



# A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias 4

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Hosana Aguiar Freitas de Andrade  
Nítalo André Farias Machado  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2019



# A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias 4

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Hosana Aguiar Freitas de Andrade  
Nítalo André Farias Machado  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
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  
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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
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 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  
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. 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  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### Ciências Biológicas e da Saúde

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 Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
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  
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 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
F138	A face multidisciplinar das ciências agrárias 4 [recurso eletrônico] / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Hosana Aguiar Freitas de Andrade, Nítalo André Farias Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias; v. 4)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-888-5 DOI 10.22533/at.ed.885192312  1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da. II. Andrade, Hosana Aguiar Freitas de. III. Machado, Nítalo André. IV. Série. CDD 630
<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

Nos primórdios do desenvolvimento da agricultura, os recursos naturais disponíveis propiciaram o surgimento das atividades agropecuárias, e desta forma, a necessidade de atuação dos profissionais de ciências agrárias tornou-se consolidada. Durante séculos, novos conhecimentos foram adquiridos, fundamentados teoricamente sobre as práticas agrícolas, conduzindo ao aperfeiçoamento do processo produtivo de acordo com a evolução da sociedade.

Diante do atual cenário, a obra “A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias” em seus volumes 3 e 4 engloba respectivamente 24 e 27 capítulos capazes de possibilitar ao leitor a experiência de ampliar o conhecimento sobre a economia e sociologia no campo, conservação pós-colheita, tecnologia de alimentos, produção vegetal, qualidade de produtos agropecuários, metodologias de ensino e extensão nas escolas, epidemiologia e cadeia produtiva da produção animal.

Em virtude da pluralidade existente desta grande área, os trabalhos apresentados abordam temas de expressiva importância as questões sociais e econômicas do Brasil. E, portanto, evidenciamos profunda gratidão pelo empenho dos autores, que em conjunto, contribuíram para o desenvolvimento e formação deste e-book.

Espera-se, agregar ao leitor, conhecimentos sobre a multidisciplinaridade das ciências agrárias, de modo a atender as crescentes demandas por alimentos primários e transformados, preservando o meio ambiente para às gerações futuras.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Hosana Aguiar Freitas de Andrade  
Nítalo André Farias Machado

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A DESTINAÇÃO DE RECURSOS ORÇAMENTÁRIOS PARA POLÍTICAS PÚBLICAS E INOVAÇÃO NO ÂMBITO DO AGRONEGÓCIO NO MUNICÍPIO DE ANCHIETA – ES NO PERÍODO DE 2013 A 2017	
César Albenes de Mendonça Cruz Denise Ferreira Pinto Paterlini Eliaidina Wagner Oliveira da Silva Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva Marcelo Plotegher Campinhos Maria José Coelho dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8851923121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
APLICAÇÃO DA MATRIZ SWOT PARA IDENTIFICAR FRAQUEZAS INTERNAS POTENCIAIS DE UMA LOJA DE PRODUTOS AGROPECUÁRIOS NO SERTÃO CENTRAL DO CEARÁ	
Emanuela Bento de Lima Rildson Melo Fontenele Antonio Geovane de Moraes Andrade José Willamy Ribeiro Marques Cláudio Mateus Pereira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8851923122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>20</b>
APLICAÇÃO DE ADJUVANTES E ULTRASSOM NA EXTRAÇÃO DO AZEITE DE OLIVA	
Diegho Andrade Paz Cássio Delgado Salim Raphael Veloso Gusmão Silva Candice Soares Dias Marcilio Machado Moraes Valéria Terra Crexi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8851923123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>31</b>
APLICAÇÃO DE BAGAÇO DE MAÇÃ NA PRODUÇÃO DE BISCOITOS TIPO <i>COOKIES</i>	
Beatriz Cervejeira Bolanho Barros Suelen Pereira Ruiz Herrig Otávio Akira Sakai Keila Fernanda Raimundo Luana Mariani Jorge	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8851923124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>43</b>
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DE COMPOSTOS NATURAIS FRENTE A CEPAS PADRÃO	
Giovana Hashimoto Nakadomari Lucas Valeiras Gaddini Sheila Rezler Wosiacki	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8851923125</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 50**

AVALIAÇÃO DE FORMULAÇÕES DE BISCOITOS COM ADIÇÃO DE FARINHA DE RESÍDUOS DE BANANEIRA E FÉCULA DE MANDIOCA UTILIZANDO PLANEJAMENTO FATORIAL

Isabella Fernanda Camargo Queiroz

Kate Mariane Adensuloye

Mariana Manfroi Fuzinato

**DOI 10.22533/at.ed.8851923126**

**CAPÍTULO 7 ..... 62**

CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE AMORAPRETA DA CULTIVAR 'TUPY' PRODUZIDAS NO OESTE DE SANTA CATARINA

Cintia Dos Santos Moser

Adriana Lugaresi

Alison Uberti

Felipe Tecchio Borsoi

Clevison Luiz Giacobbo

Margarete Dulce Bagatini

**DOI 10.22533/at.ed.8851923127**

**CAPÍTULO 8 ..... 67**

CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS BRUTO E AQUOSO DA POLPA E DA CASCA DE PITAYA VERMELHA (*HYLOCEREUS POLYRHIZUS*)

Sandra Machado Lira

Lia Corrêa Coelho

Chayane Gomes Marques

Marcelo Oliveira Holanda

Juliana Barbosa Dantas

Ana Carolina Viana de Lima

Glauber Batista Moreira Santos

Gisele Silvestre da Silva

Fernando Antônio Pinto de Abreu

Ana Paula Dionísio

Guilherme Julião Zocolo

Maria Izabel Florindo Guedes

**DOI 10.22533/at.ed.8851923128**

**CAPÍTULO 9 ..... 79**

CINÉTICA DA SECAGEM DE AQUÊNIOS DE GIRASSOL

Gustavo Soares Wenneck

Reni Saath

Larissa Leite de Araújo

Camila de Souza Volpato

Danilo Cesar Santi

**DOI 10.22533/at.ed.8851923129**

**CAPÍTULO 10 ..... 91**

UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE PANIFICAÇÃO NO PROCESSAMENTO DE RAÇÃO ANIMAL PELETIZADA

Lúcia de Fátima Araújo

Emerson Moreira Aguiar

Robson Rogério Pessoa Coelho

João Carlos Taveira

Luiz Eduardo Santiago

**DOI 10.22533/at.ed.88519231210**

**CAPÍTULO 11 ..... 101**

COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS DA AGRICULTURA FAMILIAR LOCAL NA FEIRA LIVRE DE CAMETÁ, PARÁ

Ana Clara Rodrigues de Sousa Leite  
Josiele Pantoja de Andrade  
Diego Coelho Leite  
Fagner Freires de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.88519231211**

**CAPÍTULO 12 ..... 116**

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURAL DE UM FRAGMENTO DE CERRADO *SENSU STRICTO* EM DIANÓPOLIS-TO

Pedro James Almeida Wolney  
Luan Bonfim Rosa Teixeira  
Tamara Thalia Prolo  
Virgílio Lourenço da Silva Neto  
Maria Adriana Santos Carvalho  
Elismar Dias Batista  
Rômulo Quirino de Souza Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.88519231212**

**CAPÍTULO 13 ..... 126**

DESAFIOS DA AGRICULTURA FAMILIAR EM PRÓL DA PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA EM TANGARÁ DA SERRA – MT

Regina Maria da Costa  
Aparecida de Fátima Alves Lima

**DOI 10.22533/at.ed.88519231213**

**CAPÍTULO 14 ..... 139**

EL MODELO DE PRODUCCIÓN-DISTRIBUCIÓN-CONSUMO (P-D-C) AGROECOLÓGICO EN EL TERRITORIO

Mónica de Nicola  
Maria Elena Díaz Aradas  
Adhemar Pascualle  
Teresa Questa

**DOI 10.22533/at.ed.88519231214**

**CAPÍTULO 15 ..... 154**

EN BÚSQUEDA DE UNA ORGANIZACIÓN PRODUCTIVA PARA LOS ARTESANOS DEL BUTIÁ DE SANTA VITÓRIA DO PALMAR (RS), BRASIL

Laura Bibiana Boada Bilhalva  
Cristiano Ruiz Engelke

**DOI 10.22533/at.ed.88519231215**

**CAPÍTULO 16 ..... 160**

ESTIMATIVA DO FILOCRONO E SOMA TÉRMICA DO TRIGO DUPLO PROPÓSITO EM SÃO VICENTE DO SUL

Fernando Saraiva Silveira Júnior  
Ivan Carlos Maldaner  
Victor Paulo Kloeckner Pires  
Marcos Antonio Turchiello  
Camila Lima Leocadio  
Fabrício Penteadado Carvalho  
Willian Luis Castro Vicente

Murilo Brum de Moura  
Henrique Shaf Eggers  
DOI 10.22533/at.ed.88519231216

**CAPÍTULO 17 ..... 168**

ESTUDO DA CINÉTICA DE ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL REATIVO 5G EM CASCA DE SOJA

Gabriela Souza Alves  
Claudinéia Queli Geraldi  
Rubén Francisco Gauto

DOI 10.22533/at.ed.88519231217

**CAPÍTULO 18 ..... 175**

INFLUÊNCIA DA EMBALAGEM E AMBIENTE NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE RAMBUTAN (*Nephelium lappaceum* L.)

Brenda Karina Rodrigues da Silva  
Artur Vinícius Ferreira dos Santos  
Antonia Benedita da Silva Bronze  
Sinara de Nazaré Santana Brito  
Harleson Sidney Almeida Monteiro  
Thayane Ferreira Miranda  
Danilo da Luz Melo  
Wenderson Nonato Ferreira da Conceição  
Meirevalda do Socorro Ferreira Redig  
João Almiro Corrêa Soares

DOI 10.22533/at.ed.88519231218

**CAPÍTULO 19 ..... 186**

LA AGRICULTURA FAMILIAR Y SU RELACIÓN CON LOS SISTEMAS EXPERTOS. UNA MIRADA DESDE LA EXTENSIÓN

María Sergia Villaberde  
Leandro Sabanes  
Amparo Heguiabehere  
María Andrea Porporato  
Érica Funes

DOI 10.22533/at.ed.88519231219

**CAPÍTULO 20 ..... 198**

LAS POLÍTICAS FORESTALES ARGENTINAS EN LA CONSTITUCIÓN DEL DELTA INFERIOR BONAERENSE COMO REGIÓN FORESTAL

Carlos Javier Moreira

DOI 10.22533/at.ed.88519231220

**CAPÍTULO 21 ..... 217**

MODELOS DE ÁRVORE INDIVIDUAL NA ESTIMATIVA DO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO FLORESTAL

Lorena Oliveira Barbosa  
Verônica Satomi Kazama  
Anny Francielly Ataíde Gonçalves  
Luciano Cavalcante de Jesus França  
José Roberto Soares Scolforo

DOI 10.22533/at.ed.88519231221

**CAPÍTULO 22 ..... 230**

O RURAL ENVOLVENDO DIMENSÕES ECONÔMICAS E NÃO ECONÔMICAS: PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DEPENDENTES DAS DINÂMICAS DE ENVOLVIMENTO DAS COMUNIDADES

Cláudio Machado Maia  
Mario Riedl  
Cláudia Susana Marques Antunes  
Ana Laura Vianna Villela  
Rosa Salete Alba

**DOI 10.22533/at.ed.88519231222**

**CAPÍTULO 23 ..... 244**

PERCEPÇÃO DISCENTE DAS METODOLOGIAS DE ENSINO E MONITORIA NA DISCIPLINA DE SUINOCULTURA DO CURSO DE VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

Lina Raquel Santos Araújo  
Deborah Marrocos Sampaio Vasconcelos  
Ênio Campos da Silva  
Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos  
Victor Hugo Vieira Rodrigues  
Everton Nogueira Silva  
José Nailton Bezerra Evangelista

**DOI 10.22533/at.ed.88519231223**

**CAPÍTULO 24 ..... 252**

PERSPECTIVAS INSTITUCIONAIS DE CONTROLE E FISCALIZAÇÃO DE ALIMENTOS EM SANTA MARIA/RS

Valéria Pinheiro Braccini  
Luis Fernando Vilani de Pellegrini  
Janaina Balk Brandão

**DOI 10.22533/at.ed.88519231224**

**CAPÍTULO 25 ..... 263**

PRODUÇÃO DE FERMENTADO ALCOÓLICO A PARTIR DA POLPA DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L. f.)

Marco Antônio de Alcântara Rocha  
Wenderson Gomes dos Santos  
Douglas Alberto Rocha de Castro

**DOI 10.22533/at.ed.88519231225**

**CAPÍTULO 26 ..... 276**

SABERES AMBIENTAIS E AGRICULTURA ORGÂNICA: EXPERIÊNCIAS COMPARTILHADAS EM UMA FEIRA AGROECOLÓGICA NA REGIÃO AMAZÔNICA

Mailson Lima Nazaré  
Raimundo Paulo Monteiro Cordeiro  
Luan Sidônio Gomes  
Antonio Sérgio Silva de Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.88519231226**

**CAPÍTULO 27 ..... 284**

ULTRASOUND EXTRACTION AND FATTY ACID PROFILE OF GRAPE SEED OIL

Rosana Oliveira Ehlers  
Helena Brito Machado (in memmoriám)  
Jênifer Inês Engelmann  
Marcilio Machado Morais  
Valéria Terra Crexi

<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>296</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>297</b>

## CINÉTICA DA SECAGEM DE AQUÊNIOS DE GIRASSOL

Data de aceite: 11/12/2018

### **Gustavo Soares Wenneck**

Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Agronomia  
Maringá – Paraná

### **Reni Saath**

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia  
Maringá – Paraná

### **Larissa Leite de Araújo**

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia  
Maringá – Paraná

### **Camila de Souza Volpato**

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia  
Maringá – Paraná

### **Danilo Cesar Santi**

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia  
Maringá – Paraná

**RESUMO:** Dada a proeminência do girassol no cenário nacional e a importância das etapas de secagem na pós-colheita, com este estudo objetivou-se analisar a cinética de secagem do aquênio de girassol submetido à diferentes condições de secagem e selecionar o modelo

matemático que melhor representa o fenômeno. Dos aspectos relacionados à transferência de massa, eficiência energética e qualidade do produto, para descrever a redução de massa até atingir o equilíbrio e os efeitos da secagem, utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, fatorial (8x4), oito temperaturas (35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70°C) e quatro repetições. O tempo de secagem reduziu ( $p < 0,05$ ) com o aumento da temperatura do ar. O modelo de Wang e Sing ajustou-se melhor aos dados experimentais. A temperatura do ar influenciou na redução do teor de água do aquênio de girassol cujas mudanças na estrutura interna do endosperma alteraram suas características físico-químicas e fisiológicas ( $p < 0,05$ ), com ênfase para temperaturas do ar acima de 55°C.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Helianthus annuus* L., Otimização, Parâmetros físicos, Pós-Colheita, Taxa de secagem.

### KINETICS OF DRYING SUNFLOWER SEEDS

**ABSTRACT:** Given the prominence of the sunflower on the national scene and the importance of postharvest drying steps, this study aimed to analyze the drying kinetics of sunflower achene under different drying

conditions and to select the mathematical model that best represents the phenomenon. From the aspects related to mass transfer, energy efficiency and product quality, to describe the mass reduction until reaching the equilibrium and the drying effects, a completely randomized factorial (8x4), eight temperatures (35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70°C) and four repetitions. Drying time decreased ( $p < 0.05$ ) with increasing air temperature. Wang and Sing's model best fit adapted the experimental data. The air temperature influenced the reduction of water content of sunflower achene whose changes in the internal structure of the endosperm changed its physicochemical and physiological characteristics ( $p < 0.05$ ), with emphasis on air temperatures above 55°C. **KEYWORDS:** *Helianthus annuus* L., Optimization, Physical Parameters, Post-Harvest, Drying Rate.

## 1 | INTRODUÇÃO

Das sementes de girassol, além do elevado padrão do óleo à qualidade de biodiesel, na forma integral, utilizadas na alimentação animal e em função de compostos especiais constituem-se alimento funcional na dieta humana valorizando-as comercialmente. Dentre as oleaginosas (USDA, 2013), a cultura ocupa a quinta posição na produção de sementes no mundo e a quarta em produção de óleo.

Embora, possa desempenhar importante papel na ciclagem de nutrientes aplicados a culturas anteriores, reduzindo os custos na produção de girassol (Oliveira et al., 2005), para a consolidação do sucesso econômico e justificar o investimento na cultura é de fundamental importância o conhecimento das propriedades físicas e termodinâmicas desta espécie, facilitando o dimensionamento e operacionalidade de máquinas e equipamentos nas principais operações pós-colheita, no intuito de proporcionar uma correta conservação.

As etapas pós-colheita, cuja conservação das sementes/grãos durante a secagem reflete a qualidade e rendimento do óleo, expõem potencialidades e fragilidades do setor produtivo. A manutenção do potencial genético deve-se aos cuidados pós-colheita (Leite et al., 2007), a quantidade de água livre e atividades metabólicas no período de armazenamento (Ziegler et al., 2017; Silva et al., 2014).

A redução do teor de água com ar natural (exposição dos aquênios em terreiro), ou via submissão à ação de uma fonte de ar artificial (Silva et al., 2008; Yilbas et al., 2003), envolve simultaneamente a transferência de calor e massa, que podem alterar de forma substancial a sua qualidade, dependendo do método e das condições de secagem (Almeida et al., 2009; Mir et al., 2013), e do gradiente de umidade na massa (Martinazzo et al., 2010).

Correlacionando teor de água do produto com parâmetros de secagem (GONELI et al., 2011; MIDILLI et al., 2002), variações específicas expressas por

meio de simulação auxiliam no entendimento do processo de secagem (Botelho et al., 2015a) cuja informação fomenta tecnologia e otimiza processos comerciais.

Pesquisadores têm representado o fenômeno da secagem de diferentes produtos higroscópicos, através da cinética de secagem, como sementes de amendoim (Araújo et al., 2014), crambe (Costa et al., 2015), soja (Botelho et al., 2015a), sorgo (Botelho et al., 2015b), feijão-caupi (Camicia et al., 2015), girassol (Coradi et al., 2015; Smaniotto et al., 2017), fava (Lorestani & Ghari, 2012), arroz em casca (Meneghetti et al., 2012), milho (Oliveira et al., 2012a), pinhão-manso (Siqueira et al., 2012), nabo forrageiro (Sousa et al., 2011), café (Andrade & Borém, 2008), onde o tempo de exposição e a temperatura do ar podem causar danos imediatos e/ou latentes à qualidade do produto (Andrade & Borém, 2008; Botelho et al., 2015a; Goneli et al., 2014; Marques et al., 2008).

A difusividade engloba o efeito de todos os fenômenos que podem intervir sobre a migração da água (Camicia et al., 2015), indicando, em função das condições de secagem (Andrade & Borém 2008; Morais et al., 2013; Roca et al., 2008; Silva et al., 2018; Siqueira et al., 2012), a energia necessária na remoção da água do material (Reis et al., 2011; Silva et al., 2016). Nesse cenário, a análise da taxa de redução de água durante o processo de dessorção, permite caracterizar a exigência energética da secagem e seus efeitos na qualidade (Coradi et al., 2015).

Informações de fomento à produção, tanto na escolha de cultivares, quanto no entendimento da dinâmica dos processos pós-colheita, resultando em melhor qualidade do produto e maior valor comercial, torna-se essencial à competitividade e o sucesso da cultura de girassol. Diante da limitação de informações a respeito da dependência e interação entre tempo e temperatura de secagem, na seleção de genótipos de girassol, objetivou-se com o presente estudo analisar a cinética da secagem do aquênio de girassol submetido à diferentes condições de secagem e selecionar o modelo matemático que melhor representa o fenômeno em estudo, cujos resultados podem direcionar pesquisas na seleção de alternativas operacionais, minimizando efeitos negativos às sementes e/ou grãos de girassol.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos no Centro Técnico de Irrigação e no Laboratório de Plantas Medicinais e Tecnologia Pós-Colheita de Produtos Agrícolas do Departamento de Agronomia pertencente à Universidade Estadual de Maringá - UEM, localizada no município de Maringá - PR, situada na latitude 23°25'S, longitude 51°57' W e a 542 m de altitude. Para obtenção da matéria-prima, sementes de girassol de genótipo proveniente do Campus de Umuarama da UEM,

foram utilizadas em experimento instalado em setembro de 2016. Com o objetivo de garantir a qualidade da matéria-prima durante o período seguiu todos os tratamentos culturais recorrentes a cultura de girassol (fertilidade do solo, controle de pragas, doenças e plantas invasoras).

A colheita manual dos capítulos de girassol foi feita quando constatada a maturação fisiológica das sementes, com teor de água de  $\pm 0,60$  decimal (bs), cortando-se na base do capítulo, os quais foram levados ao laboratório de pós-colheita para realização dos testes de secagem. Para evitar qualquer tipo de influência no produto, com posterior seleção dos frutos, retirando-se todos aqueles defeituosos, no intuito de evitar qualquer tipo de influência indesejável que possa interferir nos resultados da pesquisa. Os girassóis submetidos à pré-secagem em leito fixo, com ventilação forçada e ar aquecido, visando a uniformização quanto a umidade dos aquênios até atingirem o teor de água  $0,30 \pm 1$  (bs). Os aquênios foram então debulhados do capítulo para compor o lote, de qual retirou amostras de 500 g em duplicata para compor cada tratamento, com quatro repetições. Sendo o processo constituído por diferentes condições de secagem.

Para completar a secagem na condição pré-estabelecida em função da temperatura e umidade relativa do ar, até o teor de água  $0,08 \pm 1$  (bs) ser atingido. No operacional, a secagem dos aquênios em camada delgada realizada em estufa com circulação forçada do ar para diferentes condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar (Tabela 1) monitoradas por meio de um psicrômetro instalado no interior do secador.

Tratamento	Condições do ar de secagem	
	Temperatura ( $\pm 1^\circ\text{C}$ )	Umidade Relativa ( $\pm 2\%$ )
1	35	20
2	40	18
3	45	16
4	50	14
5	55	12
6	60	10
7	65	8
8	70	6

Tabela 1. Caracterização dos tratamentos a partir das condições de secagem em função da temperatura do ar ( $^\circ\text{C}$ ) e umidade relativa do ar (%).

Bandejas metálicas ( $\varnothing$  30 cm) de base telada para permitir a passagem do ar através da camada delgada do produto receberam amostras de  $\pm 2$  cm de espessura, sendo colocadas no interior do secador para cada tratamento duas bandejas, quatro repetições por temperatura. A redução do teor de água dos aquênios de

girassol durante a secagem foi acompanhada pelo método gravimétrico, por meio de pesagem das amostras em uma balança com resolução de 0,001g, onde o espaçamento entre as pesagens foi controlado pela diferença de massa entre uma e outra, em intervalos de 30 min (conhecendo-se o teor de água inicial), evitando diferenças elevadas de teor de água entre as leituras.

O teor de água considerado como ponto final da secagem, para fins de modelagem matemática, será de  $\pm 0,08$  (decimal bs) para as sementes de girassol. Finalizada a secagem e as sementes em equilíbrio com a temperatura ambiente, determinou-se seus teores de água pelo método de estufa a  $105\pm 2^\circ\text{C}$ , durante 24h (AOAC, 2000). Das informações coletadas para as condições de secagem (Tabela 1) obtêm-se às curvas de secagem em função do tempo que permitem prever o momento do processo em que se atinge o teor de água de desejado.

Para determinação da massa unitária ( $\rho_u$ ), porosidade ( $P$ ) e volume unitário ( $V_u$ ), 100 sementes de girassol foram aleatoriamente selecionadas nas amostras secadas em cada temperatura testada. Das sementes, foi determinada a massa utilizando-se uma balança analítica com resolução de 0,001 g, e por meio de paquímetro digital (0,01 mm) as dimensões características principais (maior dimensão (a), dimensão intermediária (b) e menor dimensão (c) característica) das 100 sementes (Figura 1).



Figura 1. Representação esquemática dos eixos da semente de girassol, considerada esferoide tri axial, com suas dimensões características.

A massa unitária ( $\rho_u$ ) foi obtida pela Equação 1, a porosidade ( $\varepsilon$ ) da massa de sementes (Equação 2) e o índice do volume unitário ( $V_u$ ) determinado pela Equação 3 (Mohseni, 1986).

$$\rho_u(\text{kg m}^{-3}) = \frac{\text{massa do grão (kg)}}{\text{volume do grão (m}^3\text{)}} \quad \text{Equação 1}$$

$$\varepsilon(\%) = 100 \times \left[ 1 - \frac{\text{massa específica aparente (kg m}^{-3}\text{)}}{\text{massa específica unitária (kg m}^{-3}\text{)}} \right] \quad \text{Equação 2}$$

$$V_u(\text{m}^3) = \frac{\pi}{6} (a(\text{m}) \times b(\text{m}) \times c(\text{m})) \quad \text{Equação 3}$$

Para a determinação da massa de mil sementes e massa específica aparente ( $\rho_a$ ) para cada temperatura do ar de secagem, utilizando-se uma balança analítica

(0,01 g) e um recipiente cuja relação entre o diâmetro e a altura é igual a um (1 L), por meio de pesagem das amostras foi acompanhada a redução de massa de mil unidades durante a secagem; para medição da massa específica aparente ( $\rho_a$ ) um funil com registro de descarga acoplado a uma haste permitiu ao recipiente receber o volume de sementes sempre nas mesmas condições, cuja massa foi pesada em balança analítica (0,01 g).

Os dados experimentais da secagem e as informações referentes às propriedades físicas e índices qualitativos das sementes de girassol foram submetidos à análise de regressão e seleção do modelo matemático adequado para expressar a relação entre as variáveis estudadas. Para o ajuste dos modelos matemáticos aos dados experimentais, foi utilizado o *software STATISTICA 7.0®*. Para análise do grau de ajuste de cada modelo, serão consideradas as magnitudes do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) ajustados (variância explicada -  $p < 0,05$ ), do erro médio relativo (P) e desvio padrão da estimativa (SE) verificando o comportamento da distribuição dos resíduos (aleatório ou tendencioso), para todas as condições do ar de secagem.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto as características físicas dos girassóis, os capítulos coletados para o experimento apresentaram diâmetro médio de 150 mm. Para aquênios, obteve-se para comprimento (11,46 mm), largura (5,58 mm) e espessura (6,64 mm), por sua vez, a variável massa de 100 aquênios, apresentou um valor médio de 7,12 g.

Na caracterização da energia, sendo o processo controlado pela entalpia (Silva et al., 2016; Teixeira et al., 2018), calor latente de vaporização, entropia e energia livre aumentam com a redução do teor de água da semente (Silva et al., 2018), onde o tempo de exposição e a temperatura do ar podem gerar alterações nas características termofísicas do produto (Teixeira et al., 2018; Ziegler et al., 2017), causando danos imediatos ou latentes à qualidade do produto (Andrade & Borém, 2008; Botelho et al., 2015a; Goneli et al., 2014; Marques et al., 2008).

Associada a difusão do líquido, à elevação no nível vibratório das moléculas de água com o aumento da temperatura do ar de secagem não afetou a porosidade da massa de sementes, enquanto às temperaturas de 60, 65 e 75°C, evidenciando maiores taxas de secagem, gradientes de umidade entre a semente e o ar, influenciaram na redução do peso e do volume da semente de girassol, sugestivos de menores custos energéticos e períodos de tempo no processo de secagem (Figura 2).

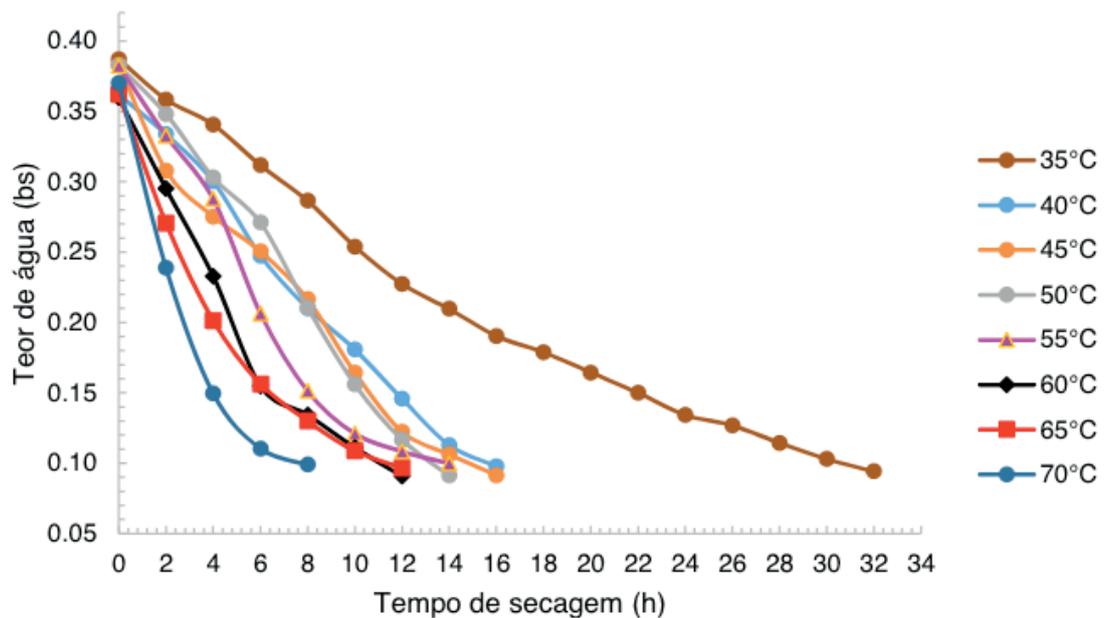


Figura 2. Redução no teor de água dos aquênios de girassol em diferentes temperaturas de secagem.

Quanto maior difusividade da água no produto, menor será a energia necessária para que a transformação física ocorra, neste caso a transformação da água livre líquida em vapor (Silva et al., 2018; Teixeira et al., 2018). Relacionadas aos efeitos da transferência de calor e massa durante dessorção, a elevação na temperatura do ar de secagem reduziu drasticamente o índice fisiológico do lote, visto que sementes de girassol secas a 65°C e 70°C não apresentaram germinação.

Nos tratamentos de secagem cuja temperatura do ar foi  $\leq 55^{\circ}\text{C}$ , a redução no teor de água ocorreu de forma uniforme e constante durante o processo, sem a existência de acentuadas reduções de água em curto período de tempo, sugerindo menores alterações nas propriedades físico-químicas (Ziegler et al., 2017). Analisando os efeitos da temperatura do ar de secagem superior a 55°C na transferência de calor e massa, observou-se períodos com redução no teor de água exponencial, com alta variação por um curto período de tempo no início da secagem. Períodos de interação entre a água e sementes com elevada redução de teor de água, sugerem alterações físico-químicas, podendo danificar a estrutura da membrana e inviabilizar a semente (Marques et al. 2008; Saath et al., 2010), cuja contração volumétrica das sementes (Coradi et al., 2015), durante o processo de dessorção mostrou-se cada vez menos espontâneo refletindo no desempenho fisiológico da semente de girassol.

Maior umidade de equilíbrio exige mais energia à evaporação da água, e o aumento da temperatura reduz o teor de água de equilíbrio higroscópico das sementes (Botelho et al., 2015b; Silva et al., 2015; Souza et al., 2015). Para descrever o processo de secagem de sementes de girassol à faixa de temperatura (35 a 70°C)

obteve-se da razão de umidade às diferentes temperaturas as equações, cujos valores aplicados na modelagem permitiram o ajuste matemático determinando os parâmetros da cultura. Baseando-se em parâmetros estatísticos, todos os modelos testados apresentaram bom ajuste aos dados, evidenciando distribuição dos resíduos aleatório, porém, considerando valores médios de  $R^2$ , erro estimado e relativo dentre a gama de modelos matemáticos (16) testados, pelos valores estimados na simulação, o modelo de Wang e Sing (Tabela 2) apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais.

Modelo	Temperatura	Parâmetros		$R^2$	SE	P
	(°C)	a	b		(decimal)	(%)
Wang e Sing	35	-0.232528	0.016047	0.9967	0.0341	3.14
	40	-0.234528	0.016427	0.9936	0.0332	6.04
	45	-0.238528	0.016447	0.9899	0.0454	5.46
	50	-0.372451	0.038679	0.9915	0.0487	8,98
	55	-0.374451	0.038879	0.9876	0.0645	9.78
	60	-0.430253	0.051102	0.9898	0.0745	7.89
	65	-0.432253	0.050702	0.9875	0.0634	8.76
	70	-0.581200	0.089508	0.9889	0.0664	10.06

Tabela 2. Modelo de Wang e Sing ajustado aos dados obtidos para sementes de girassol com seus respectivos parâmetros estimados, coeficiente de determinação ( $R^2$ ), erro estimado (SE) e relativo (P), e distribuição dos resíduos para diferentes temperaturas do ar de secagem.

A secagem com temperaturas de inferior a 55°C foi a que reduziu menos as características físico-químicas das sementes, já a menor variação no volume verificou-se nas temperaturas (35°C a 45°C), cujos valores foram semelhantes, sugerindo contração celular de baixa intensidade, possivelmente reflexo da lentidão do processo na remoção de água, ocasionando enrijecimento do tegumento, em consequência, o fenômeno reduziu com menor intensidade seu volume. Aplicando-se o modelo de Mohsenin (1986), a determinação da contração volumétrica, os parâmetros estimados relacionado ao produto, agrupou a temperatura 35-45°C e 50-50°C (Tabela 3).

Temperaturas (°C)	Parâmetros	$R^2$	SE (decimal)	P (%)	Resíduos
35 – 40 - 45	A = 1,77125 B = -0,49180	0,98899	0,00745	0,3044	Aleatório
50 - 55	A = 1,66820 B = -0,41392	0,97989	0,021945	0,5899	Aleatório
60	A = 1,74890 B = -0,45990	0,98099	0,013133	0,43432	Aleatório
65	A = 1,79890 B = -0,49990	0,98099	0,013243	0,43987	Aleatório

70	A = 1,84398 B = -0,52740	0,981399	0,013853	0,41454	Aleatório
----	-----------------------------	----------	----------	---------	-----------

Tabela 3. Contração volumétrica pelo Modelo de Mohsenin para sementes de girassol com seus respectivos parâmetros estimados, coeficiente de determinação ( $R^2$ ), erro estimado (SE) e relativo (P), e distribuição dos resíduos para diferentes temperaturas do ar de secagem.

Quanto menor a disponibilidade hídrica em sementes, maior a necessidade energética de sua remoção, pois há maior interação entre a água e o produto (sementes), indicando um processo de dessecamento cada vez menos espontâneo (Teixeira et al., 2018). No processo, das temperaturas (60, 65 e 70°C) o ar de secagem mais quente evidenciou maior influência na alteração do volume, visto que a água foi removida a maior velocidade da semente, contraindo os eixos ortogonais (Saath et al., 2010) de acordo com a redução do teor de água. Sugerindo que a dessecamento da água nas sementes foi um processo não espontâneo (Silva et al., 2018; 2016). Siqueira et al. (2012), verificaram que o decréscimo do diâmetro geométrico é proporcional à redução do teor de água, que também depende (Coradi et al., 2015), da condição de secagem, ou seja, da temperatura do ar de secagem.

#### 4 | CONCLUSÕES

As condições do processo de dessecamento alteram o tempo de secagem do aquênio. A elevação da temperatura do ar resultou em menor tempo de secagem. A redução do teor de água do aquênio à altas temperaturas reduziu a qualidade das sementes de girassol. Aumentos na temperatura do ar (60 a 70°C) resultaram em maior velocidade de secagem, com reflexo significativo no tempo de secagem, na integridade da estrutura celular e na qualidade fisiológica das sementes. Na descrição do processo, o modelo de Wang e Sing se ajustou melhor aos dados experimentais da secagem dos aquênios de girassol.

Na descrição do fenômeno da contração volumétrica das sementes de girassol o modelo de Mohsenin ajustou-se satisfatoriamente aos dados experimentais. A secagem com temperaturas do ar de 70°C teve maior influência na alteração do volume e contração das sementes.

#### 5 | AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação Araucária (FA) pelo apoio financeiro e a Universidade Estadual de Maringá (UEM) por disponibilizar a sua estrutura para nossa pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D.P.; RESENDE O.; COSTA L.M.; MENDES, U.C.; SALES J.F. 2009. Cinética de secagem do feijão adzuki (*Vigna angularis*). **Global Science and Technology**, 2 (1):72-83.
- ANDRADE E.T.; BORÉM F.M. 2008. Modelagem Matemática e Simulação Aplicados na Secagem do Café. 303-347 p. In: Borém FM (2008) **Pós-colheita do café**. UFLA, 630p.
- ARAÚJO W.D.; GONELI A. L. D.; SOUZA C. M. A.; GONÇALVES A. A.; VILHASANTI H. C. B. 2014. Propriedades físicas do amendoim durante a secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 18 (3):279-286.
- Association of Official Analytical Chemists. 2000. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 17. ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2(11):4 cap. 30 - método 968.
- BOTELHO F.M.; GRANELLA S.J.; BOTELHO S.C.C.; GARCIA T.R.B. 2015a. Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja. **Engenharia na agricultura**, 23 (3): 212-219.
- BOTELHO F.M.; GARCIA T.R.B.; VIANA J.L.; BOTELHO S.C.C.; SOUSA A.M.B. 2015b. Cinética de secagem e determinação do coeficiente de difusão efetivo de grãos de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 14 (2): 260-272.
- BRASIL. 2009. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de defesa Agropecuária-MAPA, 395 p.
- CAMICIA R.G.M.; CHRIST D.; COELHO S.E.M.; CAMICIA R.F.M. 2015. Modelagem do processo de secagem de sementes de feijão-caupi. **Revista Caatinga**, 28 (3):206-214.
- CORADI P.C.; HELMICH J.C.; FERNANDES C.H.P.; PERALTA C.C. 2015. Drying kinetics, mathematical modeling and volumetric shrinkage of sunflower seeds (*Helianthus annuus* L.). **Energia na Agricultura**, Botucatu, 30(3):319-330.
- COSTA L.M.; RESENDE O.; GONÇALVES D.N.; OLIVEIRA, D.E.C. 2015. Modelagem matemática da secagem de frutos de crambe em camada delgada. **Bioscience Journal**, Uberlândia, 31(2):392-403.
- GONELI A.L.D.; CORRÊA P.C.; MAGALHÃES F.E.A.; BAPTESTINI F.M. 2011. Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, 33(1):1-8.
- GONELI, A.L.D.; NASU A.K.; GANCEDO R.; ARAÚJO W.D.; SARATH K.L.L. 2014. Cinética de secagem de folhas de erva baleeira (*Cordia verbenacea* DC.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, 16(2): 434-443.
- LEITE, R.M.V.B.C.; CASTRO C.; BRIGHENTI A.; OLIVEIRA F.Á.; CARVALHO C.G.P.; OLIVEIRA, A.C.B. 2007. Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima. **Comunicado Técnico 78**, Londrina: Embrapa soja. 4 p.
- LORESTANI, A.N.; GHARI, M. 2012. Mass Modeling of Fava bean (*Vicia faba* L.) with Some Physical Characteristics. **Scientia Horticulturae**, 133(6):6-9.
- MARQUES, E. R.; BORÉM, F.M.; PEREIRA R.G.F.A.; BIAGGIONI, M.A.M. 2008. Eficácia do teste de acidez graxa na avaliação da qualidade do café arábica (*Coffea arabica* L.) submetido a diferentes períodos e temperaturas de secagem. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG. 32(5):1557-1562.
- MENEGHETTI, V.L.; AOSANI, E.; ROCHA, J.C.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M.C.; POHNDORF, R.S.

2012. Modelos matemáticos para a secagem intermitente de arroz em casca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB.16(10):1115-1120.

MIR, S.A.; BOSCO, S.J.D.; SUNOOJ, K.V. 2013. Evaluation of physical properties of rice cultivars grown in the temperate region of India. **International Food Research Journal**, 20(4): 1521-1527.

MOHSENIN, N.N. 1986. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Publishers, p. 841.

MORAIS, S.J.S.; DEVILLA, I.A.; FERREIRA, D.A.; TEIXEIRA, I.R. 2013. Modelagem matemática das curvas de secagem e coeficiente de difusão de grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, CE. 44(3): 455-463.

OLIVEIRA, F.A.; CASTRO, C.; FRANCHINI, J.C.; TORRES, E. 2005. MANEJO DO SOLO. IN: LEITE RMVBC, BRIGHENTI, AM, CASTRO C (Ed.) **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, p. 299-316.

OLIVEIRA, D.E.C.; RESENDE, O.; SMANIOTTO, T.A.S.; CAMPOS, R.C.; CHAVES, T.H. 2012a. Cinética de secagem dos grãos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. 11(2): 190-201.

OLIVEIRA, F.N.; TORRES, S.B.; VIEIRA FER, PAIVA E.P, DUTRA, A.S. 2012b. Qualidade fisiológica de sementes de girassol avaliadas por condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, 42(3): 279-287.

REIS, D.R.; SANTOS, P.; SILVA, F.S.; PORTO, A.G. 2015. Influência das características do ar na cinética de secagem de pimenta variedade bico. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, SP. 18(2): 146-154.

ROCA, E.; GUILLARD, V.; BROYART, B.; GUILBERT, S.; GONTARD, N. 2008. Effective moisture diffusivity modeling food structure and hygroscopicity. **Food Chemistry**, 106(4):1428-1437.

SAATH, R.; BORÉM, F.M.; ALVES, E.; TAVEIRA, J.H.S.; MEDICE, R. 2010. Microscopia eletrônica de varredura do endosperma de café (*Coffea arabica* L.) durante o processo de secagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, 34(1):196-203.

SMANIOTTO, T.A.S.; RESENDE, O.; SOUSA, K.A.; OLIVEIRA, D.E.C. 2017. Campos, R.C. Drying kinetics of sunflower grains.) *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, 21(3):203-208.

SILVA, H.W.; OLIVEIRA, D.E.C.; RESENDE, O.; COSTA, L.M. 2018. Thermodynamic properties of water desorption in *Buchenavia capitata* (Vahl) Eichler (2018). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, 22(12):878-883.

SILVA, H.W.; COSTA, L.M.; RESENDE, O.; OLIVEIRA, D.E.C.; SOARES, R.S.; VALE, L.S.R. 2016. Thermodynamic properties of pepper seeds - variety 'Cabacinha'. **Scientific**, 44(1):14-22.

SILVA, W.S.; VANIER, N.L.; ZIEGLER, V.; OLIVEIRA, M.; DIAS, A.R.G.; ELIAS, M.C. 2014. Effects of using eolic exhausters as a complement to conventional aeration on the quality of rice stored in metal silos. **Journal of Stored Products Research**, Manhattan, 59(1):76-81.

SILVA, H.W.; COSTA, L.M.; RESENDE, O.; OLIVEIRA, D.E.C.; SOARES, R.S.; VALE, L.S.R. 2015. Higroscopicidade das sementes de pimenta (*Capsicum chinense* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 19(8):780-784.

SILVA, J.S.; AFONSO, A.D.L.; DONZELLES, S.M.L.; NOGUEIRA, R.M. 2008. Secagem e Secadores. In: SILVA, J.S. (Ed.). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa-MG: Aprenda Fácil. 109-146 p.

SIQUEIRA, V.C.; RESENDE, O.; CHAVES, T.H.; SOARES, F.A.L. 2012. Forma e tamanho dos frutos de pinhão-mansão durante a secagem em cinco condições de ar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. 16(8): 864-870.

SOUSA, K.A.; RESENDE, O.; GONELI, A.L.D.; SMANIOTTO, T.A.S.; OLIVEIRA, D.E.C. 2015. Thermodynamic properties of water desorption of forage turnip seeds. **Acta Scientiarum Agronomy**, 37 (1):11-19.

SOUSA, K.A.; RESENDE, O.; CHAVES, T.H.; COSTA, L.M. 2011. Cinética de secagem do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, 42(4):883-892.

TEIXEIRA, L.P.; ANDRADE, E.T.; DEVILLA, I.A. 2018. Isosteric heat, entropy, and gibbs free energy of pumpkin seeds (*Cucurbita moschata*). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP. 38(1):97-102.

United States Department Of Agriculture – USDA. 2013. **Handbook of the nutritional contents of foods**. New York: Dover Publications Inc. 190 p.

ZIEGLER, V.; FERREIRA, C.D.; TONIETO, L.; SILVA, J.G.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M.C. 2017. Efeitos da temperatura de armazenamento de grãos de arroz integral de pericarpo pardo, preto e vermelho sobre as propriedades físico-químicas e de pasta. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, 20(e2016051): 1-10.

YILBAS, B.S.; HUSSAIN, M.M.; DINCER, I. 2003. Heat and moisture diffusion in slab products to convective boundary condition. **Heat and Mass Transfer**. 39(5-6): 471-476.

## SOBRE OS ORGANIZADORES

**RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS:** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPI (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. E-mail para contato: [raissasalustriano@yahoo.com.br](mailto:raissasalustriano@yahoo.com.br); [raissa.matos@ufma.br](mailto:raissa.matos@ufma.br) Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

**HOSANAAGUIARFREITASDEANDRADE:** Graduada em Agronomia (2018) pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Atualmente é mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Ceará (PPGCS/UFC) como bolsista CAPES. Possui experiência na área de fertilidade do solo, adubação e nutrição de plantas, com ênfase em aproveitamento de resíduos na agricultura, manejo de culturas, propagação vegetal, fisiologia de plantas cultivadas e emissão de gases do efeito estufa. E-mail para contato: [hosana\\_f.andrade@hotmail.com](mailto:hosana_f.andrade@hotmail.com). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5602619125695519>

**NITALO ANDRÉ FARIAS MACHADO:** Possui graduação em Agronomia (2015) e mestrado em Ciência Animal (2018) pela Universidade Federal do Maranhão. Atualmente é aluno regular do doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Ambiente e Bioclimatologia, atuando principalmente nos seguintes temas: biometeorologia, bem-estar animal, biotelemetria, morfometria computacional, modelagem computacional, transporte de animais, zootecnia de precisão, valorização de resíduos, análise de dados e experimentação agrícola. E-mail para contato: [nitalo-farias@hotmail.com](mailto:nitalo-farias@hotmail.com). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3622313041986385>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Administração Pública 1, 2, 3, 12, 13, 259

Adsorção com a casca de soja 168, 171

Agricultura 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 26, 29, 51, 88, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 118, 126, 127, 128, 130, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 143, 145, 148, 149, 152, 184, 186, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 196, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 204, 211, 212, 214, 215, 216, 232, 237, 238, 239, 243, 255, 258, 261, 262, 263, 265, 274, 276, 277, 278, 280, 281, 282, 296

Agricultura familiar 2, 5, 6, 7, 14, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 126, 127, 128, 135, 136, 138, 186, 187, 189, 190, 192, 193, 196, 197, 243, 258, 261, 262, 280, 281, 282

Agricultura orgânica 137, 276, 277, 280, 282

Agronegócio 1, 16, 255

Alcoólico 263, 266, 269, 271, 272, 273, 274, 275

Ambiente na conservação 175

Amora-preta 62, 63, 64, 65

Antioxidantes 31, 32, 33, 36, 40, 62, 64, 65, 69

Aplicação de adjuvantes 20

Apreensões 252, 257

Aprendizagem 244, 245, 246, 248, 249, 250, 251

Aquênios de girassol 79, 82, 85, 87

Arbequina 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Argentina 140, 152, 186, 187, 189, 198, 199, 200, 215, 216

Artesanos 154, 155, 156, 157, 158

Atividade antibacteriana 43, 45, 46, 47

Atividade antioxidante 42, 49, 58, 62, 63, 64, 65, 66, 71, 76

Aulas práticas 244, 248

Azeite de oliva 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

### B

Bagaço de maçã 31, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 41

Berry 62, 63

Brácteas 50, 51, 52, 53, 54

Buriti 263, 264, 265, 266, 268, 270, 271, 272, 273, 274

Butiá de Santa Vitória do Palmar 154

### C

Caracterização química 24, 47, 92

Celíacos 50, 60

Cepas padrão 43, 45  
Cinética da secagem 79, 81  
Cinética de adsorção 168, 169, 171, 172  
Circuitos curtos de comercialização 101  
Composição florística 116, 118, 125  
Compostos bioativos 20, 62, 63, 64, 65, 69  
Compostos fenólicos 31, 33, 36, 38, 52, 56, 57, 59, 62, 63, 64, 66, 69, 72, 73  
Comunidades 107, 124, 142, 155, 214, 230, 232, 240, 277  
Cookies 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 50, 51, 58, 60, 61  
Corante 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174  
Crescimento 38, 47, 93, 94, 95, 98, 160, 161, 162, 167, 180, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 231, 272  
Cultivo 42, 61, 88, 126, 128, 129, 131, 133, 135, 199, 241

## D

Dianópolis 116, 117, 118, 119, 121, 123  
Dimensões econômicas 230, 231

## E

Embalagem 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184  
Estratégias 4, 16, 17, 115, 118, 187, 230, 231, 232, 241, 256, 259, 281  
Estrutura diamétrica 117, 118, 124, 125  
Expansão 31, 36, 38, 39, 162, 230, 234, 235, 236, 274  
Extensión 139, 186, 188, 189, 190, 193, 194, 195, 196, 198, 213  
Extratos bruto 67  
Extrato vegetal 68

## F

Fatty acid 284, 287, 288, 292, 293, 295  
Fécula de mandioca 42, 50, 52, 55, 58, 59, 60  
Feira agroecológica 276, 281  
Fermentação 91, 93, 94, 95, 96, 99, 263, 264, 265, 266, 268, 270, 271, 272, 273  
Fermentado alcoólico 263, 266, 273, 274, 275  
Fibras 25, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 51, 52, 95, 98, 155, 264, 265  
Filocrono 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167  
Fiscalização de alimentos 252, 254, 256, 259  
Fitoquímica 67, 70, 77  
Fitoquímicos 65, 67, 68, 69, 71, 75  
Fitossociologia 117, 124, 125  
Fragmento de cerrado 116, 119  
Fruta tropical 176, 177  
Fruteira exótica 176

## G

Grape seed 284, 286, 288, 289, 291, 292, 293, 294, 295

## H

*Helianthus annuus* L. 79, 80, 88

*Hylocereus polyrhizus* 67, 68, 69, 76, 77, 78

## I

Inventário Florestal 218, 224

## M

Malaxagem 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28

Matriz Swot 16

*Mauritia flexuosa* L. F. 263, 265

Mercado local 101, 135, 212

Método de distribuição 16

Metodologias ativas de ensino 244, 246, 247, 248, 249, 250

Metodologias de ensino 244, 245, 246

Microrganismos multirresistentes 43, 44

Modelagem 83, 86, 88, 89, 218, 219, 220, 223, 224, 225, 227, 228, 229, 296

Modelos de árvore individual 217, 220, 222

Modelos empíricos 218, 220, 221

Monitoria 244, 246, 247, 250, 251

Monogástricos 92

Motivações 126, 127, 130, 133

## N

*Nephelium lappaceum* L. 175, 176, 177, 184

Número de folhas 161, 162, 164, 165

Nutraceutica 62

## O

Organización productiva 154

Otimização 30, 60, 79

## P

Parâmetros físicos 79

Peletização 92, 95, 96

Percepção discente 244, 246

Perfilhamento 161

Perspectivas institucionais 252, 254, 256, 259

Pitaya vermelha 67, 68, 70, 75  
Planejamento Governamental 1, 15  
Planta medicinal 43, 45  
Políticas forestais 198  
Políticas Públicas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 127, 148, 158, 196, 198, 232, 233, 252, 259, 261  
Pós-Colheita 25, 79, 80, 81, 82, 88, 175, 176, 177, 180, 184  
Produção agroecológica 126, 128, 130, 133, 134, 135, 137, 138  
Produção florestal 217, 218, 220, 226, 229, 239  
Producción-distribución-consumo 139, 141, 142, 144, 148, 151  
Produtos agropecuários 16, 252, 254  
Produtos de Origem Animal 252, 255, 257, 258

## Q

Qualidade do fruto 25, 176, 177, 182

## R

Ração animal 32, 91  
Rambutanzeira 175, 176  
Recursos orçamentários 1, 2, 12  
Região amazônica 276  
Relações Ambientais 276  
Rendimento 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 80, 102, 160, 161, 176, 178, 179, 180, 184, 273, 285  
Resíduos de panificação 91, 92, 96, 97, 98, 99  
Resistência antibacteriana 43  
Ruminantes 92, 98, 99  
Rural 2, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 61, 99, 105, 106, 114, 126, 127, 129, 130, 134, 135, 136, 137, 139, 143, 144, 152, 166, 167, 175, 186, 188, 189, 193, 194, 195, 196, 212, 216, 230, 231, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 252, 255, 260, 261, 282  
Ruralidade 230, 231, 232, 233, 234, 237, 241, 243

## S

Saberes 186, 190, 191, 192, 196, 238, 240, 260, 261, 276, 277, 278, 279, 281, 282  
Saberes ambientais 276, 277, 278, 281, 282  
Santa Maria 61, 160, 166, 167, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 259, 260, 262  
São Vicente do Sul 160, 161, 163  
Savana 117, 118  
Sem glúten 50, 58, 59, 61  
Sensu stricto 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125  
Setor têxtil 168, 169  
Sistemas expertos 186, 188, 189, 190, 194, 196  
Soma térmica 160, 162, 163, 164, 165, 167

Subproduto 31, 32, 35, 38, 40, 41, 95, 168, 173

Suinocultura 244, 246, 247, 251

Sustentabilidade 7, 126, 128, 133, 134, 136, 138, 230, 231, 234, 240, 243, 280, 282

Swot 16, 17, 18, 19

## T

Tangará da Serra 126, 128, 130, 132, 136, 138

Taxa de secagem 79

Temperatura 23, 36, 43, 45, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 95, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 218, 257, 263, 267, 269, 272, 285

Território 2, 7, 44, 117, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 239, 240, 241, 242, 256

## U

Ultrasound 21, 29, 30, 284, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 293, 294, 295

Universidade Estadual do Ceará 67, 244, 246

Urbano 130, 143, 149, 152, 194, 230, 231, 234, 235, 237, 239, 241, 242, 243

## V

Veterinária 29, 41, 43, 49, 91, 244, 246, 251

Vigilância Sanitária 41, 252, 253, 254, 256, 257, 259, 260, 262

Vitis Vinifera 284, 285, 295

