

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação

2



Tamara Rocha dos Santos
(Organizadora)

Atena
Editora

Ano 2021

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação

2



Tamara Rocha dos Santos
(Organizadora)

Atena
Editora

Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremonesi

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaió – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale 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
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Gírlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de 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 Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
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 Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
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 Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
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 Federacl 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
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
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
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
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
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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. Dr. Adailson 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
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
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. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
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
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
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. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
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
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
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

Engenharia agrônômica: ambientes agrícolas e seus campos de atuação 2

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Tamara Rocha dos Santos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia agrônômica: ambientes agrícolas e seus campos de atuação 2 / Organizadora Tamara Rocha dos Santos. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-045-9

DOI 10.22533/at.ed.459210405

1. Agronomia. I. Santos, Tamara Rocha dos (Organizadora). II. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A “Engenharia Agrônômica: Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação” é uma obra que apresenta dentro de seu contexto amplas visões que reflete em ambientes agrícolas e seus campos de atuação trazendo inovações tecnológicas e sustentáveis que proporciona em melhorias sociais, ambientais e econômicas para toda comunidade agrária.

A coleção é baseada na discussão científica através de diversos trabalhos que constitui seus capítulos. Os volumes abordam de modo agrupado e multidisciplinar pesquisas, trabalhos, revisões e relatos de que trilham nos vários caminhos da Engenharia Agrônômica.

O objetivo principal foi apresentar de modo agrupado e conciso a diversidade e amplitude de estudos desenvolvidos em inúmeras instituições de ensino e pesquisa do país. Inicialmente são apresentados trabalhos relacionados a sustentabilidade, envolvendo questões agroecológicas, produção orgânica e natural, e suas relações sociais. Em seguida são contemplados estudos acerca de inovações tecnológicas do meio rural, que abrange qualidade de sementes, nutrição mineral, mecanização, genética, dentre outros. Na sequência são expostos trabalhos voltados à irrigação e manejo do solo, envolvendo processos hídricos, sistemas agroflorestais e adubação.

A obra apresenta-se como atual, com pesquisas modernas e de grande relevância para o país. Apresenta distintos temas interessantes, discutidos aqui com a proposta de basear o conhecimento de acadêmicos, mestres, doutores e todos que de algum modo se dedicam pela Engenharia Agrônômica. Abrange todas regiões do país, valorizando seus diferentes climas e hábitos.

Inicialmente são apresentados trabalhos relacionados a sustentabilidade, envolvendo questões agroecológicas, produção orgânica e natural, e suas relações sociais. Em seguida são contemplados estudos acerca de inovações tecnológicas do meio rural, que abrange qualidade de sementes, nutrição mineral, mecanização, genética, dentre outros. Na sequência são expostos trabalhos voltados à irrigação e manejo do solo, envolvendo processos hídricos, sistemas agroflorestais e adubação.

Assim a obra Engenharia Agrônômica: Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação expõe um conceito bem fundamentado nos resultados práticos atingidos pelos diversos educadores e acadêmicos que desenvolveram arduamente seus trabalhos aqui apresentados de modo claro e didático. Sabe-se da importância da divulgação científica, portanto ressalta-se também a organização da Atena Editora habilitada a oferecer uma plataforma segura e transparente para os pesquisadores exibirem e disseminarem seus resultados.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

COMPARAÇÃO DO FLORENCIMENTO DO TOMATE HIDROPÔNICO COM O CONVENCIONAL

Nathan Aparecido Grigoletto
Cesar Cayque de Andrade Gomes
Luiz Miguel de Barros
Luciana Teixeira de Paula

DOI 10.22533/at.ed.4592104051

CAPÍTULO 2..... 6

HÁBITOS DE HIGIENE DE MANIPULADORES DE ALIMENTOS NO CONTEXTO DOMÉSTICO DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19

Rodrigo Vieira Apolonio
Andressa Nilce Cabral
Deise Gazineu Coraça
Carolina de Oliveira Virgolino Coelho
Cristina Vitor de Lima
Daiane Lima Martins
Ana Paula de Oliveira Pinheiro
Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes Faria

DOI 10.22533/at.ed.4592104052

CAPÍTULO 3..... 22

ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE CARBONO EQUIVALENTE A PARTIR DO USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS NA CAFEICULTURA: ESTUDO DE CASO

Beatriz Regina de Oliveira Anderson
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior
Daniela Ferreira Cardoso
Luciana Maria Vieira Lopes
Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho

DOI 10.22533/at.ed.4592104053

CAPÍTULO 4..... 29

EFEITO DA PLICAÇÃO DE NUTRIENTES VIA FOLIAR E NO PAINEL DE SANGRIA NA CULTURA DA SERINGUEIRA

Elaine Cristine Piffer Gonçalves
Mariana Ayres Rodrigues
Anita Schmidek
Ivana Marino Bárbaro-Torneli
Antonio Lúcio Mello Martins
José Antonio Alberto da Silva
Marcelo Henrique de Faria
Fernando Bergantini Miguel
Monica Helena Martins

DOI 10.22533/at.ed.4592104054

CAPÍTULO 5.....35

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA SOBRE COMPOSIÇÃO QUÍMICA, NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO, DE BIOCARVÃO PRODUZIDO A PARTIR DE CASCAS DE CUPUAÇU

Fabrcio Marinho Lisboa
Selma de Oliveira Freitas
Michelle Silva Ramos
Melissa Andrade Zamai
Michely Andrade Zamai

DOI 10.22533/at.ed.4592104055

CAPÍTULO 6.....44

DIVERSIDADE DOS GRUPOS FUNCIONAIS DA FAUNA EDÁFICA SOB DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO DE MILHO

Gabriela Gonçalves Costa
João Henrique Araújo de Albuquerque
Antonio Hyago Mendes Gonçalves
Sérgio Manoel Alencar Sousa
José Jonas Gomes Cavalcante
Cícero Aparecido Ferreira Araújo
Eduardo Oliveira Nascimento
Kaline Oliveira da Silva
Cicero Cordeiro Pinheiro
Márcio Godofrêdo Rocha Lobato
Sebastião Cavalcante de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.4592104056

CAPÍTULO 7.....52

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE UM PREBIÓTICO NO DESEMPENHO DE LEITÕES DESMAMADOS

Eduardo Miotto Ternus
Fabrizzio Matté
Lucas Piroca
Thalita Malta

DOI 10.22533/at.ed.4592104057

CAPÍTULO 8.....60

CARACTERIZAÇÃO DOS PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS POR MEIO DE MÉTODO SUPERVISIONADO E NÃO SUPERVISIONADO

Gislaine S. Pereira
Leandro M. Gimenez

DOI 10.22533/at.ed.4592104058

CAPÍTULO 9.....70

EXPRESSION OF ACCUMULATED NITROGEN AND BIOMASS IN INOCULATED AND COINOCULATED SOYBEAN IN SUGARCANE REFORM AREAS

Ivana Marino Bárbaro-Torneli

Elaine Cristine Piffer Gonçalves
Fernando Bergantini Miguel
José Antonio Alberto da Silva
Anita Schmidek
Marcelo Henrique de Faria
Marcelo Ticelli

DOI 10.22533/at.ed.4592104059

CAPÍTULO 10..... 87

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE MILHO SAFRINHA EM GUAÍRA E VOTUPORANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, EM 2019

Fernando Bergantini Miguel
Ivana Marino Bárbaro-Torneli
Elaine Cristine Piffer Gonçalves
Anita Schmidek
José Antonio Alberto da Silva
Marcelo Henrique de Faria
Marcelo Ticelli

DOI 10.22533/at.ed.45921040510

CAPÍTULO 11..... 95

IMPORTÂNCIA DO ACOMPANHAMENTO TÉCNICO E GERENCIAMENTO DA SANGRIA NOS SERINGAIS

Elaine Cristine Piffer Gonçalves
Antonio Lúcio Mello Martins
Ivana Marino Bárbaro-Torneli
Anita Schmidek
Fernando Bergantini Miguel
José Antonio Alberto da Silva
Marcelo Henrique de Faria
Regina Kitagawa Grizotto
Marcelo Ticelli

DOI 10.22533/at.ed.45921040511

CAPÍTULO 12..... 100

DETERMINAÇÃO DE TEORES DE CLOROFILAS E CAROTENOIDES EM ALFACE, RÚCULA E CEBOLINHA

Lucas Alves Dias
Sérgio Shiguelo Omura
Brenda Garcia
Rafael Eduardo Vansolini de Oliveira
Mírian da Silva Costa Pereira

DOI 10.22533/at.ed.45921040512

CAPÍTULO 13..... 106

INFLUÊNCIA DA ALTURA DE POSICIONAMENTO E COR DAS ARMADILHAS NA CAPTURA DE INSETOS

Rute Moreira Goveia

Lawrência Maria Conceição de Oliveira
Elaine de Novais Chaves
Domingas Nilcely Farias da Conceição
Darcy Alves do Bomfim
Geslanny Oliveira Sousa

DOI 10.22533/at.ed.45921040513

CAPÍTULO 14..... 115

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA (*Glycine max*) SUBMETIDAS A DIFERENTES INSETICIDAS EM TRATAMENTO DE SEMENTES E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO

Gabriel Perez Ciscon
Nair Mieko Takaki Bellettini (in memoriam)
Silvestre Bellettini
João Henrique Sobjeiro Andrzejewski
Mathias Aparecido Alves
Luis Gustavo Perez de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.45921040514

CAPÍTULO 15..... 124

VANTAGENS DA PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MUDAS DE SERINGUEIRA EM SUBSTRATO E BANCADA SUSPensa

Elaine Cristine Piffer Gonçalves
Antonio Lúcio Mello Martins
Marli Dias Mascarenhas Oliveira
Oswaldo Vischi Filho
Ivana Marino Bárbaro-Torneli
Anita Schmidek
Fernando Bergantini Miguel
José Antonio Alberto da Silva
Marcelo Henrique de Faria
Maria Argentina Nunes de Mattos

DOI 10.22533/at.ed.45921040515

CAPÍTULO 16..... 133

ÍNDICE DE CLOROFILA EM *Acmella oleracea* SUBMETIDO À CONDIÇÕES DE ESTRESSES POR SALINIDADE E SECA

Jhonatah Albuquerque Gomes
Rafael Magalhães de Aragão
Pedro Moreira de Souza Júnior
Marília de Freitas Cabral Aragão
Evely Juliana da Silva Oliveira
Danielle Siqueira da Silva Margalho

DOI 10.22533/at.ed.45921040516

CAPÍTULO 17..... 140

ANÁLISE MULTIVARIADA NO ESTUDO DA INTERAÇÃO CULTIVARES, BACTÉRIAS E

MICRONUTRIENTES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SOJA

Ivana Marino Bárbaro-Torneli
Elaine Cristine Piffer Gonçalves
Fernando Bergantini Miguel
José Antonio Alberto da Silva
Marcelo Henrique de Faria
Regina Kitagawa Grizotto
Marcelo Ticelli
Anita Schmidek

DOI 10.22533/at.ed.45921040517

CAPÍTULO 18..... 154

EFECTO DEL TOSTADOR EN EL PERFIL DE TUESTE EN CAFÉ ESPECIAL CON DIFERENTE TAMAÑO

Guillermo Vargas-Elías
Carlos Cerdas Gerena
Sergio Barrantes Montoya
Jorge Castillo Vives
Fabiola Rojas Vásquez

DOI 10.22533/at.ed.45921040518

CAPÍTULO 19..... 163

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna

João Victor da Silva Martins
Daniele Batista Araújo
Priscila Duarte Silva
Felipe Marinho Coutinho de Souza
Caíke de Sousa Pereira
José Manoel Ferreira de Lima Cruz
Adjair José da Silva

DOI 10.22533/at.ed.45921040519

CAPÍTULO 20..... 169

PROJETO CONCEITUAL DE UMA ESTEIRA SELETORA DE CAFÉ DESENVOLVIDA A PARTIR DE UM SENSOR DE COR INTEGRADO COM A PLATAFORMA ARDUÍNO

Alexander Carvalho Ramos
Igor Santos de Melo
Myrna Martins Santos Moreira
Suelen Marques de Oliveira Durão
Anderson Gomide Costa
Marcus Vinícius Moraes de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.45921040520

CAPÍTULO 21..... 175

VARIAÇÃO ESTACIONAL DAS BACIAS LEITEIRAS EM FUNÇÃO DAS ANÁLISES ECONÔMICO-FINANCEIRAS NO BRASIL E NAS PROPRIEDADES RURAIS

Fernanda Giácomo Ragazzi

Thérèsse Camille Nascimento Holmström
Dayane Aparecida Santos
Nelma Pinheiro Fragata
Elisa Cristina Modesto

DOI 10.22533/at.ed.45921040521

CAPÍTULO 22..... 189

CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO APLICADO ÀS PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DO EXTRATOR PRIMÁRIO

Rodrigo Silva Alves
Victor Augusto da Costa Escarela
Flavio Junior Pichioni
Thiago Orlando Costa Barboza
Paulo Ricardo Alves dos Santos
Carlos Alessandro Chioderoli

DOI 10.22533/at.ed.45921040522

CAPÍTULO 23..... 194

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM REGULADOR VEGETAL PRODUZIDO A PARTIR DE LEVEDURA

Thais Weber
Daiane Aparecida Weber
Bianca Pierina Carraro
Silvia Renata Machado Coelho
Odair José Kuhn
Thais Duquesne Falco
Diego Campeol

DOI 10.22533/at.ed.45921040523

CAPÍTULO 24..... 205

PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR DESTINADA À FORRAGEM ADUBADA COM DIFERENTES TIPOS DE ESTERCO

Jonathan Bernardo Barboza
Vitor da Silva Rodrigues
Micaela Silva Coelho
Maria Izabel de Almeida Leite
Alan Keis Chaves de Almeida
Luzia Keli da Silva Coura
Laurenio Ventura Ferreira
Valéria Fernandes de Oliveira Sousa
Idelvan José da Silva
Cassiano Nogueira de Lacerda
Eliene Araújo Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.45921040524

CAPÍTULO 25..... 213

ALGORITMO DE MAPEAMENTO ESPECTRAL DE CICATRIZES DE QUEIMADAS NA

CAATINGA ATRAVÉS DE DADOS ORBITAIS MODIS E OLI

José Galdino de Oliveira Júnior
Jadiene Moura dos Santos
Julyane Silva Mendes Polycarpo
José Rafael Ferreira de Gouveia
Fabrício Marcos Oliveira Lopes
Geber Barbosa de Albuquerque Moura
Cristina Rodrigues Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.45921040525

CAPÍTULO 26.....222

PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA: QUALIDADE DO PROCESSO EM TRÊS VELOCIDADES OPERACIONAIS

Thiago Orlando Costa Barboza
Rodrigo Silva Alves
Layane Aparecida Mendes dos Santos
Victor Augusto da Costa Escarela
Pedro Henrique Silva Guimarães Cruz
Carlos Alessandro Chioderoli

DOI 10.22533/at.ed.45921040526

CAPÍTULO 27.....228

MICROPROPAGAÇÃO DE GENÓTIPOS DE GÉRBERA A PARTIR DE FOLHA PECIOLADA

Tarcisio Rangel do Couto
João Sebastião de Paula Araujo

DOI 10.22533/at.ed.45921040527

SOBRE A ORGANIZADORA.....243

ÍNDICE REMISSIVO.....244

CAPÍTULO 25

ALGORITMO DE MAPEAMENTO ESPECTRAL DE CICATRIZES DE QUEIMADAS NA CAATINGA ATRAVÉS DE DADOS ORBITAIS MODIS E OLI

Data de aceite: 03/05/2021

Data de submissão: 02/02/2021

José Galdino de Oliveira Júnior

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, DEAGRI - Departamento de Engenharia Agrícola Recife, PE
<http://lattes.cnpq.br/3514941731206738>

Jadiene Moura dos Santos

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, DCFL - Departamento de Ciências Florestais Recife, PE
<http://lattes.cnpq.br/5414923091157764>

Julyane Silva Mendes Polycarpo

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, DTR - Departamento de Tecnologia Rural Recife, PE
<http://lattes.cnpq.br/6485220445197373>

José Rafael Ferreira de Gouveia

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, DEAGRI - Departamento de Engenharia Agrícola Recife, PE
<http://lattes.cnpq.br/5471553264542605>

Pabrício Marcos Oliveira Lopes

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, DEPA - Departamento de Agronomia Recife, PE
<http://lattes.cnpq.br/0703321303981408>

Geber Barbosa de Albuquerque Moura

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, DEPA - Departamento de Agronomia Recife, PE
<http://lattes.cnpq.br/5290189594470508>

Cristina Rodrigues Nascimento

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, DEPA - Departamento de Agronomia Recife, PE
<http://lattes.cnpq.br/9289129949520610>

RESUMO: A mesorregião do Sertão Pernambucano apresenta condições climáticas que afetam diretamente a produção agrícola, pois apresenta um clima quente, seco e com regime pluvial irregular. Em função dessas características, o bioma predominante da região, a Caatinga, torna-se mais vulnerável à ocorrência de queimadas. Com a premissa de mapear e monitorar a incidência de focos de calor nessa mesorregião durante o período de oito anos (2010 – 2017), este artigo teve como objetivo caracterizar o perfil de cicatrizes de queimadas e acompanhar o processo de regeneração natural da superfície vegetal ao longo do tempo. Baseando-se nos resultados originados pelos softwares “ENVÍ” e “WEKA” – através do processamento digital conjunto das imagens de satélite (produtos MCD64A1, MOD13A3 e LANDSAT 8/OLI), de dados de precipitação mensal local e de arquivos vetoriais dos focos de calor –, encontrou-se uma correlação de 0,792 entre estes dados indicando que as áreas

susceptíveis ao fogo variaram numa faixa espectral de NDVI de 0,39 a 0,61. Quanto à validação desses dados encontrados, o mapeamento alcançou valores médios relevantes de eficácia de detecção (48,92%) e de erro de omissão local (51,08%) para as áreas de queima. Em relação à capacidade de regeneração vegetal, esta somente ocorreu em uma escala bimensal atrelada a uma precipitação crítica de 50,55 mm.

PALAVRAS-CHAVE: Focos de calor, índices pluviométricos, sensoriamento remoto.

SPECTRAL MAPPING ALGORITHM FOR BURNING SCARS IN CAATINGA THROUGH MODIS AND OLI ORBITAL DATA

ABSTRACT: The Sertão Pernambucano mesoregion has climatic conditions that directly affect agricultural production, as it has a hot, dry climate with irregular rainfall. Due to these characteristics, the region's predominant biome, the Caatinga, becomes more vulnerable to burning. With the premise of mapping and monitoring the incidence of hot spots in this mesoregion during the period of eight years (2010 - 2017), this article aimed to characterize the profile of scars from burning and to accompany the process of natural regeneration of the plant surface along the over time. Based on the results originated by the "ENVI" and "WEKA" software - through the joint digital processing of satellite images (MCD64A1, MOD13A3 and LANDSAT 8/OLI products), local monthly precipitation data and vector files of heat -, a correlation of 0.792 was found between these data indicating that the areas susceptible to fire varied in a spectral range of NDVI from 0.39 to 0.61. As for the validation of these data, the mapping reached relevant average values of detection efficiency (48.92%) and local omission error (51.08%) for the burning areas. Regarding the plant regeneration capacity, this only occurred on a bimonthly scale linked to a critical rainfall of 50.55 mm.

KEYWORDS: Heat sources, rainfall indexes, remote sensing.

1 | INTRODUÇÃO

A mesorregião do Sertão Pernambucano está inserida em uma região com predominância do bioma Caatinga. Este tipo de vegetação caracteriza-se por representar o clima Semiárido: quente, seco e de regime pluvial irregular. Devido a essas condições meteorológicas e climáticas, essa região torna-se mais suscetível à ocorrência de queimadas, principalmente, nos períodos anuais onde são observados os menores índices pluviométricos.

Silva & Baptista e Sousa et al. (2015) relataram que através de ferramentas de geoprocessamento, como a mineração de dados e o Sensoriamento Remoto, é possível analisar diretamente o grau de degradação ambiental e os efeitos posteriores causados por queimadas. Pois, estes são capazes de fornecer informações espaço-temporais que possibilitam a caracterização dos efeitos ecológicos, climáticos e químicos da atmosfera gerados por tal evento (FERNANDES et al., 2016).

Portanto, o objetivo do artigo foi identificar a área efetivamente afetada pelo fogo e acompanhar o processo de regeneração natural da superfície vegetal tomando como referência os padrões com que as cicatrizes das queimadas ocorreram no campo e a

influência da precipitação local sob tal processo, a partir da análise espectral de dados orbitais de baixa e alta resolução geométrica simultaneamente.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A mesorregião do Sertão Pernambucano encontra-se localizada entre as coordenadas geográficas 37°42'30" O a 40°43'30" O e 7°32'30" S a 9°3'0" S , onde representa aproximadamente 39% da área total do estado (38.477 km²), com uma população estimada de 1.039.733 de habitantes.

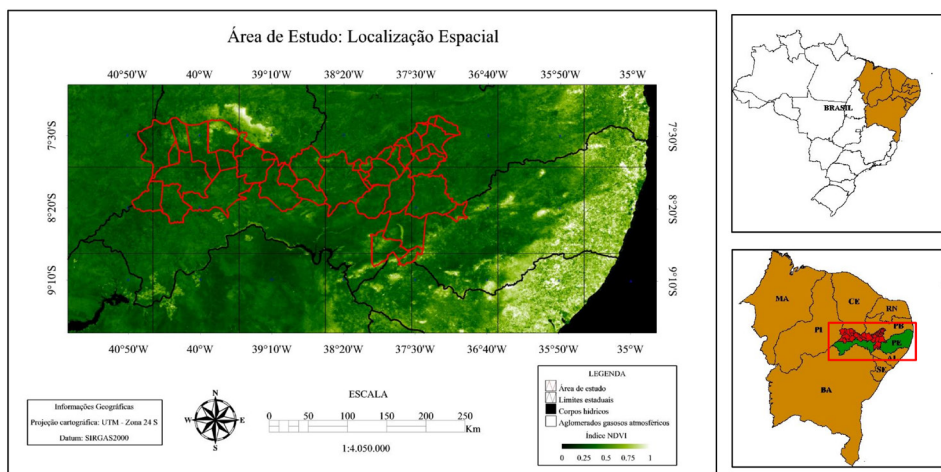


FIGURA 1. Localização Espacial da mesorregião do Sertão Pernambucano em uma imagem MOD13A3 do mês de outubro de 2012.

Para a identificação do período mensal mais seco do ano (aquele que apresentaria um maior potencial para eventos de queimadas), foram utilizados dados de precipitação mensal da série temporal de 2010 a 2017, de dez municípios distribuídos espacialmente na mesorregião do Sertão Pernambucano.

Após essa classificação climatológica, foram utilizados os seguintes dados para a análise e monitoramento das áreas de queimadas: Imagens do produto MCD64A1 (GIGLIO et al., 2018); Arquivos vetoriais relacionados à ocorrência de focos de calor disponibilizados pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE); Imagens do produto MOD13A3 (DIDAN et al., 2015); e Imagens LANDSAT 8/OLI (SCHROEDER et al., 2016; ZHU et al., 2017; GIGLIO et al., 2018).

As imagens referentes aos meses mais secos da série temporal estudada foram analisadas levando-se em consideração os seguintes parâmetros: Quantidade mensal de focos de calor e de área queimada, menor presença de nuvens e o comportamento da

vegetação antes, durante e após a ocorrência do fogo mensalmente. O processamento digital das imagens de satélite e dos arquivos vetoriais foi realizado no software *ENVI* (*Environment for Visualizing Images*) – versão 4.2.

Para caracterização espectral das áreas susceptíveis à queima, foi utilizado o algoritmo de classificação “REPTree” (lotado dentro do software de mineração de dados – *Waikato Environment for Knowledge Analysis* – versão 3.9.2) na busca de padrões nos pixels correspondentes às áreas de queima considerando as informações do índice NDVI e da precipitação ocorrida no local (SOUSA et al., 2015).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseando-se na metodologia proposta por Xavier & Xavier (1999), foi executada a técnica de Quantis numa série de dados de 30 anos (1985 – 2015) de valores médios de precipitação anual observados em três municípios (Arcoverde, Ouricuri e Triunfo) para, posteriormente, aplicá-la nos dados apresentados na Tabela 1.

Tais valores foram divididos em períodos “SECOS” (aqueles em que os totais de precipitação foram menores ou iguais a frequência acumulada de ocorrência de 25% - intervalo de valores inferiores ou iguais a 543,3 mm), “NORMAIS” (com probabilidade maior que 25% e inferior a 75% - superiores a 543,3 mm e inferiores a 855,4 mm), e “CHUVOSOS” (com probabilidade igual ou maior que 75% - iguais ou superiores a 855,4 mm).

| Ano | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|-----------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PMA (mm) | 1031,8 | 1007,2 | 327,2 | 641,1 | 668,1 | 593,7 | 434,7 | 430,3 |
| Classe | C | C | S | N | N | N | S | S |

Onde: PMA – Precipitação Média Anual, “C” – Ano chuvoso, “N” – Ano normal, “S” – Ano seco.

TABELA 1. Classificação a partir da técnica de *Quantis* da série temporal de 2010 a 2017.

Delimitações probabilísticas de valores semelhantes aos presentes na Tabela 1, foram encontrados também por Monteiro et al. (2012) quando analisaram durante o mesmo intervalo de tempo (30 anos – 1980 a 2009), a região do baixo curso do Rio Apodi localizado no município de Mossoró/RN, também com clima semiárido.

Após essa análise climática, foi avaliada a associação dos pontos de calor (vetores) com a área queimada nas imagens MCD64A1. A Figura 2 apresenta a imagem MCD64A1 do mês de novembro de 2011, onde em destaque pode-se notar os pixels que representam potencial de pertencerem a uma área queimada no campo (em branco), se coincidirem com a posição dos focos de calor (em vermelho).

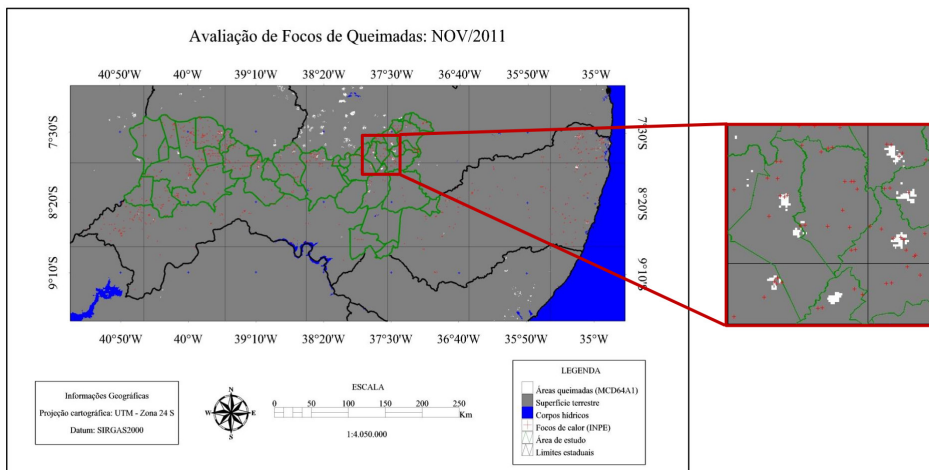


FIGURA 2. Imagem MCD64A1 do mês de novembro de 2011, apresentando em branco (áreas com potencial de pertencerem a áreas de queimadas), e em vermelho (focos de calor ocorridos no mês de novembro de 2011).

Objetivou-se utilizar os vetores dos meses que apresentaram maior incidência de focos de calor, afim de que fossem alcançadas com facilidade maiores áreas de queimadas, propiciando assim, uma melhor análise dos índices de NDVI através das imagens MOD13A3.

A Figura 3 apresenta a relação de capacidade de regeneração da vegetação afetada pelo fogo ligada à influência da precipitação ocorrida no local e ao ano de ocorrência desses focos de calor, gerada a partir do processamento digital dos dados orbitais desse produto MODIS relacionados a essas áreas afetadas pelo fogo:

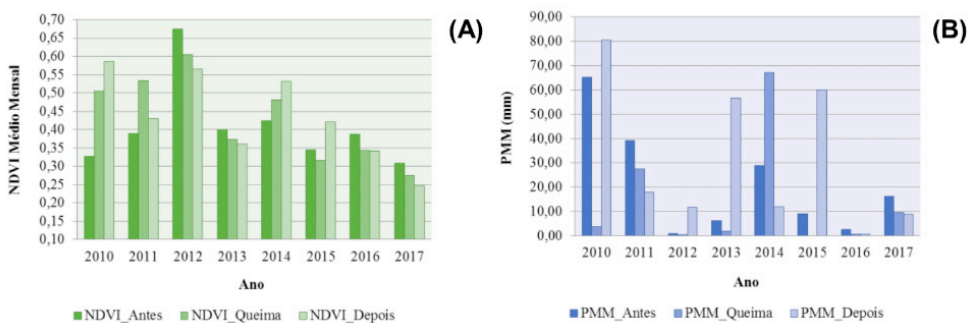


FIGURA 3. Análise dos Índices médios mensais NDVI (A) e pluviométrico (B) para os municípios analisados antes, durante e após a ocorrência dos focos de calor.

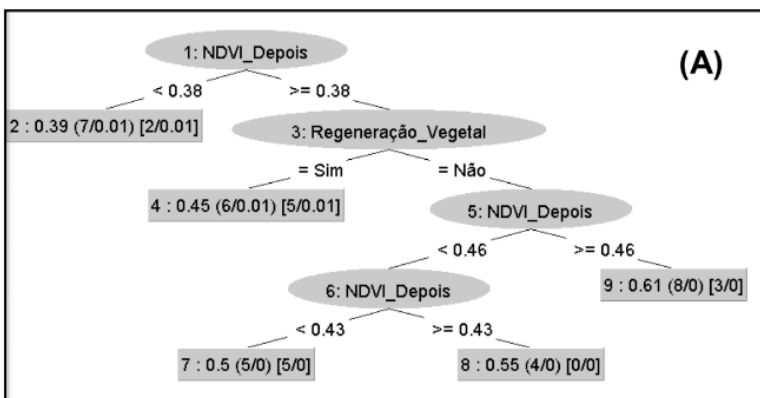
Onde PMM – Precipitação Média Mensal (mm).

De acordo com a Figura 3, somente o ano chuvoso de 2010 e os anos normais (2014 e 2015) exibiram um comportamento espectral de expressiva progressão no índice NDVI após o processo de queima, devido à precipitação considerável ocorrida no local. Dito isso, foi observado que a precipitação é um fator importante que é capaz de influenciar diretamente, em uma escala bimensal, no processo de regeneração da vegetação na área analisada pelo estudo (PINHEIRO et al., 2017).

Através da análise desses dados no software *WEKA*, foi diagnosticada uma correlação de (0,792) através do cruzamento dos dados do índice NDVI de queima com o índice posterior a ela e o processo de regeneração vegetal. Os valores encontrados no índice NDVI desses pixels pertencentes às áreas de queimadas variaram entre 0,39 e 0,61.

Lourenço et al. (2017) classificaram áreas de Caatinga natural através de imagens LANDSAT 5/TM e observaram valores que variaram de 0,13 a 0,67. Tal estudo comprovou que o produto MOD13A3 pode ter superestimado alguns valores de NDVI dentro da série temporal analisada nesse estudo, devido a sua limitação quanto à resolução geométrica (1 km).

Em contra partida, foi possível identificar que essas áreas só terão a capacidade de regeneração ao longo do tempo se estiverem em uma faixa de valores entre 0,39 e 0,45, pois, acima disso, o índice NDVI apresentou uma regressão espectral após a queimada (Figura 4A). Em relação ao processo de recuperação e/ou regeneração natural da vegetação local após o evento de queimada (Figura 4B), foi expressa uma correlação expressiva com a precipitação após o evento de queimada ($C = 0,8797$), indicando que a regeneração dessas áreas somente ocorrerá se um valor mínimo de NDVI de 0,41 e a precipitação crítica de 50,55 mm forem alcançados no local.



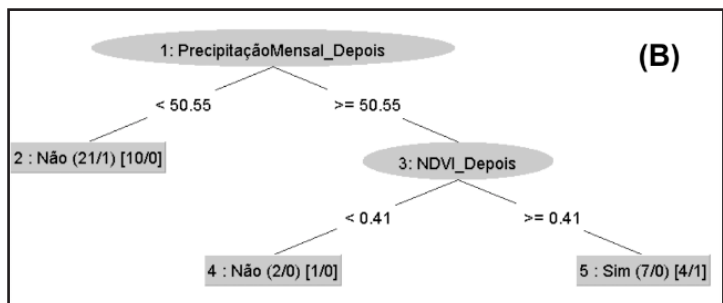


FIGURA 4. Árvores de Decisão: Análises do índice NDVI mensal de queima e da capacidade de regeneração vegetal (itens A e B, respectivamente).

A Figura 5 expressa a fase da validação desse mapeamento das áreas queimadas que se refere ao comparativo quanto à eficiência espacial apresentada pelo algoritmo MODIS em relação às imagens de referência LANDSAT 8/OLI em quatro anos específicos: 2013, 2015, 2016 e 2017 (municípios de Inajá, Triunfo, Flores e Itapetim, respectivamente). Estes anos foram escolhidos entre os demais, devido às limitações temporais (escassez de imagens no banco de dados de origem) e visuais (alta presença de nuvens e ruídos) encontradas em alguns dados orbitais durante o estudo.

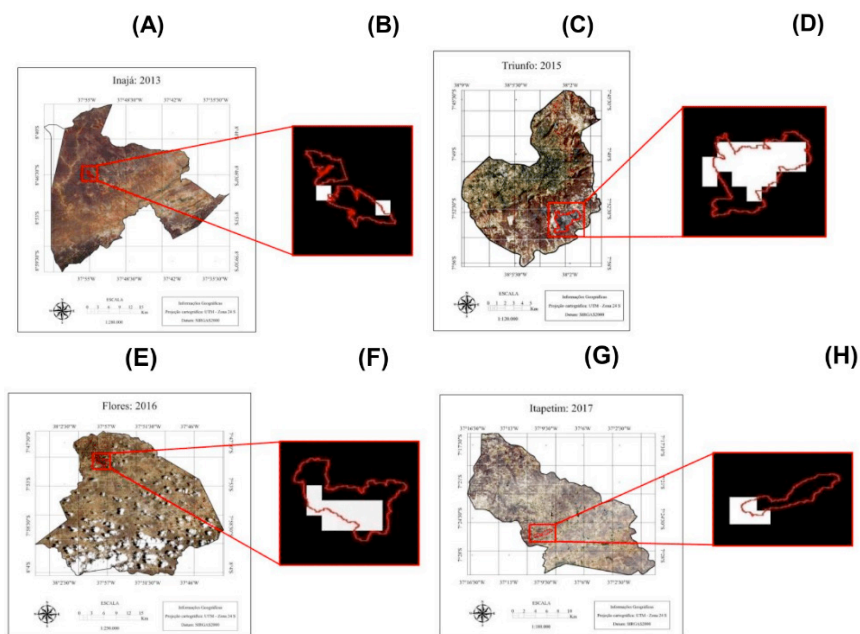


FIGURA 5. Representação espacial das áreas queimadas para os municípios de Inajá (2013), Triunfo (2015), Flores (2016), e Itapetim (2017): Comparação em relação à resolução geométrica das imagens LANDSAT 8/OLI (itens A, C, E e G) e MODIS (itens B, D, F e H).

Através desses dados, foi possível perceber que o produto MCD64A1 apresentou maior precisão espacial à medida que as áreas de queima aumentaram de dimensão territorial (RUIZ et al., 2014; RAMO & CHUVIECO, 2017). Fato este, que é justificado na Tabela 2, onde os altos erros de omissão local (79,99% e 75%) somente se sucederam no município de Inajá no ano de 2013, pois, pôde-se perceber que este produto MODIS não é capaz de identificar com exatidão a progressão espaço-temporal de queimadas que apresentem dimensão territorial aproximadamente inferior a sua resolução espacial: 21,5 ha (ZHU et al., 2017; GIGLIO et al., 2018). Nos demais casos, essa situação se inverteu consideravelmente.

| Município | AQ (MODIS) (ha) | AQ (LANDSAT) (ha) | DO (Focos de calor / INPE) | DFD (MODIS) (Dias) | DO (LANDSAT 8 / OLI) | ED (%) | EOL (%) |
|-----------|-----------------|-------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|--------|---------|
| Inajá | 21,5 | 107,3 | 19/11/2013 | 4 | 10/12/2013 | 20,01 | 79,99 |
| Inajá | 21,5 | 85,9 | 24/11/2013 | 2 | 10/12/2013 | 25,00 | 75,00 |
| Triunfo | 386,4 | 493,7 | 30/11/2015 | - | 07/12/2015 | 78,26 | 21,74 |
| Flores | 214,7 | 364,9 | 11/10/2016 | 1 | 22/10/2016 | 58,83 | 41,17 |
| Itapetim | 107,3 | 171,7 | 01/11/2017 | - | 19/11/2017 | 62,51 | 37,49 |

Onde: AQ – Área Queimada, ha – Hectares, DO – Data de Obtenção, DFD – Defasagem de dias, ED – Eficácia de Detecção, EOL – Erro de Omissão Local.

TABELA 2. Eficácia de detecção de áreas queimadas pelo algoritmo gerado através das imagens MCD64A1 em comparação às imagens LANDSAT 8/OLI.

4 | CONCLUSÕES

O algoritmo gerado foi capaz de caracterizar o comportamento da vegetação em eventos de queimada para a área em estudo, com eficácia de detecção de 48,92% e erro de omissão local de 51,08% (ambos, valores médios).

Foi observado também que a influência da precipitação só ocorre com um intervalo superior a um ou dois meses e que o produto MOD13A3 demonstrou uma pequena limitação operacional quanto à análise espectral das áreas de queima, provavelmente devido a sua baixa resolução espacial e ao fato de que cerca de 80% dos dados obtidos nesse estudo terem sido de anos chuvosos, tornando assim a presença de nuvens mais evidente.

Esse percentual elevado também revelou que a influência antrópica atuou diretamente na geração de tal processo de degradação ambiental.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UFRPE e ao CNPq (Processo 148852/2018-1) pelos

incentivos à pesquisa que viabilizaram a execução desse trabalho.

REFERÊNCIAS

- DIDAN, K.; MUNOZ, A. B.; SOLANO, R.; HUETE, A. **MODIS vegetation index user's guide (MOD13 Series)**. Versão 3. 2015. Disponível em: <https://lpdaac.usgs.gov/sites/default/files/public/product_documentation/mod13_user_guide.pdf>. Acesso em: 06 Nov. 2018.
- FERNANDES, A. C. G.; COUTINHO, M. A. N.; SANTOS, V. G.; NASCIMENTO, C. R. Utilização de intervalos de índices de vegetação e temperatura da superfície para detecção de queimadas. **Caderno de Ciências Agrárias**, Montes Claros – MG, v. 8, n. 2, p. 30-40, 2016.
- GIGLIO, L.; BOSCHETTI, L.; ROY, D. P.; HUMBER, M. L.; JUSTICE, C. O. The Collection 6 MODIS burned area mapping algorithm and product. **Remote Sensing of Environment**, v. 217, p. 72-85, 2018.
- LOURENÇO, V. R.; RAMOS, N. N. L. A.; COSTA, C. A. G. Distribuição espaço-temporal do NDVI sob condições de caatinga preservada. **Revista Espaço Aberto**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 101-110, 2017.
- MONTEIRO, J. B.; ROCHA, A. B.; ZANELLA, M. E. Técnica dos Quantis para caracterização de anos secos e chuvosos (1980-2009): Baixo curso do Apodi – Mossoró/RN. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 23, p. 232-249, 2012.
- PINHEIRO, K.; ALVES, E.; MELO, J. G.; ALVES, E.; GALVÍNICO, J. Avaliação da sazonalidade através do NDVI na Caatinga. In: NÓBREGA R. S. et al. (Org.). **Reflexões sobre o semiárido**: Obra do encontro do pensamento geográfico [livro eletrônico]. 1. ed. Ananindeua: Itacaiúnas, 2017. Cap. 18, p. 142-148.
- RAMO, R.; CHUVIECO, E. Developing a Random Forest algorithm for MODIS global burned area classification. **Remote Sensing**, v. 9, p. 1193-1220, 2017.
- RUIZ, J. A. M.; LÁZARO, J. R. G.; CANO, I. A.; LEAL, P. H. Burned area mapping in the North American Boreal Forest using Terra-MODIS LTDR (2001–2011): A comparison with the MCD45A1, MCD64A1 and BA GEOLAND-2 products. **Remote Sensing**, v. 6, p. 815-840, 2014.
- SCHROEDER, W.; OLIVA, P.; GIGLIO, L.; QUAYLE, B.; LORENZ, E.; MORELLI, F. Active fire detection using Landsat-8/OLI data. **Remote Sensing of Environment**, v. 185, p. 210-220, 2016.
- SILVA, S. L.; BAPTISTA, G. M. M. Análise do grau de severidade de áreas queimadas na Estação Ecológica de Águas Emendadas por meio de dados do Landsat 8. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 8, n. 2, p. 431-438, jul. 2015.
- SOUSA, G. M.; FERNANDES, M. C.; COSTA, G. A. O. P. da. Classificação da susceptibilidade à ocorrência de incêndios através de mineração de dados e GEOBIA. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 67, n.3, p. 555-567, maio/jun. 2015.
- XAVIER, T. M. B. S.; XAVIER, A. F. S. Caracterização de períodos secos ou excessivamente chuvosos no estado do Ceará através da técnica dos quantis: 1964-1998. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos – SP, v. 14, n. 2, p. 63-78, dez. 1999.
- ZHU, C.; KOBAYASHI, H.; KANAYA, Y.; SAITO, M. Size-dependent validation of MODIS MCD64A1 burned área over six vegetation types in boreal Eurasia: Large underestimation in croplands. **Scientific Reports**, v. 7, p. 4181-4190, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adução 22, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 74, 89, 105, 143, 206, 207, 208, 209, 211, 212
Alimentação 7, 20, 46, 58, 175, 183, 184, 185, 186, 188, 206, 207, 208
Análise de componentes principais 60, 61, 63, 64, 65, 145, 146

B

Bacillus subtilis 52, 53, 152

C

Carotenoides 100, 101, 102, 103, 104, 105
Cinzas 35, 36, 38, 40
Clorofilas 100, 101, 102, 103, 104, 105
Cultivares 2, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 103, 104, 115, 118, 140, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 240
Custos de produção 176, 180, 182, 183, 184

D

Desempenho de leitões desmamados 52

F

Ficha de avaliação 95, 96, 97, 98
Forragem 205, 206, 208, 211

G

Gases de efeito estufa 22, 23, 26, 27, 28, 36, 43
Gerenciamento do seringal 96, 98
Grãos 60, 61, 62, 63, 72, 85, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 101, 154, 155, 161, 183, 196, 200, 202, 212

H

Higiene 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 19, 20
Hortaliças 2, 4, 5, 10, 100, 101, 102, 104, 105, 139, 171, 174, 208

M

Macrofauna 45, 46, 51
Manejo do solo 45, 46, 243
Mapas de colheita 60, 61, 62, 64, 65
Mecanização 171, 174, 222

Mesofauna 45, 46, 50

Mudas 1, 2, 3, 4, 105, 124, 125, 126, 127, 129, 131, 132, 135, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 207, 228

N

Nutrição foliar 30, 31

Nutrição mineral 28, 34, 137

O

Oxido nitroso 22, 23, 26

P

Pecuária leiteira 176, 179, 185, 187

Pirólise 35, 36, 37, 38

Plantio direto 44, 45, 47, 49, 50, 89

Prebióticos em suínos 52

Produção agrícola 61, 68, 113, 196, 213

Produção animal 184, 185, 186, 206

Produtividade 2, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 46, 53, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 72, 81, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 105, 106, 124, 142, 152, 170, 185, 187, 196, 200, 202, 204, 205, 206, 208, 209, 210, 212, 222

R

Rastreabilidade genética 125, 131

Regiões brasileiras 175, 176, 177, 179, 185

Resistência 53, 87, 88, 89, 90, 93, 201

S

Salinidade 133, 135, 136, 137, 138

Seca 47, 70, 73, 75, 78, 80, 82, 84, 133, 135, 137, 138, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 194, 197, 199, 200, 202, 209, 210, 211

Segurança dos alimentos 7, 9, 10, 18

Sementes 73, 76, 79, 89, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 131, 134, 140, 143, 144, 145, 152, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204

Substituição de antimicrobianos 52

U





Unidades de produtividade 60, 61, 63, 64, 66, 67, 68

Uso de aditivos na suinocultura 52

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação


2

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação

2

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

 Atena
Editora

Ano 2021