



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^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 11

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

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 21/07/2020

Girlene da Silva Cruz

Universidade do Estado de Santa Catarina.
Lages, Santa Catarina.
<http://lattes.cnpq.br/7126687497486027>

Bruno Rafael Silva de Almeida

Universidade do Estado de Santa Catarina.
Lages, Santa Catarina.
<http://lattes.cnpq.br/2655441279590232>

Bruno de Almeida Lima

Universidade do Estado de Santa Catarina.
Lages, Santa Catarina.
<http://lattes.cnpq.br/7668250147759195>

Lucas Cunha Ximenes

Universidade Federal do Oeste do Pará.
Santarém, Pará.
<http://lattes.cnpq.br/0879648522574450>

Talita Godinho Bezerra

Universidade Federal do Oeste do Pará.
<http://lattes.cnpq.br/4945814991752068>

João Ricardo Vasconcellos Gama

Universidade Federal do Oeste do Pará.
Laboratório de Ecossistemas Amazônicos.
Santarém, Pará.
<http://lattes.cnpq.br/9058536716453750>

RESUMO: O objetivo deste capítulo foi avaliar o ajuste de modelos volumétricos com base em dados de romaneio para a espécie *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier na Floresta Nacional do Tapajós. Os dados são provenientes de inventário 100% e romaneio das espécies na Unidade de Produção Anual 11, que foi manejada no ano de 2016. Foram selecionadas 1.872 árvores com DAP \geq 50 cm e ajustados oito modelos volumétricos para a espécie. Como critérios de seleção da melhor equação avaliou-se o coeficiente de determinação ajustado, erro padrão da estimativa, significâncias dos parâmetros pelo teste t a 95% de probabilidade, critério de informação de Akaike, critério de informação Bayesiano, valor de F da análise de variância, distribuição gráfica e histogramas de resíduos. Para a validação da melhor equação, foram comparados os volumes estimados e os reais, pelo teste de Qui quadrado a 95% de probabilidade. O modelo de Schumacher Hall apresentou os melhores resultados para os parâmetros de precisão avaliados, com VIF inferior a 10, R^2_{aj} de 84,32%, $Sy.x\%$ de 18,69%, AIC e BIC de 5.468,70 e 5.490,84 respectivamente. Ao avaliar os histogramas de resíduos, foi verificada uma leve tendência de superestimar o volume da espécie. A equação obtida a partir dos modelos de Schumacher Hall foi a que melhor se ajustou ao conjunto de dados, não havendo diferença significativa entre o volume real e o volume estimado para a espécie *Manilkara huberi* com p (valor) de 0,2394. A equação proveniente do modelo de Schumacher Hall foi selecionada para estimar a volumetria da espécie na área de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Dendrometria, Manejo Florestal, Volumetria.

EVALUATION OF THE VOLUMETRIC ESTIMATE FOR *Manilkara huberi* (DUCKE) CHEVALIER IN THE TAPAJOS NATIONAL FOREST

ABSTRACT: The purpose of this chapter was to evaluate the fit of volumetric models based on packing data for the species *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier in the Tapajos National Forest. The data come from a 100% inventory and list of species at the Annual Production Unit 11, which was managed in 2016. 1,872 trees with DBH \geq 50 cm were selected and eight volumetric models for the species were adjusted. As criterion for selecting the best equation, the adjusted determination coefficient, standard error of the estimate, significance of the parameters by the t test at 95% probability, Akaike information criterion, Bayesian information criterion, F value of the analysis of variance were evaluated, graphical distribution and waste histograms. In order to validate the best equation, estimated and actual volumes were compared using the Chi-square test at 95% probability. The Schumacher Hall model presented the best results for the evaluated precision parameters, with VIF less than 10, R^2_{aj} of 84.32%, $Sy.x\%$ of 18.69%, AIC and BIC of 5.468,70 and 5.490,84 respectively. When evaluating the residue histograms, there was a slight tendency to overestimate the volume of the species. The equation obtained from Schumacher Hall models was the one that best fitted the data set, with no significant difference between the actual volume and the estimated volume for the species *Manilkara huberi* with p (value) of 0.2394. The equation from the Schumacher Hall model was selected to estimate the volumetry of the species in the study area.

KEYWORDS: Dendrometry, Forest management, Volumetry.

1 | INTRODUÇÃO

As técnicas de exploração de impacto reduzido proporcionadas pelo manejo florestal constituem-se como uma alternativa sustentável para o suprimento de madeira, pois além de ser uma estratégia eficiente na conservação da floresta amazônica (EDWARDS et al., 2014), também proporciona a retenção de grande parte dos estoques de carbono, da biodiversidade das florestas (PUTZ et al., 2012) e ainda gera emprego e renda (BLASER et al., 2011).

Este tipo de manejo requer estimativas do estoque de crescimento das espécies, as quais geralmente são expressas em termos de volume de madeira (AKINDELE; LEMAY, 2006). Além disso, o volume é considerado uma importante medida dendrométrica para a análise da viabilidade do manejo florestal na Amazônia, uma vez que fornece informações quantitativas da floresta que auxiliam no processo de tomada de decisão, subsidiando o planejamento e o ordenamento florestal (SILVA JÚNIOR, 2009; SANTOS et al., 2012; BARRETO et al., 2014).

A legislação brasileira exige o uso de uma equação local para estimar o volume de árvores em pé a partir do segundo POA (Plano Operacional Anual) de uma UMF (Unidade de Manejo Florestal), estabelecendo parâmetros para a regulação da produção pelo PMFS (Plano de Manejo Florestal Sustentável) e a determinação obrigatória do estoque

volumétrico por meio de medições dendrométricas (BRASIL, 2006; BRASIL, 2009). No entanto, esses instrumentos legais não impõem um método específico para o ajuste de equações volumétricas (LEÃO et al., 2020).

A abundância de espécies florestais na Amazônia afeta a forma das árvores, conferindo diversas peculiaridades, o que dificulta o emprego de fatores de forma e equações de volume (FIGUEIREDO FILHO, 1983). A heterogeneidade pronunciada na composição de espécies, até mesmo dentro de uma pequena área, constitui um importante desafio no desenvolvimento de funções de volume para florestas tropicais naturais, em que o ajuste de equações específicas é uma das principais formas de contornar essa dificuldade (AKINDELE; LEMAY, 2006), pois eleva a precisão das estimativas de volume (CYSNEIROS et al., 2017).

Dentre as espécies comerciais, a *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier merece destaque por ser uma das espécies arbóreas amazônicas mais difundidas, além de que devido à sua madeira muito dura e resistente, tem sido um alvo preferido de colheita seletiva pela indústria madeireira (AZEVEDO et al., 2007). Sendo assim, faz-se necessário estabelecer estimativas volumétricas sobre esta espécie para se obter parâmetros mais precisos e subsidiar ações para seu manejo.

Com isto, o objetivo deste capítulo foi avaliar o ajuste de modelos volumétricos com base em dados de romaneio para a espécie *Manilkara huberi* na Floresta Nacional do Tapajós.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O trabalho foi realizado na Floresta Nacional do Tapajós, Unidade de Conservação (UC) Federal criada pelo decreto nº 73.683 de fevereiro de 1974, no Estado do Pará, Brasil, entre os paralelos de 2° 45' e 4° 10' de latitude sul e entre os meridianos de 54° 45' e 55° 30' de longitude oeste (ESPÍRITO-SANTO et al., 2005). Esta UC detém uma área de aproximadamente 527 mil hectares destinados ao uso sustentável dos recursos naturais que, atualmente, está sob jurisdição do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (ANDRADE et al., 2015; FURTADO NETO et al., 2019).

A área de estudo está mais precisamente localizada no município de Belterra – PA, a 117 km da cidade Santarém – PA, considerando o sentido inverso da Rodovia BR 163 (Figura 1). O clima da região é do tipo Am, segundo a classificação de Köppen-Geiser, isto é, tropical úmido, com uma estação seca de dois a três meses por ano e precipitação anual em torno de 2.110 mm (OLIVEIRA, et al., 2005; ALVARES et al., 2014). A área abrange uma vegetação do tipo Floresta Ombrófila Densa, sustentada por solos predominantemente Latossolo Amarelo Distrófico (IBAMA, 2004).

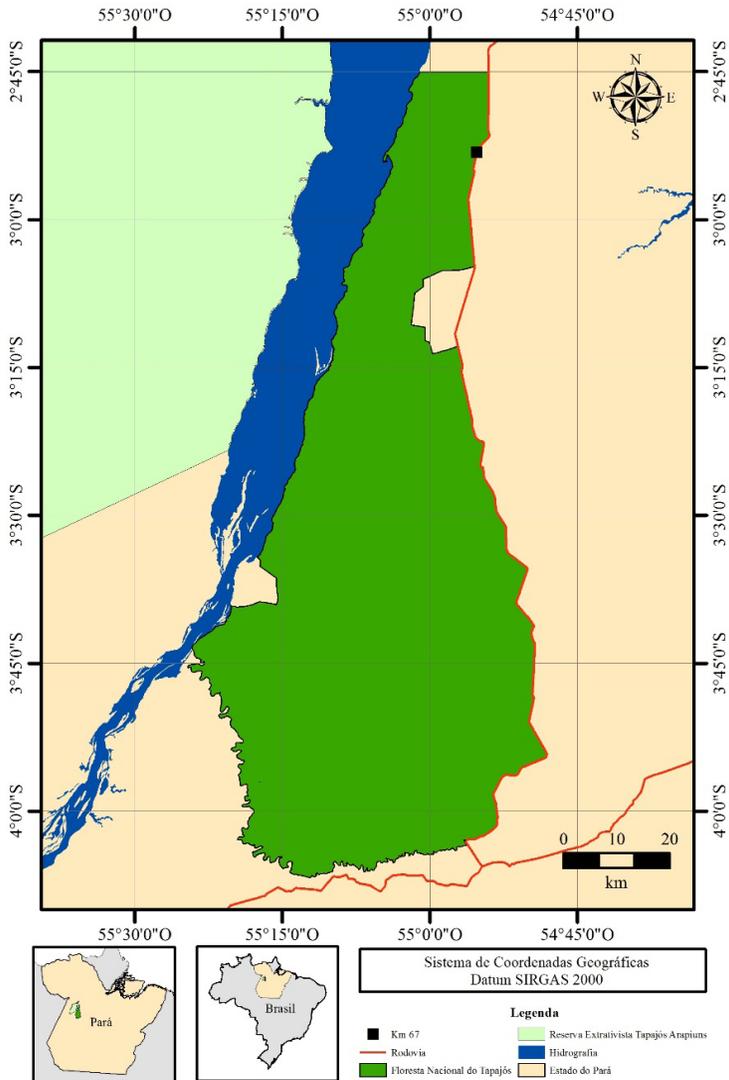


Figura 1. Localização da Floresta Nacional do Tapajós, Estado do Pará, Brasil.

2.2 Coleta de Dados

Os dados utilizados neste trabalho são provenientes do inventário florestal 100% e da cubagem rigorosa (romaneio) da Unidade de Produção Anual (UPA) 11, manejada pela Cooperativa Mista da Flona do Tapajós (COOMFLONA) no ano de 2016, na Floresta Nacional do Tapajós. Desde 2006, a COOMFLONA atua na UC, gerando renda às comunidades tradicionais locais por meio do manejo dos recursos florestais (GOMES et al., 2018).

Foram selecionados 2.065 árvores-amostra da espécie *Manilkara huberi* (Ducke.) Chevalier com diâmetro à altura do peito (DAP, convencionado a 1,30 m do solo) a partir de 50 cm. A amostra utilizada foi cubada rigorosamente pelo método de Smalian, onde cada árvore foi seccionada em tamanhos que variaram de 4 a 7 metros, atendendo a metodologia de Silva-Ribeiro et al. (2014) utilizada pela COOMFLONA. Neste método, a soma dos comprimentos das toras seccionadas corresponde à altura comercial de cada árvore.

2.3 Análise de Dados

Foram ajustados oito modelos volumétricos, conforme descritos na Tabela 1.

Nº	Autor	Modelo
1	Schumacher Hall logaritimizado	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 * (\ln dap) + \beta_2 * (\ln hc) + \varepsilon$
2	Spurr logaritimizados	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 * (\ln dap^2 * hc) + \varepsilon$
3	Husch	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 * (\ln dap) + \varepsilon$
4	Meyer	$v = \beta_0 + \beta_1 * (dap) + \beta_2 * (dap^2) + \beta_3 * (dap * hc) + \beta_4 * (dap^2 * hc) + \beta_5 * (hc) + \varepsilon$
5	Stoate	$v = \beta_0 + \beta_1 * (dap^2) + \beta_2 * (dap^2 * hc) + \beta_3 * (dap * hc) + \beta_4 * (hc) + \varepsilon$
6	Hohenald – Krenn	$v = \beta_0 + \beta_1 * (dap) + \beta_2 * (dap^2) + \varepsilon$
7	Brenac	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 * (\ln dap) + \beta_2 * (1/dap) + \varepsilon$
8	Spurr variável combinada	$v = \beta_0 + \beta_1 * (dap^2 * hc) + \varepsilon$

Tabela 1. Modelos volumétricos que foram testados para o ajuste das equações da Floresta Nacional do Tapajós-PA.

Em que: dap: diâmetro à altura do peito, em cm; hc: altura comercial obtida a partir da soma dos comprimentos das toras, em m; ln: logaritmo neperiano; β_i : parâmetros da regressão; ε_i : erro aleatório.

Para a seleção da melhor equação analisou-se o coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), erro padrão da estimativa ($Sy.x\%$), critério de informação de Akaike, critério de informação Bayesiano, valor de F da análise de variância, significância dos coeficientes pelo teste “t” a 95% de probabilidade e análise gráfica e histogramas de resíduos. Para modelos logaritimizados as estimativas foram recalculadas pelo fator de Meyer (FM). Para modelos que apresentam transformação logaritmo na base 10 e o logaritmo natural, não é suficiente aplicar o antlog, sendo necessário o cálculo do Fator de Meyer para minimizar as discrepâncias logarítmicas (SILVA; CORTE; SANQUETTA, 2011).

A multicolinearidade foi avaliada por meio do fator de inflação da variância (VIF) para todos os modelos que apresentam mais de uma variável independente. Caso o valor de $VIF \geq 10$ significa que o modelo apresenta multicolinearidade problemática, sendo aconselhável a não utilização dos mesmos.

2.4 Validação da melhor equação

Para realizar a validação da melhor equação foram selecionadas 208 árvores, 10% do banco de dados, que não fizeram parte dos ajustes dos modelos volumétricos. Após a seleção da equação, foram comparados o volume estimado e o volume real, obtido no romaneio de toras, pelo teste de Qui-quarado a 95% de probabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão descritos a síntese dos resultados para os ajustes dos oito modelos volumétricos. Em relação a significância dos coeficientes, apenas os modelos Meyer e Brenac apresentaram coeficientes não significativos de acordo com o teste t a 95% de probabilidade. Ao analisar os resultados do fator de inflação da variância dos modelos foi verificado que as equações provenientes dos modelos de Meyer, Stoate, Hohenald Krenn e Brenac apresentaram valores de VIF superiores a 10, demonstrando a existência de multicolinearidade problemática, sendo indicado a não utilização dessas equações, pois os valores dos coeficientes não são confiáveis.

A presença de elevado valor de VIF para os modelos de Meyer, Stoate e Hohenald – Krenn foram observados em estudos desenvolvidos Oliveira et al. (2017), Cruz et al. (2019b), sendo que os autores associaram estes resultados a alta correlação entre as variáveis independentes. Para Ferreira (2009) a presença de multicolinearidade problemática afetada de forma significativa nos valores dos coeficientes obtidos na regressão, podendo gerar estimativas não condizentes com a realidade.

Os resultados de R^2_{aj} e $S_{y,x\%}$ variaram entre 74,24 à 84,32% e 23,95 à 18,69% respectivamente. O modelo de Schumacher Hall (1) apresentou os melhores resultados de todos os parâmetros de precisão avaliado, com valor de R^2_{aj} de 84,32%, menores valores de $S_{y,x\%}$, critério de informação de Akaike e critério de informação Bayesiano, sendo 18,69%, 5,468,70 e 5,490,84 respectivamente.

Ao longo dos anos, diversos autores vêm demonstrando melhores resultados de modelos de dupla entrada apresentam resultados mais precisos quando comparados aos de simples entrada (CYSNEIROS et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2017; CRUZ et al., 2019a; CRUZ et al., 2019b; SANTOS et al., 2019).

Mod.		Coeficientes	VIF	FM	R ² aj, (%)	Sy,x (%)	AIC	BIC	F
1	β_0	-8,79416 [†]	-						
	β_1	1,88544 [†]	1,03	1,01	84,32	18,69	5.468,70	5.490,84	5.409,84
	β_2	0,79358 [†]	1,03						
2	β_0	-8,85148 [†]	-						
	β_1	0,90846 [†]	-	1,01	84,14	18,79	5.488,23	5.504,84	10.518,31
3	β_0	-6,98534 [†]	-						
	β_1	2,02606 [†]	-	1,02	74,24	23,95	6.395,83	6.412,43	6.050,33
4	β_0	-2,45528 ^{ns}	-	-					
	β_1	0,05323 ^{ns}	2286,50	-					
	β_2	-0,00001 ^{ns}	2235,36	-					
	β_3	0,00191 ^{ns}	4756,89	-	84,72	18,44	5.422,73	5.461,46	9.186,35
	β_4	0,00002 ^{ns}	2908,31	-					
	β_5	-0,02678 ^{ns}	506,03	-					
5	β_0	-1,02143 [†]	-	-					
	β_1	0,00041 [†]	30,01	-					
	β_2	0,00003 [†]	39,78	-	84,38	18,64	5.461,25	5.488,92	8.925,81
	β_3	0,07406 [†]	6,50	-					
6	β_0	-4,32175 [†]	-	-					
	β_1	0,11979 [†]	69,72	-	75,12	23,53	6.331,62	6.353,76	5.642,57
	β_2	0,00026 [†]	69,72	-					
7	β_0	-0,37263 ^{ns}	-						
	β_1	0,77812 [†]	80,50	1,02	75,14	23,53	6.331,07	6.353,20	2.823,28
	β_2	-90,17086 [†]	80,50						
8	β_0	0,71662 [†]	-	-					
	β_1	0,00004 [†]	-	-	83,89	18,94	5.517,27	5.533,87	9.739,35

Tabela 2. Parâmetros de precisão das equações genéricas, na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará.

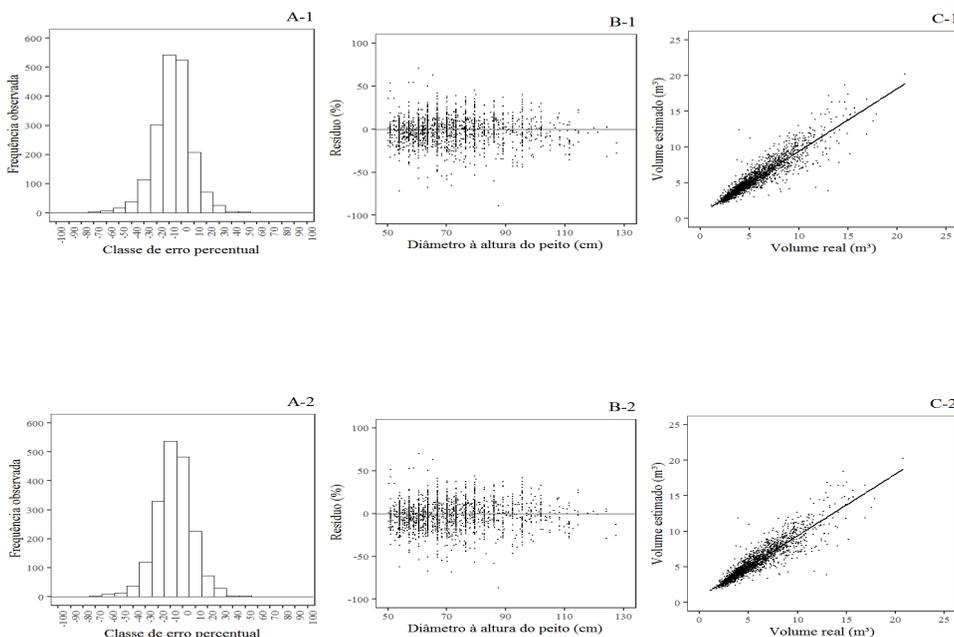
Em que: Mod. = modelo estatístico ajustado; β_i = coeficientes da regressão; FM= fator de correção de Meyer; R²aj%= coeficiente de determinação ajustado em porcentagem; Sy.x% = erro padrão da estimativa em porcentagem; AIC = critério de informação Akaike; BIC = critério de informação Bayesiano; F = valor de F da análise de variância; [†] = coeficiente significativo de acordo com o teste t à 95% de probabilidade; ^{ns} = coeficiente não significativo de acordo com o teste t à 95% de probabilidade; 1 = Schumacher Hall logaritmizado; 2 = Spurr logaritmizados;

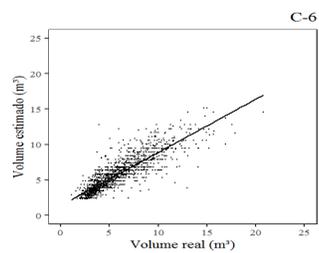
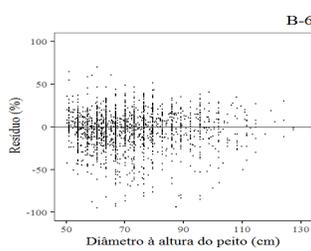
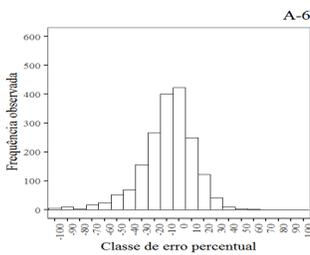
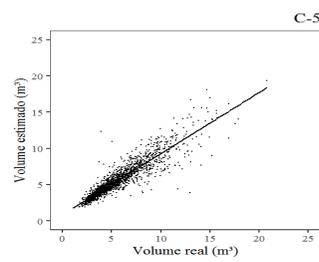
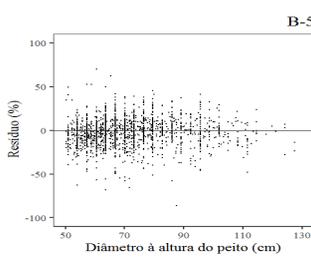
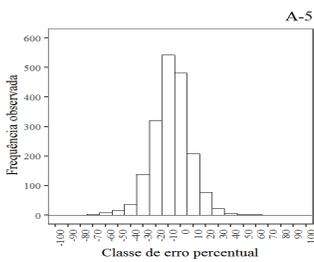
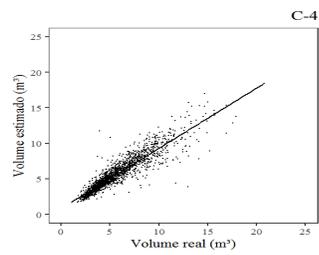
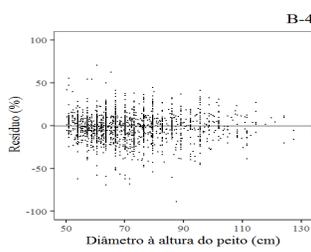
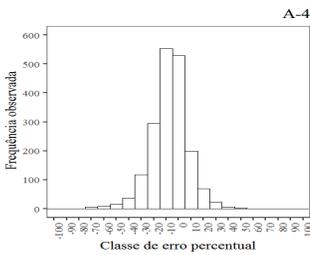
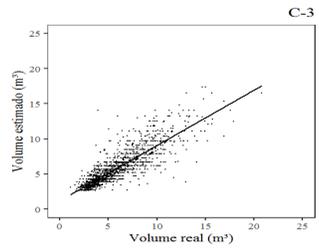
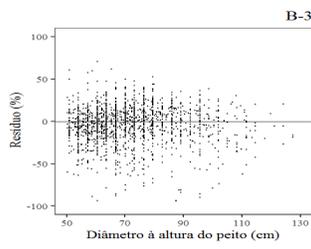
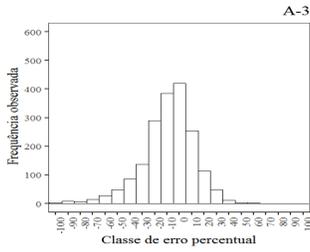
3 = Husch; 4 = Meyer; 5 = Stoate; 6 = Hohenald – Krenn; 7 = Brenac; 8 = Spurr variável

combinada.

Santos et al. (2019) ao ajustarem modelos volumétricos para espécies do gênero *Manilkara* na Floresta Nacional do tapajós observaram que o modelo de Spurr logaritimizado gerou os melhores resultados quando comparado aos demais. Já Silva-Ribeiro et al. (2014) ao ajustarem modelos volumétricos para a espécie na mesma área de estudo, observaram que as equações provenientes dos modelos de Spurr e Schumacher Hall foram os mais precisos neste estudo.

A análise da distribuição gráfica e histogramas de resíduos é importante para verificar se as equações apresentam algum tipo de tendenciosidade seja de sub ou superestimar a variável de interesse. No presente estudo é possível observar que o modelo de Schumacher Hall apresentou leve tendência a superestimar o volume da espécie, conforme é observado na Figura 2. Na distribuição gráfica de resíduos para a equação proveniente do modelo de Schumacher Hall (Figura 2) houve a concentração de resíduos entre $\pm 50\%$. Ao analisar a distribuição gráfica de resíduos dos demais modelos avaliados, foram observados que modelos superestimaram a variável independente da espécie.





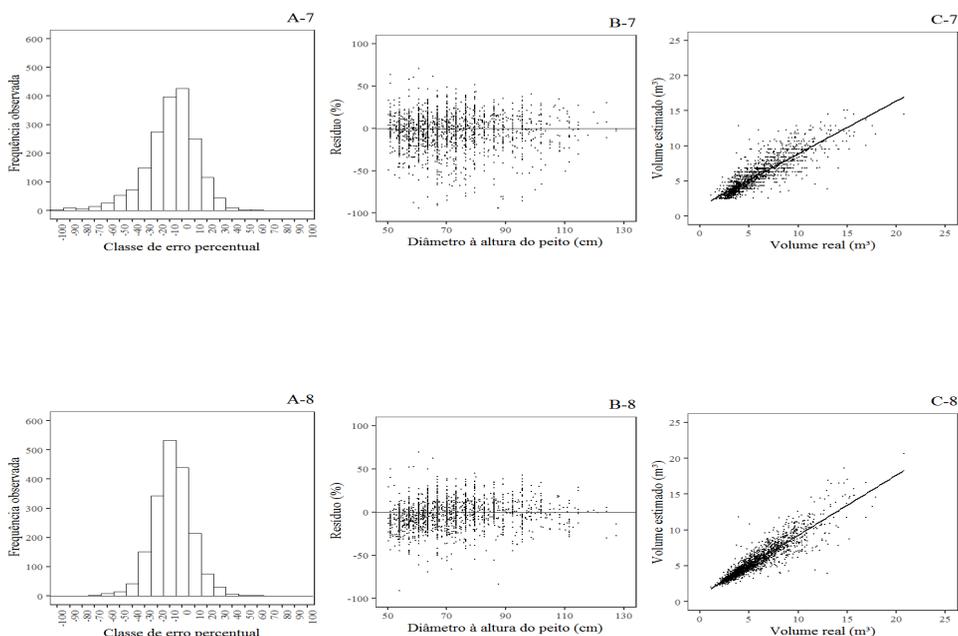


Figura 2. Análise gráfica proveniente dos ajustes dos modelos volumétricos para a espécie *M. huberi*, na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará. Em que: 1: Schumacher Hall logaritimizado; 2: Spurr logaritimizado; 3: Husch; 4: Meyer; 5: Stoate; 6: Hohenald – Krenn; 7: Brenac; 8: Spurr variável combinada; A: histograma de resíduos; B: distribuição gráfica dos resíduos; C: volume observado em função do volume estimado.

3.5 Validação da melhor equação

Ao comparar o volume real obtido na cubagem rigorosa com volume estimado pela equação proveniente do modelo de Schumacher Hall, foi verificado que não existem diferenças significativas de acordo com teste Qui quadrado a 95% de probabilidade, com p-valor de 0,2394, sendo esta equação validada para a estimar o volume da espécie na Flona do Tapajós.

4 | CONCLUSÃO

A equação proveniente do modelo de Schumacher Hall logaritimizado foi selecionada para prever o volume da espécie. A equação $\ln(v) = -8,79416 + 1,88544 * \ln(dap) + 0,79358 * \ln(hc)$ é válida para estimar o volume de *Manilkara huberi* na área de estudo.

REFERÊNCIAS

- AKINDELE, S. O.; LEMAY, V. M. Development of tree volume equations for common timber species in the tropical rain forest area of Nigeria. **Forest Ecology and Management**, v. 226, p. 41–48, 2006.
- ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, 711–728, 2014.
- ANDRADE, D. F. et al. Inventário florestal de grandes áreas na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Amazônia, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá – AP, v. 5, n. 1, p. 109-115, 2015.
- AZEVEDO, V. C. R. et al. Genetic structure and mating system of *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev., a heavily logged Amazonian timber species. **Journal of Heredity**, v. 98, p. 646-654, 2007.
- BARRETO, W. F. et al. Equação de volume para apoio ao manejo comunitário de empreendimento florestal em Anapu, Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo – PR, v. 34, p. 321-329, 2014.
- BLASER, J. Status of Tropical Forest Management. **ITTO Technical Series**, Yokohama – Japan, n. 38, 2011..
- BRASIL. **Instrução Normativa n.º 5 de 11 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre os procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, treze de dezembro de 2006.
- BRASIL. **Resolução Conama n.º 406, de 02 de fevereiro de 2009**. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. Diário Oficial da União, Brasília, DF, seis de fevereiro de 2009.
- CRUZ, G.S. et al. Eficiência da estimativa volumétrica para *Goupia glabra* em uma área de manejo florestal na Amazônia brasileira. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá - MT, v. 6, n. 2, p. 681-690, 2019a.
- CRUZ, G.S. et al. Ajuste e avaliação na estimativa volumétrica para *Lecythis lurida* (Miers) S.A. Mori em uma área de manejo florestal. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá - MT, v. 6, n. 1, p. 549 – 554, 2019b.
- CYSNEIROS, V. C. et al. Modelos genéricos e específicos para estimativa do volume comercial em uma floresta sob concessão na Amazônia. **Scientia Forestalis**, Piracicaba - SP, v. 45, n. 114, p. 295-304, 2017.
- EDWARDS, D. P. et al. Maintaining ecosystem function and services in logged tropical forests. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 29, n. 9, p. 511–20, 2014.
- ESPÍRITO-SANTO, F. D. B. et al. Análise da composição florística e fitossociológica da Floresta Nacional do Tapajós com apoio geográfico de imagens de satélites. **Acta Amazonica**, Manaus – AM, v. 35, n. 2, p. 155-173, 2005.

FERREIRA, M. Z. **Modelagem da influência de variáveis ambientais no crescimento e na produção de Eucalyptus sp.** 2009. 101 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2009.

FIGUEIREDO FILHO, A. **Estudos de modelos matemáticos para estimar o volume por unidade de área em uma floresta tropical úmida na Amazônia brasileira.** 1983. 176 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba -PR, 1983.

FURTADO NETO, A. T. et al. Produção e Fluxo de Metano na Floresta Nacional do Tapajós. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos -SP, v. 34, n. 4, p. 585-596, 2019.

GOMES, K. M. A. et al. Eficiência na estimativa volumétrica de madeira na Floresta Nacional do Tapajós. **Nativa**, Sinop-MT, v.6, n. 2, p. 170- 176, 2018.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Floresta Nacional do Tapajós - Plano de Manejo.** IBAMA, Belterra, Pará, 2004. 373p.

LEÃO, F. M. et al. Comparison of different methods of measuring tree volumes in the municipality of Anapu, Pará, Brazil. **Floresta**, Curitiba -PR, v. 50, n. 3, p. 1457-1466, 2020.

OLIVEIRA, L. C. et al. Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais na composição florística e diversidade de espécies em uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, n. 69, p.62-76, 2005.

OLIVEIRA, R.C.A.; RODE, R.; GAMA, J.R.V.; ALMEIDA, E.C. Equações volumétricas para *Couratari stellata* A.C Smith (Tauari) na Floresta Nacional do Tapajós. **Nativa**, Sinop-MT, v. 5, n. 2, p. 138-144, 2017.

PUTZ, F. E. et al. Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable. **Conservation Letters**, v. 5, p. 296–303, 2012.

SANTOS, A. T. DOS; MATTOS, P. P. DE; BRAZ, E. M.; ROSOT, N. C. Equação de volume e relação hipsométrica em plantio de *Ocotea porosa*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo - PR, v. 32, n. 69, p. 13-21, 2012.

SANTOS, M.F. et al. Eficiência de equações volumétricas para *Manilkara* spp. em floresta manejada na Amazônia Oriental. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 5, p. 621-628, 2019.

SILVA JÚNIOR, A. T. **Equação de volume e fator de forma para árvores de Schizolobium parahyba var. Amazonicum (Huber ex Ducke) Barneby (Paricá) no município de Aurora do Pará.** 2009. 09 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém- PA, 2009.

SILVA, F.; CORTE, A.P.D.; SANQUETTA, C.R. Equações de afilamento para descrever o volume total do fuste de *Pinus caribaea* var. hondurensis na região do Triângulo Mineiro. **Scientia Forestalis**, Piracicaba -SP, v. 39, p. 367-376, 2006.

SILVA-RIBEIRO, R. B.; GAMA, J. R. V.; MELO, L. O. Seccionamento para cubagem e escolha de equações de volume para a Floresta Nacional do Tapajós. **Cerne**, Lavras -MG, v. 20, n. 4, p. 605-612, 2014.

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