_\_. **Influence of drying air parameters on mass transfer characteristics of apple slices.** v. 52, n. 10, p. 2213-2221, 2016b. ISSN 0947-7411.

BOTELHO, F. M. **Cinética de secagem, propriedades físicas e higroscópicas dos frutos e caracterização do processo de torrefação dos grãos de Coffea canephora.** 2012.

BRUNAUER, S. et al. **On a theory of the van der Waals adsorption of gases.** v. 62, n. 7, p. 1723-1732, 1940. ISSN 0002-7863.

COSTA, L. M. et al. **Coefficiente de difusão efetivo e modelagem matemática da secagem de sementes de crumbe.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, n. 10, p. 1089-1097, 2011. ISSN 1415-4366.

DANTAS, T. et al. **Estudo da transferência de calor e massa e da cinética de secagem em placas planas de batata inglesa (Solanum Tuberosum L.).** VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Uberlândia, MG, 2009.

DE OLIVEIRA, D. E. C. et al. **Obtenção e modelagem das isothermas de dessecamento e do calor isostérico para sementes de arroz em casca.** v. 42, n. 3, p. 203-210, 2014. ISSN 1984-5529.

DEMIRAY, E. et al. **Drying kinetics of onion (Allium cepa L.) slices with convective and microwave drying.** v. 53, n. 5, p. 1817-1827, 2017. ISSN 0947-7411.

DOYMAZ, İ. J. H.; TRANSFER, M. **Drying kinetics, rehydration and colour characteristics of convective hot-air drying of carrot slices.** v. 53, n. 1, p. 25-35, 2017. ISSN 0947-7411.

HALSEY, G. J. T. J. O. C. P. **Physical adsorption on non-uniform surfaces**. v. 16, n. 10, p. 931-937, 1948. ISSN 0021-9606.

HENDERSON, S. J. A. E. **A basic concept of equilibrium moisture**. v. 33, p. 29-32, 1952.

HORUZ, E. et al. **Simultaneous application of microwave energy and hot air to whole drying process of apple slices: drying kinetics, modeling, temperature profile and energy aspect**. v. 54, n. 2, p. 425-436, 2018. ISSN 0947-7411.

KAYA, S.; KAHYAOGU, T. **Influence of dehulling and roasting process on the thermodynamics of moisture adsorption in sesame seed**. Journal of Food Engineering, v. 76, n. 2, p. 139-147, 2006. ISSN 0260-8774.

LOMAURO, C.; BAKSHI, A.; LABUZA, T. P. J. L.-W. U. T. **Evaluation of food moisture sorption isotherm equations**. Part I. Fruit, vegetable and meat products. v. 18, n. 2, p. 111-117, 1985.

OLIVEIRA, R. A. D.; OLIVEIRA, W. P. D.; PARK, K. J. **Determinação da difusividade efetiva de raiz de chicória**. Engenharia Agrícola, 2006. ISSN 0100-6916.

TORKI-HARCHEGANI, M. et al. **Dehydration characteristics and mathematical modelling of lemon slices drying undergoing oven treatment**. v. 52, n. 2, p. 281-289, 2016. ISSN 0947-7411.

VAN DEN BERG, C. **Development of BET-like models for sorption of water on foods, theory and relevance**. In: (Ed.). Properties of water in foods: Springer, 1985. p.119-131.

ZAREIN, M.; SAMADI, S. H.; GHOBADIAN, B. J. J. O. T. S. S. O. A. S. **Investigation of microwave dryer effect on energy efficiency during drying of apple slices**. v. 14, n. 1, p. 41-47, 2015. ISSN 1658-077X.

## 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**