

Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias 3

Júlio César Ribeiro
(Organizador)



Atena
Editora
Ano 2020

Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias 3

Júlio César Ribeiro
(Organizador)



Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena

Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a 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 Alfnas

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
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
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
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
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 Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
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
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª 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
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
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
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
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 Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
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. Dr. 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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Júlio César Ribeiro

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

A946 Avanços científicos e tecnológicos nas ciências agrárias 3
[recurso eletrônico] / Organizador Júlio César Ribeiro.
– Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-434-4

DOI 10.22533/at.ed.344202409

1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa
agrária – Brasil. I. Ribeiro, Júlio César.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias” é composta pelos volumes 3, 4, 5 e 6, nos quais são abordados assuntos extremamente relevantes para as Ciências Agrárias.

Cada volume apresenta capítulos que foram organizados e ordenados de acordo com áreas predominantes contemplando temas voltados à produção agropecuária, processamento de alimentos, aplicação de tecnologia, e educação no campo.

Na primeira parte, são abordados estudos relacionados à qualidade do solo, germinação de sementes, controle de fitopatógenos, bem estar animal, entre outros assuntos.

Na segunda parte são apresentados trabalhos a cerca da produção de alimentos a partir de resíduos agroindustriais, e qualidade de produtos alimentícios após diferentes processamentos.

Na terceira parte são expostos estudos relacionados ao uso de diferentes tecnologias no meio agropecuário e agroindustrial.

Na quarta e última parte são contemplados trabalhos envolvendo o desenvolvimento rural sustentável, educação ambiental, cooperativismo, e produção agroecológica.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores dos diversos capítulos por compartilhar seus estudos de qualidade e consistência, os quais viabilizaram a presente obra.

Por fim, desejamos uma leitura proveitosa e repleta de reflexões significativas que possam estimular e fortalecer novas pesquisas que contribuam com os avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias.

Júlio César Ribeiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A AGRICULTURA NA BUSCA DA QUALIDADE AMBIENTAL E PRODUTIVA: UMA REVISÃO

Yara Karine de Lima Silva

DOI 10.22533/at.ed.3442024091

CAPÍTULO 2..... 10

PRODUÇÃO DE BIOMASSA E QUALIDADE DO SOLO EM CULTIVO DE MILHO SILAGEM COM DIFERENTES COBERTURAS HIBERNASIS

landeyara Nazaroff da Rosa

Pedro Henrique Bester Przybitowicz

Anderson Dal Molin Savicki

Alison Jose Ferreira Tamiozzo

Gerusa Massuquini Conceição

Leonir Terezinha Uhde

Jordana Schiavo

Tiago Silveira da Silva

Nathalia Dalla Corte Bernardi

DOI 10.22533/at.ed.3442024092

CAPÍTULO 3..... 24

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO SOLO A PENETRAÇÃO SOB MATA NATIVA EM UM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO NO ESTADO DO PIAUÍ

Paulo Henrique Dalto

Lucas da Rocha Franco

Hygor Martins Barreira

Cristovam Alves de Lima Júnior

DOI 10.22533/at.ed.3442024093

CAPÍTULO 4..... 33

MEIOS DE CULTURA ALTERNATIVOS NA PROPAGAÇÃO *IN VITRO* DE *Cattleya walkeriana*: ORQUÍDEA EM RISCO DE EXTINÇÃO

Michele Cagnin Vicente

João Sebastião de Paula Araujo

Tarcisio Rangel do Couto

Leandro Miranda de Almeida

João Paulo de Lima Aguiar

Fernanda Balbino Garcia dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.3442024094

CAPÍTULO 5..... 44

TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE *Amburana cearencis* (Allemão) A.C. Smith E DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS EM SOLO DE CERRADO

Lucas da Rocha Franco

Fábio Oliveira Diniz

Paulo Henrique Dalto

DOI 10.22533/at.ed.3442024095

CAPÍTULO 6..... 55

POTENCIAL DE CONTROLE DA GERMINAÇÃO DE UREDINIOSPOROS DE *Hemileia Vastatrix* POR COMPOSTO A BASE DE CÁLCIO E MAGNÉSIO

Rodrigo Vieira da Silva
Jair Ricardo de Sousa Junior
João Pedro Elias Gondim
Jose Feliciano Bernardes Neto
Nathália Nascimento Guimarães
José Orlando de Oliveira
Emmerson Rodrigues de Moraes
Silvio Luis de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.3442024096

CAPÍTULO 7..... 63

DO LIXO AO ÚTIL: CONTROLE ALTERNATIVO AO AGENTE PATOGÊNICO DA FUSARIOSE DO QUIABEIRO PELO USO DE SOLUÇÃO DE CARAPAÇA DE CARANGUEJO

Edson Pimenta Moreira
Cláudio Belmino Maia
Francisco de Assis dos Santos Diniz
Rafael José Pinto Carvalho
Wildinson Carvalho do Rosário
Maria Izadora Silva Oliveira
Thiago da Silva Florêncio
Dannielle Silva da Paz
Rayane Cristine Cunha Moreira
Erlen Keila Candido e Silva
Leonardo de Jesus Machado Gois de Oliveira
Jonalda Cristina dos Santos Pereira

DOI 10.22533/at.ed.3442024097

CAPÍTULO 8..... 75

A REPRESENTATIVIDADE ECONÔMICA DO SETOR VITIVINÍCOLA NO CENÁRIO REGIONAL, ESTADUAL E NACIONAL

Saionara da Silva
Luciane Dittgen Miritz
Evandro Miguel Fuhr
Luiz Carlos Timm
Roberto Carlos Mello

DOI 10.22533/at.ed.3442024098

CAPÍTULO 9..... 87

EFEITOS DA ADIÇÃO DE FARELO DE ARROZ E QUEBRADO DE SOJA NO PROCESSO FERMENTATIVO E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR

Darley Oliveira Cutrim
Warly dos Santos Pires

Aline da Silva Santos
Ana Rafaela Bezerra Cavalcante de Sousa
Marcos Sousa Bezerra
Luciane Rodrigues Noleto

DOI 10.22533/at.ed.3442024099

CAPÍTULO 10..... 98

**QUALIDADE BROMATOLOGICA, FERMENTATIVA E QUÍMICA DE SILAGENS DE CAPIM
BUFFEL COM NÍVEIS CRESCENTES DO CO-PRODUTO DE ACEROLA**

Aline Silva de Sant'ana
Adriana Ribeiro do Bonfim
Ivis Calahare Silva Caxias
Illa Carla Santos Carvalho
Marcos Vinícius Gomes Silva de Santana
Breno Ramon de Souza Bonfim
Fábio Nunes Lista
Daniel Ribeiro Menezes

DOI 10.22533/at.ed.34420240910

CAPÍTULO 11..... 112

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA RENTABILIDADE NA CRIAÇÃO DE TILÁPIA EM TANQUE
ESCAVADO PARA PRODUÇÃO DE FILÉ NO SUL DE GOIÁS**

Caio de Oliveira Ferraz Vilela
Ramon Pereira da Silva
Amanda Aciely Serafim de Sá
Renato Dusmon Vieira
Marcus Vinícius de Oliveira
Eric José Rodrigues de Menezes
Jorge Stallone da Silva Neto
Vinícius Mariano Ribeiro Borges
Murilo Alberto dos Santos
Romário Ferreira Cruvinel
Alexandre Fernandes do Nascimento
Gladstone José Rodrigues de Menezes

DOI 10.22533/at.ed.34420240911

CAPÍTULO 12..... 123

METABOLISMO DO ÁCIDO FÍTICO E FITASE E SUA UTILIZAÇÃO NA PISCICULTURA

Jáisa Casetta
Vanessa Lewandowski
Cesar Sary
Pedro Luiz de Castro
Lais Santana Celestino Mantovani

DOI 10.22533/at.ed.34420240912

CAPÍTULO 13..... 134

FISIOLOGIA REPRODUTIVA BÁSICA DA FÊMEA EQUINA

Gabriel Vinicius Bet Flores

Carla Fredrichsen Moya

DOI 10.22533/at.ed.34420240913

CAPÍTULO 14..... 148

META-ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERMENTAÇÃO DA CERVEJA LAGER NA PRODUÇÃO DE ETANOL E COMPOSTOS VOLÁTEIS

Marcia Alves Chaves

Sergio Ivan Quarin

João Alexandre Lopes Dranski

DOI 10.22533/at.ed.34420240914

CAPÍTULO 15..... 162

MODELAGEM CINÉTICA E EFEITOS DA TEMPERATURA DE SECAGEM EM FARINHAS DE RESÍDUO DE ACEROLA

Priscila de Souza Gomes

Jéssica Barrionuevo Ressutte

Jéssica Maria Ferreira de Almeida do Couto

Camila Andressa Bissaro

Kamila de Cássia Spacki

Eurica Mary Nogami

Jiuliane Martins da Silva

Marcos Antonio Matiucci

Marília Gimenez Nascimento

Caroline Zanon Belluco

Grasiele Scaramal Madrona

Monica Regina da Silva Scapim

DOI 10.22533/at.ed.34420240915

CAPÍTULO 16..... 176

SOLUÇÕES MOBILE PARA ESTIMATIVA DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO APLICADOS AO MONITORAMENTO DE PASTAGENS

Victor Rezende Franco

Ricardo Guimarães Andrade

Marcos Cicarini Hott

Leonardo Goliatt da Fonseca

Domingos Sávio Campos Paciullo

Carlos Augusto de Miranda Gomide

DOI 10.22533/at.ed.34420240916

CAPÍTULO 17..... 186

AGRICULTURA FAMILIAR E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL

Márcia Hanzen

Sandra Maria Coltre

Nardel Luiz Soares

Flávia Piccinin Paz Gubert

Jonas Felipe Recalcatti

DOI 10.22533/at.ed.34420240917

CAPÍTULO 18.....	198
A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE AMETISTA DO SUL - RS, BRASIL	
Tatiane dos Santos	
Cheila Fátima Lorenzon	
Deisy Brasil Gonçalves	
Ísis Samara Ruschel Pasquali	
Eliziário Noé Boeira Toledo	
Valdecir José Zonin	
DOI 10.22533/at.ed.34420240918	
CAPÍTULO 19.....	209
O COOPERATIVISMO COMO ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO AMAZÔNICO: O CASO DO CUMARU EM ALENQUER	
Diego Pereira Costa	
Marco Aurélio Oliveira Santos	
Léo César Parente de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.34420240919	
CAPÍTULO 20.....	222
PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA A PARTIR DA PERCEPÇÃO DOS AGRICULTORES FAMILIARES DA FEIRA MUNICIPAL DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ - PARÁ, BRASIL	
Milton Garcia Costa	
Adrielly Sousa da Cunha	
Marinara de Fátima Souza da Silva	
Carlos Douglas de Sousa Oliveira	
Magda do Nascimento Farias	
Washington Duarte Silva da Silva	
Maria Thalia Lacerda Siqueira	
Elizabeth Kamilla Taveira da Silva	
Jamison Pinheiro Ribeiro	
Luiz Carlos Pantoja Chuva de Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.34420240920	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	233
ÍNDICE REMISSIVO.....	234

CAPÍTULO 15

MODELAGEM CINÉTICA E EFEITOS DA TEMPERATURA DE SECAGEM EM FARINHAS DE RESÍDUO DE ACEROLA

Data de aceite: 11/09/2020

Data de submissão: 21/07/2020

Priscila de Souza Gomes

Universidade Estadual de Maringá,
Maringá – PR.

Jéssica Barrionuevo Ressutte

Universidade Estadual de Londrina
Londrina – PR.
<http://lattes.cnpq.br/5121814178859486>

Jéssica Maria Ferreira de Almeida do Couto

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/2306490664692584>

Camila Andressa Bissaro

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/2849509685177045>

Kamila de Cássia Spacki

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/9512716569642744>

Eurica Mary Nogami

Universidade Estadual de Maringá,
Maringá – PR.

Jiuliane Martins da Silva

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/2805028016536369>

Marcos Antonio Matiucci

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/8764384428029742>

Marília Gimenez Nascimento

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/3955672226776551>

Caroline Zanon Belluco

Universidade Estadual de Londrina
Londrina – PR.
<http://lattes.cnpq.br/2800183716861915>

Grasiele Scaramal Madrona

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/1062288233305087>

Monica Regina da Silva Scapim

Universidade Estadual de Maringá,
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/3210440904499405>

RESUMO: Devido ao elevado teor de ascórbico e compostos bioativos, a polpa de acerola é amplamente utilizada para fins comerciais, como para a produção de sucos, fármacos e cosméticos. No entanto, uma grande quantidade de resíduos é gerada durante o processamento, sendo este frequentemente descartado de forma incorreta. Dentro deste contexto, o aproveitamento deste resíduo na forma de farinha pode ser uma alternativa viável. Assim, o resíduo in natura proveniente da produção de polpa de acerola orgânica foi submetido à secagem por convecção forçada nas temperaturas de 40, 50 e 60°C. A atividade antioxidante e as características físico-químicas das farinhas obtidas foram avaliadas. A farinha submetida a secagem na temperatura de 50°C apresentou a maior atividade antioxidante,

ou seja, 51,68% da atividade antioxidante do resíduo úmido. Por outro lado, a temperatura de 40°C foi a temperatura ideal para preservação de fibras, 49,40%. A composição mineral não variou com as temperaturas de secagem, sendo o cálcio o mineral presente em maiores concentrações, com variação de de 51,58 a 63,58 mg 100 g⁻¹. Os modelos matemáticos de Page e Midilli foram os mais adequados para descrever o comportamento cinético da secagem do resíduo de acerola para todas as temperaturas utilizadas (40, 50 e 60°C).

PALAVRAS-CHAVE: Atividade antioxidante, modelagem matemática, convecção forçada, resíduo alimentar.

KINETICS MODELING AND EFFECTS OF DRYING IN ORGANIC ACEROLA RESIDUE FLOURS

ABSTRACT: Due to the high content of ascorbic and bioactive compounds, the acerola pulp is widely used for commercial purposes, as for the production of juices, pharmaceuticals and cosmetics. However, a large amount of waste is generated during processing, which is usually discarded incorrectly. Within this context, the use of this residue in the form of flour can be a viable alternative. Thus, the in natura residue from the production of organic acerola pulp was subjected to forced convection drying at temperatures of 40, 50 and 60°C. The antioxidant activity and the physicochemical characteristics of the flours obtained were evaluated. The flour subjected to drying at a temperature of 50°C showed the highest antioxidant activity, that is, 51.68% of the antioxidant activity of the wet residue. On the other hand, the temperature of 40°C was the ideal temperature for fiber preservation, 49.40%. The mineral composition did not vary with drying temperatures, with calcium being the mineral present in higher concentrations, ranging from 51.58 to 63.58 mg 100 g⁻¹. The mathematical models of Page and Midilli were the most adequate to describe the kinetic behavior of the drying of the acerola residue for all the temperatures used (40, 50 and 60 °C).

KEYWORDS: Antioxidant activity, mathematical modeling, forced convection, food residue.

1 | INTRODUÇÃO

A acerola (gênero *Malpighia*) é uma fruta tropical nativa da América Central e do norte da América do Sul, também conhecida como “Acerola cherry” e “Barbados cherry” (BELWAL et al., 2018). Essa fruta possui grande relevância para a economia brasileira, uma vez que além de serem consumidas *in natura*, também são utilizadas para produção sucos, geleias, concentrados, sorvetes, xaropes, licores, entre outros produtos (JAESCHKE; MARCZAK; MERCALI, 2016).

Atualmente, a acerola têm sido explorada como alimento funcional (BELWAL et al., 2018) por apresentar altos teores de vitamina C (RAMADAN; DUARTE; BARROZO, 2018) e compostos bioativos com atividade antioxidante, como fenólicos, flavonoides, carotenoides e antocianinas (SILVA; DUARTE; BARROZO, 2019).

A produção do suco de acerola ou polpa é feita através da prensagem dos frutos inteiros, essa operação produz um resíduo rico em fibras, provenientes das sementes, caroço, casca e os restos de polpa que ficam aderidos nesse resíduo (JAESCHKE;

MARCZAK; MERCALI, 2016).

O reaproveitamento desse resíduo além de reduzir o impacto ambiental, pode ser altamente rentável. Uma possível solução para esse resíduo industrial é sua transformação em farinha através do processo de secagem e trituração. A incorporação dessa farinha em pães, bolos, cookies podem ser uma alternativa de enriquecimento nutricional e melhoria da qualidade dos alimentos que são ofertados a população (BERTAGNOLLI et al., 2014).

Utilizada em inúmeros setores industriais devido à sua simplicidade e baixo custo, o processo de secagem é uma alternativa capaz de reduzir o teor de umidade inicial a níveis adequados, evitando assim a deterioração em resíduos de frutas, por exemplo, que podem conter mais de 80% de água. Contudo, esse processo pode promover a degradação de diversos nutrientes termosensíveis caso as condições de secagem não sejam controladas (WOJDYŁO et al., 2016).

A modelagem na secagem de frutas utiliza equações matemáticas capazes de prever o comportamento de operação, extrair detalhes e obter novas visões. Por isso, um número significativo de estudos tem investigado a cinética de secagem de vários produtos agrícolas, a fim de avaliar diferentes modelos matemáticos descrevendo as características da secagem em camada fina. Equações de secagem de camada fina são ferramentas importantes na modelagem matemática quando relacionado ao processo de secagem, pois além de práticos, apresentam bons resultados (ERBAY e ICIER, 2010).

Nesse contexto, o presente estudo propõe uma solução para o resíduo gerado no processamento do suco de acerola, através da sua transformação em um produto farináceo. Para a caracterização dessa farinha, foram realizados estudos a respeito da tecnologia para a sua obtenção, verificando a influência do processamento nas propriedades nutricionais, de forma que o processamento mais adequado seja aquele que proporcione um produto com o mínimo de perdas de seus compostos bioativos. Ainda, realizou-se a modelagem matemática das curvas de secagem em camada delgada com intuito de avaliar o modelo semi-empírico e empírico que melhor descreve esse processo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparo das amostras

O resíduo de acerola utilizado no presente estudo foi obtido a partir da fruta orgânica *in natura*, adquirida com pequenos produtores da cidade de Maringá-Brasil. Os frutos selecionados foram lavados em água corrente, higienizados com solução 80 ppm de hipoclorito de sódio e processados em liquidificador industrial até a completa desintegração. A massa obtida foi duplamente filtrada em peneira de polipropileno para separação da polpa do resíduo.

Os resíduos do processamento do suco da acerola foram submetidos à secagem por convecção forçada nas temperaturas de 40, 50 e 60°C. Após a secagem, o resíduo

foi triturado duas vezes em moinho de facas e uniformizado com uma série de peneiras Tyler (Granutest), sendo selecionado partículas com diâmetro médio de 0,25 mm para a realização dos experimentos. As farinhas obtidas foram armazenadas congeladas e protegidas da incidência da luz, para a realização das análises posteriores.

2.2 Modelos teóricos de secagem

A umidade relativa do ar de secagem foi considerada um parâmetro invariável durante o processo de secagem e a razão de umidade (XR) foi determinada de acordo com a equação 1.

$$XR = \frac{(Xdb - Xdb_e)}{(Xdb_o - Xdb_e)} \quad (1)$$

Em que, Xdb é a umidade contida no material, Xdb_e é a umidade equilíbrio do material e Xdb_o é a umidade inicial do material, em base seca. A partir disso, foram propostos quatro modelos matemáticos (empíricos e semi-empíricos) da literatura para os ajustes das curvas cinéticas de secagem (análise de regressão não linear), conforme apresentado na Tabela 1.

Modelo	Equação	Referência
Newton	$XR = \exp(-kt)$	Lewis (1921)
Page	$XR = \exp(-kt^n)$	Page (1949)
Logarítmico	$XR = a \exp(-kt) + c$	Chandra & Singh (1995)
Midilli	$XR = a \exp(-kt^n) + bt$	Midilli et al. (2002)

Tabela 1. Modelos matemáticos empíricos e semi-empíricos.

Os dados experimentais das cinéticas de secagem foram ajustados aos modelos de forma adimensional (Xdb/Xdb_o) no software R Studio. Os modelos matemáticos com melhor ajuste aos dados experimentais da secagem da acerola foram selecionados de acordo com seguintes parâmetros estatísticos:

- Erro do quadrado médio (MSE):

$$MSE = \sum_{i=1}^n \frac{(X_{exp_i} - X_{calc_i})^2}{n} = \frac{SSR}{n} \quad (2)$$

Em que, X_{exp_i} - i-ésimo valor experimental de X; X_{calc_i} - estimativa de X_{exp_i} e n o número de observações da amostra. Assim, a soma da diferença do experimental do calculado, é chamada Soma de Quadrados do Resíduo do modelo (SSR).

- Raiz quadrada do MSE (\sqrt{MSE}):

$$\sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{\text{exp}_i} - X_{\text{calc}_i})^2}{n}} = \sqrt{\frac{SSR}{n}} \quad (3)$$

- Critério de Informação Akaike (AIC):

$$AIC = n \ln\left(\frac{SSR}{n}\right) + 2p \quad (4)$$

- Critério de Informação Bayesiano (BIC):

$$BIC = n \ln\left(\frac{SSR}{n}\right) + p \ln n \quad (5)$$

Em que p é o número de parâmetro do modelo. O ajuste dos parâmetros foi feito ao se minimizar a seguinte função objetivo (Equação 6), que representa o somatório dos mínimos quadrados, representado pela diferença ao quadrado entre os dados experimentais e estimados pelo modelo, conforme a seguir:

$$SSR = \sum (X_{\text{exp}} - X_{\text{calc}})^2 \quad (6)$$

Em que X_{exp} e o teor de umidade em base seca da acerola obtida experimentalmente e X_{calc} é o valor deste teor calculado pelo modelo.

2.3 Caracterização do resíduo e farinha de acerola

Os teores de umidade, resíduo mineral fixo, matéria orgânica, acidez total titulável, fibra bruta, proteína e o valor de pH foram determinados para o resíduo *in natura* e para as farinhas submetidas a secagem, de acordo com a metodologia proposta pela AOAC (2012).

Como a farinha se trata de um material com baixa umidade, o conteúdo mineral foi determinado a partir método conhecido como extração úmida, onde a digestão é realizada diretamente na amostra, sem a necessidade de se obter as cinzas, como descrito por Morgano et al. (2002).

A atividade antioxidante total foi determinada pelo método da captura do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), de acordo com Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) com modificações de Miliuskas, Venskutonis e Beek (2004). As análises foram realizadas para o farelo *in natura* e para as farinhas obtidas a cada secagem. Foi utilizada a curva padrão de 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox) com pureza superior a 98%. Os resultados foram expressos em relação à atividade antioxidante total (AA%).

Todas as análises foram conduzidas em triplicata e os dados obtidos foram

submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de médias Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa Statistica 10.0 para avaliar as diferenças entre os resultados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Rendimento de secagem

A partir de uma amostra homogênea de acerola, obteve-se um rendimento de 18,12% de resíduo úmido (semente, casca e resto de polpa não extraída). A secagem a 40 °C da farinha do resíduo de acerola até o conteúdo de umidade de 5%, alcançou um rendimento de 18% em 10,5 horas até atingir massa constante, já as temperaturas de 50 °C e 60 °C produziram rendimentos de 20% e 18% em 8,5 e 6,5 horas respectivamente, para atingir o mesmo conteúdo de umidade. O aumento da temperatura contribuiu para um menor tempo de secagem.

3.2 Modelagem matemática

As curvas cinéticas de secagem do resíduo de acerola por convecção forçada para cada temperatura (40, 50 e 60°C) avaliada foram ajustadas conforme os modelos matemáticos propostos na Tabela 1. A Tabela 2 mostra o conjunto de parâmetros estatísticos ajustados aos modelos propostos, obtidos em todas condições de temperatura avaliadas.

T (°C)	Modelo	Parâmetros					
		SSE	AIC	BIC	MSE	√MSE	R ²
40°C	Newton	0,0220	-56,0161	-54,4709	0,0014	0,0371	0,9888
	Page	0,0127	-62,8634	-60,5457	0,0008	0,0281	0,9947
	Logarítmico	0,0158	-57,3460	-54,2558	0,0009	0,0314	0,9933
	Midilli	0,0094	-63,5572	-59,6942	0,0006	0,0243	0,9959
50°C	Newton	0,0258	-53,4895	-51,9443	0,0016	0,0402	0,9860
	Page	0,0052	-77,1834	-74,8656	0,0003	0,0179	0,9978
	Logarítmico	0,0177	-55,5270	-52,4363	0,0011	0,0332	0,9925
	Midilli	0,0043	-76,2371	-72,3741	0,0003	0,0163	0,9982
60°C	Newton	0,0222	-55,8752	-54,3300	0,0014	0,0372	0,9882
	Page	0,0062	-74,3595	-72,0417	0,0004	0,0196	0,9974
	Logarítmico	0,0159	-57,2130	-54,1224	0,0009	0,0315	0,9932
	Midilli	0,0054	-72,4535	-68,5905	0,0003	0,0184	0,9977

Tabela 2. Conjunto de parâmetros estatísticos da secagem de resíduos de acerola sob diferentes temperaturas.

Os quatro modelos propostos (Newton, Page, Logarítmico e Midilli) apresentam bons ajustes em relação ao coeficiente de determinação ($R^2 > 0,98$), aos baixos valores em módulo para os critérios de informação Bayseana (BIC), critério de informação Akaike (AIC) e erro quadrado médio (MSE). Em todas as temperaturas analisadas, os modelos matemáticos de Midilli e Page são aqueles que descrevem a cinética de secagem da acerola mais satisfatoriamente.

Estes modelos apresentaram melhores ajustes (Midilli e Page), exibem 4 e 2 parâmetros na equação do modelo, respectivamente, conforme a Tabela 1. Sabe-se através da literatura que é um número de alto nível, tendo melhor ajuste e conseqüentemente um erro menor. Desta forma, entre todos os modelos testados, o que apresenta o pior desempenho é o modelo de Newton que possuem apenas um único parâmetro.

As Figuras 1, 2 e 3 ilustram a evolução da cinética de secagem medidos experimentalmente em comparação com as previsões dos melhores modelos matemáticos (Midilli e Page) ajustados para as temperaturas de secagem (40, 50 e 60°C) do resíduo de acerola.

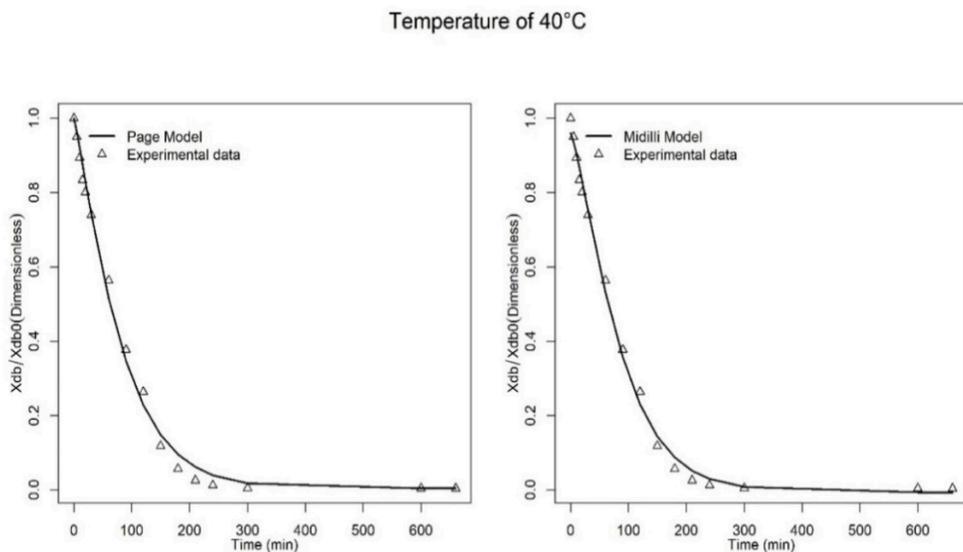


Figura 1. Ajuste dos modelos de Page e Midilli, respectivamente, para a temperatura do ar de secagem de 40°C.

Temperature of 50°C

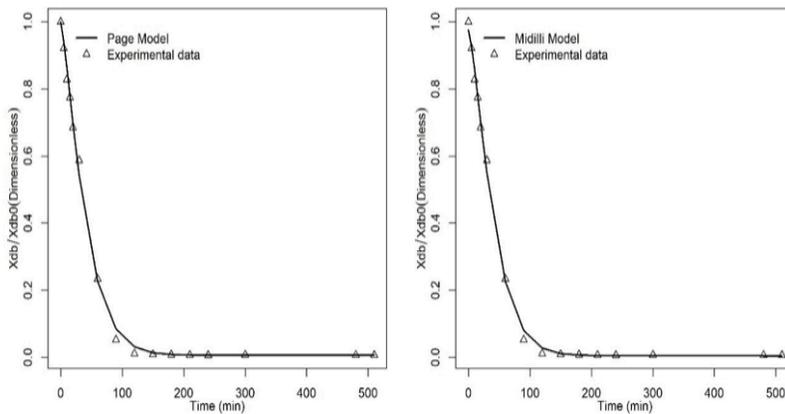


Figura 2. Ajuste dos modelos de Page e Midilli, respectivamente, para a temperatura do ar de secagem de 50 ° C.

Temperature of 60°C

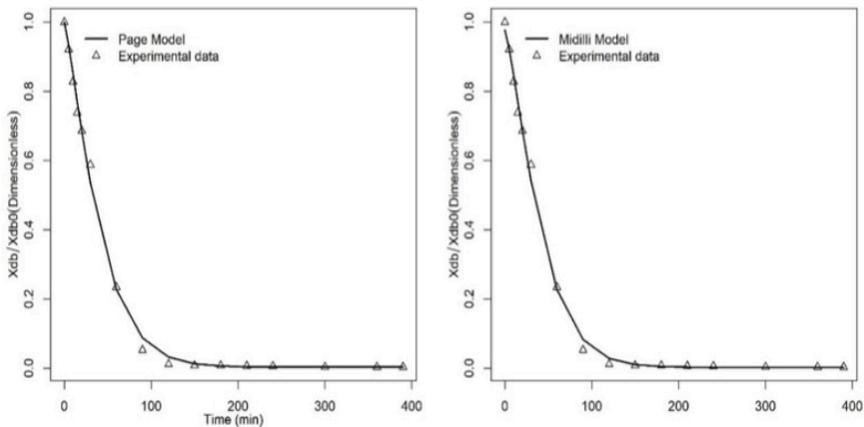


Figura 3. Ajuste dos modelos de Page e Midilli, respectivamente, para a temperatura do ar de secagem de 60°C.

3.3 Caracterização físico-química

A Tabela 3 apresenta os resultados da caracterização físico-química do resíduo e das farinhas de acerola. O resíduo de acerola apresentou alto conteúdo de umidade (~85 %), enquanto o menor teor de umidade (~5%) foi observado na maior temperatura

de secagem. As farinhas obtidas nas três temperaturas de secagem enquadram-se dentro da RDC N° 263, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA, que estabelece um padrão de umidade de 5 a 10% para farinhas (BRASIL, 2005).

Parâmetros	Resíduo1	Farinha 401	Farinha 501	Farinha 601
Umidade (%)	85,132±0,003a	7,667±0,010b	6,187±0,005c	5,619±0,002d
Cinzas (%)	4,129±0,003a	4,102±0,025a	3,973±0,043a	4,124±0,030a
Matéria orgânica (%)	10,741±0,004a	88,232±0,223b	89,840±0,403b	90,253±0,397b
pH	4,170±0,040a	3,950±0,110a	3,990±0,060a	3,950±0,050a
Acidez titulável total (% ácido cítrico)	0,440±0,001a	3,633±0,551b	4,883±0,474c	5,655±0,336d
Proteína (g 100 g-1)	2,600±0,003a	9,710±0,096b	10,380±0,055b	10,420±0,013b
Fibras (g 100 g-1)	4,390±0,004a	49,400±0,273b	34,740±0,075c	22,360±0,064d

Tabela 3. Composição físico-química de resíduos de acerola e farinhas obtidos em diferentes temperaturas de secagem. 1Média ± desvio padrão (n=3); Letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes (p<0,05).

Em relação às cinzas (Tabela 3), que representa o conteúdo mineral contido na amostra, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre o resíduo e as amostras de farinha. Para o parâmetro pH também não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras, sendo o pH do resíduo de 4,17 e o pH médio das farinhas de 3,93, caracterizando em ambas as situações como um pH ácido. Na farinha, o pH ácido aliado a baixa atividade de água, garante a estabilidade microbiológica e enzimática (NASCIMENTO; BIAGI; OLIVEIRA, 2015) na previsão da taxa de secagem, melhoram as condições de secagem e avaliam a qualidade do processo; assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o ajuste dos modelos de Page, Midilli, Newton e da segunda lei de Fick aos dados experimentais da secagem convectiva com aplicação de radiação infravermelha de grãos de Moringa oleifera L. Avaliaram-se, também, o efeito dos fatores temperatura do ar (30-60 °C. Nóbrega et al. (2015) avaliou a secagem de resíduo de acerola utilizando ar quente sob diferentes condições de temperatura (60, 70 e 80°C) e velocidade de ar (4, 5 e 6 m.s-1) e encontrou valores próximos ao reportado na presente pesquisa, com valores variando entre 3,53 a 3,71.

Para a acidez total titulável, calculada em termos de ácido cítrico, houve uma variação significativa entre todas as amostras. No resíduo úmido a acidez total titulável média foi de 0,44%, já para as farinhas os valores médios variaram entre 3,63 (farinha seca à 40°C) a 5,66 (farinha seca à 60°C). Duzzioni et al. (2013) realizou um estudo similar com acerola desidratada e também verificou que o aumento da temperatura de secagem resulta em produtos com maior acidez. Os valores encontrados por Duzzioni et al. (2013) variaram entre 1,01 e 1,46 % de ácido cítrico.

O conteúdo de proteína (Tabela 3) não apresentou diferença significativa ($p < 0.05$) entre as amostras de farinhas, mas teve uma grande diferença quando comparada ao resíduo. No resíduo o teor de proteínas foi de $2,6 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, enquanto o conteúdo médio das três farinhas foi de $10,17 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$. Pela RDC N° 54 de 12 de novembro de 2012, da ANVISA, tem-se que um alimento é considerado fonte de proteína se fornece uma quantidade mínima $6,0 \text{ g}$ por 100 g de alimento, portanto como a farinha de acerola, como fornece um teor $10,17 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, ela pode ser considerada um alimento fonte de proteínas (BRASIL, 2012).

O teor de fibra bruta apresentou elevadas concentrações para as amostras de farinha ($22-49 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras pelo teste de Tukey. O teor total de fibra alimentar está na mesma faixa de fontes de fibras comumente empregadas para a produção de alimentos, como arroz e farelo de trigo ($27-45 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) (ELLEUCH et al., 2011). A maior concentração de fibra foi para a farinha obtida a $40 \text{ }^\circ\text{C}$, enquanto a farinha obtida a $60 \text{ }^\circ\text{C}$ obteve a menor concentração. Observa-se também que elevadas temperaturas afetaram o conteúdo de fibras totais, isso pode ser explicado pelo fato de que as fibras solúveis não resistem a processos com temperaturas muito elevadas (ZHAO et al., 2019).

Como parte de uma dieta balanceada, a fibra alimentar tem demonstrado influência positiva na saúde humana. As fibras solúveis são um dos principais nutrientes que contribuem para uma dieta balanceada, sendo moduladores de hiperlipidemia, hiperinsulinemia, hiperglicemia e obesidade, que são fatores de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas, cardiovasculares, diabetes mellitus e cânceres (BULTOSA, 2016). Além disso, subprodutos de frutas são ricos em antioxidantes, que combinam os efeitos benéficos tanto da fibra alimentar como dos antioxidantes (LEÃO et al., 2017).

3.4 Minerais

As concentrações dos minerais Fe, Zn, Ca e Mg para as farinhas obtidas nas três temperaturas de secagem são apresentados na Tabela 4.

Minerais (mg 100 g ⁻¹)	Farinha 40	Farinha 50	Farinha 60
Fe	0,063 ± 0,001 ^a	0,0751 ± 0,001 ^a	0,0652 ± 0,001 ^a
Zn	0,062 ± 0,001 ^a	0,0726 ± 0,001 ^a	0,0674 ± 0,001 ^a
Ca	63,585 ± 0,004 ^a	61,5783 ± 0,003 ^a	63,5711 ± 0,008 ^a
Mg	6,205 ± 0,007 ^a	6,5563 ± 0,001 ^a	6,4767 ± 0,004 ^a

Tabela 4. Concentração Mineral para farinhas secas a 40, 50 e 60°C. 1Média ± desvio padrão (n=3); Letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Em relação aos teores de minerais, não houve diferença significativa ($p < 0.05$) entre as amostras. As farinhas de acerola apresentaram concentrações de Fe entre 0,0634 e 0,0751 mg 100 g⁻¹. A necessidade diária desse nutriente é de 10 mg para homens e 15 mg para as mulheres, desse modo, pode-se afirmar que o conteúdo desse mineral das farinhas não é de grande relevância, sendo inferior ao valor encontrado para a fruta in natura que fornece 0,20 mg 100 g⁻¹ (TACO, 2011).

A fração de zinco presente na farinha ficou entre 0,062 e 0,067 mg 100 g⁻¹, valores próximos foram determinados por Aguiar et al. (2010), que encontraram um conteúdo de 0,09 mg100 g⁻¹ desse mineral em farinha de sementes de acerola.

O cálcio foi o mineral presente em maior concentração nas farinhas, com valores entre 61,58 e 63,58 mg 100 g⁻¹. A necessidade diária desse mineral para um adulto é de 800 mg, logo uma porção de 100 g da farinha de acerola fornece em média 7,75% da ingestão diária de cálcio, podendo essa ser considerada uma boa fonte desse mineral, principalmente para pessoas com dieta restritiva a alimentos de origem animal.

O magnésio responde a segunda maior concentração dentre os minerais avaliados, com concentrações entre 6,20 a 6,6 mg 100 g⁻¹, o que corresponde a 2,34% da necessidade diária desse mineral para um adulto (IOM, 2000).

3.5 Atividade antioxidante

A Tabela 5 apresenta o percentual total da capacidade antioxidante em relação ao radical DPPH para as farinhas secas (40, 50 e 60 °C) e o resíduo úmido. Comparando com a capacidade antioxidante do resíduo úmido, as farinhas secas a 40, 50 e 60 °C apresentaram perdas de 49,00; 23,97 e 32,54% no percentual total da capacidade antioxidante, respectivamente (Tabela 5).

Amostra	Atividade Antioxidante (%) ¹
Farinha 40	34,689 ± 0,003 ^a
Farinha 50	51,682 ± 0,005 ^b
Farinha 60	45,851 ± 0,002 ^c
Resíduo	67,971 ± 0,003 ^d

Tabela 5. Percentual total da capacidade antioxidante em relação ao radical DPPH. 1Média ± desvio padrão (n=3); Letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Estudos recentes com frutas e hortaliças relataram perda de compostos antioxidantes, como compostos fenólicos e carotenoides, devido as mudanças estruturais provocadas por métodos de processamento como a secagem (TEWOLDE-BERHAN et al., 2015).

A secagem a 40°C, apesar de ser a menor temperatura avaliada, foi conduzida por um tempo superior as demais temperaturas, com maior duração da fase de secagem a taxa constante e com isso, o arraste de compostos nessa fase também foi mais elevado devido a difusividade da água do interior do sólido para superfície, contribuindo com a destruição dos compostos antioxidantes. Para a temperatura de 60 °C, embora o tempo de secagem seja menor, a temperatura elevada contribuiu com a destruição dos compostos com atividade antioxidante.

A farinha seca a 50°C preservou a maior parte dos compostos com atividade antioxidante, mostrando o potencial desse subproduto em relação a sua funcionalidade como antioxidante e proporcionando uma operação ideal de secagem. A operação ocorreu a uma taxa mais constante do que a secagem a 40°C, proporcionando um menor tempo de exposição e uma temperatura mais baixa e menos agressiva a sensibilidade dos compostos.

4 | CONCLUSÕES

O tratamento do resíduo do suco de acerola através da operação de secagem é uma alternativa viável e representa uma estratégia de produção mais sustentável, pois transforma um produto destinado ao descarte em farinha com composição nutricional considerável.

Os efeitos das temperaturas sobre a atividade antioxidante, o teor de fibras, a porcentagem de acidez total titulável e o teor de umidade foram significativos. Sendo a temperatura de 40°C considerada ideal para preservar o teor de fibras e a temperatura de 50°C indicada para preservação de compostos com capacidade antioxidante presentes no resíduo úmido.

A farinha do resíduo da acerola apresenta grande potencial aplicação em alimentos como, por exemplo, em barra de cereais, bolos, entre outros.

Os modelos de Page e Midilli representaram satisfatoriamente as curvas cinéticas de secagem do resíduo de acerola em todas as temperaturas investigadas (40, 50 e 60°C) e por isso podem ser indicados para a simulação, otimização e controle do processo de secagem.

5 | AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, T. M. et al. **Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola**. Brazilian Journal of Food and Nutrition, v. 35, n. 2, p. 91–102, 2010.

AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International**, 17. ed. Association of Official Analysis Chemists International, 2012.

BELWAL, T. et al. **Phytopharmacology of Acerola (Malpighia spp.) and its potential as functional food**. Trends in Food Science and Technology, v. 74, p. 99–106, 2018.

BERTAGNOLLI, S. M. M. et al. **Bioactive compounds and acceptance of cookies made with Guava peel flour**. Food Science and Technology, v. 34, n. 2, p. 303–308, 2014.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. **Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity**. LWT - Food Science and Technology, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1995.

BRASIL. ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC no 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar**. Diário Oficial da União, 2012.

BRASIL. ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Diário Oficial da União, 2005.

BULTOSA, G. **Functional foods: dietary fibers, prebiotics, probiotics, and synbiotics**. In: WRIGLEY, C. W.; CORKE, H.; SEETHARAMAN, K.; FAUBION, J. Encyclopedia of food grains: Nutrition and food grains. 2 ed. UK: Academic Press, 2016. cap. 2, p. 11-16.

CHANDRA, P.K. AND SINGH, R.P. **Applied numerical methods for food and agricultural engineers**. 1 ed. Boca Raton: CRC Press, 1995. 512 p.

DUZZIONI, A. G. et al. **Effect of drying kinetics on main bioactive compounds and antioxidant activity of acerola (Malpighia emarginata D.C.) residue**. International Journal of Food Science and Technology, v. 48, n. 5, p. 1041–1047, 2013.

ELLEUCH, M. et al. **Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review**. Food Chemistry, v. 124, n. 2, p. 411–421, 2011.

ERBAY, Z.; ICIER, F. **A review of thin layer drying of foods: Theory, modeling, and experimental results**. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v. 50, n. 5, p. 441–464, 2010.

IOM. Institute of Medicine. **Dietary reference intake for vitamin and minerals**. 2000.

JAESCHKE, D. P.; MARCZAK, L. D. F.; MERCALI, G. D. **Evaluation of non-thermal effects of electricity on ascorbic acid and carotenoid degradation in acerola pulp during ohmic heating**. Food Chemistry, v. 199, p. 128–134, 2016.

LEÃO, D. P. et al. **Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (Caryocar brasiliense Camb.) fruit by-products**. Food Chemistry, v. 225, p. 146–153, 2017.

LEWIS, W. K. **The rate of drying of solid materials**. Industrial & Engineering Chemistry, v. 13, p. 427-432, 1921.

MIDILLI, A.; KUCUK, H.; YAPAR, Z. **A new model for single-layer drying**. Drying technology, v. 20, n. 7, p. 1503-1513, 2002.

MILIAUSKAS, G.; VENSKUTONIS, P. R.; BEEK, T. A. V. **Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts**. Food Chemistry, v. 85, n. 2, p. 231-237, 2004.

MORGANO, M. A. et al. **Determinação de minerais em café cru**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 22, n. 1, p. 19-23, 2002.

NASCIMENTO, V. R. G.; BIAGI, J. D.; OLIVEIRA, R. A. de. **Modelagem matemática da secagem convectiva com radiação infravermelha de grãos de Moringa oleifera**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 19, n. 7, p. 686-692, 2015.

NÓBREGA, E. M. et al. **The impact of hot air drying on the physical-chemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of acerola (Malpighia emarginata) residue**. Journal of Food Processing and Preservation, v. 39, n. 2, p. 131-141, 2015.

PAGE, G. E. **Factors influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin layer**. 1949. Thesis (Master of Science) - Purdue University, West Lafayette, Indiana, 1949.

RAMADAN, L.; DUARTE, C. R.; BARROZO, M. A. S. **A new hybrid system for reuse of agro-industrial wastes of acerola: dehydration and fluid dynamic analysis**. Waste and Biomass Valorization, v. 10, p. 2273-2283, 2018.

SILVA, P. B.; DUARTE, C. R.; BARROZO, M. A. S. **Dehydration of acerola (Malpighia emarginata D.C.) residue in a new designed rotary dryer: Effect of process variables on main bioactive compounds**. Food and Bioproducts Processing, v. 98, p. 62-70, 2016.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. Campinas: Nepa-Unicamp, 2011. 164 p.

TEWOLDE-BERHAN, S. et al. **Impact of drying methods on the nutrient profile of fruits of Cordia africana Lam. in Tigray, northern Ethiopia**. Fruits, v. 70, n. 2, p. 77-90, 2015.

WOJDYŁO, A. et al. **Chemical composition, antioxidant capacity, and sensory quality of dried jujube fruits as affected by cultivar and drying method**. Food Chemistry, v. 207, p. 170-179, 2016.

ZHAO C. et al. **Effects of domestic cooking process on the chemical and biological properties of dietary phytochemicals**. Trends in Food Science & Technology, v. 85, p. 55-66, 2019.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção de nutrientes 3, 17, 123

Acerola 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175

Aditivos absorventes 87, 89, 95

Adubação verde 11, 12, 14, 21

Agricultura 1, 3, 4, 8, 9, 11, 12, 20, 22, 24, 51, 60, 61, 68, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 114, 135, 146, 185, 186, 187, 188, 189, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 199, 200, 203, 205, 206, 207, 208, 214, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 230, 231, 232, 233

Agricultura familiar 74, 78, 79, 114, 186, 187, 188, 189, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 199, 203, 206, 214, 222, 224, 225, 226, 227, 228, 230, 231, 232

Agricultura orgânica 194, 223

Agronegócio 1, 52, 55, 75, 76, 77, 78, 79, 85, 86, 88, 146, 149, 196, 223

Atividade antioxidante 162, 163, 166, 172, 173

Avaliação econômica 112, 119, 121

B

Biomassa 2, 6, 10, 11, 14, 16, 17, 19, 20, 23, 176, 178, 182, 183, 184

C

Cavalo 135, 146

Composição nutricional 87, 89, 91, 97, 173

Compostos voláteis 148, 150, 151

Conservação 1, 3, 4, 8, 20, 41, 98, 99, 188, 192, 200

Consórcio 11, 13, 17

Controle alternativo 55, 63

Convecção forçada 162, 163, 164, 167

Cooperativismo 209, 211, 212, 214, 216

Crescimento radicular 16, 19, 24, 25, 29

Custo de produção 64, 66, 71, 72, 113, 114, 115, 118, 121

D

Degradação do solo 1, 2

Desenvolvimento rural 10, 14, 186, 187, 188, 190, 191, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 204, 206, 207, 227, 232

E

Educação ambiental 195, 198, 199, 200, 201, 202, 206, 207, 208

Equino 134, 138, 140

F

Farelo de arroz 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 130

Fitossanidade 64

G

Germinação 38, 41, 42, 44, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 57, 58, 59, 71, 72, 125

H

Hortaliças orgânicas 223

I

Inclusão social 186

Índices de vegetação 176, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 184

M

Manejo integrado 12, 55, 57, 61

Meio de cultura 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 58, 102

Modelagem cinética 162

Modelagem matemática 163, 164, 167, 175

O

Órgãos reprodutivos 134

P

Pastagens 88, 99, 176, 177, 179, 180, 181, 184, 203

Plantas de cobertura 1, 3, 4, 7, 10, 13, 20, 21, 23, 32

Políticas públicas 188, 192, 195, 196, 204, 207, 209, 217, 218, 220, 223, 230, 231

Produção 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 34, 35, 40, 45, 46, 50, 52, 55, 56, 57, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 88, 89, 91, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 102, 103, 105, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 128, 130, 138, 139, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 171, 173, 177, 187, 188, 190, 193, 194, 195, 198, 200, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 209, 210, 213, 214, 215, 216, 218, 219, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232

Produtividade 2, 4, 12, 13, 14, 21, 23, 24, 25, 56, 60, 86, 116, 200, 217

Propagação 33, 34, 40, 41, 42, 43

Puberdade 134, 140, 141

Q

Qualidade ambiental 1, 203, 204

Qualidade bromatológica 96

Qualidade de água 123, 130

Qualidade do solo 2, 5, 10, 12, 14, 24, 25

R

Rentabilidade 79, 112, 114, 116, 119, 216

Resíduo agroindustrial 99

Resíduo alimentar 163

S

Sementes florestais 44

Silagem 10, 11, 14, 20, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 108, 109, 110

Soja 23, 31, 84, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133

Sustentabilidade 10, 11, 12, 186, 187, 188, 189, 191, 192, 195, 196, 197, 200, 202, 205, 207, 210, 224, 232

T

Tilápia 112, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 121, 129, 130, 132

Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias 3



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



@atenaeditora



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias 3



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



@atenaeditora



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2020