



A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias 4

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Hosana Aguiar Freitas de Andrade
Nítalo André Farias Machado
(Organizadores)

 **Atena**
Editora
Ano 2019



A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias 4

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Hosana Aguiar Freitas de Andrade
Nítalo André Farias Machado
(Organizadores)

 **Atena**
Editora
Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
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. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
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
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
F138	A face multidisciplinar das ciências agrárias 4 [recurso eletrônico] / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Hosana Aguiar Freitas de Andrade, Nítalo André Farias Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-888-5 DOI 10.22533/at.ed.885192312 1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da. II. Andrade, Hosana Aguiar Freitas de. III. Machado, Nítalo André. IV. Série. CDD 630
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Nos primórdios do desenvolvimento da agricultura, os recursos naturais disponíveis propiciaram o surgimento das atividades agropecuárias, e desta forma, a necessidade de atuação dos profissionais de ciências agrárias tornou-se consolidada. Durante séculos, novos conhecimentos foram adquiridos, fundamentados teoricamente sobre as práticas agrícolas, conduzindo ao aperfeiçoamento do processo produtivo de acordo com a evolução da sociedade.

Diante do atual cenário, a obra “A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias” em seus volumes 3 e 4 engloba respectivamente 24 e 27 capítulos capazes de possibilitar ao leitor a experiência de ampliar o conhecimento sobre a economia e sociologia no campo, conservação pós-colheita, tecnologia de alimentos, produção vegetal, qualidade de produtos agropecuários, metodologias de ensino e extensão nas escolas, epidemiologia e cadeia produtiva da produção animal.

Em virtude da pluralidade existente desta grande área, os trabalhos apresentados abordam temas de expressiva importância as questões sociais e econômicas do Brasil. E, portanto, evidenciamos profunda gratidão pelo empenho dos autores, que em conjunto, contribuíram para o desenvolvimento e formação deste e-book.

Espera-se, agregar ao leitor, conhecimentos sobre a multidisciplinaridade das ciências agrárias, de modo a atender as crescentes demandas por alimentos primários e transformados, preservando o meio ambiente para às gerações futuras.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Hosana Aguiar Freitas de Andrade
Nítalo André Farias Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A DESTINAÇÃO DE RECURSOS ORÇAMENTÁRIOS PARA POLÍTICAS PÚBLICAS E INOVAÇÃO NO ÂMBITO DO AGRONEGÓCIO NO MUNICÍPIO DE ANCHIETA – ES NO PERÍODO DE 2013 A 2017	
César Albenes de Mendonça Cruz Denise Ferreira Pinto Paterlini Eliaidina Wagner Oliveira da Silva Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva Marcelo Plotegher Campinhos Maria José Coelho dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.8851923121	
CAPÍTULO 2	16
APLICAÇÃO DA MATRIZ SWOT PARA IDENTIFICAR FRAQUEZAS INTERNAS POTENCIAIS DE UMA LOJA DE PRODUTOS AGROPECUÁRIOS NO SERTÃO CENTRAL DO CEARÁ	
Emanuela Bento de Lima Rildson Melo Fontenele Antonio Geovane de Moraes Andrade José Willamy Ribeiro Marques Cláudio Mateus Pereira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.8851923122	
CAPÍTULO 3	20
APLICAÇÃO DE ADJUVANTES E ULTRASSOM NA EXTRAÇÃO DO AZEITE DE OLIVA	
Diegho Andrade Paz Cássio Delgado Salim Raphael Veloso Gusmão Silva Candice Soares Dias Marcilio Machado Moraes Valéria Terra Crexi	
DOI 10.22533/at.ed.8851923123	
CAPÍTULO 4	31
APLICAÇÃO DE BAGAÇO DE MAÇÃ NA PRODUÇÃO DE BISCOITOS TIPO <i>COOKIES</i>	
Beatriz Cervejeira Bolanho Barros Suelen Pereira Ruiz Herrig Otávio Akira Sakai Keila Fernanda Raimundo Luana Mariani Jorge	
DOI 10.22533/at.ed.8851923124	
CAPÍTULO 5	43
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DE COMPOSTOS NATURAIS FRENTE A CEPAS PADRÃO	
Giovana Hashimoto Nakadomari Lucas Valeiras Gaddini Sheila Rezler Wosiacki	
DOI 10.22533/at.ed.8851923125	

CAPÍTULO 6 50

AVALIAÇÃO DE FORMULAÇÕES DE BISCOITOS COM ADIÇÃO DE FARINHA DE RESÍDUOS DE BANANEIRA E FÉCULA DE MANDIOCA UTILIZANDO PLANEJAMENTO FATORIAL

Isabella Fernanda Camargo Queiroz

Kate Mariane Adensuloye

Mariana Manfroi Fuzinato

DOI 10.22533/at.ed.8851923126

CAPÍTULO 7 62

CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE AMORAPRETA DA CULTIVAR 'TUPY' PRODUZIDAS NO OESTE DE SANTA CATARINA

Cintia Dos Santos Moser

Adriana Lugaresi

Alison Uberti

Felipe Tecchio Borsoi

Clevison Luiz Giacobbo

Margarete Dulce Bagatini

DOI 10.22533/at.ed.8851923127

CAPÍTULO 8 67

CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS BRUTO E AQUOSO DA POLPA E DA CASCA DE PITAYA VERMELHA (*HYLOCEREUS POLYRHIZUS*)

Sandra Machado Lira

Lia Corrêa Coelho

Chayane Gomes Marques

Marcelo Oliveira Holanda

Juliana Barbosa Dantas

Ana Carolina Viana de Lima

Glauber Batista Moreira Santos

Gisele Silvestre da Silva

Fernando Antônio Pinto de Abreu

Ana Paula Dionísio

Guilherme Julião Zocolo

Maria Izabel Florindo Guedes

DOI 10.22533/at.ed.8851923128

CAPÍTULO 9 79

CINÉTICA DA SECAGEM DE AQUÊNIOS DE GIRASSOL

Gustavo Soares Wenneck

Reni Saath

Larissa Leite de Araújo

Camila de Souza Volpato

Danilo Cesar Santi

DOI 10.22533/at.ed.8851923129

CAPÍTULO 10 91

UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE PANIFICAÇÃO NO PROCESSAMENTO DE RAÇÃO ANIMAL PELETIZADA

Lúcia de Fátima Araújo

Emerson Moreira Aguiar

Robson Rogério Pessoa Coelho

João Carlos Taveira

Luiz Eduardo Santiago

DOI 10.22533/at.ed.88519231210

CAPÍTULO 11 101

COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS DA AGRICULTURA FAMILIAR LOCAL NA FEIRA LIVRE DE CAMETÁ, PARÁ

Ana Clara Rodrigues de Sousa Leite
Josiele Pantoja de Andrade
Diego Coelho Leite
Fagner Freires de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.88519231211

CAPÍTULO 12 116

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURAL DE UM FRAGMENTO DE CERRADO *SENSU STRICTO* EM DIANÓPOLIS-TO

Pedro James Almeida Wolney
Luan Bonfim Rosa Teixeira
Tamara Thalia Prolo
Virgílio Lourenço da Silva Neto
Maria Adriana Santos Carvalho
Elismar Dias Batista
Rômulo Quirino de Souza Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.88519231212

CAPÍTULO 13 126

DESAFIOS DA AGRICULTURA FAMILIAR EM PRÓL DA PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA EM TANGARÁ DA SERRA – MT

Regina Maria da Costa
Aparecida de Fátima Alves Lima

DOI 10.22533/at.ed.88519231213

CAPÍTULO 14 139

EL MODELO DE PRODUCCIÓN-DISTRIBUCIÓN-CONSUMO (P-D-C) AGROECOLÓGICO EN EL TERRITORIO

Mónica de Nicola
Maria Elena Díaz Aradas
Adhemar Pascualle
Teresa Questa

DOI 10.22533/at.ed.88519231214

CAPÍTULO 15 154

EN BÚSQUEDA DE UNA ORGANIZACIÓN PRODUCTIVA PARA LOS ARTESANOS DEL BUTIÁ DE SANTA VITÓRIA DO PALMAR (RS), BRASIL

Laura Bibiana Boada Bilhalva
Cristiano Ruiz Engelke

DOI 10.22533/at.ed.88519231215

CAPÍTULO 16 160

ESTIMATIVA DO FILOCRONO E SOMA TÉRMICA DO TRIGO DUPLO PROPÓSITO EM SÃO VICENTE DO SUL

Fernando Saraiva Silveira Júnior
Ivan Carlos Maldaner
Victor Paulo Kloeckner Pires
Marcos Antonio Turchiello
Camila Lima Leocadio
Fabrício Penteadado Carvalho
Willian Luis Castro Vicente

Murilo Brum de Moura
Henrique Shaf Eggers
DOI 10.22533/at.ed.88519231216

CAPÍTULO 17 168

ESTUDO DA CINÉTICA DE ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL REATIVO 5G EM CASCA DE SOJA

Gabriela Souza Alves
Claudinéia Queli Geraldi
Rubén Francisco Gauto

DOI 10.22533/at.ed.88519231217

CAPÍTULO 18 175

INFLUÊNCIA DA EMBALAGEM E AMBIENTE NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE RAMBUTAN (*Nephelium lappaceum* L.)

Brenda Karina Rodrigues da Silva
Artur Vinícius Ferreira dos Santos
Antonia Benedita da Silva Bronze
Sinara de Nazaré Santana Brito
Harleson Sidney Almeida Monteiro
Thayane Ferreira Miranda
Danilo da Luz Melo
Wenderson Nonato Ferreira da Conceição
Meirevalda do Socorro Ferreira Redig
João Almiro Corrêa Soares

DOI 10.22533/at.ed.88519231218

CAPÍTULO 19 186

LA AGRICULTURA FAMILIAR Y SU RELACIÓN CON LOS SISTEMAS EXPERTOS. UNA MIRADA DESDE LA EXTENSIÓN

María Sergia Villaberde
Leandro Sabanes
Amparo Heguiabehere
María Andrea Porporato
Érica Funes

DOI 10.22533/at.ed.88519231219

CAPÍTULO 20 198

LAS POLÍTICAS FORESTALES ARGENTINAS EN LA CONSTITUCIÓN DEL DELTA INFERIOR BONAERENSE COMO REGIÓN FORESTAL

Carlos Javier Moreira

DOI 10.22533/at.ed.88519231220

CAPÍTULO 21 217

MODELOS DE ÁRVORE INDIVIDUAL NA ESTIMATIVA DO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO FLORESTAL

Lorena Oliveira Barbosa
Verônica Satomi Kazama
Anny Francielly Ataíde Gonçalves
Luciano Cavalcante de Jesus França
José Roberto Soares Scolforo

DOI 10.22533/at.ed.88519231221

CAPÍTULO 22 230

O RURAL ENVOLVENDO DIMENSÕES ECONÔMICAS E NÃO ECONÔMICAS: PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DEPENDENTES DAS DINÂMICAS DE ENVOLVIMENTO DAS COMUNIDADES

Cláudio Machado Maia
Mario Riedl
Cláudia Susana Marques Antunes
Ana Laura Vianna Villela
Rosa Salete Alba

DOI 10.22533/at.ed.88519231222

CAPÍTULO 23 244

PERCEPÇÃO DISCENTE DAS METODOLOGIAS DE ENSINO E MONITORIA NA DISCIPLINA DE SUINOCULTURA DO CURSO DE VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

Lina Raquel Santos Araújo
Deborah Marrocos Sampaio Vasconcelos
Ênio Campos da Silva
Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos
Victor Hugo Vieira Rodrigues
Everton Nogueira Silva
José Nailton Bezerra Evangelista

DOI 10.22533/at.ed.88519231223

CAPÍTULO 24 252

PERSPECTIVAS INSTITUCIONAIS DE CONTROLE E FISCALIZAÇÃO DE ALIMENTOS EM SANTA MARIA/RS

Valéria Pinheiro Braccini
Luis Fernando Vilani de Pellegrini
Janaina Balk Brandão

DOI 10.22533/at.ed.88519231224

CAPÍTULO 25 263

PRODUÇÃO DE FERMENTADO ALCOÓLICO A PARTIR DA POLPA DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L. f.)

Marco Antônio de Alcântara Rocha
Wenderson Gomes dos Santos
Douglas Alberto Rocha de Castro

DOI 10.22533/at.ed.88519231225

CAPÍTULO 26 276

SABERES AMBIENTAIS E AGRICULTURA ORGÂNICA: EXPERIÊNCIAS COMPARTILHADAS EM UMA FEIRA AGROECOLÓGICA NA REGIÃO AMAZÔNICA

Mailson Lima Nazaré
Raimundo Paulo Monteiro Cordeiro
Luan Sidônio Gomes
Antonio Sérgio Silva de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.88519231226

CAPÍTULO 27 284

ULTRASOUND EXTRACTION AND FATTY ACID PROFILE OF GRAPE SEED OIL

Rosana Oliveira Ehlers
Helena Brito Machado (in memmoriám)
Jênifer Inês Engelmann
Marcilio Machado Morais
Valéria Terra Crexi

SOBRE OS ORGANIZADORES.....	296
ÍNDICE REMISSIVO	297

MODELOS DE ÁRVORE INDIVIDUAL NA ESTIMATIVA DO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO FLORESTAL

Data de aceite: 11/12/2018

Lorena Oliveira Barbosa

Universidade Federal de Lavras, Departamento
de Ciências Florestais
Lavras - MG

Verônica Satomi Kazama

Universidade Federal do Paraná, Departamento
de Ciências Florestais
Curitiba - PR

Anny Francielly Ataíde Gonçalves

Universidade Federal de Lavras, Departamento
de Ciências Florestais
Lavras - MG

Luciano Cavalcante de Jesus França

Universidade Federal de Lavras, Departamento
de Ciências Florestais
Lavras - MG

José Roberto Soares Scolforo

Universidade Federal de Lavras, Departamento
de Ciências Florestais
Lavras - MG

RESUMO: O crescimento e produtividade das árvores impulsionam a dinâmica de um povoamento florestal e são métricas importantes para atingir com êxito o melhor desenvolvimento das árvores sobre manejo. Desta forma, modelos estatísticos são utilizados no manejo

florestal como ferramentas fundamentais para entendimento e estimativas precisas dessa dinâmica de crescimento e produção florestal ao longo de um determinado período, auxiliando em análise de decisões empresariais. Nas distintas abordagens dos modelos, destacam-se os Modelos de Árvores Individuais (MAI), enfatizados nesta revisão do estado da arte literária sobre o tema. Logo, o estudo teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre os modelos de árvores individuais na estimativa do crescimento e produção florestal. Realizou-se um levantamento na literatura nacional e internacional, dentre os mais clássicos aos mais recentes estudos sobre o assunto. As bases dos periódicos científicos consultados foram: *Web of Science*, *Scielo* (Nacional), *Science Direct*, *Scopus*, *Google Scholar* e *Brazilian Digital Library of Theses*. Foram destacados os conceitos fundamentais e aplicações no manejo florestal. Os modelos de árvores individuais são flexíveis, fornecem informações mais detalhadas e permitem modelar combinações dos fatores bióticos e abióticos que influenciam o crescimento, como competição e água, além da composição de espécies, estrutura do povoamento, dinâmica florestal, diferentes cenários climáticos, regimes de manejo e métodos de regeneração.

PALAVRAS-CHAVE: Inventário Florestal; Modelagem; Modelos empíricos.

INDIVIDUAL TREE MODELS IN ESTIMATING FOREST GROWTH AND PRODUCTION

ABSTRACT: Tree growth and productivity drive the dynamics of a forest stand and are important metrics for successfully achieving the best tree development under management. Thus, statistical models are used in forest management as fundamental tools for understanding and accurate estimates of this dynamics of forest growth and production over a given period, assisting in the analysis of business decisions. In the different approaches of the models, stand out the Individual Tree Models (MAI), emphasized in this review of the state of the art on the subject. Therefore, the study aimed to carry out a literature review on individual tree models to estimate forest growth and yield. A survey was conducted in the national and international literature, from the most classic to the most recent studies on the subject. The bases of the scientific journals consulted were: Web of Science, Scielo (National), Science Direct, Scopus, Google Scholar and Brazilian Digital Library of Theses. Fundamental concepts and applications in forest management were highlighted. Individual tree models are flexible, provide more detailed information, and allow you to model combinations of biotic and abiotic factors that influence growth, such as competition and water, species composition, stand structure, forest dynamics, different climate scenarios, climate change management and methods of regeneration.

KEYWORDS: Forest Inventory; Modeling; Empirical models.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas os estudos do crescimento e produção florestal aumentaram com os avanços computacionais que permitem análise e simulação complexa dos dados (BINOTI; BINOTI; LEITE, 2013; NOVAES et al., 2017). Esse processo resultou em grande variedade de modelos, que diferem quanto aos dados utilizados, a forma de construção e em suas abordagens.

Os modelos de crescimento e produção florestal são agrupados em quatro grupos: 1) os modelos baseados em processos, também chamados de ecofisiológicos, que relacionam o crescimento com variáveis ambientais como luz, temperatura, precipitação e nutrientes; 2) os modelos híbridos que agregam os modelos não processuais com os modelos baseados em processo; 3) modelos para estudos de clareiras, que abrangem toda a dinâmica de regeneração em clareiras e 4) os modelos estatísticos ou empíricos, que são os mais usuais, compostos por equações com coeficientes válidos para as condições específicas em que foram estabelecidos, por isso, sofrem grande influência do banco de dados usado para

o ajuste (CAMPOS; LEITE, 2017; MAESTRI et al., 2013; WEISKITTEL et al., 2011). Esse último é classificado em: (I) modelos em nível de povoamento, (II) modelos de distribuição diamétrica e (III) modelos em nível de árvore em individual.

Os modelos em nível de povoamento estimam o crescimento e a produção a partir das variáveis idade, área basal e sítio, fornecendo informações do povoamento sob condições de manejo específicas. Os modelos de distribuição diamétrica separam as árvores em suas características, como em classes diamétricas, assim estimam a produção volumétrica em classes de diâmetro e por unidade produção, possibilitando a análise detalhada a respeito da estrutura do povoamento e do porte das árvores via simulação de uma série de regimes de manejo (RETSLAFF et al., 2012; SANTOS et al., 2006).

Os modelos de crescimento de árvore individual (MAI) apresentam interação entre o crescimento e a dinâmica estrutural do povoamento com base em um conjunto de sistemas de equações e procedimentos que são utilizados para estimar crescimento e produção de povoamentos florestais, em que a árvore é a unidade básica da modelagem (BURKHART; TOMÉ, 2012; WEISKITTEL et al., 2011). Esse tipo de modelo divide o povoamento florestal em um mosaico de árvores e modelam suas interações como um sistema espaço temporal (WEISKITTEL et al., 2011).

A importância de estudos que tratam dos modelos utilizados para crescimento e produção das árvores são inerentes a melhor compreensão da dinâmica do povoamento florestal e são métricas fundamentais para a observação do sucesso do desenvolvimento das árvores, sobretudo no Brasil. País com indústria de base florestal mundialmente reconhecida pela alta produtividade de suas áreas plantadas, representada pelo volume de madeira produzida por unidade de área ao ano. Esses altos índices só são possíveis devido às características edafoclimáticas do Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, onde se concentra a maior parte das empresas do setor florestal (IBÁ, 2017).

Entre 2016 e 2017, o Brasil alcançou a marca de 7,84 milhões de hectares de árvores plantadas. O setor florestal apresenta contínuo crescimento, devido, exclusivamente ao aumento das áreas com eucalipto, que representam 72% dos plantios, cerca de 5,7 milhões de hectares. A maior parte dos plantios se concentram em Minas Gerais (24%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (15%) (IBÁ, 2017; 2018). O mapa da Figura 1 destaca a distribuição espacial das áreas com florestas plantadas no Brasil.

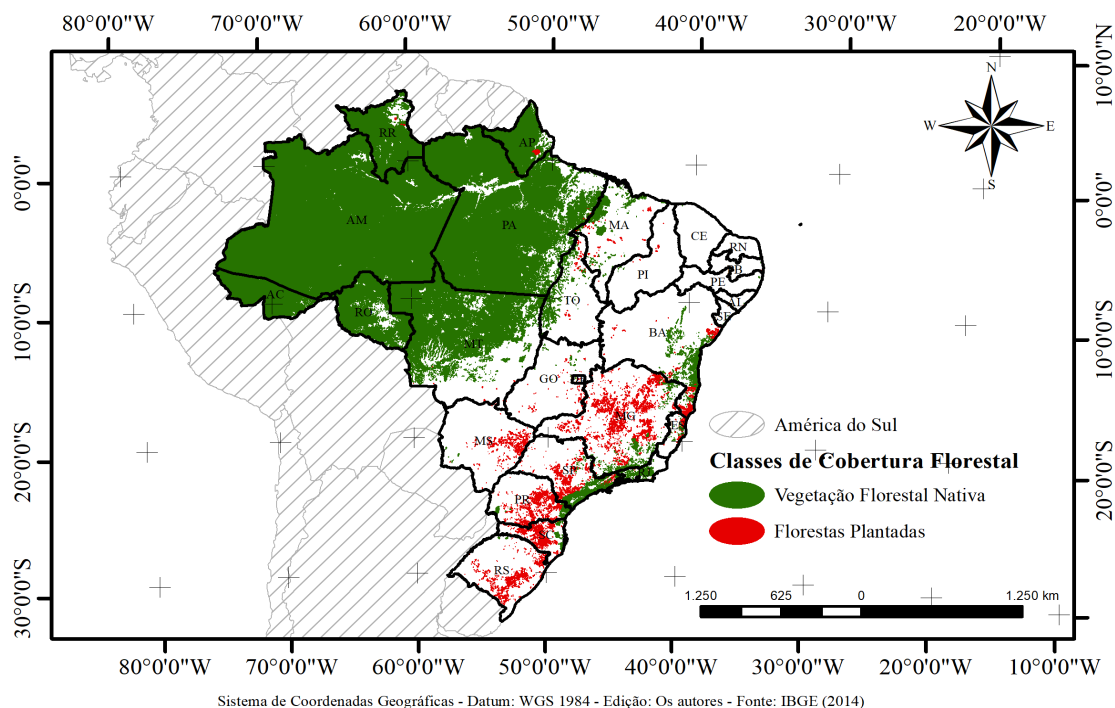


Figura 1. Representação das florestas de produção e florestas de proteção – Mapa de Cobertura e Uso da Terra do Brasil (2014) Escala: 1:1.000.000.

Estudos evidenciam que os três tipos de modelos empíricos propiciam estimativas acuradas da produção e que a escolha do modelo de produção apresenta dependência com os dados, recursos disponíveis e do nível de detalhamento desejado (SCOLFORO, 2006). A busca por informações mais detalhadas sobre crescimento e produtividade das florestas brasileiras aumentou nos últimos anos e com ela a utilização dos modelos de árvore individual. Isso posto, o objetivo deste estudo é realizar uma revisão bibliográfica sobre os modelos de árvore individual na estimativa do crescimento e produção florestal.

2 | MODELOS DE ÁRVORE INDIVIDUAL (MAI)

A classe de MAI é mais complexa e flexível com avaliação de crescimento em diferentes condições da floresta, o que gera informações mais detalhadas possibilitando a avaliação dos impactos e danos de tratamentos silviculturais sobre povoamentos florestais, como desbaste e podas (CASTRO et al., 2014; MA; LEI, 2015). Com isso, as informações geradas por esses modelos exigem dados mais detalhados e maior poder computacional, além de tempo para atualizações de grandes inventários florestais (WEISKITTEL et al., 2011).

Na modelagem por árvore individual o conjunto de sistemas equações é constituído de uma função de crescimento para diâmetro, área basal, altura ou de relação hipsométrica, mortalidade e um modelo para projeção do diâmetro, esses são componentes necessários para o prognóstico correto do número de árvores, área

basal, distribuição de diâmetros e produção volumétrica (FIGURA 2) (BETTINGER, 2017; BURKHART; TOMÉ, 2012; CAMPOS; LEITE, 2017).

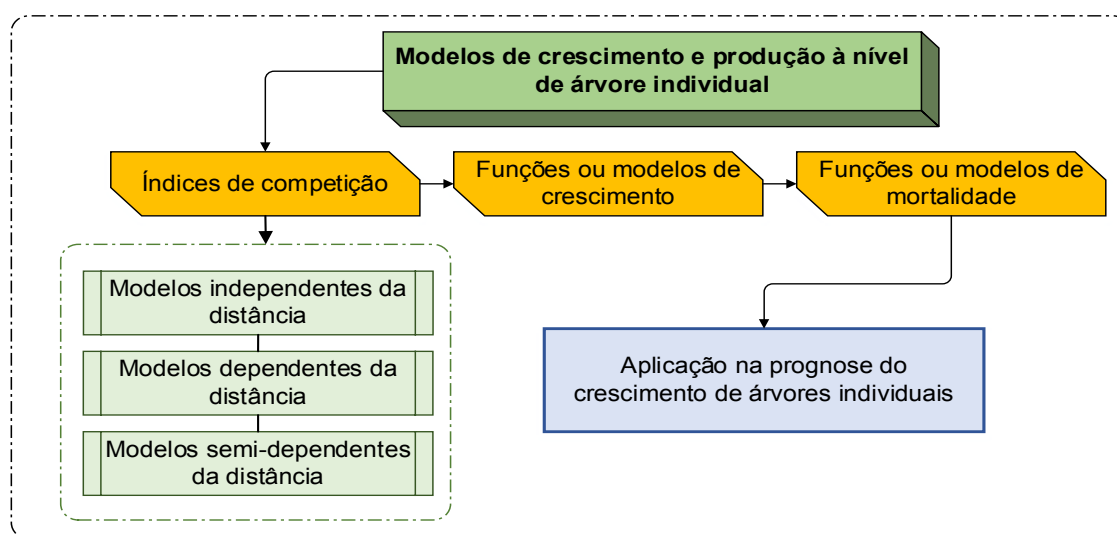


Figura 2 Fluxograma representativo das funções e modelos que integram os modelos de crescimento a nível de árvore individual (MAI).

Os modelos também consistem em prognosticar o tamanho da copa e a competição, atributos correlacionados com o desenvolvimento da altura e diâmetro das árvores e são frequentemente utilizados para compreensão e quantificação do crescimento e produção de árvores individuais (SHARMA et al., 2017; VOSPERNIK; MONSERUD; STERBA, 2010).

O MAI, assim como os outros dois tipos de modelos empíricos, na maioria dos estudos utiliza dados de inventários florestais e ajuste de regressão linear e não linear (MA; LEI, 2015; MARTINS; SOARES; SILVA, 2014; PRETZSCH et al., 2015). Com base nas características dos modelos estocásticos e de autocorrelação, os modelos à nível de árvores individuais também são desenvolvidos aplicando técnicas como os modelos generalizados e modelos de efeitos mistos não-lineares (HAO et al., 2015; TIMILSINA; STAUDHAMMER, 2013).

Uma outra forma é utilizar as Redes Neurais Artificiais (RNA), devido aos avanços dos estudos com o uso dessa técnica no setor florestal. Alguns autores, como Castro et al. (2013) e Reis et al. (2016), indicam o uso dessa técnica de inteligência artificial como boa alternativa para ajuste das funções dos modelos à nível de árvore individual, no qual permite obter estimativas semelhantes e até superiores aos modelos clássicos de regressão, fato observado em plantios comerciais de eucalipto e em determinada floresta tropical na Amazônia. Entretanto, vale ressaltar a importância do uso dos métodos tradicionais, uma vez que também fornecem bons resultados nos ajustes e apresentam a vantagem de serem de simples aplicação (WEBER et al., 2018; MORENO et al., 2017; TÉO, 2017).

2.1 Índices de competição

Os modelos de crescimento de árvores individuais podem ser classificados em modelos independentes da distância e modelos dependentes da distância, em alguns casos, chamados de modelos não espaciais ou espaciais (BETTINGER, 2017; VANCLAY et al., 2013).

No processo de simulação o índice de competição é utilizado para determinar o crescimento e mortalidade das árvores, além de quantificar o estresse competitivo ou a habilidade competitiva da árvore ou mesmo seu vigor individual (SEIFERT et al., 2014; WEIGELT; JOLLIFFE, 2003). Na maioria dos casos o índice é considerado para representar o efeito total da competição por recursos escassos como luz, água, nutrientes e espaço físico (CORDONNIER; KUNSTLER, 2015; DANIELS; BURKHART, 1988).

Índices que utilizam como suporte as características das árvores são propostos e utilizados para inferir sobre o nível de concorrência sofrida pelas árvores que destacam com maior incremento volumétrico ou diamétrico dentro da floresta (SÁNCHEZ-SALGUERO et al., 2015; WEBER et al., 2008). De acordo com Vanclay (2002) o índice de competição permite quantificar, em equações simples, o efeito de árvores vizinhas sobre o crescimento de uma árvore individual.

Os modelos de árvore individual são classificados em três classes de índices de competição: independente, dependente, e semi-dependente da distância. A primeira classe é independente da distância, caracteriza por utilizar apenas informações sobre o tamanho da árvore, relacionados com um fator de densidade do povoamento (MORENO et al., 2017). A segunda classificação agrupa os índices dependentes da distância e incorpora a localização relativa de árvores vizinhas (ISHIHARA et al., 2016; LEDERMANN, 2010). O índice semi-independente da distância compõe a terceira classe, foram propostos por Stage e Ledermann (2008) e desenvolvido para parcelas circulares, em que é possível utilizar o fator de área basal da amostragem por Bitterlich, mas são restritos a um menor conjunto de árvores vizinhas, somente aquelas mais próximas, ao invés de todas da unidade amostral.

Nos índices que levam em consideração a evolução da copa são incluídos a área de copa (ALVAREZ-TABOADA et al., 2003; DACUNHA; FINGER; HASENAUER, 2016) e a influência da área de sobreposição de copa (BELLA, 1971). No índice de Bella (1971) a zona de influência é a área de projeção horizontal da copa de uma árvore solitária com igual diâmetro ou não à uma árvore vizinha, determinando a área de sobreposição das zonas de influência das árvores centrais sobre cada uma das árvores vizinhas.

Entende-se que as variáveis de copa das árvores são de difícil mensuração,

e muitas vezes significativamente onerosas, com isso, o uso de novas tecnologias como a do Lidar aerotransportado têm mostrado capacidade de mensurar e estimar as variáveis de copa das árvores em florestas plantadas e nativas, como por exemplo em regiões como a Amazônia (FIGUEIREDO et al., 2014).

A competição é um processo dividido em: I) simétrica ou assimétrica; e II) unilateral ou bilateral. Para a competição simétrica a divisão dos recursos é perfeita ao tamanho das árvores. Na competição bilateral, os recursos do ambiente são divididos, igualmente ou proporcionalmente ao tamanho das árvores, enquanto que na unilateral as maiores árvores não são afetadas por suas vizinhas menores (AMARO; REED; SOARES, 2003; TÉO; FIGUEIREDO FILHO; LINGNAU, 2015).

Os índices de competição bilateral independentes da distância são conhecidos como as medidas de densidade do povoamento como o número de árvores e área basal por unidade de área (WEISKITTEL et al., 2011). A competição unilateral é considerada como um caso extremo da competição assimétrica; já a bilateral é considerada como sendo simétrica ou assimétrica dependendo se a divisão dos recursos é proporcional ao porte das árvores, ou não (AMARO; REED; SOARES, 2003).

A competição unilateral é uma tentativa de descrever a posição sociológica de uma árvore em um povoamento e quantificar a competitividade do ambiente à sua volta (TÉO, 2017). Dessa forma, os índices de competição unilateral são, frequentemente, únicos para cada indivíduo em um povoamento florestal. Existem numerosos índices de competição unilateral, tanto dependentes como independentes da distância (WEISKITTEL et al., 2011), dentre eles o índice de Hegyi (1974) e Lorimer (1983), respectivamente (COSTA; FINGER, 2017).

2.2 Modelos de crescimento e projeção

Os modelos de crescimento de árvore individual também são representados por funções que analisam o incremento em diâmetro, altura e área basal (VOSPERNIK; MONSERUD; STERBA, 2010). O crescimento pode ser abordado pela função de crescimento potencial, tomando como base árvores livres que crescem sem a influência de árvores competidoras (WEISKITTEL et al., 2011). Outra teoria é a utilização de equações que incluem a variável idade para estimar o crescimento ou para um sistema de prognose que é desenvolvido para estimar as mudanças esperadas nas características das árvores, obtendo-se o crescimento destas árvores até o momento desejado (STAGE, 1973).

Dentre os modelos que constituem o sistema de equações para modelagem de árvore individual, a projeção do diâmetro e altura é destacada pelo fato de serem variáveis dendrométricas relacionados diretamente a produtividade de uma floresta

(SCOLFORO, 2006). Para o aumento da precisão da modelagem do crescimento em diâmetro e na sua projeção para o futuro das árvores individuais é interessante a inclusão de maior número de variáveis que irão interferir na produtividade de um indivíduo. Uma vez que o crescimento das árvores é influenciado pelas características genéticas da espécie, idade, sítio, fatores ambientais e competição entre os indivíduos por recursos (SCOLFORO, 2006).

Em específico para modelagem do crescimento em diâmetro devem ser considerados o espaçamento do plantio por influência no seu incremento, por ser expressar o histórico das interações e as competições ocorridas durante o desenvolvimento. Enquanto, para modelagem do crescimento em altura tem-se destaque a informação da posição do indivíduo no povoamento florestal, pois, o fato da árvore estar sombreada ou não interfere em seu incremento em altura (FELICIANO, 2018; FOX; BI; ADES, 2007).

Neste sentido, é possível, incluir no modelo de diâmetro para árvores individuais, outras variáveis como a classe da floresta, classe do fuste, índice de competição, grupos de crescimento, intensidade de iluminação da copa, sobreposição de copas acarretadas pelas árvores vizinhas e intensidade de cipós presentes nas árvores (REIS et al., 2016). Além disso, é possível utilizar índices morfométricos, como a percentagem de copa, índice de abrangência, índice de saliência, formal de copa e relação altura-diâmetro (WEBER et al., 2008).

A altura da árvore individual pode ser estimada por modelos de relação hipsométrica, que estimam a altura a partir do diâmetro da árvore, normalmente á 1,30 metros da altura do solo. Este tipo de estimativa da altura das árvores tem relevância na área florestal, pela economia de custo e redução no tempo gasto no desenvolvimento do inventário florestal, de maneira que não acarrete perda de precisão (SCOLFORO, 2006).

A projeção do crescimento em diâmetro e altura de árvore individual para cenários futuros pode ser efetuada por modelos estatísticos usuais da literatura, como regressões lineares múltiplas (MORENO et al., 2017), modelo linear generalizado (WEBER et al., 2018), assim como, técnicas mais avançadas como o uso de Rede Neurais artificiais (RNA) (REIS, et al., 2016). Cabe ao manejador a decisão da escolha de qual o melhor método para efetuar a modelagem de árvore individual, ponderando questões como o tipo de floresta que será analisada a modelagem da distribuição diamétrica, se é um plantio florestal que sofreu ou não desbaste, se é do tipo inequiana ou multiânea, se é uma floresta nativa localizada em zonas tropicais ou de zonas temperadas (SANQUETTA et al., 2014; SCOLFORO, 2006). Dessa forma, dependendo do estudo destes fatores será possível verificar a necessidade de maiores esforços para a modelagem diamétrica das árvores individuais.

2.3 Mortalidade

Estudar os fatores que afetam crescimento e mortalidade das árvores é desafiador, sobretudo em sistemas com espécies mistas e de idades irregulares, devido à heterogeneidade do povoamento, além da forte variabilidade temporal e espacial (FIEN et al., 2019). Além disso, prognosticar esse componente em florestas tropicais devido à estocasticidade ocorrida ao longo do ciclo de vida das árvores costuma ser trabalhoso, o que torna a mortalidade um evento raro, fazendo com que seja necessário o levantamento de um número muito grande de árvores (AUBRY-KIENTZ et al., 2015; KING; BENNETT; LIST, 2000).

Dessa forma, entender o processo de mortalidade das árvores é de suma importância para os manejadores florestais (SCOLFORO, 2006), e é considerado um evento raro, mas de grande influência no crescimento das árvores a longo prazo e nos modelos de projeções de produtividade (WEISKITTEL et al., 2011), pois, representa um componente essencial na simulação da dinâmica florestal (MIRANDA; FILHO; MACHADO, 2017). A mortalidade é uma das variáveis mais difíceis de ser prevista nos modelos de crescimento florestal, pois, ela ocorre de forma aleatória e inesperada, e no processo de modelagem dos dados florestais é necessário analisar qual é o tipo de mortalidade a qual o povoamento está submetido, classificando como regular ou irregular (WEISKITTEL et al., 2011).

A mortalidade classificada como regular é causada por fatores internos das árvores, esporádica no espaço e no tempo (SCOLFORO, 2006) dependentes da densidade e é influenciada diretamente pela competição entre as árvores (WEISKITTEL et al., 2011). Em comparação, a mortalidade irregular é causada por fatores externos a árvore ou devido a eventos catastróficos, como incêndios de grande proporção, pestes e surtos de doenças (CHIU et al., 2018; FREE et al., 2014).

No processo de modelagem de árvores individuais, a mortalidade e a sobrevivência das árvores são componentes utilizados para a estimativa do número de árvores, área basal, distribuição diamétrica e cálculos de produtividade em idades futuras (REIS et al., 2018; ROSSI et al., 2007). A probabilidade de mortalidade das árvores pode ser obtida por meio do uso de uma função probabilística, como a função Weibull (MARTINS et al., 2011), entretanto, a função que tem sido utilizada com maior êxito nos estudos florestais é a função logística (CHIU et al., 2018; CRECENTE-CAMPO et al., 2010; VOSPERNIK; MONSERUD; STERBA, 2015).

A mortalidade das árvores pode ser estimada em função do índice de competição, das dimensões da árvore e de variáveis do povoamento florestal (CASTRO et al., 2014). Atualmente, devido à importância e o efeito da mortalidade das árvores, alguns estudos sobre as mudanças climáticas estão incorporando em

seus diagnósticos informações acerca da mortalidade das árvores em todo mundo (CHIU et al., 2018; HE et al., 2015).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos à nível de árvore individual foram estudados ao longo dos anos pelos pesquisadores e manejadores florestais a fim de considerar que as respostas do crescimento e da produção florestal seja sobre a relação entre a estrutura do povoamento ou floresta e o desenvolvimento individual de cada árvore. Esse tipo de modelo é flexível, fornece informações mais detalhadas e permite modelar combinações dos fatores bióticos e abióticos que influenciam o crescimento, como competição e água, como também de composição de espécies, estrutura do povoamento, dinâmica florestal, diferentes cenários climáticos, regimes de manejo e métodos de regeneração.

AGRADECIMENTOS

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”. Os autores agradecem ainda ao CNPq, à UFLA e LEMAF.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ-TABOADA, M. F. et al. Influencia De La Competencia En El Crecimiento Individual De Pinus Radiata D . v. 174, n. April, p. 167–174, 2003.

AMARO, A.; REED, D.; SOARES, P. **Modelling Forest Systems**. 1. ed. Oxon: [s.n.]. v. 78

AUBRY-KIENTZ, M. et al. A joint individual-based model coupling growth and mortality reveals that tree vigor is a key component of tropical forest dynamics. **Ecology and Evolution**, v. 5, n. 12, p. 2457–2465, 2015.

BELLA, I. A new competition model for individual trees. **Forest Science**, p. 364–372, 1971.

BETTINGER, P. **Forest management and planning**. [s.l.] Academic Press, 2017.

BINOTI, M. L. M. DA S.; BINOTI, D. H. B.; LEITE, H. G. Aplicação de redes neurais artificiais para estimação da altura de povoamentos equiâneos de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 37, n. 4, p. 639–645, ago. 2013.

BURKHART, H. E.; TOMÉ, M. Growth and Yield Models for Uneven-Aged Stands. In: **Modeling Forest Trees and Stands**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2012. p. 339–361.

CAMPOS, J.; LEITE, H. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. Universida ed. Viçosa: 4, 2017.

- CASTRO, R. et al. Competição em Nível de Árvore Individual em uma Floresta Estacional Semidecidual. **Silva Lusitana**, v. 22, n. 1, p. 43–66, 2014.
- CASTRO, R. V. O. et al. Crescimento e produção de plantios comerciais de eucalipto estimados por duas categorias de modelos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 3, p. 287–295, mar. 2013.
- CHIU, C. et al. Influence of climate on tree mortality in taiwania (*Taiwania cryptomerioides*) stands in Taiwan. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 48, n. 1, p. 6, 24 dez. 2018.
- CORDONNIER, T.; KUNSTLER, G. The Gini index brings asymmetric competition to light. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 17, n. 2, p. 107–115, 1 abr. 2015.
- COSTA, E. A.; FINGER, C. A. G. Efeito da competição nas relações dimensionais de Araucária. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 0-0, 2017.
- CRECENTE-CAMPO, F. et al. Modelling annual individual-tree growth and mortality of Scots pine with data obtained at irregular measurement intervals and containing missing observations. **Forest Ecology and Management**, v. 260, n. 11, p. 1965–1974, 15 nov. 2010.
- DA CUNHA, T. A.; FINGER, C. A. G.; HASENAUER, H. Tree basal area increment models for Cedrela, Amburana, Copaifera and Swietenia growing in the Amazon rain forests. **Forest Ecology and Management**, v. 365, p. 174–183, 1 abr. 2016.
- DANIELS, R. F.; BURKHART, H. E. An integrated system of forest stand models. **Forest Ecology and Management**, v. 23, n. 2–3, p. 159–177, 1 fev. 1988.
- FELICIANO, M. E. **Modelagem de árvore individual para povoamentos de Khaya ivorensis A. Chev. no Brasil**. [s.l.] Universidade Federal de Lavras, 2018.
- FIEN, E. K. P. et al. Drivers of individual tree growth and mortality in an uneven-aged, mixed-species conifer forest. **Forest Ecology and Management**, v. 449, 1 out. 2019.
- FIGUEIREDO, E. O. et al. Modelos para estimativa de volume de árvores individuais pela morfometria da copa obtida com Lidar. **Cerne**, v. 20, n. 4, p. 621–628, 1 out. 2014.
- FOX, J. C.; BI, H.; ADES, P. K. Spatial dependence and individual-tree growth models I. Characterising spatial dependence. [s.d.].
- FREE, C. M. et al. Management implications of long-term tree growth and mortality rates: A modeling study of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 330, p. 46–54, 2014.
- HAO, X. et al. Linear mixed-effects models to describe individual tree crown width for China-fir in Fujian province, southeast China. **PLoS ONE**, v. 10, n. 4, p. 1–14, 2015.
- HE, L. Y. et al. Forest structure and regeneration of the Tertiary relict *Taiwania cryptomerioides* in the Gaoligong Mountains, Yunnan, southwestern China. **Phytocoenologia**, v. 45, n. 1–2, p. 135–155, 2015.
- IBÁ – **Indústria Brasileira de Árvores**. Relatório IBÁ 2017. São Paulo, SP, 2017.
- IBÁ – **Indústria Brasileira de Árvores**. Sumário Executivo - IBÁ 2018. São Paulo, SP, 2018.
- ISHIHARA, M. I. et al. A New Model for Size-Dependent Tree Growth in Forests. **PLOS ONE**, v. 11, n. 4, p. e0152219, 1 abr. 2016.

- KING, S. L.; BENNETT, K. P.; LIST, S. Modeling noncatastrophic individual tree mortality using logistic regression, neural networks, and support vector methods. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 27, n. 1–3, p. 401–406, 1 jun. 2000.
- LEDERMANN, T. Evaluating the performance of semi-distance-independent competition indices in predicting the basal area growth of individual trees. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 40, n. 4, p. 796–805, 2010.
- MA, W.; LEI, X. Nonlinear Simultaneous Equations for Individual-Tree Diameter Growth and Mortality Model of Natural Mongolian Oak Forests in Northeast China. **Forests**, v. 6, n. 6, p. 2261–2280, 2015.
- MAESTRI, R. et al. Modelagem Do Crescimento Florestal Considerando Variáveis Do Ambiente: Revisão. **Modelagem do crescimento... Scientia Agraria ISSN**, v. 1125, n. 3, p. 103–110, 2013.
- MARTINS, F. B. et al. Índices De Competição Em Árvores Individuais De Eucalipto. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 46, n. 9, p. 1089–1098, 2011.
- MARTINS, F. B.; SOARES, C. P. B.; SILVA, G. F. DA. Individual tree growth models for eucalyptus in northern Brazil. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 3, p. 212–225, 2014.
- MIRANDA, R. O. V. DE; FILHO, A. F.; MACHADO, S. A. Modelling mortality in Pinus taeda L. stands. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 115, p. 435–444, 2017.
- MORENO, P. et al. Individual-Tree Diameter Growth Models for Mixed Nothofagus Second Growth Forests in Southern Chile. **Forests**, v. 8, n. 12, p. 506, 19 dez. 2017.
- NOVAES, D. M. DE et al. Modeling Tectona grandis tree and stand growth using stem analysis and permanent plot data. **Revista Árvore**, v. 41, n. 5, 30 nov. 2017.
- PRETZSCH, H. et al. Growth and yield of mixed versus pure stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) analysed along a productivity gradient through Europe. **European Journal of Forest Research**, v. 134, n. 5, p. 927–947, 23 set. 2015.
- REIS, L. P. et al. Prognosis on the diameter of individual trees on the eastern region of the amazon using artificial neural networks. **Forest Ecology and Management**, v. 382, p. 161–167, 15 dez. 2016.
- REIS, L. P. et al. Estimation of mortality and survival of individual trees after harvesting wood using artificial neural networks in the amazon rain forest. **Ecological Engineering**, v. 112, n. December 2017, p. 140–147, mar. 2018.
- RETSLAFF, F. A. DE S. et al. Prognose do crescimento e da produção em classes de diâmetro para povoamentos desbastados de Eucalyptus grandis no Sul do Brasil. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 719–732, 2012.
- ROSSI, L. M. B. et al. Modelagem de recrutamento de florestas. **FLORESTA**, v. 37, n. 3, p. 275–291, 11 dez. 2007.
- SÁNCHEZ-SALGUERO, R. et al. Disentangling the effects of competition and climate on individual tree growth: A retrospective and dynamic approach in Scots pine. **Forest Ecology and Management**, v. 358, p. 12–25, 15 dez. 2015.
- SANQUETTA, C. R.; CORTE, A.P.D.; RODRIGUES, A.L.; WATZLAWICK, L.F.; Inventários Florestais: planejamento e execução. 409 p. 3ª Ed. 2014.
- SANTOS, K. DOS et al. Equações Volumétricas por Classe Diamétrica para Algumas Espécies Folhosas da Floresta Ombrófila Mista no Paraná, Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Irati, v.

8, n. 1, p. 99–112, 2006.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal: modelos de crescimento e produção florestal**. UFLA/FAEPE ed. Lavras: 2006.

SEIFERT, T. et al. Competition effects in an afrotemperate forest. **Forest Ecosystems**, v. 1, n. 1, p. 13, 2014.

SHARMA, R. P. et al. Modelling individual tree height to crown base of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.). **PLOS ONE**, v. 12, n. 10, p. e0186394, 19 out. 2017.

STAGE, A. R. **Prognosis model for stand development** /. USDA Fores ed. Ogden, Utah : Intermountain Forest & Range Experiment Station, Forest Service, U.S. Dept. of Agriculture, 1973.

STAGE, A. R.; LEDERMANN, T. Effects of competitor spacing in a new class of individual-tree indices of competition: semi-distance-independent indices computed for Bitterlich versus fixed-area plots. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 38, n. 4, p. 890–898, abr. 2008.

TÉO, S. J.; FIGUEIREDO FILHO, A.; LINGNAU, C. Análise espacial do estresse competitivo, incremento diamétrico e estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, Irati, PR. **FLORESTA**, v. 45, n. 4, p. 681, 8 jun. 2015.

TÉO, S. J. **Modelagem do crescimento e produção de árvore individual independente da distância, para *Pinnus taeda* L., na região meio oeste do estado de Santa Catarina**. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná - UFPR, 272p. 2017. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/49419/R%20-%20T%20-%20SAULO%20JORGE%20TEO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

TIMILSINA, N.; STAUDHAMMER, C. L. Individual Tree-Based Diameter Growth Model of Slash Pine in Florida Using Nonlinear Mixed Modeling. **Forest Science**, v. 59, n. 1, p. 27–37, 9 fev. 2013.

VANCLAY, J. K. Forest growth and yield modeling. **Encyclopedia of Environmetrics**, p. 811–812, 2002.

VANCLAY, J. K. et al. Spatially explicit competition in a mixed planting of *Araucaria cunninghamii* and *Flindersia brayleyana*. **Annals of Forest Science**, v. 70, n. 6, p. 611–619, 2013.

VOSPERNIK, S.; MONSERUD, R. A.; STERBA, H. Do individual-tree growth models correctly represent height:diameter ratios of Norway spruce and Scots pine? **Forest Ecology and Management**, v. 260, n. 10, p. 1735–1753, 2010.

VOSPERNIK, S.; MONSERUD, R. A.; STERBA, H. Comparing individual-tree growth models using principles of stand growth for Norway spruce, Scots pine, and European beech. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 45, n. 8, p. 1006–1018, ago. 2015.

WEBER, P. et al. Using a retrospective dynamic competition index to reconstruct forest succession. **Forest Ecology and Management**, v. 254, n. 1, p. 96–106, jan. 2008.

WEBER, V. P. et al. Modelagem linear generalizada para descrever o incremento em área transversal de árvores individuais de Imbuia. **FLORESTA**, v. 48, n. 1, p. 123-132, 2018.

WEIGELT, A.; JOLLIFFE, P. Indices of plant competition. **Journal of Ecology**, v. 91, n. 5, p. 707–720, out. 2003.

WEISKITTEL, A. et al. **Forest growth and yield modeling**. 1. ed. Oxford: John Wiley & Sons, 2011.

SOBRE OS ORGANIZADORES

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS: Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPI (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. E-mail para contato: raissasalustriano@yahoo.com.br; raissa.matos@ufma.br Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

HOSANAAGUIARFREITASDEANDRADE: Graduada em Agronomia (2018) pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Atualmente é mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Ceará (PPGCS/UFC) como bolsista CAPES. Possui experiência na área de fertilidade do solo, adubação e nutrição de plantas, com ênfase em aproveitamento de resíduos na agricultura, manejo de culturas, propagação vegetal, fisiologia de plantas cultivadas e emissão de gases do efeito estufa. E-mail para contato: hosana_f.andrade@hotmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5602619125695519>

NITALO ANDRÉ FARIAS MACHADO: Possui graduação em Agronomia (2015) e mestrado em Ciência Animal (2018) pela Universidade Federal do Maranhão. Atualmente é aluno regular do doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Ambiente e Bioclimatologia, atuando principalmente nos seguintes temas: biometeorologia, bem-estar animal, biotelemetria, morfometria computacional, modelagem computacional, transporte de animais, zootecnia de precisão, valorização de resíduos, análise de dados e experimentação agrícola. E-mail para contato: nitalo-farias@hotmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3622313041986385>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Administração Pública 1, 2, 3, 12, 13, 259

Adsorção com a casca de soja 168, 171

Agricultura 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 26, 29, 51, 88, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 118, 126, 127, 128, 130, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 143, 145, 148, 149, 152, 184, 186, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 196, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 204, 211, 212, 214, 215, 216, 232, 237, 238, 239, 243, 255, 258, 261, 262, 263, 265, 274, 276, 277, 278, 280, 281, 282, 296

Agricultura familiar 2, 5, 6, 7, 14, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 126, 127, 128, 135, 136, 138, 186, 187, 189, 190, 192, 193, 196, 197, 243, 258, 261, 262, 280, 281, 282

Agricultura orgânica 137, 276, 277, 280, 282

Agronegócio 1, 16, 255

Alcoólico 263, 266, 269, 271, 272, 273, 274, 275

Ambiente na conservação 175

Amora-preta 62, 63, 64, 65

Antioxidantes 31, 32, 33, 36, 40, 62, 64, 65, 69

Aplicação de adjuvantes 20

Apreensões 252, 257

Aprendizagem 244, 245, 246, 248, 249, 250, 251

Aquênios de girassol 79, 82, 85, 87

Arbequina 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Argentina 140, 152, 186, 187, 189, 198, 199, 200, 215, 216

Artesanos 154, 155, 156, 157, 158

Atividade antibacteriana 43, 45, 46, 47

Atividade antioxidante 42, 49, 58, 62, 63, 64, 65, 66, 71, 76

Aulas práticas 244, 248

Azeite de oliva 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

B

Bagaço de maçã 31, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 41

Berry 62, 63

Brácteas 50, 51, 52, 53, 54

Buriti 263, 264, 265, 266, 268, 270, 271, 272, 273, 274

Butiá de Santa Vitória do Palmar 154

C

Caracterização química 24, 47, 92

Celíacos 50, 60

Cepas padrão 43, 45
Cinética da secagem 79, 81
Cinética de adsorção 168, 169, 171, 172
Circuitos curtos de comercialização 101
Composição florística 116, 118, 125
Compostos bioativos 20, 62, 63, 64, 65, 69
Compostos fenólicos 31, 33, 36, 38, 52, 56, 57, 59, 62, 63, 64, 66, 69, 72, 73
Comunidades 107, 124, 142, 155, 214, 230, 232, 240, 277
Cookies 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 50, 51, 58, 60, 61
Corante 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174
Crescimento 38, 47, 93, 94, 95, 98, 160, 161, 162, 167, 180, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 231, 272
Cultivo 42, 61, 88, 126, 128, 129, 131, 133, 135, 199, 241

D

Dianópolis 116, 117, 118, 119, 121, 123
Dimensões econômicas 230, 231

E

Embalagem 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184
Estratégias 4, 16, 17, 115, 118, 187, 230, 231, 232, 241, 256, 259, 281
Estrutura diamétrica 117, 118, 124, 125
Expansão 31, 36, 38, 39, 162, 230, 234, 235, 236, 274
Extensión 139, 186, 188, 189, 190, 193, 194, 195, 196, 198, 213
Extratos bruto 67
Extrato vegetal 68

F

Fatty acid 284, 287, 288, 292, 293, 295
Fécula de mandioca 42, 50, 52, 55, 58, 59, 60
Feira agroecológica 276, 281
Fermentação 91, 93, 94, 95, 96, 99, 263, 264, 265, 266, 268, 270, 271, 272, 273
Fermentado alcoólico 263, 266, 273, 274, 275
Fibras 25, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 51, 52, 95, 98, 155, 264, 265
Filocrono 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167
Fiscalização de alimentos 252, 254, 256, 259
Fitoquímica 67, 70, 77
Fitoquímicos 65, 67, 68, 69, 71, 75
Fitossociologia 117, 124, 125
Fragmento de cerrado 116, 119
Fruta tropical 176, 177
Fruteira exótica 176

G

Grape seed 284, 286, 288, 289, 291, 292, 293, 294, 295

H

Helianthus annuus L. 79, 80, 88

Hylocereus polyrhizus 67, 68, 69, 76, 77, 78

I

Inventário Florestal 218, 224

M

Malaxagem 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28

Matriz Swot 16

Mauritia flexuosa L. F. 263, 265

Mercado local 101, 135, 212

Método de distribuição 16

Metodologias ativas de ensino 244, 246, 247, 248, 249, 250

Metodologias de ensino 244, 245, 246

Microrganismos multirresistentes 43, 44

Modelagem 83, 86, 88, 89, 218, 219, 220, 223, 224, 225, 227, 228, 229, 296

Modelos de árvore individual 217, 220, 222

Modelos empíricos 218, 220, 221

Monitoria 244, 246, 247, 250, 251

Monogástricos 92

Motivações 126, 127, 130, 133

N

Nephelium lappaceum L. 175, 176, 177, 184

Número de folhas 161, 162, 164, 165

Nutraceutica 62

O

Organización productiva 154

Otimização 30, 60, 79

P

Parâmetros físicos 79

Peletização 92, 95, 96

Percepção discente 244, 246

Perfilhamento 161

Perspectivas institucionais 252, 254, 256, 259

Pitaya vermelha 67, 68, 70, 75
Planejamento Governamental 1, 15
Planta medicinal 43, 45
Políticas forestales 198
Políticas Públicas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 127, 148, 158, 196, 198, 232, 233, 252, 259, 261
Pós-Colheita 25, 79, 80, 81, 82, 88, 175, 176, 177, 180, 184
Produção agroecológica 126, 128, 130, 133, 134, 135, 137, 138
Produção florestal 217, 218, 220, 226, 229, 239
Producción-distribución-consumo 139, 141, 142, 144, 148, 151
Produtos agropecuários 16, 252, 254
Produtos de Origem Animal 252, 255, 257, 258

Q

Qualidade do fruto 25, 176, 177, 182

R

Ração animal 32, 91
Rambutanzeira 175, 176
Recursos orçamentários 1, 2, 12
Região amazônica 276
Relações Ambientais 276
Rendimento 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 80, 102, 160, 161, 176, 178, 179, 180, 184, 273, 285
Resíduos de panificação 91, 92, 96, 97, 98, 99
Resistência antibacteriana 43
Ruminantes 92, 98, 99
Rural 2, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 61, 99, 105, 106, 114, 126, 127, 129, 130, 134, 135, 136, 137, 139, 143, 144, 152, 166, 167, 175, 186, 188, 189, 193, 194, 195, 196, 212, 216, 230, 231, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 252, 255, 260, 261, 282
Ruralidade 230, 231, 232, 233, 234, 237, 241, 243

S

Saberes 186, 190, 191, 192, 196, 238, 240, 260, 261, 276, 277, 278, 279, 281, 282
Saberes ambientais 276, 277, 278, 281, 282
Santa Maria 61, 160, 166, 167, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 259, 260, 262
São Vicente do Sul 160, 161, 163
Savana 117, 118
Sem glúten 50, 58, 59, 61
Sensu stricto 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125
Setor têxtil 168, 169
Sistemas expertos 186, 188, 189, 190, 194, 196
Soma térmica 160, 162, 163, 164, 165, 167

Subproduto 31, 32, 35, 38, 40, 41, 95, 168, 173

Suinocultura 244, 246, 247, 251

Sustentabilidade 7, 126, 128, 133, 134, 136, 138, 230, 231, 234, 240, 243, 280, 282

Swot 16, 17, 18, 19

T

Tangará da Serra 126, 128, 130, 132, 136, 138

Taxa de secagem 79

Temperatura 23, 36, 43, 45, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 95, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 218, 257, 263, 267, 269, 272, 285

Território 2, 7, 44, 117, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 239, 240, 241, 242, 256

U

Ultrasound 21, 29, 30, 284, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 293, 294, 295

Universidade Estadual do Ceará 67, 244, 246

Urbano 130, 143, 149, 152, 194, 230, 231, 234, 235, 237, 239, 241, 242, 243

V

Veterinária 29, 41, 43, 49, 91, 244, 246, 251

Vigilância Sanitária 41, 252, 253, 254, 256, 257, 259, 260, 262

Vitis Vinifera 284, 285, 295

