



# 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 Cremo

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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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](http://www.atenaeditora.com.br)

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



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

Data de aceite: 01/10/2020

### **Carlos Roberto Sanquetta**

Departamento de Engenharia Florestal;  
Laboratório BIOFIX, Universidade Federal do  
Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0001-6277-6371>

### **Ernandes Macedo da Cunha Neto**

Departamento de Engenharia Florestal;  
Laboratório BIOFIX, Universidade Federal do  
Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0001-6775-0365>

### **Emmanoella Costa Guaraná Araujo**

Departamento de Engenharia Florestal;  
Laboratório BIOFIX, Universidade Federal do  
Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0002-4493-904X>

### **Gabriel Mendes Santana**

Departamento de Engenharia Florestal;  
Laboratório BIOFIX, Universidade Federal do  
Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0002-0447-4559>

### **Alexis de Souza Bastos**

Centro de Estudos da Cultura e do Meio  
Ambiente da Amazônia – RIOTERRA, Porto  
Velho, Rondônia, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0003-0236-7554>

### **Marcelo Lucian Ferronato**

Associação Ecológica Guaporé-ECOPORÉ,  
Rolim de Moura, Rondônia, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0003-0645-2633>

### **Mateus Niroh Inoue Sanquetta**

Departamento de Engenharia Florestal;  
Laboratório BIOFIX, Universidade Federal do  
Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0002-2633-5509>

### **Ana Paula Dalla Corte**

Departamento de Engenharia Florestal;  
Laboratório BIOFIX, Universidade Federal do  
Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0001-8529-5554>

**RESUMO:** O bioma Amazônico tem papel importante para o ciclo do carbono, pois possui uma flora diversa, de grande porte e extensão territorial. Portanto, quantificar a biomassa e carbono estocado nesse bioma é fundamental para compreender o papel da floresta Amazônica no cenário das mudanças climáticas. Objetivou-se quantificar e comparar estoques de carbono em plantios de restauração florestal, regeneração natural e florestas maduras na Amazônia. Foram instaladas 40 parcelas em plantios de restauração florestal e áreas de regeneração natural no estado de Rondônia. Com base nessas parcelas foram derrubados e pesados 40 indivíduos, os quais representavam as espécies e classes diamétricas identificadas nas parcelas. Esses indivíduos foram compartimentados em biomassa da parte aérea (galhos, folhas e fuste) e biomassa subterrânea (raízes). As biomassas frescas foram determinadas em balança digital e amostras frescas de cada compartimento de biomassa foram separadas em campo para secagem em laboratório. Para as análises de teores de carbono, utilizou-se o equipamento

LECO C-144. Os plantios de restauração florestal apresentam uma média de 26,56 Mg.ha<sup>-1</sup> de carbono estocado aos 7 anos de idade, 23,35 Mg.ha<sup>-1</sup> na parte aérea e 3,21 Mg.ha<sup>-1</sup> nas raízes. Nas florestas secundárias, regeneradas naturalmente com até 10 anos, há um estoque de carbono de 32,13 Mg.ha<sup>-1</sup>, 28,24 Mg.ha<sup>-1</sup> na biomassa aérea e 3,89 Mg.ha<sup>-1</sup> nas raízes, enquanto as florestas maduras estocam cerca de 155,10 Mg.ha<sup>-1</sup> de carbono. Existe grande potencial de sequestro de carbono dos plantios de restauração, os quais são a melhor opção tecnológica para sequestrar carbono e promover a rápida restauração do ecossistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ciclagem de carbono, Desmatamento, Mudanças climáticas, Sustentabilidade.

**ABSTRACT:** The Brazilian Amazon biome is indispensable for the carbon cycle, since it has a complex flora and a large territorial extension. Thus, it is necessary to quantify the biomass and carbon stored in this biome in order to understand the importance of the Amazon rainforest in the climate change scenario. The aim was to quantify and compare carbon stocks in forest restoration stands, natural regeneration and mature forests in the Amazon. 40 permanent plots were installed in forest restoration stands and natural regeneration areas in the state of Rondônia. Based on these plots 40 individuals were harvested and weighed, which represented the species and diametric classes that were identified in the plots. These individuals were fragmented into aerial biomass (branches, leaves and stem) and underground biomass (roots). Fresh biomass was determined on a digital balance and fresh samples from all biomass compartments were separated in the field for laboratory drying. The analysis of carbon contents was performed using the LECO C-144. The forest restoration stands have a mean of 26.56 Mg.ha<sup>-1</sup> of stored carbon, 23.35 Mg.ha<sup>-1</sup> in the aerial part and 3.21 Mg.ha<sup>-1</sup> in the roots. In secondary forests, naturally regenerated, there is a carbon stock of 32.13 Mg.ha<sup>-1</sup>, 28.24 Mg.ha<sup>-1</sup> in the aerial biomass and 3.89 Mg.ha<sup>-1</sup> in the roots, while mature forests stock approximately 155.10 Mg.ha<sup>-1</sup> of carbon. There is a high potential for carbon sequestration from restoration stands, which are the best technological solution to sequester carbon and provide fast ecosystem restoration.

**KEYWORDS:** Carbon cycle, Deforestation, Climate change, Sustainability.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem crescido a preocupação com variáveis inerentes às mudanças climáticas, tais como; aumento da temperatura, efeito estufa e dinâmica do carbono. Tais variáveis estão diretamente relacionados com o ciclo do carbono, sobretudo do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Neste contexto, as florestas são protagonistas que podem mitigar a concentração atmosférica de CO<sub>2</sub>, uma vez que, por meio da fotossíntese, absorvem esse gás da atmosfera e o estocam na forma de biomassa (SILVEIRA et al., 2008, PAN et al., 2011).

Neste contexto, o bioma Amazônico é imprescindível para a manutenção do ciclo do carbono, uma vez que possui uma flora complexa e grande extensão territorial. Assim, faz-se necessário quantificar a biomassa e carbono estocado nesse bioma, a fim de compreender o papel da floresta Amazônica frente o cenário das mudanças climáticas,

bem como a intensificação de políticas públicas de manejo sustentável e mitigação dos fenômenos que interferem nas mudanças climáticas.

Apesar da sua importância no ciclo do carbono, o desmatamento da floresta Amazônica cresceu em 34% entre os anos de 2018 e 2019, prejudicando a fixação de CO<sub>2</sub> pela vegetação (INPE, 2019). Como consequência, há uma crescente demanda por restaurar a vegetação remanescente, tornando-se comum a existência de plantios de regeneração florestal, principalmente por Institutos e Organizações da Sociedade Civil, tais como o Centro de Estudos da Cultura e do Meio Ambiente da Amazônia (RIOTERRA) e Ação Ecológica Guaporé (ECOPORE), as quais no ano de 2019, distribuíram 1.768.990 mil mudas, recuperaram mais de 1.240 ha na Amazônia (RIOTERRA, 2020; ECOPORE, 2019).

Além dos plantios de restauração florestal, existem as áreas de regeneração natural (florestas secundárias), nas quais os remanescentes de áreas previamente degradadas são mantidos em pousio ou até mesmo “abandonadas”, para que a dinâmica sucessional da floresta ocorra naturalmente, a fim de restaurar a sua biodiversidade. Contudo, a velocidade dessa dinâmica depende de diversos fatores (PARROTA, 1993; TORIOLA et al., 1998; HOLL; KAPPELLE, 1999), o que pode tornar esse processo demorado.

Neste contexto, faz-se necessário quantificar os estoques de carbono destas diferentes formas de restauração florestal (plantios de restauração e regeneração natural), a fim de verificar a melhor forma para recuperar os ecossistemas degradados. Assim, objetivou-se com este trabalho quantificar e comparar os estoques de carbono em plantios de restauração florestal, regeneração natural e florestas maduras na Amazônia.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Atividades de Campo

#### 2.1.1 Caracterização da área e Inventário florestal

O estudo foi realizado em áreas de plantio de restauração florestal e regeneração natural (floresta secundária) no estado de Rondônia. As áreas foram selecionadas visando abranger as variações de sítio (solos e microclima) e de características das áreas florestais, quanto à sobrevivência, uniformidade, composição de espécies e demais atributos silviculturais. Os anos de realização do plantio foram de 2010 a 2014, variando de 5 a 9 anos, portanto, com média de 7 anos em 2019.

Foram instaladas 40 unidades amostrais permanentes, denominadas parcelas, com área de 200 m<sup>2</sup>, das quais 30 se localizam em plantios de restauração florestal e 10 em áreas de regeneração natural. Nessas parcelas foram identificados botanicamente todos os indivíduos arbóreos plantados e da regeneração natural (quando existente), a fim de mensurar a sua circunferência à 1,30 m de altura (CAP) e as alturas totais (h), com auxílio

de fita métrica e régua graduada, respectivamente. Vale ressaltar que para espécies não identificadas em campo, foram coletadas para a herborização, confecção de exsicatas e posterior identificação botânica das espécies vegetais. Para tanto, o material vegetal foi enviado para a Universidade Federal de Rondônia (UNIR), com apoio da Universidade Federal do Paraná (UFPR), parcerias do Centro de Estudos Rioteira e Ação Ecológica Guaporé.

### 2.1.2 Determinação direta da biomassa

Foram abatidos 40 indivíduos (Tabela 1), com diferentes espécies e variações de CAP e h, os quais eram representativos quanto à variabilidade da parcela, bem como intensidade amostral que represente a população. Tais árvores foram fracionadas e pesadas quanto aos seus compartimentos (determinação direta da biomassa).

Espécie	Frequência
<i>Acacia mangium</i> Wild.	1
<i>Alchornea discolor</i> Poepp.	1
<i>Anacardium</i> sp.	1
<i>Annona</i> sp.	1
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	1
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	2
<i>Bertholletia excelsa</i> Humn. & Bonpl.	1
<i>Bixa orellana</i> L.	1
<i>Cecropia juranyiana</i> Alad. Richter	1
<i>Cecropia</i> sp.	2
<i>Cedrela odorata</i> L.	2
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	1
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	1
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	2
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	4
<i>Enterolobium</i> sp.	1
<i>Handroanthus serratifolius</i> L.	1
<i>Handroanthus</i> sp.	2
<i>Hevea brasiliensis</i> L.	1
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	2
<i>Hymenolobium pulcherrimum</i> Ducke	1
<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	1
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	2
<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke.	3
<i>Senna silvestre</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	1

<i>Stryphnodendron</i> sp.	1
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	2
Total	40

Tabela 1: Espécies abatidas para a determinação dos estoques de carbono.

O processo de compartimentação consiste no corte do indivíduo e medição de h e de CAP, além da altura no ponto de maior ramificação ou de inversão morfológica (HPIM). Em seguida foram separados os compartimentos em: fuste (tronco), galhos (vivos e mortos), folhas e miscelâneas (frutos, flores, brotos, entre outros), enquanto o sistema radicular foi escavado tendo a árvore como centro em uma dimensão de 25 x 25 cm para cada lado, até a profundidade de 50 cm. Nela, todas as raízes visíveis e distinguíveis foram coletadas e limpas até a dimensão de 2 mm.

As biomassas frescas foram determinadas em balança digital com precisão de 100 g. Amostras frescas de cerca de 300 g de todos os compartimentos da biomassa foram separadas em campo para secagem em laboratório e cálculo das suas biomassas secas (b). Além das biomassas, também se mensurou o perímetro ao longo dos fustes (troncos) para posterior cubagem (determinação volumétrica) e estabelecimento de relações morfométricas (hipsométricas e volumétricas) das plantas. A cubagem foi realizada pelo método de Hohenadl, com seções correspondentes a 10% da altura total.

## 2.2 Atividades de Laboratório

Após armazenamento do material coletado em campo em embalagens próprias, este foi encaminhado para a Universidade Federal de Rondônia, onde foi secado em estufa de circulação de ar forçada, em temperatura média de 65°C até atingir peso constante. Posteriormente, as amostras devidamente identificadas foram enviadas para o Centro BIOFIX de Pesquisas da Universidade Federal do Paraná, onde foram fracionadas e moídas até a granulometria mesh 50, correspondente a uma abertura de peneira de 0,297 mm. Para tanto, utilizou-se um moinho de facas Wiley da marca Tecnal, modelo TE-648. Os dados de biomassa fresca (biomassa) serão convertidos em biomassa seca de cada reservatório de carbono, da seguinte forma:

$$w = w_{fresca} \frac{(100 - T_{umidade})}{100} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

$w$  = biomassa seca (kg);

$w_{fresca}$  = biomassa fresca (kg);

$T_{umidade}$  = teor de umidade (%) das amostras coletadas em campo e trazidas pelo laboratório para secagem.

Para as análises de teores de carbono, utilizou-se o método de combustão seca, em razão da precisão e facilidade de realização das análises, sem contar na menor quantidade de resíduos gerados. Assim, as análises foram realizadas no equipamento LECO C-144, que gera gráficos do teor de carbono existente nas amostras, com tempo de combustão rápido e economia de reagentes. Esse equipamento está localizado no Centro BIOFIX de Pesquisas da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba – PR.

### 2.2.1 Procedimentos de Cálculo e Análises Estatísticas

Para o cálculo do estoque de carbono em cada amostra e, por consequência da árvore como um todo, foi utilizada a Equação 2.

$$c = w \frac{T_{\text{carbono}}}{100} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

$c$  = estoque de carbono (kg);

$w$  = biomassa (aérea e subterrânea) e necromassa, seca total – (kg);

$T_{\text{carbono}}$  = teor de carbono na biomassa vegetal (%) das amostras coletadas em campo e trazidas pelo laboratório para análise.

De posse destes dados, foi determinado os teores de carbono da biomassa por compartimento. Para obter o teor de carbono empregado na equação 2 efetua-se uma ponderação dos valores emitidos pelo equipamento de laboratório, a saber:

$$T_{\text{carbono}} = \frac{T_{\text{fuste}} * b_{\text{fuste}} + T_{\text{galhada}} * b_{\text{galhada}} + T_{\text{folhagem}} * b_{\text{folhagem}} + T_{\text{raízes}} * b_{\text{raízes}}}{b_{\text{fuste}} + b_{\text{galhada}} + b_{\text{folhagem}} + b_{\text{raízes}}} \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

$T_{\text{carbono}}$  = teor de carbono na biomassa vegetal (%) das amostras coletadas em campo e trazidas pelo laboratório para análise;

$b_{\text{fuste}}$  = biomassa seca do fuste (kg);

$b_{\text{galhada}}$  = biomassa seca da galhada (kg);

$b_{\text{folhagem}}$  = biomassa da folhagem (kg);

$b_{\text{raízes}}$  = biomassa das raízes (kg);

$T_{\text{fuste}}$  = teor de carbono da biomassa seca do fuste (kg);

$T_{\text{galhada}}$  = teor de carbono da biomassa seca da galhada (kg);

$T_{\text{folhagem}}$  = teor de carbono da biomassa da folhagem (kg);

$T_{\text{raízes}}$  = teor de carbono da biomassa das raízes (kg).

Para obter os estoques de carbono por unidade de área (hectare) faz-se necessário estimar os estoques de carbono dos indivíduos arbóreos levantados nas parcelas de inventário florestal. Para tanto, ajustou-se uma equação de estimativa de biomassa seca total (aérea + subterrânea) para cada uma das árvores inventariadas (Equação 4).

$$\hat{b} = \exp(-1,1421 + 1,99956 \ln(d^2)) * 1,051229 + \varepsilon_i \quad (\text{Equação 4})$$

Em que:

$\hat{b}$  = biomassa total (acima e abaixo do solo) seca estimada para a árvore (kg);

$d = \frac{CAP}{\pi}$  (cm) = diâmetro à 1,30 m de altura;

ln = logaritmo neperiano;

$\varepsilon_i$  = erro aleatório associado.

Após o ajuste da equação, por regressão linear, esta foi aplicada aos dados de inventário florestal (CAP e h) para estimar as biomassas secas das árvores presentes nas parcelas. Tal equação não considera a espécie, portanto, esta é genérica para todas as espécies e classes de CAP. O grau de ajuste da equação foi avaliado pelo coeficiente de determinação, coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj} = 0,83$ ), pelo erro padrão da estimativa ( $S_{yx} = 0,3161$ ), considerando a variável log neperiano da biomassa seca total e pela análise gráfica de resíduos (SANQUETTA et al., 2014).

Para se obter o estoque de carbono de cada árvore na parcela de inventário florestal aplicou-se a equação gerada e a multiplica pelo teor médio de carbono ponderado calculado pela equação 3. Já as estimativas de biomassa e carbono da parte aérea e subterrânea, empregam-se as frações de raízes e parte aérea calculados a partir dos dados das árvores amostradas diretamente nas suas biomassas. Após esse processo, somou-se o estoque de carbono total das parcelas e o converteu para hectare, com base na área da parcela.

### 2.3 Comparação do Carbono Estocado

Foram realizadas comparações entre as quantidades de carbono estocadas nos seguintes sistemas:

- Plantios de restauração florestal com 6 anos de idade, em média, plantados em áreas de preservação permanente e reservas legais em propriedades rurais da região;
- Florestas secundárias com até 10 anos de idade formadas por regeneração natural a partir de propágulos advindos de florestas circunvizinhas e bancos de sementes;
- Florestas maduras, empregando-se informações da literatura.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Estocagem de carbono em plantios de restauração florestal

Nos plantios de restauração florestal foi constatado um estoque de carbono de 26,56 Mg.ha<sup>-1</sup> na biomassa viva, sendo 23,35 Mg.ha<sup>-1</sup> na biomassa aérea (acima do solo) e 3,21 Mg.ha<sup>-1</sup> na biomassa subterrânea (raízes). Considerando o tempo de 7 anos desde o plantio até o momento da mensuração, tem-se um incremento médio anual de 3,79 Mg.ha<sup>-1</sup>, que corresponde a 13,91 MgCO<sub>2</sub>eq.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (Tabela 2).

Parcela	Compartimento aéreo	Compartimento subterrâneo	Compartimento total
1	21,86	3,01	24,86
2	39,60	5,52	45,12
3	28,53	3,94	32,47
4	23,35	3,23	26,58
5	28,82	3,98	32,79
6	32,01	4,39	36,40
7	28,74	3,94	32,68
8	31,99	4,38	36,37
9	30,72	4,21	34,93
10	16,77	2,30	19,07
11	24,48	3,36	27,84
12	18,97	2,60	21,58
13	13,79	1,89	15,69
14	8,70	1,19	9,89
15	23,17	3,18	26,35
16	25,49	3,50	28,98
17	62,52	8,58	71,10
18	43,22	5,93	49,15
19	27,63	3,79	31,42
20	28,75	3,94	32,69
21	23,96	3,29	27,25
22	13,19	1,81	15,00
23	12,69	1,74	14,43
24	25,31	3,47	28,79
25	18,48	2,54	21,02
26	8,30	1,14	9,44
27	13,16	1,80	14,96
28	3,60	0,49	4,09
29	10,14	1,39	11,53



30	12,53	1,72	14,25
<b>Média</b>	<b>23,35</b>	<b>3,21</b>	<b>26,56</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>11,98</b>	<b>1,65</b>	<b>13,63</b>
<b>Coefficiente de Variação %</b>	<b>51,32</b>	51,40	51,33

Tabela 2: Estoque de carbono (Mg.ha<sup>-1</sup>) em plantios de restauração florestal com média de 7 anos de idade

### 3.2 Estocagem de carbono em florestas secundárias

Nas florestas secundárias regeneradas naturalmente, com média teórica de idade de 10 anos, há um estoque de carbono de 32,13 Mg.ha<sup>-1</sup> na biomassa viva, sendo 28,24 Mg.ha<sup>-1</sup> na biomassa aérea (acima do solo) e 3,89 Mg.ha<sup>-1</sup> na biomassa subterrânea (raízes). Considerando o tempo de 10 anos desde início do processo de sucessão secundária até o momento da mensuração, tem-se um incremento médio anual de 4,43 Mg.ha<sup>-1</sup>, que corresponde a 16,23 MgCO<sub>2</sub>eq.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (Tabela 3).

Parcela	Compartimento aéreo	Compartimento subterrâneo	Compartimento total
1	21,86	3,01	24,86
2	39,60	5,52	45,12
3	28,53	3,94	32,47
4	23,35	3,23	26,58
5	28,82	3,98	32,79
6	32,01	4,39	36,40
7	28,74	3,94	32,68
8	31,99	4,38	36,37
9	30,72	4,21	34,93
10	16,77	2,30	19,07
<b>Média</b>	<b>28,24</b>	<b>3,89</b>	<b>32,13</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>6,33</b>	<b>0,88</b>	<b>7,21</b>
<b>Coefficiente de Variação %</b>	<b>22,41</b>	<b>22,67</b>	<b>22,44</b>

Tabela 3: Estoque de carbono (Mg.ha<sup>-1</sup>) em florestas secundárias regeneradas naturalmente com média teórica de idade de 10 anos

### 3.3 Estocagem de carbono em florestas maduras

Segundo a Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (MCTI, 2014), que contém o III Inventário

Brasileiro de Gases de Efeito Estufa e outros gases não controlados pelo Acordo de Montreal, a biomassa total de uma floresta da região Amazônica varia de 312,65 a 390,00 Mg.ha<sup>-1</sup>. Para a fitofisionomia da Floresta Ombrófila Aberta, existem variações dependente de algumas especificidades florísticas e estruturais que são influenciadas por outras variáveis biofísicas, mas a estocagem de biomassa fica restrita a essa amplitude (Tabela 4).

Considerando os teores de carbono determinados em laboratório para florestas secundárias como válidos para as florestas maduras, obtém-se que a variação dos estoques de carbono situa-se entre 138,32 e 172,54 Mg.ha<sup>-1</sup>, com média aritmética de 155,10 Mg.ha<sup>-1</sup>.

Fitofisionomia	Biomassa total (Mg.ha <sup>-1</sup> )	Teor de Carbono (%)	Carbono (Mg.ha <sup>-1</sup> )	Fonte
Floresta Ombrófila Aberta Aluvial	390,00	44,24	172,54	Radam Brasil, MCTI (2014)
Floresta Ombrófila Terras Baixas	349,11	44,24	154,45	Radam Brasil, MCTI (2014)
Floresta Ombrófila Aberta Submontana	312,65	44,24	138,32	Radam Brasil, MCTI (2014)
<b>Média</b>			155,10	

Tabela 4: Estoques de carbono em florestas maduras segundo a literatura

### 3.4 Comparação da estocagem de carbono em diferentes usos do solo

A floresta madura é o uso do solo que estoca mais carbono em comparação aos demais, o que mostra a importância de conservar os remanescentes florestais nativos que contribuem para a manutenção da biodiversidade, além de prestar um serviço ecossistêmico importante que é na remoção de dióxido de carbono da atmosfera. Ao se evitar o desmatamento dessas áreas, evitam-se emissões de gases de efeito estufa.

Em uma faixa intermediária encontram-se os dois sistemas florestais jovens: as florestas secundárias originadas do processo de regeneração natural e os plantios de restauração florestal. Apesar de uma superioridade em termos de estocagem da floresta secundária, é relevante salientar que os plantios de restauração são mais jovens, com média de 7 anos de idade ao passo que as florestas secundárias teriam idade média teórica de 10 anos. Considerando o incremento médio anual em termos de estocagem de carbono,

os plantios de restauração mostraram-se superiores comparativamente às florestas secundárias originadas por abandono de áreas não manejadas. Espera-se, portanto, que os plantios de restauração venham a atingir e superar o montante estocado pelas florestas secundárias nos próximos anos, o que mostra que é fundamental a realização da prática do plantio induzido como uma forma eficaz de restaurar a biodiversidade e incrementar rapidamente os estoques de carbono (Figura 1).

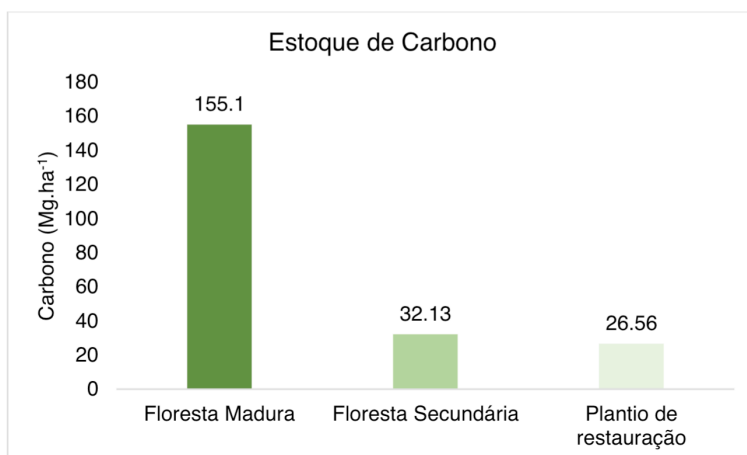


Figura 1: Comparativo entre os diferentes usos do solo na região alvo do projeto

Existe grande potencial de fixação de carbono dos plantios de restauração, que em apenas 7 anos conseguem promover uma grande remoção de CO<sub>2</sub> atmosférico, entre 85 e 90 MgCO<sub>2</sub>eq.ha<sup>-1</sup>, enquanto a floresta secundária capta cerca de 105 e 110 MgCO<sub>2</sub>eq.ha<sup>-1</sup>. Assim, os plantios de restauração florestal são a melhor opção tecnológica para sequestrar carbono e promover a rápida restauração do ecossistema, pois além da introdução imediata de espécies raras e endêmicas, o que não se verifica de imediato nas florestas secundárias, também promove uma rápida estocagem de carbono.

Considerando o ritmo atual de crescimento dos plantios de restauração, estima-se que em poucas décadas o estoque de carbono da floresta atingirá valores próximos da floresta madura. Portanto, a forma mais eficaz de restaurar os ecossistemas naturais via carbono (inclusive biodiversidade) é o plantio de restauração.

Rondônia foi alvo de intenso processo de antropização nas últimas décadas, o que promoveu emissões de gases de efeito estufa para a atmosfera em grandes volumes. É, portanto, fundamental proteger os remanescentes nativos e promover a restauração via plantios mistos, com espécies nativas do ecossistema, incluindo espécies que gerem renda. Os projetos de restauração florestal executados pelo Centro de Estudos Rioterra e Ação Ecológica Guaporé exercem papel fundamental nesse sentido, o que ficou demonstrado através deste estudo de quantificação de carbono.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A forma mais eficaz de promover a restauração florestal e recuperar os ecossistemas degradados é realizar o plantio de mudas com espécies autóctones, mesclando espécies de diferentes estádios sucessionais, como realizado pelo Centro de Estudos RIOTERRA e Ação Ecológica Guaporé;
- Florestas naturais, maduras ou secundárias, contribuem com a estocagem de carbono. Elas precisam ser protegidas para evitar o desmatamento e emissões de gases de efeito estufa;
- Não basta apenas proteger as florestas naturais da ação do desmatamento, ações diretas de restauração florestal via plantio de mudas são cruciais para recuperar os ecossistemas degradados nas propriedades rurais.

## AGRADECIMENTOS

Ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES através do Fundo Amazônia.

## REFERÊNCIAS

ECOPORÉ – Ação Ecológica Guaporé. **Relatório Panorama de resultados do projeto Viveiro Cidadão**. 2019.

HOLL, K. D.; KAPPELLE, M. Tropical forest recovery and restoration. **Trends in Ecology and Evolution**. V. 14, n. 10, p. 378-379, 1999.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **PRODES - Monitoramento de Floresta Amazônica por Satélite**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. *Relatório de referência – setor uso da terra, mudança do uso da terra e florestas*. **Terceiro inventário brasileiro de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa**. Brasília. 2014.

PAN, Y.; RICHARD, A.; PEKKA, E.; WERNER, A.; OLIVER, L.; SIMON, L.; et al. A large and persistent carbon sink in the world's forests. **Science**, v. 80, p. 988-993, 2011.

PARROTA, J. A. Secondary Forest regeneration on degraded tropical lands: the role of plantations as "foster ecosystems". In: Lieth, H.; Lohmann, M. (Ed.) **Restoration of tropical forest ecosystems**. The Hague: Kluwer Academic, 1993

RIOTERRA - Centro de Estudos da Cultura e do Meio Ambiente da Amazônia. **Relatório Anual 2019**. 2020. Disponível em: <<http://rioterra.org.br/pt/sobre/>>. Acesso em: 14 ago. 2020.

SANQUETTA, C.R. et al. **Inventários Florestais: planejamento e execução**. 3ª Ed. 2014. 406 p.

SILVEIRA, P.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. O Estado Da Arte Na Estimativa De Biomassa E Carbono Em Formações Florestais. **Floresta**. v. 38, n. 1, p. 185–206, 2008.

TORIOLA, D.; CHAREYRE, P.; BUTTLER, A. Distribution of a primary forest plant species in a 18° year old secondary forest in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v.14, n. 3, p. 323-340, 1998.

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



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



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



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

# **A Produção do Conhecimento na Engenharia Florestal**

 **Atena**  
Editora

**Ano 2020**

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

# **A Produção do Conhecimento na Engenharia Florestal**