



Júlio César Ribeiro  
(Organizador)

**A face  
transdisciplinar  
das ciências agrárias**

**Atena**  
Editora  
Ano 2021



Júlio César Ribeiro  
(Organizador)

# A face transdisciplinar das ciências agrárias

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021

### **Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes editoriais**

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto gráfico**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da capa**

iStock

### **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.

Open access publication by Atena Editora



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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – 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  
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México  
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. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso  
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 Girlene 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 Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
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 de 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 Federal 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 da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
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 Gonçalo 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

## A face transdisciplinar das ciências agrárias

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Júlio César Ribeiro

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F138 A face transdisciplinar das ciências agrárias / Organizador  
Júlio César Ribeiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-391-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.917211008>

1. Ciências agrárias. I. Ribeiro, Júlio César  
(Organizador). II. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.arenaeditora.com.br](http://www.arenaeditora.com.br)

[contato@arenaeditora.com.br](mailto:contato@arenaeditora.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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

A obra “A Face Transdisciplinar das Ciências Agrárias” vem ao encontro da necessidade das Ciências Agrárias em suprir as demandas transdisciplinares na construção do conhecimento através de uma visão menos compartimentalizada.

Dividida em dois volumes que contam com 28 capítulos cada, abordam primeiramente assuntos referentes a época de semeadura e efeitos de diferentes sistemas de plantio na germinação de sementes, utilização de microrganismos no desenvolvimento de plantas e controle de pragas, e avaliação do uso de resíduos na agricultura, dentre outros. Em seguida são tratados assuntos referentes ao bem-estar animal, e características de produtos de origem animal. Na terceira e última parte, são expostos assuntos voltados ao acesso às políticas públicas, reforma agrária e desenvolvimento rural.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores vinculados às diferentes instituições de ensino, pesquisa e extensão do Brasil e exterior, por compartilharem seus estudos tornando possível a elaboração deste e-book.

Esperamos que a presente obra possa estimular a intercomunicação das mais diversas áreas das Ciências Agrárias em prol da ciência e pesquisa, suprimindo as mais variadas demandas de conhecimento.

Boa leitura!

Júlio César Ribeiro

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

A IMPORTÂNCIA DA ÉPOCA DE SEMEADURA PARA O SUCESSO DA CULTURA DA SOJA

Líliã Sichmann Heiffig-del Aguila

Sabrina Moncks da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9172110081>

### **CAPÍTULO 2..... 6**

PRODUTIVIDADE E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA BRS TRACAJÁ SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS NO CERRADO DA AMAZÔNIA SETENTRIONAL

Oscar José Smiderle

Aline das Graças Souza

Daniel Gianluppi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9172110082>

### **CAPÍTULO 3..... 14**

VARIETADES DE MILHO SUBMETIDAS AO ALAGAMENTO NO ESTÁDIO INICIAL DE DESENVOLVIMENTO: FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA COMO INDICATIVO DE ESTRESSE E CRESCIMENTO

Daniela Marques Correia

Cristina Moll Hüther

Jóice Azeredo Silva

Natália Fernandes Rodrigues

Ramonn Diego Barros de Almeida

Leonardo da Silva Hamacher

Roberta Jimenez de Almeida Rigueira

Carlos Rodrigues Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9172110083>

### **CAPÍTULO 4..... 26**

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOLIAR COM MANGANÊS NA PRODUTIVIDADE DA SOJA TRANSGÊNICA RR

Alexandre Garcia Rezende

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9172110084>

### **CAPÍTULO 5..... 31**

INDICADORES DE SOLO E CLIMA PARA O CULTIVO DE NOGUEIRA-PECÃ NO SUL DO BRASIL: BASE PARA ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO

José Maria Filippini Alba

Marcos Silveira Wrege

Ivan Rodrigues de Almeida

Carlos Roberto Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9172110085>

**CAPÍTULO 6..... 43**

**EFEITO DA DECLIVIDADE NA DEPOSIÇÃO DE FERTILIZANTE GRANULADO EM DOSADOR ACANALADO**

Gabriel Ganancini Zimmermann

Daniel Savi

Samir Paulo Jasper

Leonardo Leônidas Kmiecik

Lauro Strapasson Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9172110086>

**CAPÍTULO 7..... 49**

**EFEITO DA VELOCIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DE SOJA EM BANCADA ELETRÔNICA**

Daniel Savi

Gabriel Ganancini Zimmermann

Samir Paulo Jasper

Leonardo Leônidas Kmiecik

Lauro Strapasson Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9172110087>

**CAPÍTULO 8..... 54**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DIFERENTES MODOS DE APLICAÇÃO DA INOCULAÇÃO E CO-INOCULAÇÃO COM USO DE INOCULANTES COMERCIAIS EM SOJA**

Ivana Marino Bárbaro-Torneli

Elaine Cristine Piffer Gonçalves

Anita Schmidek

Marcelo Henrique de Faria

Fernando Bergantini Miguel

José Antonio Alberto da Silva

Regina Kitagawa Grizotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9172110088>

**CAPÍTULO 9..... 69**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE PRODUTOS ALTERNATIVOS NA REDUÇÃO DO CRESCIMENTO MICELIAL DE *Aspergillus sp***

Esmeraldo Dias da Silva

Vanessa Costa Souza

Ana Rosa Peixoto

Emanoella Ellen de Sá Santos

Bruno Gabriel Amorim Barros

Auxiliadora de Sena Silva

Anna Luísa Paim Martins

Aurieles dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9172110089>

**CAPÍTULO 10..... 80**

**INOCULAÇÃO ANTECIPADA DE SOJA “ON FARM” UTILIZANDO DIFERENTES**

## INOCULANTES, PROTETORES E PACOTE TECNOLÓGICO DA BASF. SAFRA 2018/19

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

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100810>

### **CAPÍTULO 11..... 97**

CARACTERIZAÇÃO DE ISOLAMENTO DE *TRICHODERMA* ENDOFÍTICO DE RAIZ DE YERBA MATE COMO MICRORGANISMOS POTENCIAIS QUE PROMOVEM O CRESCIMENTO DE PLANTA

Ana Clara López  
Adriana Elizabet Alvarenga  
Pedro Darío Zapata  
María Flavia Luna  
Laura Lidia Villalba

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100811>

### **CAPÍTULO 12..... 108**

RESÍDUOS DA CINZA DA CASCA DE ARROZ: CONTEXTO E ALTERNATIVAS

Mariana Vieira Coronas  
Amanda Rampelotto de Azevedo  
Viviane Dal-Souto Frescura  
Paulo Ademar Avelar Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100812>

### **CAPÍTULO 13..... 121**

COMPOSTO ORGÂNICO DE ALCATRÃO VEGETAL NA PRODUÇÃO DE ALFACE

Anna Kelly Severino Santos  
Fábio Vitor Gonçalves Pereira  
Ismael Rodrigues Silva  
Taine Teotônio Teixeira da Rocha  
Rafael Carlos dos Santos  
Alisson José Eufrásio de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100813>

### **CAPÍTULO 14..... 130**

CULTIVO DA PITAYA : REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Maryanna de Jesus Vasconcelos  
Sílvia Barroso Gomes Souto  
Cid Tacaoca Muraishi  
Daisy Parente Dourado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100814>

**CAPÍTULO 15..... 140**

INFLUÊNCIA DA MISTURA DE HERBICIDAS 2,4D E GLIFOSATO NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA SOJA

Luis Froes Michelin

Renan Mateus Leite

Wendel Cabral Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100815>

**CAPÍTULO 16..... 151**

PANORAMA DO MERCADO DE HORTALIÇAS ESPECIAIS (MINI E BABY) NO BRASIL: UMA BREVE REVISÃO

Kattiely Wruck

Joab Luhan Ferreira Pedrosa

Fábio Luiz de Oliveira

Lidiane dos Santos Gomes Oliveira

Amanda Dutra de Vargas

Tiago Pacheco Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100816>

**CAPÍTULO 17..... 161**

A FISIOTERAPIA NA REABILITAÇÃO PÓS-OPERATÓRIA DA DOENÇA DO DISCO INTERVERTEBRAL TORACOLOMBAR DE GRAU CINCO EM CÃO DA RAÇA DACHSHUND: RELATO DE CASO

Nathalia de Souza Vargas

Juliana Voll

Marcelo de Lacerda Grillo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100817>

**CAPÍTULO 18..... 177**

FATORES CLIMÁTICOS NO PLANEJAMENTO E AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO ANIMAL

Fabiane de Fátima Maciel

Carlos Eduardo Alves Oliveira

Rafaella Resende Andrade

Leonardo França da Silva

Maria Angela de Souza

João Antônio Costa do Nascimento

Fernanda Campos de Sousa

Ilda de Fátima Ferreira Tinôco

Richard Stephen Gates

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100818>

**CAPÍTULO 19..... 185**

AVICULTURA DE PRECISÃO: MAPEAMENTO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE DAS AVES DE POSTURA

Leticia Almeida Sorano

Maycom Dias de Lima

Grazieli Suszek

Ana Flávia Basso Royer

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100819>

**CAPÍTULO 20..... 197**

**ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS HIERÁRQUICOS DA LEPTOSPIROSE NO RECIFE/PE**

Jucarlos Rufino de Freitas

Mickaelle Maria de Almeida Pereira

Leika Irabele Tenório de Santana

Ruben Vivaldi Silva Pessoa

Cristiane Rocha Albuquerque

Moacyr Cunha Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100820>

**CAPÍTULO 21..... 204**

**ÁREAS COM FAVORABILIDADE MENSAL À OCORRÊNCIA DE DROSÓFILA DA ASA MANCHADA NO BRASIL**

Rafael Mingoti

Maria Conceição Peres Young Pessoa

Jeanne Scardini Marinho-Prado

Catarina de Araújo Siqueira

Giovanna Galhardo Ramos

Barbara de Oliveira Jacomo

Tainara Gimenes Damaceno

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100821>

**CAPÍTULO 22..... 219**

**QUANTIFICAÇÃO DE ÁGUA EM CARÇAÇAS CONGELADAS DE FRANGO – REVISÃO DE LITERATURA**

Adriano Melo de Queiroz

Henrique Jorge de Freitas

Cassio Toledo Messias

Bruna Laurindo Rosa

Edivaldo Nunes Gonçalo

Lidianne Assis Silva

Patrícia Gelli Feres de Marchi

Silvia Letícia de Oliveira Queiroz

Danielle Saldanha de Souza Araújo

Giovanna Amorim de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100822>

**CAPÍTULO 23..... 234**

**FREQUÊNCIA E FORMA DE USO DO MEL DE ABELHAS NO SERTÃO CENTRAL DE PERNAMBUCO**

José Almir Ferreira Gomes

Rafael Santos de Aquino

Edmilson Gomes da Silva

Rodrigo da Silva Lima

Francisco Dirceu Duarte Arraes

Almir Ferreira da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100823>

**CAPÍTULO 24..... 241**

A CONTRIBUIÇÃO DOS ASSENTAMENTOS DE REFORMA AGRÁRIA DA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE NO ABASTECIMENTO ALIMENTAR: ENTRE DESAFIOS E PERSPECTIVAS

Alberto Bracagioli Neto

André Bogni

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100824>

**CAPÍTULO 25..... 255**

O ACESSO ÀS POLÍTICAS PÚBLICAS PELAS MULHERES AGRICULTORAS DAS VILAS DO POÇÃO E DO ARGOLA DO MUNICÍPIO DE GARRAFÃO DO NORTE/PA

Jamison Pinheiro Ribeiro

Joao Vitor dos Santos Sampaio

Josiele Gomes Sodré

Leidiane de Oliveira Lima

Pedro Henrique Soares da Silva

Rita de Kassia Nascimento Machado

Marinara de Fátima Souza da Silva

Adrielly Sousa da Cunha

Jorgiane Marcelle Cruz Santos

Pedro Júlio Albuquerque Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100825>

**CAPÍTULO 26..... 264**

A EXPERIÊNCIA DAS FEIRAS COMO UMA ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO EM ASSENTAMENTOS RURAIS

Jacir João Chies

Alessandra Regina Müller Germani

Tiago Dutra Favareto

Vitor Bruno Nunes Costa

Patrícia Gomes da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100826>

**CAPÍTULO 27..... 279**

OS BENEFÍCIOS DA AGRICULTURA SINTRÓPICA EM RELAÇÃO A AGRICULTURA CONVENCIONAL

Cleiciane da Silva Neves

Leilane Rodrigues Corrêa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100827>

**CAPÍTULO 28..... 292**

SIMULA O COMPUTACIONAL DE FALHA MECÂNICA EM CORTADOR DE GRAMAS

Diego Andrade Pereira

Adilson Machado Enes  
Wellington Gonzaga do Vale  
João Carlos de Jesus Santos  
Paulo Franklin Tavares Santos  
Alisson Felipe Sampaio dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.91721100828>

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>310</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>311</b>

## SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE FALHA MECÂNICA EM CORTADOR DE GRAMAS

Data de aceite: 02/08/2021

Data de submissão: 06/05/2021

### Diego Andrade Pereira

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Mecânica – DMEC/UFS  
São Cristóvão – SE  
<http://lattes.cnpq.br/1562056463477783>

### Adilson Machado Enes

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Agrícola – DEAGRI/UFS  
São Cristóvão – SE  
<http://lattes.cnpq.br/4212875715055352>

### Wellington Gonzaga do Vale

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Agrícola – DEAGRI/UFS  
São Cristóvão – SE  
<http://lattes.cnpq.br/3405141416832136>

### João Carlos de Jesus Santos

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Mecânica – DMEC/UFS  
São Cristóvão – SE  
<http://lattes.cnpq.br/3827924551569154>

### Paulo Franklin Tavares Santos

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Mecânica – DMEC/UFS  
São Cristóvão – SE  
<http://lattes.cnpq.br/5852131587620357>

### Alisson Felipe Sampaio dos Santos

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Mecânica – DMEC/UFS  
São Cristóvão – SE  
<http://lattes.cnpq.br/4598405289964735>

**RESUMO:** O estudo em questão tem como objetivo realizar análises de esforços mecânicos diante da simulação de um conjunto mecânico de um cortador de grama portátil pelo Método de Elementos Finitos (MEF). Para isso, foi preciso fazer uma análise de falha com as etapas de modelagem do sistema, definição de condições de contorno, aplicação de cargas e geração de malha. A partir disso, desenvolveu-se um conjunto de parâmetros para dar suporte ao uso do software SolidWorks Simulation 2015. Com base nas análises dos resultados, foi realizado um estudo que simulou o sistema de duas formas diferentes (dois casos), Assim, foi possível analisar através da simulação numérica que uma intervenção mal realizada ocasionou a fratura do conjunto mecânico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Elementos Finitos, Manutenção Industrial, Simulação Numérica.

### COMPUTER SIMULATION OF MECHANICAL FAILURE IN GRASS CUTTER

**ABSTRACT:** The aim of this study is to perform mechanical stress analysis in the face of simulating a handheld lawn mower brace by the Finite Element Method (FEA). For this, it was necessary to survey the failure analysis of the mechanical assembly with the stages of system modeling, boundary conditions, load application and mesh generation. From this, a set of parameters was developed to support the use of Solidworks Simulation 2015 software. Based on the analysis of the results, a study was

conducted that simulated the system in two different ways (two cases). it was possible to analyze through numerical simulation that a poorly performed intervention caused the fracture of the mechanical set.

**KEYWORDS:** Finite Elements, Industrial Maintenance, Numerical Simulation.

## INTRODUÇÃO

Um dos desafios enfrentados pelo Brasil foi do século 16 com a utilização de implementos agrícolas no período do ciclo canavieiro. Entretanto, a modernização agrícola por meio de diversos maquinários foi por volta da década de 1920, com uma ascensão maior na compra de tratores estrangeiros da *Fordson* (BARICELO; BACHA, 2013). Mesmo assim, o salto evidente do uso de máquinas agrícolas foi a partir da década de 1980 pela construção de máquinas de limpeza de produtos agrícolas no Brasil (TEIXEIRA, 1995). Consequentemente, tinha a necessidade de adaptação da construção de maquinários para a realidade e desempenho de terrenos brasileiros.

A limpeza em pastos e campos é um processo comum nos ambientes agrícolas que promove diversos interesses. Normalmente, utiliza-se para esses locais o uso do fogo, acarretando nas queimadas como forma primitiva em agriculturas familiares ou em produções de alta escala, mais conhecidos pelo uso do fogo em locais de cana-de-açúcar e algodão. Diante de EMBRAPA (2000), as queimadas são utilizadas não somente em limpeza de áreas, mas também na renovação de pastagens, eliminação de pragas e doenças, entre outros.

Dessa forma, a operação de limpeza se torna uma ferramenta necessária na área agrícola. Mesmo para Gonçalves et al. (2012), a prática do uso do fogo como instrumento agrícola traz inúmeros impactos ao ambiente, dentre eles a perda da biodiversidade. Para tornar possível esta operação é necessária o uso de outros meios como implementos manuais/mecanizados acoplados sistemas de potência ou equipamentos intermediários de tração humana.

Como foco nesse trabalho, tem-se o cortador de gramas portátil que é uma das máquinas agrícolas de pequeno porte mais utilizadas tanto na cidade como no campo (pode ser vista na Figura 1 abaixo). O cortador de gramas é um equipamento comum, atualmente, na qual existe diversos tipos de modelos, com motores a gasolina ou elétrico. Conforme Ribeiro (2011), com o passar dos anos, a eficiência e a confiabilidade dessas máquinas de cortes têm melhorado. Mesmo com os avanços da tecnologia, ainda é persistente observar falhas mecânicas no sistema mecânico desses maquinários.



Figura 1. Cortador de grama portátil.

Fonte: Mecânico (2021).

Então, uma das soluções para descoberta de variáveis que infringe e compromete o funcionamento ideal do sistema mecânico é a aplicação de um software CAD. Dentro inúmeros softwares, o *software CAD 3D SolidWorks* que é uma ferramenta poderosa que cria diversos projeto em inúmeras áreas da engenharia. Em concordância com SolidWorks (2021), fornece uma variedade de ferramentas para modelar superfícies para ajudar a desenvolver produtos com geometrias complexas. Logo, esse software será crucial para aplicar os parâmetros necessários para a análise do cortador de grama em estudo.

Além da aplicação da modelagem de peças a serem criadas para análise, é considerável ter uma compreensão de como o software também realiza a simulação diante das modelagens feitas. Essa análise detém do Método dos Elementos Finitos que constitui a elaboração de um modelo de engenharia delineado por meio de uma malha ou pontos de coordenadas. Por meio de Alves Filho (2018), esse método se dar pelo interesse de desenvolver procedimentos aproximados em uma precisão aceitável do problema, com base em alguns métodos de cálculos clássicos (Resistência, deformação, etc). Assim, possui uma maior rapidez na solução de problemas de engenharia na qual não seria preciso fazer uma análise analítica de tensões estáticas que atuam em determinado componente.

Dentre algumas propriedades desses cálculos clássicos, pode-se dar um destaque a resistência do material que, para Hibbeler (2010), estuda a relação entre a carga externa aplicada a um objeto deformável e a força da força interna que atua dentro do objeto. Portanto, a resistência incluiria o cálculo da deformação do objeto e o estudo de sua estabilidade, tendo como observação o objeto precisa ser suscetível a forças externas.

Diante de tal cenário, torna-se importante realizar estudo de resistência mecânica com auxílio da simulação de *software* com o enfoque em máquinas agrícolas, visto que isso influencia nos custos e na produtividade do usuário. O presente artigo tem por objetivo

fazer uma simulação de uma chave de um cortador de grama portátil pelo método de elementos finitos. A pesquisa tem como base, *software SolidWorks Simulation 2015*, através do método dos elementos finitos (*Finite Element Method - FEA*).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada para a realização da análise de falha do conjunto mecânico estudado está estruturada de acordo com o fluxograma da Figura 2, a qual representa etapas fundamentais para cada passo aplicado no estudo como também a compreensão de cada etapa de materiais e métodos: Modelagem do sistema; Definição das condições de contorno; Aplicação de cargas; Geração de Malha.

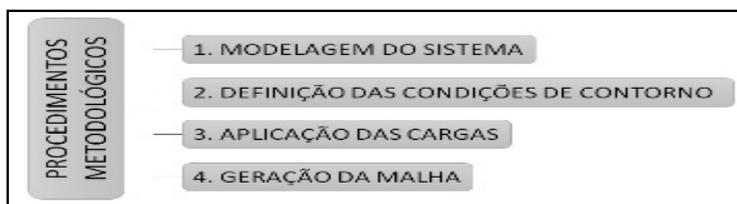


Figura 2. Procedimentos Metodológicos do estudo no conjunto mecânico.

### Modelagem do sistema

A primeira etapa desse estudo é a verificação e a análise de informações obtidas sobre a operação do equipamento durante o evento de falha. O motor estacionário apresentou inconformidade operacional, após tentativa de ser iniciado o seu funcionamento. A ocorrência do problema foi observada através de ruído e limitação do grau de liberdade do conjunto mecânico, verificada através de travamento do acionador de partida.

De acordo com a inspeção visual inicialmente aplicada, constatou-se o crescimento de trincas no volante de inércia do motor, mais precisamente na região do cubo e próximo ao rasgo de chave, como demonstrado na Figura 3. Devido ao comprometimento do componente mecânico, o equipamento ficou inoperante.

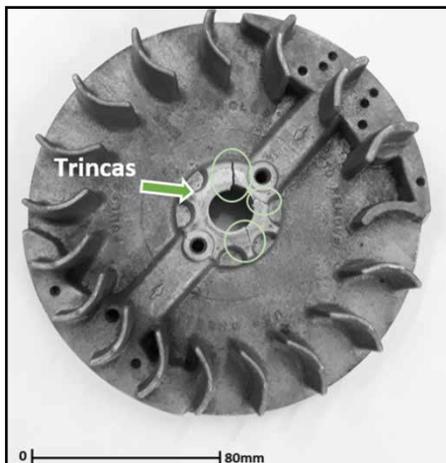


Figura 3. Trincas no volante de inércia do motor.

Ainda na etapa de levantamento de dados, buscou-se a informação que anteriormente à falha catastrófica do equipamento já tinha submetido a uma manutenção corretiva. Outra informação relevante do estudo, o laudo técnico de manutenção emitido detalhou a substituição da chaveta.

Nesse cenário, os mecânicos não dispunham em estoque de chaveta com a especificação adequada à demanda. Então, o setor de usinagem fabricou uma nova peça. No entanto, ocorreu uma alteração no material de construção do elemento de máquina, a chaveta foi usinada em aço 1020 e o material da chaveta original era um alumínio 1060, de resistência mecânica inferior ao do aço em questão.

Demais informações técnicas do equipamento foram adquiridas junto ao fabricante, como observado na Tabela 1. O volante de inércia danificado foi submetido a ensaio não destrutivo de líquido penetrante para levantamento de evidências através da revelação das trincas propagadas no componente mecânico, sendo visto esse cenário na Figura 4.

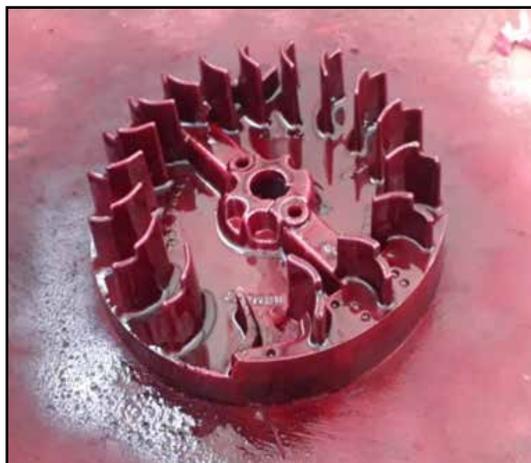


Figura 4. Ensaio não destrutivo de líquido penetrante em Volante de Inércia.

Modelo	BFG 6.5
Código	60694   60695
Capacidade do Tanque (L)	1,0
Consumo médio (L/h)	1,5
Cilindrada (cm³)	196,3
Curso do Pistão (mm)	51
Diâmetro do Cilindro (mm)	70
Dimensões (CxLxA) (mm)	415x340x270
Peso (kg)	BFG:14   BFG:17
Potência Máxima (cv)	6,6/3600 rpm
Reservatório do Carter (ml)	600
Sistema de Partida	Manual   Elétrica
Taxa de Compressão	8,0:1
Torque Máximo (kgfm/rpm)	1,35/2.500
Diâmetro do Eixo	7/8"(22,225 mm)
Volante	Alumínio
Nível Pressão Sonora -dB(A)	68

Tabela 1. Informações técnica do equipamento junto ao fabricante.

Em sequência, foi realizada a modelagem do sistema através do software CAD *SolidWorks* para viabilizar análises de esforços mecânicos. O dimensionamento do conjunto mecânico foi obtido com o uso de instrumentos de medição e também com informações oriundas do manual técnico do equipamento. A Figura 5 apresenta a ilustração do modelo do sistema mecânico utilizado nas análises mediante uma Vista Explodida com as respectivas nomenclaturas dos elementos mecânicos: 1 – Chaveta; 2 – Eixo Virabrequim; 3 – Volante de Inércia.

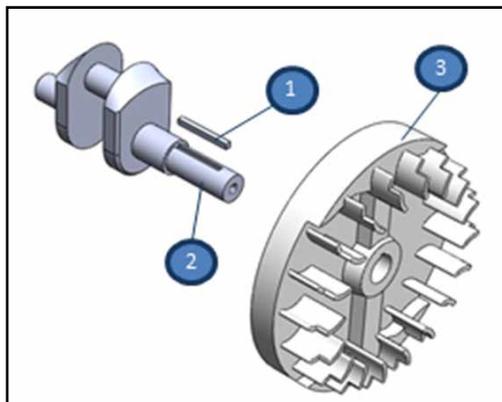


Figura 5. Vista Explodida do conjunto mecânico em estudo.

Na configuração de construção e montagem do motor estacionário, o Eixo Virabrequim é o componente principal com função de receber toda a energia, gerada a partir da combustão do conjunto pistão/biela e realizar a transformação em energia cinética. Já, o Volante de Inércia é empregado para acumular energia e possibilitar a execução de ciclos de operação contínuos do motor. Adicionalmente, o Volante de Inércia proporciona arrefecimento do motor por fluxo de ar gerado através de suas aletas.

Outro elemento é a Chaveta que tem como função a união e a transmissão de movimento/energia entre os dois primeiros elementos mecânicos citados. Além disso, a chaveta possui como atributo adicional a proteção no caso de alguns tipos de falha por travamento do conjunto mecânico, sofrendo ruptura por esforço de cisalhamento em caso de sobrecarga de carregamento mecânico no sistema.

Os ensaios de simulação dos esforços mecânicos submetidos ao conjunto foram realizados através da ferramenta *SolidWorks Simulation 2015*. Esses ensaios foram classificados em dois grupos. Primeiro grupo representado pelo caso 1 cuja simulação é uma condição de falha para os componentes mecânicos fabricados a partir de materiais de construção mecânica dentro das especificações adequadas ao sistema, conforme Tabela 2.

Caso 1 Especificações adequadas		
Eixo Virabrequim	Aço AISI 1045	Lim. Escoamento: <b>530 MPa</b> Módulo de Elasticidade: <b>205 GPa</b>
Volante de Inércia	Alumínio 1060	Lim. Escoamento: <b>125 MPa</b> Módulo de Elasticidade: <b>69 GPa</b>
Chaveta	Alumínio 1060	Lim. Escoamento: <b>125 MPa</b> Módulo de Elasticidade: <b>69 GPa</b>

Tabela 2. Especificações do Caso 1.

E em sequência foi criado um segundo grupo de análises, denominado caso 2, com o objetivo de realizar análises de esforços mecânicos gerados a partir do uso de uma chaveta fabricada em aço 1020. Diferentemente do material dimensionado pelo fabricante do equipamento que foi um alumínio 1060. A Tabela 3 apresenta a descrição dos componentes mecânicos para o caso 2.

Caso 2 Especificações fora do padrão		
Eixo Virabrequim	Aço AISI 1045	Lim. escoamento: <b>530 MPa</b> Módulo de Elasticidade: <b>205 GPa</b>
Volante de Inércia	Alumínio 1060	Lim. escoamento: <b>125 MPa</b> Módulo de Elasticidade: <b>69 GPa</b>
Chaveta	Aço AISI 1020	Lim. escoamento: <b>350 MPa</b> Módulo de Elasticidade: <b>200 GPa</b>

Tabela 3. Especificações do Caso 2.

### Definição das Condições de Contorno

As condições de contorno de restrição e os graus de liberdade do conjunto mecânico foram definidos com o intuito de impossibilitar o movimento radial e axial das partes do eixo em contato com os mancais. A restrição imposta é de articulação fixa de 2º Gênero (cor verde demonstrado na Figura 6). Desse modo, a única movimentação permitida para o Eixo Virabrequim é a de rotação em torno do seu próprio eixo.

Outra restrição é uma de 3º Gênero (cor verde diante da Figura 7). Essa restrição simula uma condição de travamento total da região periférica do Volante de Inércia, o que impede qualquer grau de liberdade. Logo, o intuito é reproduzir a condição em serviço que culminou no processo de falha.

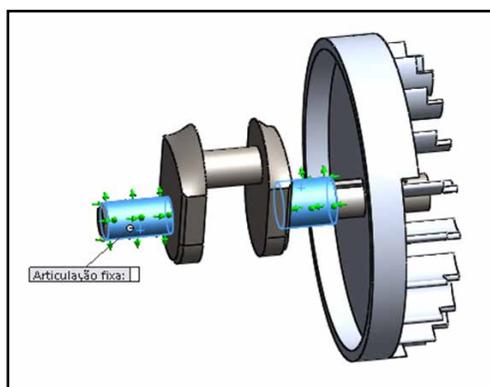


Figura 6. Articulação fixa de 2º Gênero do conjunto.

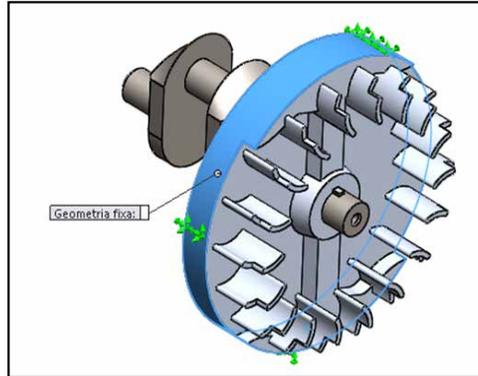


Figura 7. Articulação de 3º Gênero do conjunto.

Por último, como interação entre os componentes do sistema mecânico, foi imposto que as peças mecânicas possuem interação do tipo sem penetração, cujos esforços mecânicos são considerados de maneira individual e não como um conjunto único.

### Aplicação das Cargas

A simulação do evento de falha buscou a reprodução do comportamento do sistema mecânico durante a o carregamento mecânico gerado na ocorrência do dano. Para isso, foi realizada a aplicação de um torque de magnitude 14 Nm, a partir da Figura 8 pela cor rosa no Eixo Virabrequim. O intuito é simular o inesperado travamento do sistema mecânico em operação acarretando na sobrecarga da Chaveta devido ao travamento do Volante de Inércia.

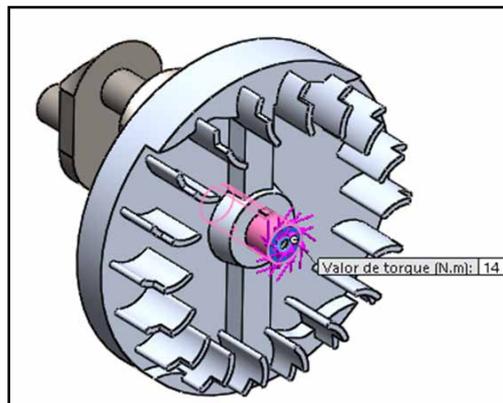


Figura 8. Aplicação de Torque no eixo do Virabrequim.

## Geração de Malha

Para executar a simulação do evento de falha se faz necessário gerar uma malha. Através do software *SolidWorks*, destinou-se a confrontação dos resultados com a modelagem analítica, com um teste de convergência de malha. A geração de malha ocorreu por padrão convencional de um elemento 3D do tipo tetragonal, modelo bem adaptável à maioria dos estudos desse tipo.

Um refinamento com o controle de malha na chaveta e no cubo do volante de inércia foram criados com o objetivo de regular a criação dos elementos finitos na região de maior interesse para a análise de falha. Isso, se deu pelo ponto que representa o núcleo de todos os componentes em interação. Os componentes mecânicos que receberam o refinamento podem ser observados na Figura 9 e na Figura 10.

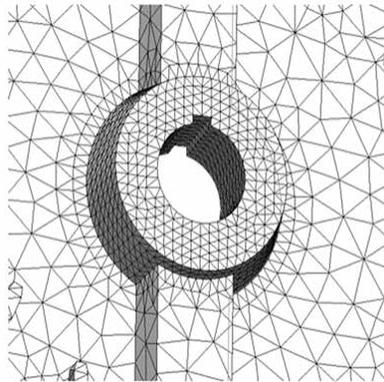


Figura 9. Refinamento de malha no cubo do volante.

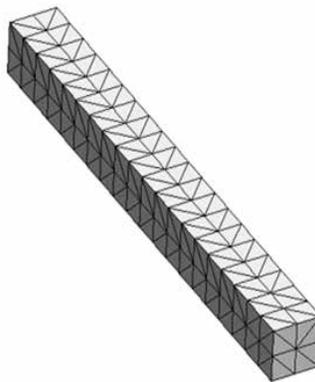


Figura 10. Refinamento de malha na chaveta.

Assim, uma malha densa foi aplicada na totalidade da região crítica do sistema com maior concentração de tensão. A Figura 11 apresenta a caixa de detalhes do software que

ilustra os parâmetros utilizados com destaque para um elemento de tamanho 2 mm e taxa de crescimento de 1.5 mm. A figura apresenta a formação da malha, composta por 24325 elementos e 42760 nós.

Malha Detalhes	
Nome do estudo	Estudo Estático (-Valor predeterminado-)
Tipo de malha	Malha mista
Gerador de malhas usado	Malha padrão
Transição automática	Desativada
Incluir loops de malha automáticos	Desativada
Pontos Jacobianos	4 pontos
Verificação Jacobiana para cascas	Ativada
Controle de malha	Definido
Tamanho do elemento	6 mm
Tolerância	0.3 mm
Qualidade da malha	Alta
Total de nós	42760
Total de elementos	24325
Refazer malha de peças falhas com malha incompatível	Desativada
Tempo para conclusão da malha (hh:mm:ss)	00:00:14
Nome do computador	

Figura 11. Parâmetros gerados a partir da malha aplicada.

Adicionalmente foi criada uma malha para todo o conjunto mecânico. A maior parte do conjunto mecânico não possui regiões de interesse para a análise de falha nesse estudo. Nesse momento, as Aletas de Arrefecimento do Volante e o Eixo Virabrequim, como exemplos, estão representados através de uma malha com menor densidade, com o objetivo de otimizar o processamento da análise. A Figura 12 apresenta o modelo por completo com a exibição da malha, observa-se o eixo demonstrado em cor laranja considerado como componente indeformável.

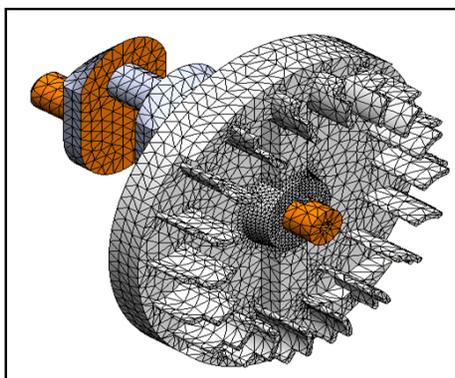


Figura 12. Modelo completo de exibição da malha do conjunto mecânico.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o processamento das informações coletadas neste estudo, foi realizável obter os parâmetros norteadores para os questionamentos propostos. Sendo estes a investigação da falha no motor estacionário, a correta aplicação dos parâmetros do método computacional por elementos finitos e análise do plano operacional de manutenção empregado.

Logo, por intermédio da metodologia proposta procedeu-se com a observação dos dados provenientes do ensaio de líquidos penetrantes e dos dados obtidos através da simulação numérica.

De acordo com metodologia empregada nesse estudo, foram atribuídos dois casos hipotéticos para as análises, sendo esses:

- Caso 1 – Especificações Adequadas:

Busca representar o sistema na sua originalidade, com todas as condições relativas ao projeto e operação de acordo com as informações do fabricante sob situação de travamento do eixo.

- Caso 2 – Especificações Fora do Padrão:

Busca representar às condições impostas ao sistema por modificações realizadas por intervenção humana. Assim, simulando a troca da chaveta original em alumínio por uma chaveta confeccionada em aço, sob situação de travamento do eixo.

Ambos os casos compartilham as mesmas variáveis da simulação com exceção do material empregado na chaveta em concordância supracitado. Foi constatado ainda que cada simulação durou cerca de 2 minutos, sendo a maior parte do tempo empregada na parametrização e ajustes das variáveis.

### Caracterização da Falha

Após aplicação do revelador no ensaio de líquidos penetrantes, esperou-se o tempo de aproximadamente 20 minutos para que a reação deixasse evidente as descontinuidades superficiais do corpo de prova. Dessarte, a Figura 13 mostra com mais detalhes as trincas apresentadas da falha do componente.



Figura 13. Revelação das Trincas por LP.

É possível observar que existem três grandes trincas propagadas radialmente em relação ao eixo, além de ser possível também observar micro trincas associadas a estas. Juntamente com a observação das três trincas principais evidenciadas na cor rosa da Figura 13, nota-se que estas ocorreram apenas num semicírculo que circunda o eixo. Isto significa que visualizando num plano frontal se remete a um ângulo de aproximadamente  $180^\circ$ .

Estes dados sugerem que todo o centro do esforço foi originado na região do eixo de acordo com o sentido de propagação das trincas principais e de uma forma mais específica na região do rasgo de chaveta. Tendo em conta que os danos ocorridos e constatados foram apenas num semicírculo específico, induzindo a ideia de que naquela região havia um momento angular (Torque) como principal vetor de toda a deformação.

Observa-se ainda que a fratura é do tipo frágil em que não demonstra nenhum sinal de deformação plástica anteriormente a falha, sendo este fenômeno natural em casos de fraturas por grandes cargas, impacto ou fatores concentradores de tensão.

Esta fratura pode ser explicada pelo fato sobre a região do rasgo de chaveta ser um grande concentrador de tensão e possuir ângulos retos de  $90^\circ$  aos quais fragilizam todo o sistema por meio da difusão do esforço. Outro fator importante a respeito desta região é à proporção que se observa ela praticamente desaparecendo em função da deformação ocorrida no local.

## Plotagem da percepção de projeto

Em seguida a correta parametrização do software conforme anteriormente apresentado nos procedimentos metodológicos, procedeu-se com a execução e cálculo da simulação computacional pelo método de elementos finitos com o auxílio da ferramenta *SolidWorks Simulation*.

Inicialmente foi obtida uma plotagem da percepção do projeto, esta por sua vez tem a finalidade de identificar a região da peça que mais concentra esforços. Desse modo, essa plotagem foi aplicada o Caso 2, representando a falha do sistema através do rasgo da chave do volante de inércia.

Através da Figura 14, é possível visualizar a região mais afetada de acordo com os dados definidos no modelo do software.

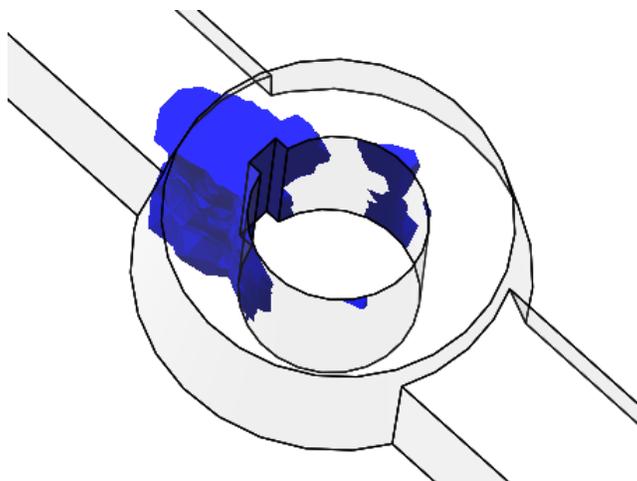


Figura 14. – Plotagem da percepção de projeto.

De acordo com os resultados experimentais, a simulação computacional aponta o centro dos esforços para a mesma região anteriormente discutida. O rasgo da chave, o qual encontra-se preenchido na cor azul representando o carregamento recebido pela geometria em função do torque, percebe-se ainda que as regiões em azul completam com aproximação a formação do semicírculo também visto anteriormente.

Os dados apresentados agora há pouco, apenas reforçam o entendimento do fenômeno ocorrido e auxiliam na validação da simulação computacional, comprovando a eficácia dessa na representação de casos reais.

A seguir é apresentado por meio da Figura 15, a foto do ensaio de líquidos penetrantes (à esquerda representada pela letra A) e de plotagem da percepção de projeto (à direita representada pela letra B), a fim de proporcionar uma melhor comparação entre ambas.

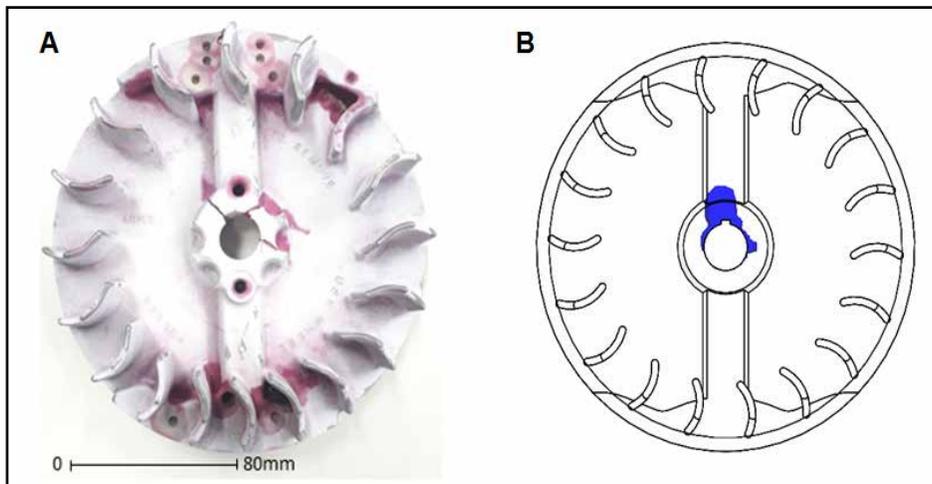


Figura 15. Comparação entre ensaio experimental e numérico.

Com isto, nota-se grande semelhança entre os diferentes meios empregados, percebe-se que a propagação das trincas pela imagem real se aproxima exatamente com a região de maior concentração de esforço obtida por meio da simulação. Portanto, corrobora para o fato de a região do rasgo de chaveta ser o ponto crítico que desencadeou a fratura do volante de inércia.

Essa comparação inicial se torna de fundamental importância no prosseguimento do estudo de simulação em que é preciso revisar e relatar por esta validação a fim de tornar os dados mais verídicos e precisos.

### Plotagem de fator de segurança

Nas plotagens anteriores foram estudados apenas o caso 2 isoladamente, com o intuito de demonstrar o comportamento do sistema dentro de um cenário de não conformidade nos materiais empregados. À vista disso, foram realizadas a simulação dos dois casos a fim de comparar ambos.

A plotagem do fator de segurança representa o quanto seguro está determinada região da peça em função da carga que está recebendo naquele exato momento. Por consequência, de acordo com a literatura este fator não pode ser abaixo de 1. Isso posto, significa que o carregamento está acima do limite de escoamento dos materiais empregados.

O fator de segurança é a principal plotagem para observação dos esforços, sobretudo no contexto de uma montagem em que os componentes possuem materiais e propriedades distintas. Logo, é possível observar novamente no estudo 2, a plotagem do fator de segurança para todo o conjunto conforme Figura 16.

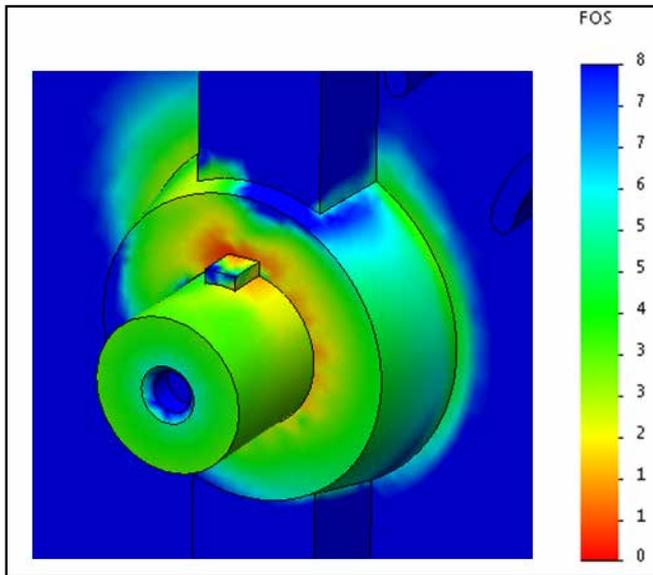


Figura 16. Plotagem de Fator de Segurança (Caso 2).

Foi reforçado o que os dados anteriores já haviam demonstrado, quando executado o estudo com uma chave de maior resistência, sendo esta de aço, toda a sobrecarga é transferida para a região do rasgo. Isso, é comprovado na observação nos pontos e manchas de coloração vermelha, nestes locais o fator de segurança está apontando zero ou ainda um. Em outras palavras, toda esta região não suporta o esforço pelo travamento do eixo.

Este acontecimento pode ser explicado porque a chave (elemento de segurança), deveria ter fraturado antes de haver este aumento da tensão nas partes adjacentes. Por conseguinte, é visto através da simulação do estudo 1, a mesma plotagem do fator de segurança, conforme Figura 17.

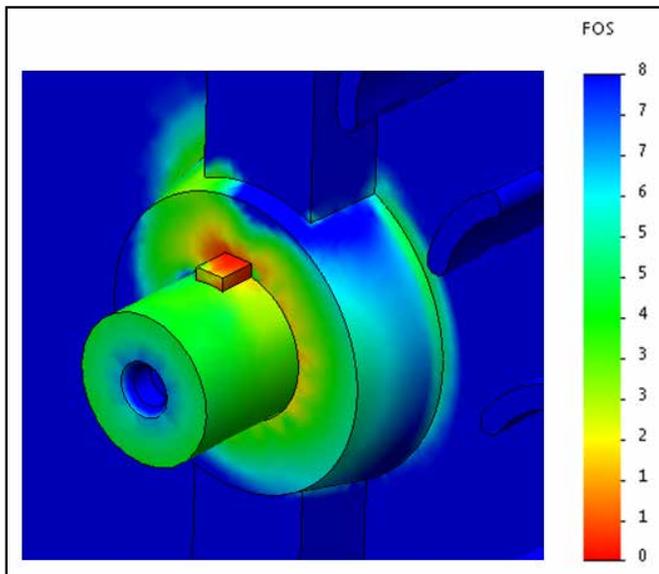


Figura 17. Plotagem de Fator de Segurança (Caso 1).

Desta vez, o estudo de caso 1 mostra o como seria o funcionamento normal do sistema em função de um travamento do eixo, com a região do fator de segurança zero restrita praticamente ao elemento de segurança (chaveta).

A condição apresentada completa o entendimento de que caso a substituição da chaveta tivesse ocorrida por uma mesma peça e com mesmo material de fabricação (Alumínio 1060), as tensões geradas na chaveta seriam suficientes para promover o completo cisalhamento desta. Mesmo se houvesse algum incidente operacional, as tensões seriam suficientes e impediria uma sobrecarga no sistema e em outros componentes que sejam afetados como ocorreu neste estudo de caso com o volante de inércia.

## CONCLUSÕES

Percebe-se que de acordo com os preceitos específicos estabelecidos para esse trabalho, que foram a aplicação dos métodos numéricos na resolução de problemas de engenharia, a realização de estudos de análise de falha e a revisão de estratégias de manutenção, foi possível atingir o objetivo principal. Esse objetivo principal é a parametrização e modelagem de uma análise de falha por elementos finitos.

Portanto, durante os questionamentos propostos foi possível inferir que:

- No caso estudado na Universidade Federal de Sergipe, a simples troca do componente chaveta por outro de especificação diferente se mostrou como a possível causa da falha no conjunto mecânico do motor estacionário.
- As ferramentas computacionais como a simulação numérica por elementos fi-

nitos se mostram importantes para a investigação de falhas ocorridas em processos industriais de engenharia onde os métodos analíticos se mostram inequívocos.

- Neste e em outros órgãos públicos, a inexistência de um plano de manutenção corrobora como grande fator na incidência de falhas imprevisíveis, haja a vista as vantagens que este pode trazer como a antecipação estratégica para recursos humanos e insumos.

Posto isso, sugere-se para futuros trabalhos a parametrização da análise de elementos finitos conjuntamente com a análise analítica na resistência de componentes em motores estacionários a fim de comparar e validar os resultados das duas metodologias diferentes, ou ainda uma pesquisa para definir quais os materiais de melhor custo benefício poderiam ser utilizados na confecção de chavetas e volantes de inércia no objetivo de mitigar falhas improváveis.

## REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, Avelino. **Elementos Finitos a base da Tecnologia CAE**. Saraiva Educação SA, 2018.

BARICELO, Luis Gustavo; BACHA, Carlos José Caetano. **Oferta e demanda de máquinas agrícolas no Brasil**. Revista de política agrícola, v. 22, n. 4, p. 67-83, 2013.

GONÇALVES, Karen dos Santos; CASTRO, Hermano Albuquerque de; HACON, Sandra de Souza. **As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, n. 6, p. 1523-1532, 2012.

MECÂNICO, Loja do. **Cortador de Grama Elétrico 1800W 35cm - TRAPP-MC-40L-1800W**. 2021. Disponível em: <<https://www.lojadomecanico.com.br/produto/95815/33/782/cortador-de-grama-eletrico-1800w-35cm-110v-trapp-mc-40l-1800w>>. Acesso de 01 mai. de 2021.

RIBEIRO, Fernando Luiz. **Cortador de grama automatizado**. 2011. UFRGS. Escola de Engenharia. Curso de Engenharia Elétrica.

SATÉLITE, EMBRAPA MONITORAMENTO POR. Principais focos e fontes de queimadas no Brasil, e suas causas. EMBRAPA. Assessoria de Comunicação Social. **Alternativas para a prática de queimadas na agricultura: recomendações tecnológicas**. Brasília, p. 9-17, 2000.

SOLIDWORKS. 2021. **Produtos SolidWorks**. Disponível em: <<https://www.solidworksbrasil.com.br/sw/solidworks-products-adwords.htm>>. Acesso de 01 mai. de 2021.

TEIXEIRA, M. M. **Limpeza de grãos**. Viçosa, MG: CENTREINAR, 1995.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**JÚLIO CÉSAR RIBEIRO** - Doutor em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ); Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal Fluminense (UFF); Engenheiro-Agrônomo pela Universidade de Taubaté-SP (UNITAU); Técnico Agrícola pelo Centro Educacional Limassis (Fundação ROGE). Possui experiência na área de Agronomia com ênfase em ciclagem de nutrientes, nutrição mineral de plantas, cultivos em sistemas hidropônicos, fertilidade e poluição do solo, e tecnologia ambiental voltada para o aproveitamento de resíduos da indústria de energia na agricultura. E-mail para contato: [jcragronomo@gmail.com](mailto:jcragronomo@gmail.com)

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adubação 8, 9, 26, 27, 29, 30, 44, 59, 62, 63, 65, 84, 88, 90, 91, 114, 122, 125, 129, 130, 133, 134, 150, 160, 283

Agricultura 12, 33, 34, 35, 41, 65, 94, 99, 106, 110, 111, 118, 119, 135, 137, 138, 142, 149, 155, 159, 160, 195, 221, 231, 243, 244, 245, 251, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 277, 278, 279, 280, 281, 283, 284, 285, 287, 288, 289, 290, 291, 309, 310

Agrupamento 197, 199, 200, 201, 203

Alagamento 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24

Alcatrão 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128

Alface 79, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 155, 157, 159, 160

Arroz 5, 30, 95, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 245, 248, 250, 252, 253, 254, 265, 267, 268, 272

Assentamento 116, 241, 245, 249, 250, 251, 253, 254, 264, 274, 275, 276

Aves de postura 185, 187, 188

Avicultura 141, 185, 186, 187, 195, 196, 219, 220, 231, 233

### C

Cinza 108, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120

Clima 1, 3, 5, 7, 8, 16, 27, 31, 32, 33, 40, 41, 42, 57, 82, 119, 134, 141, 148, 177, 178, 180, 182, 183, 184, 187, 195, 197, 200, 217, 235, 236, 272

Clorofila 14, 15, 16, 134

Composto 48, 58, 73, 80, 84, 85, 113, 119, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129

Crescimento 2, 4, 7, 8, 11, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 36, 56, 69, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 97, 109, 117, 122, 126, 130, 132, 134, 136, 141, 142, 145, 148, 158, 220, 232, 272, 280, 286, 288, 295, 302

### D

Declividade 33, 37, 38, 43, 44, 45, 46

Desenvolvimento 1, 2, 3, 4, 7, 14, 23, 26, 27, 33, 34, 35, 37, 49, 51, 56, 66, 69, 71, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 85, 89, 110, 114, 115, 119, 124, 129, 133, 138, 140, 141, 142, 145, 148, 150, 153, 162, 178, 204, 206, 207, 208, 212, 215, 221, 236, 238, 241, 245, 246, 247, 251, 254, 257, 260, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 276, 277, 278, 280, 282, 283, 286, 288, 289, 290

Distribuição 4, 11, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 60, 85, 181, 190, 200, 201, 202, 203, 228, 243, 254, 270

## F

Fertilizantes 7, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 56, 58, 61, 63, 64, 83, 84, 85, 88, 90, 91, 92, 128, 129, 139, 155, 243, 249, 282, 283

## H

Hortaliças 122, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 241, 247, 248, 249, 250, 252, 266, 275, 276

## I

Inoculação 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96

## M

Mapeamento 36, 155, 159, 185

Mel 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 272, 274, 275

Milho 4, 14, 15, 16, 17, 20, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 95, 114, 117, 153, 157, 250, 258, 267, 272, 275

## P

Pitaya 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 138, 139

Produção 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 30, 33, 34, 36, 40, 55, 61, 63, 66, 70, 78, 80, 82, 86, 90, 94, 108, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 126, 128, 129, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 141, 144, 149, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 166, 177, 178, 182, 183, 185, 186, 187, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 207, 216, 220, 224, 229, 236, 238, 241, 242, 243, 244, 245, 247, 248, 249, 250, 251, 253, 254, 255, 256, 260, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 291

Produtividade 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 49, 50, 53, 56, 60, 61, 63, 64, 65, 81, 86, 91, 92, 93, 94, 110, 115, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 134, 135, 140, 141, 142, 148, 149, 185, 186, 187, 190, 191, 192, 193, 219, 220, 270, 271, 273, 280, 281, 282, 283, 285, 294

## R

Reforma agrária 241, 242, 243, 245, 246, 247, 248, 250, 252, 253, 254, 264, 265, 266, 274, 275, 276, 291

## S

Semeadura 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 27, 43, 44, 45, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 59, 60, 64, 65, 66, 67, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 110, 114, 123, 140, 142,

145, 147, 148, 150

Sementes 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 27, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 76, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 89, 93, 94, 95, 96, 114, 115, 116, 118, 123, 140, 143, 145, 146, 149, 150, 153, 155, 156, 158, 241, 243, 274, 275, 280, 283

Soja 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 26, 27, 28, 29, 30, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 106, 111, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 267, 272

Solo 1, 2, 4, 7, 8, 9, 15, 16, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 39, 44, 53, 56, 59, 61, 62, 73, 84, 85, 89, 91, 94, 95, 96, 106, 107, 109, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 121, 122, 123, 124, 130, 131, 134, 143, 149, 180, 181, 206, 235, 249, 252, 253, 271, 279, 280, 283, 286, 287, 288, 290, 310

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

@atenaeditora 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 



# A face transdisciplinar das ciências agrárias

Atena  
Editora

Ano 2021

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# A face transdisciplinar das ciências agrárias

 **Atena**  
Editora

Ano 2021