



# **Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em engenharia florestal 2**

**Cristina Aledi Felseburgh  
(Organizadora)**

**Atena**  
Editora

Ano 2021



# **Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em engenharia florestal 2**

**Cristina Aledi Felseburgh  
(Organizadora)**

**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 Cremona

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 Internazionele 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 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 Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa 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

## Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em engenharia florestal 2

**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadora:** Cristina Aledi Felsemburgh

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

C744 Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em engenharia florestal 2 / Organizadora Cristina Aledi Felsemburgh. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-294-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.941212707>

1. Engenharia florestal. I. Felsemburgh, Cristina Aledi (Organizadora). II. Título.

CDD 634.928

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

É com enorme prazer que apresentamos o e-book “Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal 2” elaborado para a divulgação de resultados e avanços relacionados às Ciências Florestais. O e-book está disposto em 1 volume subdividido em 10 capítulos. Os capítulos estão organizados de acordo com a abordagem por assuntos relacionados às diversas áreas da Engenharia Florestal. Em uma primeira parte, os capítulos estão de forma a atender as áreas voltadas à viabilidade de sementes, produção de mudas, propagação vegetativa, melhoramento genético e plantios clonais. Em uma segunda parte, os trabalhos estão estruturados aos temas relacionados à mudança climática, sequestro de carbono, recursos hídricos, valoração florestal, dinâmica populacional, interação fauna-flora e serviços ecossistêmicos. Em uma terceira parte, os trabalhos referem-se ao processo produtivo, operações florestais, modelos e estimativas de produção. E finalizando, e um uma quarta parte com o tema relacionado à utilização de produtos não madeireiros e subprodutos florestais. Desta forma, o e-book “Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal 2” apresenta relevantes e promissores resultados realizados por professores e acadêmicos que serão dissertados nesta obra de forma didática. Agradecemos o empenho e dedicação de todos os autores por partilharem ao público os resultados dos trabalhos desenvolvidos por seus grupos de pesquisa. Esperamos que os trabalhos aqui apresentados possam estimular e inspirar outros estudos voltados às Ciências Florestais.

Cristina Aledi Felsemburgh

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO 1..... 1

QUALIDADE FISIOLÓGICA, REPETIBILIDADE E DISSIMILARIDADE GENÉTICA PARA CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE SEMENTES DE *MIMOSA SCABRELLA* BENTH

Daniceli Barcelos

Paulo Cesar Flôres Júnior

Glauciana da Mata Ataíde

Marcio Dias Pereira

Andressa Vasconcelos Flores

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127071>

### CAPÍTULO 2..... 15

CRESCIMENTO DE MUDAS DE *CORDIA TRICHOTOMA* SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS EM VIVEIRO

Renata Smith Avinio

Junior Oliveira Mendes

Kelen Haygert Lencina

Angélica Costa Malheiros

Tháise da Silva Tonetto

Denise Gazzana

Dilson Antônio Bisognin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127072>

### CAPÍTULO 3..... 27

ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS E SELEÇÃO DE CLONES DE *CORDIA TRICHOTOMA* NAS DIFERENTES ÉPOCAS DE COLETA

Angélica Costa Malheiros

Renata Smith Avinio

Luciane Grendene Maculan

Tháise da Silva Tonetto

Denise Gazzana

Gabriele Taís Lohmann

Kelen Haygert Lencina

Dilson Antônio Bisognin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127073>

### CAPÍTULO 4..... 38

TOOLS FOR STRATEGIC DECISION MAKING ON WATER RESOURCES MANAGEMENT UNDER CLIMATE VARIABILITY AND DROUGHT CONDITIONS ON THE CAATINGA'S BIOME OF NORTHEAST BRAZIL

Marcos Airton de Sousa Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127074>

**CAPÍTULO 5..... 50**

MODELO DE AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE DIESEL NA AGRICULTURA, COM ESTIMATIVAS DAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> PARA A ATMOSFERA E PROJETOS FLORESTAIS PARA SEQUESTRO DE CARBONO ESTUDO DE CASO: BANANA X SOJA

Luiz Carlos Sérvulo de Aquino  
Brunna Simões Ungarelli  
Guilherme Amatuzzi Teixeira  
Aida Inírida Ortega Acosta  
Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127075>

**CAPÍTULO 6..... 69**

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL POTENCIAL FORESTAL EN CONCESIONES MINERAS DEL SUR DE LA AMAZONIA PERUANA

Carlos Nieto Ramos  
Jorge Garate-Quispe

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127076>

**CAPÍTULO 7..... 81**

UMA ANÁLISE SOBRE DINÂMICA POPULACIONAL E SURTO DE INSETOS-PRAGA

José Carlos Corrêa da Silva Junior  
Luana Camila Capitani

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127077>

**CAPÍTULO 8..... 91**

ANÁLISE DE RISCOS ASSOCIADOS À COLHEITA FLORESTAL EM ÁREAS DECLIVOSAS NO BRASIL

Anatoly Queiroz Abreu Torres  
Tamires Galvão Tavares Pereira  
Rodolfo Soares de Almeida  
Fernanda Leite Cunha  
Erick Martins Nieri  
Lucas Amaral de Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127078>

**CAPÍTULO 9..... 108**

DETERMINAÇÃO DE ALTURA E VOLUME DE *EUCALYPTUS* SPP NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CIÊNCIAS FLORESTAIS DE ITATINGA-SP

Maria Cristina Bueno Coelho  
Paulo Ricardo de Sena Fernandes  
Yandro Santa Brigida Ataíde  
Max Vinícios Reis de Sousa  
Maurilio Antonio Varavallo  
Juliana Barilli  
Mauro Luiz Erpen  
Marcos Vinicius Giongo Alves  
Mathaus Messias Coimbra Limeira

Andre Ferreira dos Santos  
Augustus Caeser Franke Portella  
Manuel Tomaz Ataide Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127079>

**CAPÍTULO 10..... 124**

**POTENCIAL DA TORTA RESIDUAL DE *PACHIRA AQUATICA* AUBL. NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**

Widna Suellen Paiva dos Anjos  
Marcela Cristina Pereira dos Santos Almeida  
Renata Martins Braga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.94121270710>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 138**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 139**

## UMA ANÁLISE SOBRE DINÂMICA POPULACIONAL E SURTO DE INSETOS-PRAGA

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 09/05/2021

### José Carlos Corrêa da Silva Junior

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM,  
Programa de Pós-graduação em Engenharia  
Florestal - PPGEF, Santa Maria - RS  
<https://orcid.org/0000-0002-9417-0558>

### Luana Camila Capitani

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM,  
Programa de Pós-graduação em Engenharia  
Florestal - PPGEF, Santa Maria - RS  
<https://orcid.org/0000-0001-8751-5717>

**RESUMO:** A ocorrência e dinâmica populacional de insetos nos ecossistemas, tende a se manter em níveis estáveis, com pequenas flutuações constantes. Fatores endógenos (e.g., migração/imigração, estresse, interações sociais, *pool* genético) e/ou exógenos (e.g., alimento, espaço, inimigos naturais, clima), no entanto, podem proporcionar o aumento pontual e explosivo na abundância de insetos e levar a surtos populacionais. Todavia, um surto populacional nem sempre representa um problema ecológico. A variação temporal e espacial em um recurso ou fator pode induzir um aumento exponencial de uma população, como resposta direta ao aumento na oferta. Devemos, portanto, compreender a concepção de diferentes ambientes em sua complexidade ecológica. Em áreas conservadas, a resiliência do ecossistema será capaz de sobrepor o potencial de dano de um surto

e retornar ao estado de equilíbrio, ou gerar um novo. Já áreas degradadas condicionam maior vulnerabilidade à ocorrência de surtos, com modificações significativas na riqueza e estrutura das comunidades de insetos locais. Os monocultivos são ainda mais favoráveis à existência de episódios de surtos, em função da concentração de uma única espécie vegetal e do manejo intensificado. A necessidade de controle dos surtos será dependente da composição, estrutura e do potencial de resposta ecológica dos ecossistemas naturais e plantados, e dos possíveis níveis de danos econômicos e ecológicos, considerando sempre a manutenção do equilíbrio dinâmico e não a erradicação do inseto-praga.

**PALAVRAS - CHAVE:** espécie-praga, surto populacional, complexidade ecológica, análise sistêmica.

### AN ANALYSIS ON POPULATION DYNAMICS AND PEST INSECTS OUTBREAK

**ABSTRACT:** The occurrence and population dynamics of insects in ecosystems tend to remain at stable levels, with small constant fluctuations. Endogenous (e.g., migration/immigration, stress, social interactions, gene pool) and/or exogenous (e.g., food, space, natural enemies, climate) factors, however, can provide a punctual and explosive increase in the abundance of insects and lead population outbreaks. However, population outbreaks not always represent an ecological problem. The temporal and spatial variation in a resource or factor can induce an

exponential increase in a population, as a direct response to the increase in supply. We must, therefore, understand the design of different environments in their ecological complexity. In conserved areas, the ecosystem's resilience will be able to overcome the damage potential of an outbreak and return to equilibrium or generate a new one. Degraded areas, on the other hand, conditioning greater vulnerability to the occurrence of outbreaks, with significant changes in the richness and structure of local insect communities. Monocultures are even more favorable to the existence of episodes of outbreaks, due to the concentration of a single plant species and intensified management. The need to control outbreaks will depend on the composition, structure, and potential for ecological response of natural and planted ecosystems, and the possible levels of economic and ecological damage, always considering the maintenance of dynamic balance and not the eradication of the insect pest.

**KEYWORDS:** pest species, populational outbreaks, ecological complexity, systemic analysis.

## 1 | INTRODUÇÃO

Quando se fala na relação inseto-planta, uma das primeiras concepções que emergem é a existência de “pragas”, muito em função dos cultivos produtivos humanos, que abordam a ocorrência de determinados insetos como um problema a ser resolvido. Coevolutivamente, o estudo e manejo de pragas construiu-se como um subconjunto da história da agricultura e, mais recentemente, da silvicultura (DENT, 2000). De forma que muitos dos atuais problemas no controle de flutuações explosivas nas dinâmicas populacionais de insetos, são oriundos de ações falhas do passado, tanto para proteção dos cultivos, quanto para aumento da produtividade (WAAGE, 1993).

A intensificação da agricultura e da silvicultura trouxeram novos e maiores problemas relacionados aos surtos de insetos-praga (DENT, 2000). Alterações na dinâmica, estrutura e composição das populações naturais de insetos, no entanto, sempre existiram. E talvez esteja na análise e compreensão destes mecanismos naturais, a chave para a solução de problemas futuros na produtividade e conservação dos sistemas naturais e agroecossistemas.

Dada a importância do assunto, apresentamos uma breve revisão, elucidando fatores fundamentais sobre a dinâmica populacional e os surtos em insetos-praga: I) como é, em geral, a dinâmica populacional em insetos; II) o que são surtos e quais as suas causas; III) qual o impacto dos surtos nos diferentes ambientes e IV) quando é necessário intervenção.

## 2 | METODOLOGIA

O presente trabalho consiste numa revisão sobre dinâmica populacional e surtos de insetos-praga, com base no livro Entomologia Florestal, de autoria de Costa et al. (2014), e na literatura disponível na Plataforma Google Scholar, acessada em dezembro de 2018, tendo como termos de busca as palavras: “dinâmica populacional”, “surto” e “insetos-praga”.

## 3 | DESENVOLVIMENTO

### 3.1 Dinâmica populacional em insetos

Todos os fatores que afetam a densidade populacional, a composição e a estrutura dos ecossistemas atuam de maneira a regular comunidades e populações dentro de limites estreitos de densidade e equilíbrio de espécies (TRIPLEHORN; JONNISON, 2011). A tendência nos ecossistemas é que as populações se mantenham em níveis estáveis (RIBEIRO; PAGOTTO, 2011), em busca de um equilíbrio, mas com pequenas flutuações constantes. Esse equilíbrio, portanto, não é invariável, e nem permanece em um grau de entropia crescente (CAPRA; LUISI, 2014). Da mesma forma constitui-se a dinâmica populacional em insetos. O número de indivíduos é determinado, em primeiro lugar, pelo tamanho da comunidade, enquanto sua densidade é controlada por fatores endógenos e exógenos (TRIPLEHORN; JONNISON, 2011).

Como fatores exógenos destacam-se o alimento, o espaço, a existência de inimigos naturais (fatores dependentes da densidade) e o clima (fator independente da densidade) (TRIPLEHORN; JONNISON, 2011). Já os fatores endógenos são, em sua totalidade, dependentes da densidade, e representam respostas intrínsecas das espécies e/ou indivíduos aos diferentes níveis de interação (migração/ imigração, aumento do estresse, interações sociais, *pool* genético, etc.) (TRIPLEHORN; JONNISON, 2011). Cabe ressaltar que, na prática, os fatores atuam de maneira conjunta, em um rearranjo complexo de caracteres, que impedem o isolamento de um fator como causa das alterações na dinâmica populacional, e dificultam a previsão e interpretação dos seus efeitos. É, contudo, em resposta a estes fatores que a seleção natural atuará como elemento determinante da viabilidade das populações, exigindo a manutenção dos nichos ecológicos para a expressão do potencial biótico das espécies e para sua manutenção em níveis relativamente estáveis (RIBEIRO; PAGOTTO, 2011).

### 3.2 O que são surtos populacionais em insetos? O que causa um surto?

Para Costa et al. (2014), os surtos populacionais correspondem a um aumento inusitado, pontual e explosivo na abundância das populações de insetos. Podem ser classificados em: **eruptivos** — quando apresentam alta densidade populacional, com manutenção espacial e temporal; **gradientes** — quando dependem de eventos extremos, tanto endógenos quanto exógenos; e **comportamento temporal** — quando ocorrem periodicamente, sendo dependentes da dinâmica populacional de inimigos e hospedeiros (COSTA et al., 2014). Essa definição de surto, vinculada diretamente ao espaço-tempo, é especialmente importante para evitar caracterizações ou diagnósticos errôneos. O aumento populacional gradual, ao longo de um prolongado espaço de tempo, apesar de comum em grupos e espécies de insetos, não significa o surgimento de um surto, mas sim um rearranjo, readaptação comportamental, uma resposta fisio-genética às alterações de

nicho, ou ainda, o processo de equilíbrio dinâmico em ação (TRIPLEHORN; JONNISON, 2011; CAPRA, 2014; BARKER et al., 2017).

Em alguns modelos, os surtos só são possíveis na existência de um antagonista especializado (modelo hospedeiro/ patógeno) (DWYER et al., 2004). Ou só ocorrem quando os predadores generalistas falham (modelo generalista/ predador) (DWYER et al., 2004). Nenhum destes, no entanto, é suficiente para, por si só, caracterizar o comportamento episódico de surto (DWYER et al., 2004). Para compreender como é possível a existência destes surtos, é fundamental elucidar aspectos eco/fisiológicos da vida de um inseto. Em geral, os insetos possuem uma admirável capacidade reprodutiva, competitiva e eficiente. O número de indivíduos viáveis produzidos a cada geração é dependente, essencialmente, de três fatores: do número de ovos férteis depositados pela fêmea, da duração de uma geração (tempo de vida) e da proporção de fêmeas (para produção da próxima geração) (TRIPLEHORN; JONNISON, 2011).

A alta capacidade reprodutiva, somada a fatores comportamentais, fisiológicos e ambientais favoráveis, permitem que, dentro da zona limiar, populações aumentem exponencialmente de tamanho e possam vir a causar danos econômicos e ecológicos (DENT, 2000). O conhecimento dos fatores que influenciam a dinâmica populacional em insetos é fundamental para prever surtos, com destaque para fatores críticos como o ambiente e os critérios de seleção do hospedeiro (MOUSSALEM; SANTOS-SILVA, 2007). As inúmeras modificações que um inseto pode sofrer ao longo de um ciclo de vida (em aspecto: ovo, pupa, larva, adulto; em hábitos alimentares: consumo de folhas, caules, raízes, flores, frutas; em comportamento: com resposta a estímulos ambientais, estado interno, tipo de experiência) (TRIPLEHORN; JONNISON, 2011), também contribuem para a possibilidade de surtos. E a condensação da fase predadora no tempo e espaço facilita o surgimento de surtos associados ao momento de vida.

Os surtos podem ser causados, portanto, em decorrência de transformações no ambiente físico e biótico, como alterações no uso do solo, eventos meteorológicos extremos, degradação dos ecossistemas, alterações e mutações genéticas (naturais ou não), interações tróficas mutualistas ou antagonistas, mudanças quali e quantitativas na estrutura, composição e dinâmica do ecossistema, redução drástica da população de algum agente da cadeia trófica, entre outras (COSTA et al., 2014).

### **3.3 Qual o impacto ecológico dos surtos? Até que ponto um surto de insetos é um problema ecológico?**

A destruição dos nichos ecológicos decorre na quebra de cadeias tróficas, principalmente em decorrência da perda de espécies e conseqüente simplificação dos ecossistemas. Apesar disso, surtos de espécies-praga não são pressupostos da simplificação dos ecossistemas, apesar de mais prováveis neles (NAIR, 2007; WHYLE; SPEIGHT, 2012). A monocultura, ou dominância ecológica, também é frequente em

ecossistemas naturais, onde os mecanismos operam dentro do equilíbrio esperado. E surtos ecológicos também são descritos em áreas teoricamente complexas, biodiversas e em bom estado de conservação (DENT, 2000).

Borges et al. (2003), analisando flutuações populacionais de insetos em diferentes sistemas de cultivo de *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil., concluíram que as flutuações associadas aos insetos com potencial predador estão presentes mesmo no sistema de cultivo nativo, em áreas em bom estado de conservação. Barbosa et al. (2012), Bjorkam e Niemela (2015), também demonstraram que, em sistemas florestais, surtos cíclicos de pragas ocorreriam associados às mudanças naturais na condição fisiológica do hospedeiro, tendo o clima como fator preponderante.

Dessa forma, um surto populacional nem sempre representa um problema ecológico. A própria variação temporal e espacial em um determinado recurso ou de um fator pode ser indutora de um aumento exponencial de uma população, como reposta interativa direta ao aumento na oferta. Entender como essas interações são capazes de gerar mudanças significativas na abundância, composição ou estrutura das espécies tem sido, justamente, um dos principais objetivos da bioecologia nos últimos séculos (BRONSTEIN et al., 2003).

Calore et al. (2013), ao analisarem pomares de *Psidium guajava* L., observaram que existe uma correlação climática com os aumentos populacionais, mas que os principais picos coincidem com a frutificação. E que o pico populacional do principal predador não coincide com o da presa, indicando um provável mecanismo de fuga e dinâmicas ecológicas de coexistência, mesmo em áreas plantadas. Borges et al. (2003), apesar de terem constatado aumento populacional no período de disponibilidade de recurso e/ou período reprodutivo dos insetos considerados praga da cultura de *Ilex paraguariensis*, tanto em áreas nativas quanto em plantios adensados, também não observaram grandes danos nas áreas de cultivo nativo, onde havia maior diversidade de espécies associadas.

O problema ecológico surge, portanto, quando as alterações na estrutura, composição e dinâmica, ultrapassam os limites ecológicos de resiliência do ecossistema, fazendo com que as populações se desenvolvam fora de controle, para além da capacidade de equilíbrio de outras espécies, promovendo através dos surtos populacionais, perdas ecológicas e econômicas.

### **3.4 O impacto de um surto é igual em diferentes ambientes?**

Primeiramente devemos compreender a concepção de diferentes ambientes em sua complexidade ecológica, não em limites políticos e barreiras fisiográficas. O ambiente consiste de um intrínseco e complexo emaranhado de relações, interações e iterações, não estocásticas, em sua maioria não previsíveis e irreprodutíveis (THOMPSON, 2005; MARTINS, 2012). Logo, diferentes estruturas, processos e composições, geram respostas ecológicas distintas (THOMPSON, 2005).

Em áreas conservadas, estruturadas e equilibradas, mesmo que alguma alteração

pontual seja capaz de provocar um surto demográfico em uma espécie, a resiliência do ecossistema, sustentada na existência de diversidade, qualidade ambiental, múltiplas interações e dinâmicas complexas (THOMPSON, 2005; MARTINS, 2012), será capaz de sobrepor o potencial de dano e retornar ao estado de equilíbrio, ou gerar um novo estado de equilíbrio (CAPRA; LUISI, 2014; THOMPSON, 2005). Já em áreas degradadas, a alteração danosa do ponto de vista da composição, estrutura e riqueza de espécies basais, condicionam maior vulnerabilidade a invasão de espécies exóticas e a surto de insetos, com modificações significativas na riqueza e estrutura das comunidades de insetos locais (KNOPS et al., 2002).

Lopes et al. (2005), constataram diferença na dinâmica e estrutura de populações de besouros predadores (Histeridae) ao compararem quatro ambientes com graus decrescentes de complexidade estrutural da vegetação, com tendência de decréscimo na diversidade e equidade, e substituição de espécies com a diminuição da complexidade do ambiente. Já em 1987, Powell e Powell observaram uma redução no número de indivíduos visitantes e na composição de espécies de abelhas Euglossinae em áreas fragmentadas. Becker et al. (1991), estudando os mesmos fragmentos após 5 anos, observaram um aumento da abundância de abelhas. Em 1998, esse fenômeno controverso observado por Becker et al. (1991) foi denominado comunidade saturada. Revelando uma importante dinâmica ecossistêmica, o aumento pontual da diversidade em resposta à perturbação e posterior queda brusca na diversidade e em outros descritores ecológicos. Thomazini e Thomazi (2000), descrevem alterações negativas visíveis e quantificáveis nas populações de insetos em áreas degradadas, se comparadas as áreas conservadas.

Os monocultivos, neste cenário, também são responsáveis por adicionar fatores favoráveis a existência de episódios de surtos: a concentração de uma única espécie/variedade, abundância alimentar/nidificação nos cultivares de alta produtividade, redução de inimigos naturais, menores intervalos entre disponibilização de recursos, aumento da exposição e, conseguinte, da resistência a agrotóxicos, e introdução de espécies exóticas (DENT, 2000). Nestes ambientes agrícolas ou silviculturais, apesar da existência de uma estrutura formada por espécies de base, ocorre drástica simplificação do ecossistema, diminuindo sua capacidade de resistir ou até mesmo de se recuperar de prováveis danos (LINDENMAYER et al., 2016; SALES et al., 2018).

### **3.5 A partir de que ponto é necessário a intervenção?**

A resposta ecológica, tanto relacionada a resistência quanto a resiliência à surtos populacionais, será diretamente dependente da composição e estrutura dos ecossistemas. Logo, a necessidade de monitoramento, intervenção e controle, também. Qualquer ação sobre o ecossistema demanda um conhecimento profundo dos mecanismos de controle natural de populações e da ecologia sistêmica, buscando prever surtos com confiabilidade, e controlando-os de maneira eficiente (TRIPLEHORN; JONNISON, 2011). Sem, no entanto,

desencadear outros desequilíbrios ecológicos (RIBEIRO; PAGOTTO, 2011).

Apesar de diversificada literatura sobre o Manejo Integrado de Pragas, que deveria orientar o processo de análise, prevenção e controle de surtos populacionais. Na prática, as ações realizadas são, em sua maioria, paliativas (BARROS et al., 2006). A utilização indiscriminada de agrotóxicos de maneira profilática vem agravando os problemas ambientais e promovendo novos desequilíbrios (SILVA; COSTA, 2002; BARROS et al., 2006). Isto porque, apesar de existirem alternativas, o impacto e a influência das grandes indústrias ainda obscurecem o poder da pesquisa de fontes alternativas.

É fundamental elucidar que não existem insetos-praga se separados do contexto, pois, por definição, pragas são populações de organismos capazes de causar injúrias ou modificações estruturais apenas quando a ponto de causar danos econômicos (PEDIGO; RICE, 2006) ou ecológicos. Além de que, todas as espécies existentes são fundamentais para a manutenção dos processos e serviços ecossistêmicos. O objetivo das estratégias de intervenção jamais deve perpassar a possibilidade de erradicação da espécie no local (BARBOSA et al., 2012), mas apenas a manutenção dos níveis populacionais dentro dos limites do Nível de Dano Econômico (NDE) e do Nível de Controle (NC) (SILVA; COSTA, 2002). A intervenção será necessária, portanto, apenas quando estes limiares forem atingidos, principalmente tratando-se de áreas produtivas, onde o objetivo não é a complexificação do ecossistema. Por isso a importância do monitoramento como principal ferramenta de controle (SHONE, 2002).

Uma importante ferramenta de prevenção e monitoramento é a modelagem matemática, que permite análises mais seguras dos fenômenos e enriquece o processo de controle (RICKLEFS; RELYEA, 2016; SHONE, 2002), principalmente por permitir diagnósticos personalizados, contextualizados e situacionais, independente das expectativas ou concepções pré-estabelecidas. Considerando-se áreas produtivas, diversas ferramentas e modelos matemáticos para cálculo do NDE e NC já foram desenvolvidos, além de programas e estratégias de intervenção e monitoramento. Os mesmos pressupostos nem sempre poderão ser aplicáveis em áreas naturais (sejam elas degradadas, conservadas ou em processo de restauração), pois nestes locais, o objetivo primordial não é a máxima produtividade com o menor dano possível, e sim, o retorno dos processos ecossistêmicos em um estado de equilíbrio dinâmico. Para estas áreas, uma ferramenta que desponta é a análise sistêmica, através da modelagem matemática de redes de interação (CAPRA; LUISI, 2014; CRESTANI et al., 2019; BOVO et al., 2018; GENRICH et al., 2017), que pode possibilitar diagnósticos precisos, baseados em fatores de estruturação do ambiente, apontando caminhos para o processo de restauração e conservação dos recursos naturais.

#### **4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nas populações naturais, a estrutura das comunidades de insetos é variável de

acordo com as espécies e ambientes interantes, mas se mantêm estável, com pequenas variações constantes, num estado denominado de equilíbrio dinâmico. Quando algum fator, endógeno ou exógeno, como o aumento na oferta de recursos ou a eliminação de um predador natural, interfere nesse equilíbrio, pode ocorrer um aumento pontual e explosivo na abundância das populações de insetos, decorrendo em surtos. Como a manutenção do equilíbrio nas populações depende do estado de equilíbrio do ambiente, as áreas com monocultivos, em decorrência da concentração de uma única espécie vegetal e da intensidade de manejo, são mais favoráveis à existência de surtos episódicos do que os ambientes naturais diversos e conservados.

A necessidade e a intensidade de intervenção sobre episódios de surto de insetos são dependentes da capacidade de resistência/resiliência do ecossistema e, em áreas de produção comercial, do nível de dano econômico. Contudo, qualquer ação sobre os ecossistemas, naturais ou plantados, requer amplo conhecimento dos mecanismos de controle natural de populações e da biologia e ecologia dos insetos, além de uma análise criteriosa de custos e benefícios, para o setor produtivo e para os ecossistemas. Neste sentido, o que seguramente compreendemos sobre dinâmica populacional de insetos e surtos de insetos-praga é ainda a ponta do *iceberg*, em relação à complexidade dos ecossistemas.

## AGRADECIMENTOS

Aos professores, Dr. Adriano Arrué Melo e Dr. Ervandil Correa Costa pelas considerações sobre a versão preliminar deste manuscrito.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pela bolsa concedida aos autores.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, P.; LETOURNEAU, D. K.; AGRAWAL, A. A. (org.). **Insect Outbreaks Revisited**. Chichester, UK: Wiley, 2012.

BARKER, J. L.; BRONSTEIN, J. L.; FRIESEN, M. L.; JONES, E. I.; REEVE, H. K.; ZINK, A. G.; FREDERICKISON, M. E. Synthesizing perspectives on the evolution of cooperation within and between species. **Evolution: Society for the Study of Evolution**, v. 71, n. 4, p. 814-825, 2017.

BARROS, R.; DEGRANDE, P. E.; RIBEIRO, J. F.; RODRIGUES, A. L. L.; NOGUEIRA, R. F.; FERNANDES, M. G. Flutuação populacional de insetos predadores associados a pragas do algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 1, p. 57-64, 2006.

BECKER, P.; MOURE, J. S.; PERALTA, F.J. A. More about Euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, v. 23, p. 586-591, 1991.

BJORKMAN, C.; NIEMELA, P. **Climate Change and Insect Pests**. Wallingford: CABI, 2015.

BORGES, L. R.; LÁZZARI, S. M. N.; LÁZZARI, F. A. Comparação dos sistemas de cultivo nativo e adensado de erva mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil., quanto à ocorrência e flutuação populacional de insetos. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 4, p. 563-568, 2003.

BOVO A. A. A.; MAGIOLI, M.; PERCEQUILLO, A. R.; KRUSZYNSKI, C.; ALBERICI, V.; MELLO, M. A. R.; CORREA, L. S.; GEBIN, J. C. Z.; RIBEIRO, Y. G. G.; COSTA, F. G.; RAMOS, V. N.; BENATTI, H. R.; LOPES, B.; MARTINS, M. Z. A.; DINIZ-REIS, T. R.; CAMARGO, P. B.; LABRUNA, M. B.; FERRAZ, K. M. P. M. B. Human-modified landscape act as refuge for mammals in Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, v. 18, n. 2, 2018.

BRONSTEIN, J. L.; WILSON, W. G.; MORRIS, W. F. Ecological dynamics of Mutualist / Antagonist Communities. **The American Naturalist**, v. 162, p. 1-17, 2003.

CALORE, R. A.; GALLI, J. C.; PAZINI, W. C.; DUARTE, R. T.; GALLI, J. A. Fatores climáticos na dinâmica populacional de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) e de *Scymnus* spp. (Coleoptera: Coccinellidae) em um pomar experimental de goiaba (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 67-74, 2013.

CAPRA, F.; LUISI, P. L. **A Visão Sistêmica da Vida**: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas. 1. ed. São Paulo: Cultrix, 2014.

COSTA, E. C.; D'AVILA, M.; CANTARELLI, E. B.; MUNARI, A. B.; MANZONI, C. G. **Entomologia Florestal**. 3. ed. Santa Maria: UFSM, 2014.

CRESTANI, A. C.; MELLO M. A. R.; CAZETTA, E. Interindividual variations in plant and fruit traits affect the structure of a plant-frugivore network. **Acta Oecologica**, v. 95, p. 120-127, 2019.

DENT, D. **Insect pest management**. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2000.

DWYER, G.; DUSHOFF, J.; YEE, S. H. The combined effects of pathogens and predators on insect outbreaks. **Nature**, v. 430, n. 6997, p. 341-345, 2004.

GENRICH, C.; MELLO, M. A.; SILVEIRA, F. A. O.; BRONSTEIN, J. L.; PAGLIA, A. P. Duality of interaction outcomes in a plant-frugivore multilayer network. **Oikos**, v.126, n.3, p.361-368, 2017.

KNOPS, J. M. H.; TILMAN, D.; HADDAD, N. M.; NAEEM, S.; MITCHELL, C. E.; HAARSTAD, J.; RITCHIE, M. E.; HOWE, K. M.; REICH, P. B.; SIEMANN, E.; GROTH, J. Effects of plant species richness on invasion dynamics, disease outbreaks, insect abundance and diversity. **Ecology Letters**, v. 2, n. 5, 2002.

LINDENMAYER, D.; MESSIER, C.; SATO, C. Avoiding ecosystem collapse in managed forest ecosystems. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 14, n. 10, p. 561-568, 2016.

LOPES, P. P.; LOUZADA, J. N. C.; OLIVEIRA-REBOUÇAS, P. L.; NASCIMENTO, L. M.; SANTANA-REIS, V. P. G. Resposta da Comunidade de Histeridae (Coleoptera) a diferentes Fisionomias da Vegetação de Restingas no Espírito Santo. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 1, p. 25-31, 2005.

MARTINS, S. V. **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2012.

MOUSSALEM, M.; SANTOS-SILVA, M. A. Estudo da dinâmica populacional de quatro espécies de Tenebrionidae (Insecta: Coleoptera) em uma área de Serrado no Distrito Federal. *In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL*, 8., 2007, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: USP, 2007.

NAIR, K. S. **Tropical Forest Insect Pests: Ecology, Impact, and Management**. 1. ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.

PEDIGO, L. P.; RICE, M. E. **Entomology and pest management**. 5. ed. New Jersey: Pearson, 2006.

POWELL, A. H.; POWELL, G. V. N. Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, v. 19, n. 2, p. 176-179, 1987.

RIBEIRO, A. S.; PAGOTTO, M. **Ecologia de Populações**. São Cristóvão, SE: Universidade Federal de Sergipe - CESAD, 2011.

RICKLEFS, R.; RELYEA, R. **A economia da natureza**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

SALES, E. F.; BALDI, A.; QUEIROZ, R. B. Edaphic fauna on agroforestry and monoculture systems of conilon coffee. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 13, n. 5, p. 201, 2018.

SHONE, R. **Economic Dynamics**. 2. ed. Reino Unido: Cambridge University Press, 2002.

SILVA, M. T. B.; COSTA, E. C. Nível de controle de *Diloboderus abderus* em aveia preta, linho, milho e girassol. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 7-12, 2002.

THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Rio Branco: Embrapa Acre. Documentos, n. 57, 2000.

THOMPSON, J. N. **The Geographic Mosaic of Coevolution**. 1. ed. Chicago and London: The University of Chicago Press, 2005.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. (trad.). **Borror and DeLong's introduction to the Study of Insects**. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

WAAGE, J. K. Making IPM working: developing country experiences and prospects. *In: SRIVASTAVA, J. P.; ALDERMAN, H. (org.). Agriculture and Environmental Challenges*. Proceedings of the Thirteenth Agricultural Sector Symposium. Washington: World Bank, 1993.

WHYLIE, F. R.; SPEIGHT, M. R. **Insect pests in tropical forestry**. 2. ed. Wallingford: CABI Publisher, 2012.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acidentes 91, 92, 93, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107

Altura 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 69, 72, 73, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 123, 127

### B

Biodiesel 63, 124, 125, 126, 127, 130, 135, 136, 137

Biomassa Florestal 124

Biometria 2, 13, 14, 122

### C

Casa de vegetação 15, 17, 18, 30

Clones 10, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 117, 121, 122, 123

Colheita Florestal 11, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106

Crescimento 10, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 50, 55, 56, 57, 59, 60, 65, 66, 94, 113, 122, 123, 125

### D

Declividade 91, 92, 99, 104, 110

Diâmetro 1, 5, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 109, 111, 113, 115, 116, 117

Dinâmica Populacional 9, 11, 81, 82, 83, 84, 88, 89, 90

### E

Emissão de CO<sub>2</sub> 50

Energia Renovável 137

Enraizamento 10, 16, 17, 22, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37

Equipamento de Proteção 100, 104

Ergonomia 100, 102, 104, 105

Espécie Nativa 2, 125

### I

Incremento 70, 108, 112, 113, 119, 120, 121

Inseto-Praga 81

### M

Melhoramento Genético 9, 2, 3, 13, 28, 29, 30

Mercado de carbono 65

Miniestaca 21, 22, 24

Modelos Volumétricos 111

Mudas 9, 10, 3, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 37

## **N**

Norma Regulamentadora 92, 95, 102, 104

## **O**

Operações Florestais 9, 91, 94

## **P**

Plantios Clonais 9, 29

Produção Madeireira 108

Projetos Florestais 11, 50, 56

Propagação Vegetativa 9, 16, 17, 22, 28, 29, 30

Propágulo 15, 16, 17, 19, 20, 21, 24, 25

## **Q**

Qualidade Fisiológica 10, 1

## **R**

Recursos Hídricos 9, 38, 39, 47, 48, 56, 59

Resiliência 81, 85, 86, 88

Riqueza de espécies 86

## **S**

Seca 38, 47

Sementes 9, 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 126, 132, 134, 135, 136, 137

Sequestro de carbono 9, 50, 53, 54, 55, 56, 59, 65, 67

Setor Florestal 28, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 100, 105, 107, 137

Sistemas Agroflorestais 55, 56, 60, 65, 67

## **T**

Talhões 56, 100, 108, 110, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121

Teste de Germinação 1, 3, 4, 7, 11

## **V**

Valoração Florestal 9

Volume 9, 11, 30, 42, 44, 45, 48, 52, 65, 108, 109, 111, 112, 113, 120, 121, 122, 123



# Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em engenharia florestal 2

[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) 

Atena  
Editora

Ano 2021



# Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em engenharia florestal 2

[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) 

Atena  
Editora

Ano 2021