



A Produção do Conhecimento na Engenharia Florestal

Cristina Aledi Felsemburgh
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2020



A Produção do Conhecimento na Engenharia Florestal

Cristina Aledi Felsemburgh
(Organizadora)


Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
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
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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
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. 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
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

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

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

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

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

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

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

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

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

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

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

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

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

A produção do conhecimento na engenharia florestal

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Emely Guarez
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Cristina Aledi Felsemburgh

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P964 A produção do conhecimento na engenharia florestal /
Organizadora Cristina Aledi Felsemburgh. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-500-6

DOI 10.22533/at.ed.006202610

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

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que apresentamos o e-book “A Produção do Conhecimento na Engenharia Florestal” que foi elaborado para a divulgação de resultados e avanços relacionados às Ciências Florestais. O e-book está disposto em 1 volume subdividido em 22 capítulos. Os capítulos estão organizados de acordo com a abordagem por assuntos relacionados com diversas áreas da Engenharia Florestal. Em uma primeira parte, os capítulos estão de forma a atender as áreas voltadas ao geoprocessamento, mapeamento, imagens de satélite abordando ecologia de paisagens, desmatamento e degradação ambiental. Em uma segunda parte, os trabalhos estão estruturados aos temas voltados à biodiversidade, regeneração natural, sucessão florestal, biologia reprodutiva, controle biológico, conservação do solo, ciclo hidrológico e produção sustentável. Em uma terceira parte, os trabalhos estão voltados aos modelos alométricos, volume, ciclagem de nutrientes, estoque de carbono, biomassa e produtos não madeireiros. Em uma quarta parte, os temas estão relacionados ao desenvolvimento sustentável, crescimento inicial de plantas, desenvolvimento de mudas e adubação. Em uma quinta parte, os trabalhos estão voltados às propriedades e qualidade da madeira e ao estudo de cores e ferômonios de insetos que ocasionam danos nas árvores. E finalizando, em uma sexta parte com um trabalho voltado à extensão universitária despertando o interesse profissional da área da engenharia florestal. Desta forma, o e-book “A Produção do Conhecimento na Engenharia Florestal” apresenta relevantes resultados realizados por diversos professores e acadêmicos que serão apresentados nesta obra de forma didática. Agradecemos o empenho e dedicação de todos os autores das diferentes instituições de ensino, pesquisa e extensão, por compartilharem ao público os resultados dos trabalhos desenvolvidos por seus grupos de pesquisa. Esperamos que os trabalhos aqui apresentados possam inspirar outros estudos voltados às Ciências Florestais.

Cristina Aledi Felsemburgh

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE ESTATÍSTICA ESPACIAL DE MÉTRICAS DA PAISAGEM UTILIZANDO O PATCH ANALYST

Luciano Cavalcante de Jesus França

Eduarda Soares Menezes

Marcelo Dutra da Silva

Danielle Piuzana Mucida

DOI 10.22533/at.ed.0062026101

CAPÍTULO 2..... 14

AÇÕES ESTRATÉGICAS PARA AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: MAPEAMENTO EM ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

Allana Fonseca de Souza

Alyson Brendo Bezerra da Silva

Alexsandro dos Santos Reis

Letícia Milena Gomes de Carvalho

Carla Samara Campelo de Sousa

Diego Armando Silva da Silva

DOI 10.22533/at.ed.0062026102

CAPÍTULO 3..... 24

MAPEAMENTO DO DESMATAMENTO E DEGRADAÇÃO FLORESTAL NO ESTADO DO MATO GROSSO, AMAZÔNIA BRASILEIRA, UTILIZANDO IMAGENS FRAÇÃO DERIVADAS DAS IMAGENS OLI DO LANDSAT-8

Yosio Edemir Shimabukuroa

Andeise Cerqueira Dutraa

Egídio Arai

Erone Ghizoni dos Santosb

Yhasmin Mendes de Moura

Valdete Duarte

DOI 10.22533/at.ed.0062026103

CAPÍTULO 4..... 39

USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO PARA MAPEAMENTO DE ÁREAS EXPERIMENTAIS NO MUNICÍPIO DE RIO LARGO - ALAGOAS

Gabriel Paes Marangon

Jhonathan Gomes dos Santos

Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto

Christopher Horvath Scheibel

Raquel Elvira Cola

Sthéfany Carolina de Melo Nobre

DOI 10.22533/at.ed.0062026104

CAPÍTULO 5..... 45

ASPECTOS DA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA E DA REGENERAÇÃO NATURAL EM UMA ÁREA RESTAURADA HÁ 15 ANOS NA REGIÃO METROPOLITANA

DE MACEIÓ, AL

Régis Villanova Longhi
Nivandilmo Luiz da Silva
Anderson Arthur Lima dos Santos
Tamires Leal de Lima
Carlos Frederico Lins e Silva Brandão
Gerson dos Santos Lisboa
Luciano Farinha Watzlawick
Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto
Lucas Galdino da Silva

DOI 10.22533/at.ed.0062026105

CAPÍTULO 6..... 57

AVALIAÇÃO FÍSICA DO SOLO EM FLORESTA PLANTADA DE *eucalyptus sp* VS FLORESTA NATIVA

Thyerre Vinicius dos Santos Mercês
Camilla Sabrine Silva Santos
Catiúrsia Nascimento Dias
Elton da Silva Leite
Bruna Thayná Ferreira da Silva
Felipe Mendes Magalhães
Michelle Luan Gonçalves Santiago

DOI 10.22533/at.ed.0062026106

CAPÍTULO 7..... 63

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DO SUB-BOSQUE LENHOSO DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA SECUNDÁRIA NO MUNICÍPIO DE IGARASSU - PE

Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto
Maria Amanda Menezes Silva
Diogo José Oliveira Pimentel
Maria José de Holanda Leite
Camila Alexandre Cavalcante de Almeida
Mayara Dalla Lana
Carlos Frederico Lins e Silva Brandão
Régis Villanova Longhi
Tamires Leal de Lima
Anderson Francisco da Silva
Gabriel Paes Marangon
Maria Jesus Nogueira Rodal

DOI 10.22533/at.ed.0062026107

CAPÍTULO 8..... 70

CONTROLE BIOLÓGICO EM FLORESTAS PLANTADAS: CONCEITOS, AVANÇOS E PERSPECTIVAS

Jade Cristynne Franco Bezerra
Thiele Sides Camargo
Ernandes Macedo da Cunha Neto
Débora Monteiro Gouveia

Emmanoella Costa Guaraná Araujo
Claudia Maia de Andrade
Fellipe Kennedy Alves Cantareli
Samia Rayara de Sousa Ribeiro
Lorena Karine Gomes Noronha
Marcela Maria Zanatta
Lara Welter da Silva
Gustavo Antônio Ruffeil Alves

DOI 10.22533/at.ed.0062026108

CAPÍTULO 9..... 82

FLORESCIMENTO EM TESTE DE PROCEDÊNCIA E PROGÊNIES DE *Astronium fraxinifolium* Schott (ANACARDIACEAE) EM TRÊS EVENTOS REPRODUTIVOS

Maiara Ribeiro Cornacini
Marcelo Augusto Mendes Alcantara
Janaína Rodrigues da Silva
Aparecida Juliana Martins Corrêa
José Cambuim
Ricardo de Oliveira Manoel
Patrícia Ferreira Alves
Bruno César Rossini
Ananda Virginia de Aguiar
Mário Luiz Teixeira de Moraes
Celso Luis Marino

DOI 10.22533/at.ed.0062026109

CAPÍTULO 10..... 92

PRECIPITAÇÃO INTERNA EM UM FRAGMENTO DA MATA ATLÂNTICA EM VIÇOSA, MINAS GERAIS

Letícia Soares Gonçalves
Rodolfo Alves Barbosa
Sérgio Guedes Barbosa
Lucas Jesus da Silveira
Aline Gonçalves Spletozer
Herly Carlos Teixeira Dias

DOI 10.22533/at.ed.00620261010

CAPÍTULO 11 105

AVALIAÇÃO DA ESTIMATIVA VOLUMÉTRICA PARA *Manilkara Huberi* (DUCKE) CHEVALIER NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS

Girlene da Silva Cruz
Bruno Rafael Silva de Almeida
Bruno de Almeida Lima
Lucas Cunha Ximenes
Talita Godinho Bezerra
João Ricardo Vasconcellos Gama

DOI 10.22533/at.ed.00620261011

CAPÍTULO 12..... 117

EFEITO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS NA DECOMPOSIÇÃO FOLIAR E NOS TEORES DE NUTRIENTES EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA NO SUL DO ESPÍRITO SANTO

Rafael Luiz Frinhani Rocha
Jéferson Luiz Ferrari
William Macedo Delarmelina
Diego Gomes Júnior
Marcos Vinicius Wincker Caldeira
Júlio César Tannure Faria
Rafael Chaves Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.00620261012

CAPÍTULO 13..... 132

ESTOQUE DE CARBONO EM PLANTIOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL, FLORESTAS SECUNDÁRIAS E MADURAS NA AMAZÔNIA

Carlos Roberto Sanquetta
Ernandes Macedo da Cunha Neto
Emmanoella Costa Guaraná Araujo
Gabriel Mendes Santana
Alexis de Souza Bastos
Marcelo Lucian Ferronato
Mateus Niroh Inoue Sanquetta
Ana Paula Dalla Corte

DOI 10.22533/at.ed.00620261013

CAPÍTULO 14..... 145

ESTUDO DA CADEIA DE COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS NAS FEIRAS LIVRES DO VER-O-PESO E 25 DE SETEMBRO – COM ÊNFASE NA ANDIROBA (*Carapa guianensis* Aubl.) E COPAÍBA (*Copaifera multijuga* Hayne)

Alen Anderson Mafra Meneses
Fabrício Corrêa Amaral
Helena Capela da Silva
Marcela Janaina De Souza Miranda
Renan Moreno Freitas Bandeira

DOI 10.22533/at.ed.00620261014

CAPÍTULO 15..... 156

SECAGEM SOLAR DA BIOMASSA DO CAPIM-ELEFANTE PARA USO EM COMBUSTÃO DIRETA

Anderson Carlos Marafon
André Felipe Câmara Amaral
Juarez Campolina Machado
Adriana Neutzling Bierhals
Hugo Leoncio Paiva
Victor dos Santos Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.00620261015

CAPÍTULO 16..... 167

CONSERVATION PRODUCTION: NETWORK FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF FOREST SEED AND SEEDLINGS

Dan Érico Vieira Petit Lobão
Érico de Sá Petit Lobão
Raul René Mellendez Valle
Ivan Crespo Silva
Kátia Curvelo Bispo dos Santos
Lanns Alves de Almeida Filho

DOI 10.22533/at.ed.00620261016

CAPÍTULO 17..... 187

CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS E EXÓTICAS

Fagner Luciano Moreira
Elzimar de Oliveira Gonçalves
Marcos Vinicius Wincker Caldeira
Adriano Ribeiro de Mendonça
Rafael Luiz Frinhani Rocha
Robert Gomes

DOI 10.22533/at.ed.00620261017

CAPÍTULO 18..... 200

DESENVOLVIMENTO SILVICULTURAL DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO FOSFATADA

Renato Silva Kunz
Marcos Vinicius Wincker Caldeira
Elzimar de Oliveira Goncalves
Paulo Henrique de Souza
William Macedo Delarmelina
Robert Gomes
Rafael Luiz Frinhani Rocha

DOI 10.22533/at.ed.00620261018

CAPÍTULO 19..... 213

IMPLANTAÇÃO DE UM CONSÓRCIO FLORESTAL EM PEQUENAS PROPRIEDADES NO SUL DO ESPÍRITO SANTO: UM CAMINHO PARA O ZONEAMENTO AMBIENTAL

Lomanto Zogaib Neves
Elzimar de Oliveira Gonçalves
Marcos Vinicius Winckler Caldeira
Kelly Nery Bighi
Wiane Meloni Silva

DOI 10.22533/at.ed.00620261019

CAPÍTULO 20..... 225

USO DE TÉCNICAS MICROSCÓPICAS PARA CARACTERIZAR QUIMICAMENTE A MADEIRA NORMAL E DE COMPRESSÃO DE *Pinus caribaea* MORELET

Alfredo José dos Santos Junior

Natália Dias de Souza
Danielle Affonso Sampaio
Ananias Francisco Dias Júnior
Gabriela Fontes Mayrinck Cupertino
Fabiola Martins Delatorre
Aécio Dantas de Sousa Júnior

DOI 10.22533/at.ed.00620261020

CAPÍTULO 21.....233

EFICIÊNCIA DE CORES E ODORES COM USO DE ARMADILHAS NA COLETA DE COLEOPTERA: Scolytidae, EM DIFERENTES ÁREAS NO MUNICÍPIO DE JIQUIRIÇÁ-BA

Vanessa Santos da Palma
Rosemeire Silva Oliveira
Luana da Silva Guedes
Rozimar de Campos Pereira
Thiago da Conceição Martins
Juliana Cardoso Ribeiro
Palmira de Jesus Neta
Valdinei dos Santos Silva

DOI 10.22533/at.ed.00620261021

CAPÍTULO 22.....245

UNIVERSO FLORESTAL

Cintia Dayrane Duarte Moreira
Patrícia Leonidia dos Santos
Emannuely Aparecida Amaral dos Santos
Rodrigo Magalhaes Nunes
Nilza de Lima Pereira Sales
Leticia Renata de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.00620261022

SOBRE A ORGANIZADORA.....254

ÍNDICE REMISSIVO.....255

CAPÍTULO 8

CONTROLE BIOLÓGICO EM FLORESTAS PLANTADAS: CONCEITOS, AVANÇOS E PERSPECTIVAS

Data de aceite: 01/10/2020

Jade Cristynne Franco Bezerra

Programa de Pós Graduação em produção vegetal (Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0001-6844-0131>

Thiele Sides Camargo

Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-5022-1050>

Ernandes Macedo da Cunha Neto

Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0001-6775-0365>

Débora Monteiro Gouveia

Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-2209-9729>

Emmanoella Costa Guaraná Araujo

Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-4493-904X>

Claudia Maia de Andrade

Programa de Pós Graduação em Gestão e Produção Sustentável de Florestas, Universidade Estadual do Pará, Paragominas, Pará, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-3377-2598>

Fellipe Kennedy Alves Cantarelli

Programa de Pós Graduação em produção vegetal (Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-2728-9804>

Samia Rayara de Sousa Ribeiro

Programa de Pós Graduação em produção vegetal (Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-7329-9029>

Lorena Karine Gomes Noronha

Programa de Pós Graduação em produção vegetal (Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-0088-2376>

Marcela Maria Zanatta

Programa de Pós Graduação em produção vegetal (Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-0182-6061>

Lara Welter da Silva

Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-3437-1881>

Gustavo Antônio Ruffeil Alves

Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas, Pará, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-2802-2036>

RESUMO: O controle biológico (CB) é um método complementar que favorece o Manejo Integrado de Pragas com base na redução das populações de insetos-praga ou patógeno por meio da introdução e seus inimigos naturais no ambiente. Este manejo diminui o contato dos produtores aos agentes químicos, possibilita o baixo risco em relação à poluição ambiental, favorecendo a produção sustentável e garantindo a certificação florestal. O controle biológico se baseia em estudos sobre a interação dos agentes entomófagos (predadores e parasitoides) e entomopatógenos (patógenos). O pinus e o eucalipto são as espécies mais plantadas no Brasil, para que haja boa produtividade, é necessário um manejo adequado que amenize os fatores limitantes como as pragas e as doenças. No Brasil há uma crescente tendência no uso do controle biológico, no entanto, ainda existem poucos profissionais especializados na área. Com o tempo, espera-se que os custos da produção de produtos biológicos, bem como sua aplicação sejam reduzidos, assim, o cenário do Manejo Integrado de Pragas é promissor, de tal maneira que a intensificação de pesquisas na área, bem como a especialização de profissionais possibilitará o controle de pragas florestais sem prejuízo ao meio ambiente, favorecendo a produtividade e a sustentabilidade dos recursos florestais.

PALAVRAS-CHAVE: Eucalipto, Inimigos naturais, Pinus, Pragas florestais.

BIOLOGICAL CONTROL IN FOREST STANDS: CONCEPTS, ADVANCES AND PERSPECTIVES

ABSTRACT: Biological control is a supplementary method that favors Integrated Pest Management based on reducing pest insects and pathogens populations by introducing them and their natural enemies into the environment. This management reduces producers' contact with chemical agents, allows for low risk in relation to environmental pollution, favoring sustainable production and ensuring forest certification. Biological control is based on studies on the entomophagous agents (predators and parasitoids) and entomopathogens (pathogens) interaction. Pine and eucalyptus are the most planted species in Brazil, for good productivity, adequate management is necessary to mitigate limiting factors such as pests and diseases. In Brazil there is a growing trend in the use of biological control, however, there are still few professionals specialized in the area. Over time, it is expected that the producing biological products costs, as well as their application, will be reduced, thus, the scenario of Integrated Pest Management is promising, so that the intensification of research in the area, as well as the professionals specialization will enable the control of forest pests without damaging the environment, favoring the productivity and sustainability of forest resources.

KEYWORDS: Eucalyptus, Natural enemies, Pinus, Forest pests.

1 | INTRODUÇÃO

O controle de pragas normalmente é feito por meio de agentes químicos que reduzem a população de organismos benéficos (parasitoides, predadores e polinizadores), contaminando o solo e a água, além de gerar resistência das pragas aos ingredientes ativos dos defensivos, exigindo doses mais altas ou produtos mais tóxicos. Atualmente, há crescente utilização do Manejo Integrado de Pragas (MIP), a fim de favorecer a produção sustentável.

Em contrapartida, o controle biológico (CB) é um método suplementar ao químico, favorecendo o MIP, com base na redução das populações de determinado inseto-praga ou patógeno por meio da introdução de seus inimigos naturais no ambiente. Este manejo diminui o contato dos produtores aos agentes químicos, possibilita o baixo risco em relação à poluição ambiental, favorecendo a produção sustentável e garantindo a certificação florestal.

No Brasil, o primeiro artigo publicado com CB foi publicado em 1950, enquanto apenas em 1987 foi comercializado o primeiro agente de CB (BETTIOL; MORANDI, 2009). A partir de então, há uma crescente demanda por produtos biológicos, de tal maneira que esse mercado possui um potencial de evolução de até 20% ao ano (ABCBio, 2016). Entre os anos de 2017 e 2018, houve 77% de crescimento nesse setor, no qual o volume de vendas incrementou de R\$ 262,4 milhões para R\$ 464,5 milhões (LANDGRAF, 2019). Tal crescimento, deve-se principalmente à exaustão de novas moléculas para produtos químicos, bem como a resistência dos insetos-praga e doenças ao efeito dos compostos existentes, além da exigência do mercado global por uma produção economicamente viável, socialmente justa e com danos reduzidos ao meio ambiente (MITTMAN, 2017).

Apesar do crescimento do uso do CB, a sua realização exige uma sequência de eventos (Figura 1): I) a seleção de culturas e inimigos naturais; II) Criação em pequena escala dos insetos-praga e inimigos naturais, a fim da realização de pequenas pesquisas, para definir o hospedeiro adequado, além da biologia, fisiologia, nutrição (bioquímica), biotecnologia, genética e relação hospedeiro/inimigo natural, o que fomentará a criação massal; III) Desenvolvimento da criação massal, a qual é a base do CB; IV) Avaliação do custo/benefício, o qual deve ser equiparável com as demais medidas de controle para a cultura; V) Comercialização e transferência do conhecimento

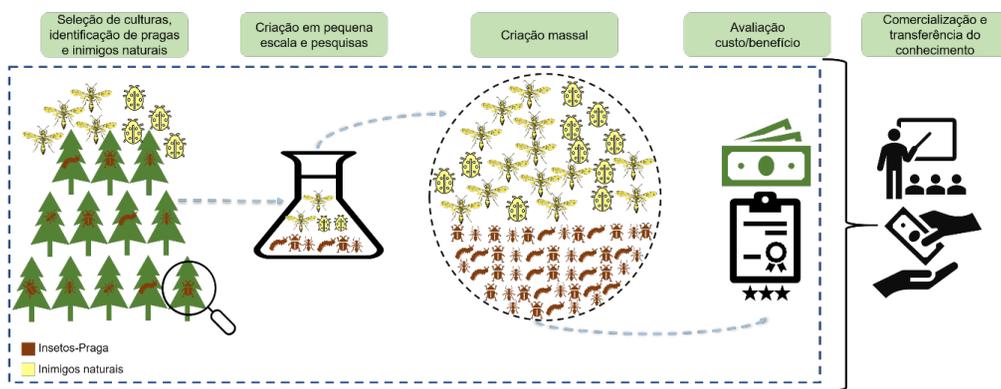


Figura 1: Etapas para elaboração do controle biológico.

Fonte: Adaptado de Parra et al. (2002).

Além disso, existem três tipos de controle biológico: natural, clássico e aplicado. O natural consiste na manutenção natural da densidade populacional de um determinado local pela ação de inimigos naturais já estabelecidos na área, portanto esse controle é permanente. O CB clássico se baseia na introdução e colonização de predadores ou parasitoides para controlar os insetos-praga, enquanto o CB aplicado constitui-se na soltura de uma grande quantidade de parasitoides ou predadores no local, a fim do controle rápido da praga, de tal modo que este tipo é um dos mais aprovados pelos produtores, devido sua ação rápida (BERTI FILHO; MACEDO, 2011).

2 | AGENTES DO CONTROLE BIOLÓGICO

O controle biológico se baseia em estudos sobre a interação de organismos no meio natural e têm como agentes os entomófagos (predadores e parasitoides) e entomopatógenos (patógenos) que irão diminuir o número de insetos-praga. Os predadores são organismos de vida livre durante todo o ciclo de vida, os quais, usualmente, são maiores que as presas (SYMONDSON et al., 2002). Os parasitoides são organismos que parasitam outros seres e os impedem de chegar à fase reprodutiva adulta. Esses organismos passam parte de suas vidas agarrados ou no interior de um único organismo hospedeiro, de forma que os parasitoides matam e consomem seus hospedeiros (SOUZA et al., 2011). Os patógenos referem-se a um microrganismo que vive e se alimenta dentro ou sobre um organismo hospedeiro.

Os predadores e os parasitoides contribuem para o controle da densidade populacional dos insetos-praga e devem apresentar as seguintes características: adaptabilidade às condições físicas do ambiente, grau de especificidade a um determinado hospedeiro/presa, alto crescimento populacional, capacidade de sobreviver nos períodos de ausência do hospedeiro/presa, e habilidade de modificar sua ação em função de sua própria densidade e do hospedeiro/presa (FONTES; VALADARES-INGLIS, 2020).

Os entomopatógenos são fungos, bactérias, vírus, nematoides e protozoários que causam doenças aos insetos. Os fungos são os microrganismos mais frequentemente encontrados atacando insetos. A forma de ação dos fungos pode ser por contato ou via oral. As bactérias contaminam os insetos por via oral, multiplicam-se no interior destes, podendo produzir protoxinas que causam paralisia intestinal e suspensão da alimentação (BERTI FILHO; MACEDO, 2010). Os vírus são utilizados através de bioinseticidas agindo diretamente nas células do intestino, provocando a infecção nos insetos.

Os nematoides como agentes de controle biológico apresentam a vantagem de serem eficientes, principalmente em nível de espécie. Estes indivíduos carregam bactérias tóxicas em seu interior, que por sua vez matam os insetos. Apesar da importância dos protozoários como controladores de insetos, este grupo não tem desenvolvimento satisfatório como inseticida microbiano.

Além desses agentes, diversas substâncias oriundas dos produtos intermediários ou finais do metabolismo secundário de plantas, que podem ser encontradas nas raízes, folhas e sementes podem interferir severamente no metabolismo de outros organismos (MEDEIROS et al., 2005 e TORRES et al., 2006). Essas substâncias bioativas causam impactos variáveis, como repelência, deterrência alimentar e de oviposição, esterilização, bloqueio do metabolismo e interferência no desenvolvimento e retardamento no desenvolvimento do inseto (MEDEIROS, 1990; HERNANDEZ; VENDRAMIM 1998; LANCHER, 2000).

3 I CONTROLE BIOLÓGICO DE INSETOS-PRAGAS EM POVOAMENTOS FLORESTAIS

No Brasil 72,87% das áreas de reflorestamento cultivam as espécies do gênero *Eucalyptus* (IBÁ, 2017; IBGE, 2018), o que se deve ao seu rápido crescimento e adaptação às diversas condições edafoclimáticas do país, assim como os seus múltiplos produtos (McMAHON, et al 2019). Além dessa espécie, destaca-se o cultivo do pinus, o qual é a segunda espécie mais implantada no país (IBGE, 2018).

No entanto, para que haja boa produtividade, é necessário um manejo adequado que amenize os fatores limitantes como os insetos-pragas, podendo estes serem nativos ou exóticos. De modo que a realização do monitoramento e manejo integrado aliado ao controle biológico são importantes para garantir não só produtividade, como também sustentabilidade. Considerando que programas de controle biológico não dependem apenas da produção em larga escala desses inimigos naturais, mas principalmente do sucesso de estabelecimento desses nos plantios (SPÍNOLA-FILHO et al. 2014).

3.1 Controle biológico de pragas em plantios de eucalipto

No Brasil, dentre os principais insetos nativos que atacam a cultura do eucalipto, destacam-se as lagartas desfolhadoras: *Thyriniteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) (ZANÚNCIO, 2014), *Oxydia vesulia* (Lepidoptera: Geometridae); e as formigas cortadeiras, principalmente saúvas (gênero *Atta*) e quenquéns (gênero *Acromyrmex*) (ZANETTI, et al 2002). Enquanto para espécies exóticas, destacam-se o psilídeo-de-concha -*Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae); percevejo-bronzeado -*Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae), os gorgulhos -*Gonipterus gibberus* e *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) (SANTOS, et al 2008), e a vespa da galha -*Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae).

Nas lagartas desfolhadoras, a principal é a *T. arnobia*, a qual não possui programa de controle biológico, contudo, estudos sobre entomopatógenos, tais como vírus e *Bacillus thuringiensis* estão sendo desenvolvidos. O único programa de controle biológico existente para lagartas desfolhadoras é a utilização dos predadores do gênero *Podisus* (Heteroptera: Pentatomidae) (PIRES, et 2020), de tal modo que sua eficácia se deve principalmente às

suas características biológicas e alta capacidade de dispersão no campo. Deste gênero, a espécie *Podisus nigrispinus* é a mais estudada e utilizada pelas empresas do país, de tal maneira que a criação massal dessa espécie é realizada com presas alternativas.

As formigas cortam e transportam vegetais para dentro de seus ninhos, para o cultivo de fungos que serve de alimento para as formas jovens e adultas (DELLA LUCIA et al., 2014). Estes insetos são de difícil manejo em plantios jovens, de modo que normalmente utilizam-se métodos mecânicos, que consistem em remover manualmente os ninhos, além de iscas formicidas químicos. Tais iscas apesar de serem mais eficazes, não são uma solução definitiva, pois é necessário a reaplicação do composto em um curto período.

Assim, há propensão no uso de produtos de origem biológica, os quais podem mitigar esse problema definitivamente. Nos últimos anos, são muitos os estudos que utilizam extratos de origem vegetal e fitopatógenos como formicidas (BEZERRA, 2019). Apesar disso, é imprescindível a intensificação de pesquisas aplicadas em campo, a fim de avaliar se há replicabilidade dos resultados obtidos em laboratório. Para as pragas exóticas de eucalipto, normalmente aplica-se o controle biológico clássico, pelo qual inimigos naturais são importados da Austrália. Este método de controle, tem sido o mais eficaz e adequado, de tal maneira que um dos principais desafios é realizar a adaptação desses inimigos naturais nas áreas afetadas.

O psilídeo de concha é uma praga que tem preferência pela espécie *Eucalyptus camaldulensis*, mas pode atacar outras espécies, ocasionando a deformação e redução de tamanho das folhas, além do secamento de ponteiros e presença de fumagina (BRENNAN et al., 1998). Assim, devido à sua preferência pelo *E. camaldulensis*, tem-se utilizado clones resistentes ao psilídeo-de-concha, sendo esta uma alternativa lenta, enquanto o controle biológico é uma alternativa de resposta a curto prazo.

Diversos inimigos naturais foram encontrados em áreas com o psilídeo, tais como: larvas de moscas-sírfídeas (Diptera: Syrphidae) e de bichos lixeiro (Neuroptera: Chrysopidae), joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) e fungos entomopatogênicos, porém esses agentes ainda são pouco eficientes. Contrapondo, a liberação do parasitóide *Psyllaephagus bliteus* é uma opção avaliada por alguns pesquisadores, os quais procuram realizar sua adaptação em diferentes condições brasileiras. Estudos recentes obtiveram o parasitismo médio de 20% nas áreas onde houve liberação desse parasitóide, podendo chegar em até 70% se bem estabelecido (WILCKEN et al, 2005).

Dentre as pragas exóticas de difícil controle, destaca-se o percevejo bronzeado, *T. peregrinus*, o qual é uma praga sugadora de grande impacto econômico, por possuir alta capacidade reprodutiva, além de ocasionar manchas avermelhadas e perdas expressivas do volume de madeira nos plantios. O controle biológico é a única estratégia efetiva de controle, pelo qual utiliza-se a microvespa, parasitóide de ovos, *Cleruchoidea noackae*, os quais são criados em laboratório (HARVEY; MALCICKA, 2016). Esta vespa apresenta uma taxa média de 40% de parasitismo, sendo necessário a exploração de seu potencial

reprodutivo. A Embrapa Florestas além possuir uma criação massal do inimigo natural e da praga, vem desenvolvendo pesquisas indicando as melhores condições para seu desenvolvimento e desempenho em campo (BARBOSA et al, 2017).

3.2 Controle biológico de pragas em plantios de *Pinus*

Os pulgões são insetos que se alimentam da seiva das plantas, sendo as espécies *Cinara atlantica* W. e *Cinara pinivora* W. as que atingem em povoamentos jovens de *Pinus* spp. no Brasil. As plantas atacadas apresentam significativa redução no crescimento em altura e diâmetro, seca dos brotos e ramos, clorose, superbrotação, queda de acículas, podendo matar as plantas. O programa de controle biológico dessa praga é realizado com o parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* (PENTEADO et al., 2004).

Outra praga que atinge o *Pinus* spp. é a vespa-da-madeira, *Sirex noctilio* F. A fêmea realiza a oviposição da larva juntamente com esporos fúngicos e uma secreção fitotóxica no alburno da planta, de tal modo que a larva se alimenta do fungo e forma galerias no tronco, enquanto o fungo ocasiona o manchamento e a podridão da madeira. Além disso, a secreção inserida pela fêmea ocasiona a intoxicação e morte da planta.

Práticas de manejo podem prevenir o ataque vespa-da-maneira, impedindo a sua ocorrência. O controle biológico da vespa-da-madeira é a técnica mais eficiente no seu combate, sendo o nematóide *Deladenus siricidicola* B., o agente biológico responsável por esterilizar as fêmeas de *S. noctilio*. Esse nematóide é comercializado como Nematec, o qual é inoculação em árvores armadilhas para o controle da vespa-da-madeira (PENTEADO et al., 2015).

4 | CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS EM POVOAMENTOS FLORESTAIS

O controle biológico de doenças de plantas teve seu primeiro estudo publicado na década de 50 no Brasil, sendo desenvolvido primeiramente para solucionar problemas fitossanitários em cultivos agrícolas, devido à crescente demanda mundial por alimentos e impulsionado pela busca de alternativas de controle sustentáveis (BETTIOL; MORANDI, 2009). Muitas são as doenças que acometem espécies florestais, desde mudas em viveiros a plantios florestais já estabelecidos, os quais podem sofrer danos significativos de acordo com o grau de severidade da doença.

O mal-das-folhas da seringueira, causado pelo fungo *Microcyclus ulei*, atingem folhas e hastes, causando a morte da planta. Nas décadas de 70 e 80 essa doença dizimou cerca de 75 mil hectares de plantios de seringueira (*Hevea sp.*) destinados ao Programa de Incentivo à Produção de Borracha Vegetal proposto pelo governo na época (GASPAROTTO et al., 1997). As principais medidas empregadas para o controle do mal-das-folhas são o uso de clones resistentes, plantio em áreas livres da doença e o controle químico.

Apesar disso, o controle biológico pode ser aplicado à cultura por meio de bioagentes, como o fungo *Dycima pulvinata*, que parasita estromas e lesões conidiais gerados pelo

patógeno (GASPAROTTO et al., 1997), o qual apresenta eficiência semelhante ao controle químico (DELMADI et al., 2009). O uso de fungos micorrízicos também é uma estratégia que pode tornar a planta menos suscetível a doença (GASPAROTTO et al., 1997). Além disso, os fungos micorrízicos possuem potencial como agente bioprotetor de plantas apresentado pelas ectomicorrizas, principalmente em relação ao ataque de patógenos do solo às raízes, como no caso de *Phytophthora cinnamomi* em *Pinus* spp. (MARX, 1972; AUER; KRÜGER, 1991).

O tombamento de mudas em pinus e eucalipto é um exemplo de doença provocada por patógenos de solo, tais como, *Cylindrocladium candelabrum*, *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp., *Pythium* sp. e *Rhizoctonia solani* (AUER et al, 2001; SANTOS et al., 2001), atingindo plantas em estágio inicial de crescimento e destruindo tecidos tenros durante a germinação, o que causa a sua morte (AUER et al., 2001).

A principal forma de controle da doença é a prevenção, sendo priorizada a erradicação de possíveis fontes de inóculo como por exemplo por meio da autoclavagem do substrato e esterilização dos demais materiais a serem utilizados (AUER et al, 2001; SANTOS et al., 2001). A incorporação de fungos ectomicorrízicos em substratos destinados ao plantio de pinus controlam o tombamento causado por *Rhizoctonia solani* (AUER et al., 2001). Além disso, linhagens do fungo *Trichoderma* apresentam resultados eficientes no combate dessa doença em eucalipto (SANTOS et al, 2001).

Adicionalmente, outros estudos comprovam a eficiência dos agentes *Trichoderma*, *Aspergillus* e *Bacillus subtilis* no controle de importantes doenças foliares, como a ferrugem-do-eucalipto (*Austropuccinia psidii*), o oídio (*Oidium* sp.) e a pinta-preta da erva-mate (*Cylindrocladium spathulatum*) (DOS SANTOS et al. 1998; GRIGOLETTI JÚNIOR et al. 2000; GOMES et al. 2001; SBRAVATTI JÚNIOR et. al., 2013).

5 | DESAFIOS E PERSPECTIVAS

Diversos são os desafios para o estabelecimento do controle biológico em florestas plantadas, dentre os quais destacam-se:

- a) Intensificação de pesquisas: Embora existam muitos estudos acerca do controle biológico em culturas agrícolas, nas culturas florestais é incipiente. Além disso, muitas pesquisas de laboratório não são aplicadas em campo, devido à limitação dos recursos, visto que grande parte destes projetos estão restritos a órgãos públicos, nos quais o corte de verba para o setor científico implica diretamente na falta de fomento dessas pesquisas, o que prejudica -mas não impossibilita- o avanço de inovações do controle biológico no manejo integrado de pragas florestais;
- b) Registro de produtos biológicos para culturas florestais: atualmente poucos agroquímicos possuem registro para uso em culturas florestais, principalmente aqueles com base em compostos biológicas;

c) Manejo Integrado: O controle biológico aplicado isoladamente nem sempre atinge a eficiência pretendida, de tal modo que integrá-lo a outros métodos de controle é a alternativa mais viável economicamente, socialmente e ambientalmente. Além disso, o controle biológico age de maneira gradativa, de modo que o seu tempo de resposta é maior tempo em relação ao controle químico, apesar disso, os efeitos do controle biológico podem ser duradouros em longo prazo, quando ocorre o estabelecimento dos inimigos naturais na área;

d) Empresas e profissionais especializados na área: Existem poucas empresas e profissionais especializados em controle biológico, conseqüentemente, existem poucas criações de parasitóides e predadores estabelecidas, o que implica na menor disponibilidade desses produtos;

e) Custos: a aplicação, manutenção, criação e o estabelecimento de agentes para o controle biológico são processos dispendiosos, o que encarece o produto biológico, tornando-o menos atrativo aos produtores;

f) Tecnologias de aplicação em florestas: em plantios adultos a altura das árvores/ folhas é um grande desafio para manejar as pragas e doenças, de tal modo que a aplicação, muitas das vezes, é realizada por aviões ou veículos aéreos não tripulados (VANTS), o que eleva os custos desse processo.

Neste contexto, as perspectivas são que as oportunidades do controle biológico atraia profissionais que empreendem na área e, conseqüentemente, atenda à demanda do mercado, possibilitando a geração de empregos para técnicos capacitados em CB. Além disso, prospecta-se que com a criação de empresas específicas de CB, exista a intensificação de pesquisas em métodos de criação massal, identificação de hospedeiros e inimigos naturais para insetos-pragas, os quais não possuem inimigos naturais determinados, bem como descobertas de novas formulações à base de compostos biológicos. Com o tempo, espera-se que os custos da produção de produtos biológicos, bem como sua aplicação sejam reduzidos, o que favorecerá a intensificação do manejo integrado de pragas na produção florestal, agregando o conceito de sustentabilidade aos seus recursos e facilitando a sua certificação.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil há uma crescente tendência no uso do controle biológico, no entanto, ainda existem poucos profissionais especializados na área. Assim, o cenário do Manejo Integrado de Pragas é promissor, de tal maneira que a intensificação de pesquisas na área, bem como a especialização de profissionais possibilitará o controle de pragas florestais sem prejuízo ao meio ambiente, favorecendo a produção sustentável dos recursos florestais.

REFERÊNCIAS

- ABC BIO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE CONTROLE BIOLÓGICO. **Mercado de defensivo agrícola biológico tem boas perspectivas no país.** São Paulo: ABCBio, 17 fev. 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/MQ1VPS>>. Acesso em: 25 out. 2016.
- AUER, C. G.; KRUGNER, T. L. Potencial de controle de doenças de plantas com fungos ectomicorrízicos. 1991. In: BETTIOL, W. (Ed) **Controle biológico de doenças em plantas.** Jaguariúna. Embrapa - CNPMA. 1991. pp. 71 - 85.
- AUER, C. G.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; SANTOS, A. F. **Doenças em pinus: identificação e controle.** Embrapa Florestas-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2001.
- BARBOSA, L. R., RODRIGUES, Â. P., DA SILVA SOLER, L., FERNANDES, B. V., E CASTRO, B. M. D. C., WILCKEN, C. F., & ZANUNCIO, J. C. Establishment in the field of *Cleruchoidea noackae* (Hymenoptera: Mymaridae), an exotic egg parasitoid of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae). **Florida Entomologist**, v. 100, n. 2, p. 372-374, 2017.
- BERTI FILHO, E.; MACEDO, L. P. M. **Fundamentos de controle biológico de insetos-praga.** Natal: IFRN Editora, 2011. 108 p.
- BETTIOL, W.; MORANDI, M. AB. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009.
- BEZERRA, J. C. F. **Avaliação da mortalidade da *Atta laevigata* Smith (Hymenoptera: Formicidae) utilizando o óleo essencial de *Corymbia citriodora* (Hook) Hill & Johnson em condições de laboratório.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas, 2019, 43 p.
- BOVOLINI, M. P. et al. Preventive and curative control of *Oidium eucalypti* in *Eucalyptus benthamii* clonal seedlings. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 42, n. 5, e420504, 2018.
- DELLA LUCIA, T. M. C.; GANDRA, L. C.; GUEDES, R. N. C. Managing leaf-cutting ants: peculiarities, trends and challenges. **Pest Management Science**, v. 70, p. 14- 23, 2014.
- DELMADI, L. C.; CASSETARI NETO, D.; ROCHA, V. F. Avaliação do potencial de uso do hiperparasita *Dicyma pulvinata* (Berk. & M. A. Curtis) no controle biológico do mal-das-folhas [*Microcyclus ulei* (Henn.) Arx] de seringueira [*Hevea brasiliensis* (Wild. ex A. Juss.) Muell. Arg.] EM SÃO JOSÉ DO RIO CLARO, MT. **Ciênc. Florest.**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 183-193, 2009.
- DOS SANTOS, C. F. et al. Sensibilidade in vitro de uredíniosporos de *Puccinia psidii* a *Bacillus subtilis*. **Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 1998.
- FONTES, E.M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle biológico de pragas da agricultura.** Brasília, DF: Embrapa, 2020.
- GASPAROTTO, Luadir et al. **Doenças da seringueira no Brasil.** EMBRAPA-SPI/Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1997.
- GOMES, N. S. B., GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; AUER, C. G. Seleção de antagonistas para o controle de *Cylindrocladium spathulatum* em erva-mate. **Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2001.

GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; SANTOS, A. F. dos; AUER, C. G. Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais. **Floresta**, v. 30, n. 1/2, 2000.

HARVEY, J. A.; MALCICKA, M. Nutritional integration between insect hosts and koinobiont parasitoids in an evolutionary framework. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 159, n. 2, p. 181-188, 2016.

HERNANDEZ, C.R. & VENDRAMIM, J.D. Uso de índices nutricionais para el efecto insecticida de extratos de Meliáceas sobre *Spodoptera frugiperda*. **Manejo integrado de plagas**, n.48, p.79-88, 1998.

IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2017**. Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ, p. 80, 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 28 maio. 2020.

LANCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. p. 519.

LANDGRAF, L. **Controle biológico no Brasil tem potencial de crescer 20% ao ano**. Portal EMBRAPA. <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45574867/controlado-biologico-no-brasil-tem-potencial-de-crescer-20-ao-ano>> acesso em: 19/08/2020.

MARX, D.H. Ectomycorrhizae as biological deterrents to pathogenic root infections. **Annual Review of Phytopathology**, Paio Alto, v.10, p 429-454, 1972.

McMAHON, D. E.; VERGÜTZ, L.; VALADARES, S. V.; SILVA, I. R.; JACKSON, R. B. Soil nutrient stocks are maintained over multiple rotations in Brazilian *Eucalyptus* plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 448, p. 364–375, set. 2019. 10.1016/j.foreco.2019.06.027.

MEDEIROS, A.R.M. Alelopatia: importância e suas aplicações. **Hortisul**, v.1, n.3, p.27-32, 1990

MEDEIROS, C.A.M.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; TORRES, A.L. Efeito de extratos aquosos de plantas na oviposição da traçadacruceiras, em couve. **Bragantia**, v.64, n.2, p.227- 232, 2005.

MITTMAN, L. M. Controle BIOLÓGICO bem-vindos inimigos (naturais). **Revista a Granja**, v. 823, n. 1, 2017.

PARRA, JOSÉ ROBERTO P. et al. Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar. In. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 125-142, 2002.

PENTEADO, S. do R. C.; IEDE, E. T.; REIS FILHO, W. Manual para o controle da vespa-da-madeira em plantios de pinus. **Embrapa Florestas-Documents (INFOTECA-E)**, 2015. 39 p.

PENTEADO, S.; REIS FILHO, W.; IEDE, E. T. Os pulgões gigantes do pinus, *Cinara pinivora* e *Cinara atlantica*, no Brasil. **Embrapa Florestas-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2004.

SANTOS, A. F. dos; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. Doenças do eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle. Embrapa Florestas-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2001.

SANTOS, G. P., ZANUNCIO, J. C., ZANUNCIO, T. V., PIRES, E. M. Pragas de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 242, p. 47-70, 2008.

SOUZA, E. S. H.; PIRES, C. S. S.; CARNEIRO, R.G.; SUJII, E.R. **Predadores e parasitoides: aliados do produtor rural no processo de transição agroecológica**. Emater, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, CNPq. Brasília, DF. 92 p. 2011.

SPÍNOLA-FILHO, P. R. C.; LEITE, G. L. D.; SOARES, M. A.; ALVARENGA, A. C.; de PAULO, P. D.; TUFFI-SANTOS, L. D.; ZANUNCIO, J. C. Effects of duration of cold storage of host eggs on percent parasitism and adult emergence of each of ten Trichogrammatidae (Hymenoptera) species. **Florida Entomologist**, p. 14-21, 2014.

SYMONDSON, W. O. C.; SUNDERLAND, K. D.; GREENSTONE, M. H. Can generalist predators be effective biocontrol agents? **Annual Review of Entomology**, v. 47, n. 1, p. 561-594, Jan. 2002.

TORRES, A.; JÚNIOR, A.L.B.; MEDEIROS, C.A.M.; B ARROS, R. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. **Bragantia**, v.65, n.3, p.447-457, 2006.

WILCKEN, C. F., DE SÁ, L. N., FIRMINO, D. C., DO COUTO, E. B., FERREIRA FILHO, P. J., & FRANCHIM, T. Controle biológico do psilídeo-de-concha (*Glycaspis Brimblecombei*) (Hemiptera: Psyllidae) em florestas de eucalipto. **Anais... CONGRESSO VIRTUAL IBEROAMERICANO SOBRE GESTIÓN DE CALIDAD EN LABORATORIOS**, Madrid. Libro de comunicaciones: tomo I. Madrid: Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2005.

ZANETTI, R.; CARVALHO, G. A.; SANTOS, A.; SOUSA-SILVA, A.; GODOY, M.S. **Manejo integrado de formigas cortadeiras**. Lavras: UFLA, 2002.

ZANÚNCIO, J. C.; LEMES, P. G.; SANTOS, G. P.; SOARES, M. A.; WILCKEN, C. F.; SERRÃO, J. E. Population Dynamics of *Lepidoptera* Pests in *Eucalyptus urophylla* Plantations in the Brazilian Amazonia. **Forests**, Switzerland, v. 5, 2014,72-87.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Áreas Degradadas 24, 30, 35, 146

Atração 89, 234, 235, 240, 243

B

Biologia Reprodutiva 83, 89, 90

C

Captura 228, 234, 235, 236, 239, 243

Ciclagem de Carbono 133

Ciclagem de Nutrientes 56, 96, 103, 118, 129, 130, 131

Cobertura Florestal 24, 27, 36, 93, 94, 224

Conservação Genética 83, 84

Conservação Produtiva 168, 176, 180, 181, 184, 186

Corte Seletivo 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Crescimento Inicial 187, 190, 195, 199, 201, 211, 212, 218

Crescimento Populacional 14, 73

D

Degradação Florestal 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34

Dendrometria 105

Desenvolvimento Sustentável 168, 169, 175, 181, 244

Desmatamento 15, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 35, 65, 89, 133, 134, 141, 143

Drone 39, 40

E

Ecologia da Paisagem 1, 2, 3, 4, 5, 9, 12, 13

Ecologia Florestal 118, 248

Educação Pública 245

Espécies Florestais 76, 86, 89, 107, 184, 188, 189, 190, 192, 193, 194, 209, 212, 213, 214, 224, 248

Extensão Universitária 245, 246

F

Ferômonios 233

Flora 5, 64, 68, 84, 90, 132, 133, 151, 198

Forragem 156, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165

Fragmentação Florestal 1, 65

G

Geoprocessamento 4, 14, 39, 117

H

Hidrologia Florestal 92, 102, 103

Histologia em Madeira 226

I

Inimigos Naturais 71, 72, 73, 74, 75, 78

Insetos 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 233, 234, 235, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 248

Inventário Florestal 46, 108, 115, 134, 138, 204

L

Lignina 158, 226, 227, 228, 229, 230

M

Manejo Florestal 105, 106, 115, 248

Modelos de Produção 213

P

Planejamento Ambiental 1, 3, 4, 12

Plantios Homogêneos 188

Pragas Florestais 71, 77, 78

Produtos Florestais Não Madeireiros 145, 150

R

Recursos Hídricos 15, 23, 92, 93, 95, 96, 203, 216

Recursos Medicinais e Dermocosméticos 145

S

Silvicultura 80, 189, 199, 213, 248

Solo Florestal 58

Sucessão Natural 46, 55

T

Taxa de Decomposição 117, 118, 119, 123, 127, 128

Taxa de Sobrevivência 188, 189, 192, 197, 213, 220

U

Uso do Solo 141, 213, 216, 217, 218

V

Volumetria 105

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

A Produção do Conhecimento na Engenharia Florestal

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

A Produção do Conhecimento na Engenharia Florestal