



Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo  
(Organizadores)

# A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável

**Jorge González Aguilera**

**Alan Mario Zuffo**

(Organizadores)

# A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Karine de Lima  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª 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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

| <b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)<br/>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b> |   |
|---|---|
| P933  | A preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável [recurso eletrônico] / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável; v. 1)<br><br>Formato: PDF<br>Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader<br>Modo de acesso: World Wide Web<br>Inclui bibliografia<br>ISBN 978-85-7247-536-5<br>DOI 10.22533/at.ed.365191408<br><br>1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente - Preservação. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario. III. Série.<br><br>CDD 363.7 |
| <b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>   |   |

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável” no seu primeiro capítulo aborda uma publicação da Atena Editora, e apresenta, em seus 25 capítulos, trabalhos relacionados com preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

Este volume dedicado à preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, traz uma variedade de artigos que mostram a evolução que tem acontecido em diferentes regiões do Brasil ao serem aplicadas diferentes tecnologias que vem sendo aplicadas e implantadas para fazer um melhor uso dos recursos naturais existentes no país, e como isso tem impactado a vários setores produtivos e de pesquisas. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área de agronomia, robótica, química do solo, computação, geoprocessamento de dados, educação ambiental, manejo da água, entre outros temas. Estas aplicações e tecnologias visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....   | <b>1</b>  |
| AJUSTE DE MODELOS HIPSOMÉTRICOS PARA AZADIRACHTA INDICA A. JUSS EM RESPOSTA AO MÉTODO DE CULTIVO NO NORDESTE BRASILEIRO   |           |
| Luan Henrique Barbosa de Araújo<br>José Antônio Aleixo da Silva<br>Gualter Guenther Costa da Silva<br>Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira<br>José Wesley Lima Silva<br>Camila Costa da Nóbrega<br>Ermelinda Maria Mota Oliveira |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3651914081</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....   | <b>12</b> |
| ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS PARA RECUPERAÇÃO DE VOÇOROCAS NO MUNICÍPIO DE COMODORO – MT   |           |
| Jucilene Ferreira Barros Costa<br>Valcir Rogério Pinto<br>Elaine Maria Loureiro<br>Cláudia Lúcia Pinto  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3651914082</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....   | <b>25</b> |
| AMBIENTALISMO, SUSTENTABILIDADE DENTRO DOS PENSAMENTOS DE AZIZ AB`SABER E JEAN PAUL METZGER, DIANTE DO NOVO CÓDIGO FLORESTAL (12651/2012), COM A AVALIAÇÃO E IMPORTÂNCIA DO C.A.R (CADASTRO AMBIENTAL RURAL)                |           |
| Giuliano Mikael Tonelo Pincerato<br>Marcio Túlio  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3651914083</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....   | <b>38</b> |
| ANÁLISE EXPLORATÓRIA E DESCRITIVA DAS DIMENSÕES DA ECOINOVAÇÃO: ESTUDO EM HABITATS DE INOVAÇÃO DO SUDOESTE DO PARANÁ  |           |
| Jaqueline de Moura<br>Stephanye Thyanne da Silva<br>Andriele de Prá Carvalho<br>Paula Regina Zarelli  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3651914084</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....   | <b>44</b> |
| APLICAÇÃO DA ROBÓTICA NA MONITORAÇÃO AMBIENTAL  |           |
| Alejandro Rafael Garcia Ramirez<br>Jefferson Garcia de Oliveira<br>Tiago Dal Ross Fernandes   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3651914085</b>  |           |

|  |            |
|--|------------|
| <b>CAPÍTULO 6</b> .....  | <b>58</b>  |
| ARRANJO PRODUTIVO LEITEIRO COMO FORMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DE UMA REGIÃO DO INTERIOR DO CEARÁ  |            |
| Erica Nobre Nogueira<br>Daniel Paiva Mendes<br>Sérgio Horta Mattos<br>Valter De Souza Pinho<br>Danielle Rabelo Costa   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3651914086</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 7</b> .....  | <b>68</b>  |
| AVALIAÇÃO DA REMEDIAÇÃO DE ÁGUA POLUÍDA POR AZUL DE METILENO COM CASCAS DE BANANA DE ESPÉCIES VARIADAS   |            |
| Rayssa Duarte Costa<br>Jéssica Caroline da Silva<br>Cintya Aparecida Christofolletti   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3651914087</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 8</b> .....  | <b>76</b>  |
| BIOCOMBUSTÍVEIS: RELEVÂNCIA PARA O MEIO AMBIENTE   |            |
| Eduarda Pereira de Oliveira<br>Lucíola Lucena de Sousa   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3651914088</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 9</b> .....  | <b>80</b>  |
| BIOMARCADORES PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL DE ECOSISTEMAS AQUÁTICOS  |            |
| Lígia Maria Salvo<br>José Roberto Machado Cunha da Silva<br>Divinomar Severino<br>Magda Regina Santiago<br>Helena Cristina Silva de Assis                                  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3651914089</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 10</b> .....   | <b>92</b>  |
| BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA SUSTENTÁVEL   |            |
| Bruno Vinicius Daquila<br>Helio Conte  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.36519140810</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 11</b> .....   | <b>106</b> |
| DESAFIOS DA CONSOLIDAÇÃO TERRITORIAL EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO NA AMAZÔNIA: UMA EXPERIÊNCIA DE DEMARCAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO NA RESERVA EXTRATIVISTA DO CAZUMBÁ-IRACEMA |            |
| Carla Michelle Lessa<br>Márcio Costa<br>Patrícia da Silva<br>Tiago Juruá Damo Ranzi<br>Aldeci Cerqueira Maia<br>Fabiana de Oliveira Hessel                                 |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.36519140811</b>  |            |

**CAPÍTULO 12 ..... 116**

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E ECONOMIA CIRCULAR: CONTRIBUIÇÃO PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM CENTRO URBANO

Anny Kariny Feitosa  
Júlia Elisabete Barden  
Odorico Konrad  
Manuel Arlindo Amador de Matos

**DOI 10.22533/at.ed.36519140812**

**CAPÍTULO 13 ..... 124**

DISSEMINAÇÃO DE HORTAS ORGÂNICAS E ALIMENTAÇÃO CONSCIENTE

Franciele Mara Lucca Zanardo Bohm  
Paulo Alfredo Feitoza Bohm  
Guilherme de Moura Fadel  
Sarah Borsato Silva  
Sofia Alvim

**DOI 10.22533/at.ed.36519140813**

**CAPÍTULO 14 ..... 133**

FLOCULAÇÃO DE LODO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA POR FLOCULADORES TUBULARES HELICOIDAIS

Manoel Maraschin  
Keila Fernanda Soares Hedlund  
Andressa Paolla Hubner da Silva  
Elvis Carissimi

**DOI 10.22533/at.ed.36519140814**

**CAPÍTULO 15 ..... 143**

GEOTECNOLOGIA APLICADA À PERÍCIA AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO CAPIM

Gustavo Francesco de Moraes Dias  
Fernanda da Silva de Andrade Moreira  
Tássia Toyoi Gomes Takashima-Oliveira  
Dryelle de Nazaré Oliveira do Nascimento  
Diego Raniere Nunes Lima  
Renato Araújo da Costa  
Giovani Rezende Barbosa Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.36519140815**

**CAPÍTULO 16 ..... 152**

IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE ENCERRAMENTO DOS LIXÕES DO ESTADO DO ACRE – CIDADES SANEADAS

Vângela Maria Lima do Nascimento  
Patrícia de Amorim Rêgo  
Marcelo Ferreira de Freitas  
Jakeline Bezerra Pinheiro

**DOI 10.22533/at.ed.36519140816**



|  |            |
|--|------------|
| <b>CAPÍTULO 17</b> .....   | <b>165</b> |
| LOGÍSTICA REVERSA E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL DOS PNEUS INSERVÍVEIS NO BRASIL   |            |
| Camila Simonetti   |            |
| Anderson Leffa Bauer   |            |
| Fernanda Pacheco   |            |
| Bernardo Fonseca Tutikian  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.36519140817</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 18</b> .....   | <b>177</b> |
| MAPEAMENTO DE BIÓTOPOS APLICADO À CONSERVAÇÃO - PLANEJAMENTO AMBIENTAL COM RASTREABILIDADE CARTOGRÁFICA                          |            |
| Markus Weber   |            |
| Leonardo Cardoso Ivo   |            |
| Allan Christian Brandt   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.36519140818</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 19</b> .....   | <b>190</b> |
| O AGRO QUE NÃO É “POP”: A VERDADE SILENCIADA   |            |
| Tatiane Rezende Silva  |            |
| Carlos Vitor de Alencar Carvalho   |            |
| Viviane dos Santos Coelho  |            |
| Ronaldo Figueiró   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.36519140819</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 20</b> .....   | <b>199</b> |
| O USO DO MÉTODO DE INTERCEPTO DE LINHA PARA O MONITORAMENTO DA RECUPERAÇÃO DO ECOSSISTEMA DE DUNAS DO PARQUE ESTADUAL DE ITAÚNAS |            |
| Schirley Costalonga  |            |
| Scheylla Tonon Nunes   |            |
| Frederico Pereira Pinto  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.36519140820</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 21</b> .....   | <b>207</b> |
| PAISAGISMO ECOSSISTÊMICO: DESIGN DE ESTRUTURAS VERDES  |            |
| Gustavo D’Amaral Pereira Granja Russo  |            |
| Dalva Sofia Schuch   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.36519140821</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 22</b> .....   | <b>215</b> |
| PRODUÇÃO DE HIDRATOS DE DIÓXIDO DE CARBONO E DE METANO   |            |
| Aglaer Nasia Cabral Leocádio   |            |
| Nayla Xiomara Lozada Garcia  |            |
| Lucidio Cristovão Fardelone  |            |
| Daniela da Silva Damaceno  |            |
| José Roberto Nunhez  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.36519140822</b>  |            |

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 23 .....</b>  | <b>239</b> |
| SÍNTESE DE HDL DE MAGNÉSIO PARA RECUPERAÇÃO DO CAROTENOIDE DO ÓLEO DE PALMA<br>Iris Caroline dos Santos Rodrigues<br>Marcos Enê Chaves de Oliveira<br>Jhonatas Rodrigues Barbosa  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.36519140823</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 24 .....</b>  | <b>249</b> |
| USLE COMO FERRAMENTA PARA PLANEJAMENTO DE USO DO SOLO: ESTUDO DE CASO BACIA<br>CACHOEIRA CINCO VEADOS, RS<br>Elenice Broetto Weiler<br>Jussara Cabral Cruz<br>José Miguel Reichert<br>Fernanda Dias dos Santos<br>Bruno Campos Mantovanelli<br>Roberta Aparecida Fantinel<br>Marilia Ferreira Tamiosso<br>Edner Baumhardt |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.36519140824</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 25 .....</b>  | <b>263</b> |
| AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA BIORREMEDIAÇÃO EM TERMOS DE REMOÇÃO DA ECOTOXICIDADE<br>ASSOCIADA AO SEDIMENTO SEMA<br>Odete Gonçalves<br>Paulo Fernando de Almeida<br>Cristina Maria A. L. T. M. H. Quintella<br>Ana Maria Álvares Tavares da Mata  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.36519140825</b>   |            |
| <b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>  | <b>281</b> |
| <b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>   | <b>282</b> |

## AJUSTE DE MODELOS HIPSONOMÉTRICOS PARA *Azadirachta indica* A. JUSS EM RESPOSTA AO MÉTODO DE CULTIVO NO NORDESTE BRASILEIRO

### **Luan Henrique Barbosa de Araújo**

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Recife – Pernambuco

### **José Antônio Aleixo da Silva**

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Recife – Pernambuco

### **Gualter Guenther Costa da Silva**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Macaíba – Rio Grande do Norte

### **Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira**

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Recife – Pernambuco

### **José Wesley Lima Silva**

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Recife – Pernambuco

### **Camila Costa da Nóbrega**

Universidade Federal da Paraíba  
Areia – Paraíba

### **Ermelinda Maria Mota Oliveira**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Macaíba – Rio Grande do Norte

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o ajuste de modelos hipsométricos para *Azadirachta indica* sob dois métodos de cultivo em um plantio experimental localizado no município de Macaíba-RN. O experimento foi implantado no ano de 2012, sendo constituído pela espécie *Azadirachta indica* conduzida sob dois

métodos de cultivo (N0 – menos intensivo; N1 – mais intensivo), sendo plantadas sob o espaçamento 3 m x 3 m em parcelas dispostas sob delineamento experimental em blocos casualizados. A coleta de dados foi realizada aos 12, 24, 36 e 48 meses de idade, sendo mensurado o diâmetro a 1,30 m do solo e altura total de todos os indivíduos na área útil das parcelas. Além dessas, outras variáveis dendrométricas como área basimétrica dos indivíduos, idade do povoamento e o emprego de variáveis dummy que assumiram valores de 0 e 1 conforme o métodos de foram utilizadas para compor os diferentes modelos hipsométricos avaliados no presente estudo. Para averiguar a qualidade dos ajustes, utilizaram-se os seguintes critérios estatísticos: significância da estatística F da análise de variância da regressão; significância estatística dos parâmetros do modelo por meio do teste t; coeficiente de determinação ajustado; erro-padrão da estimativa; análise gráfica dos resíduos; Critério de Informação de Akaike; e o Índice de Furnival. A inclusão da variável dummy (método de cultivo) foi significativa pelo teste t para todos modelos testados, indicando que sua inclusão no modelo contribui para uma maior acurácia na estimativa da variável altura. Os modelos (5) e (7) são os mais indicados para representar a relação hipsométrica de *Azadirachta indica*.

**PALAVRAS-CHAVE:** modelos hipsométricos;

estimativas de altura; nim indiano; nordeste brasileiro.

## ADJUSTMENT OF HYPSONETRIC MODELS FOR *Azadirachta indica* A. JUSS IN RESPONSE TO CULTIVATION METHOD IN NORTHEAST BRAZIL

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the adjustment of hypsometric models for *Azadirachta indica* under two cultivation methods in an experimental plantation located in the city of Macaíba-RN. The experiment was carried out in the year 2012, being constituted by the *Azadirachta indica* species conducted under two cultivation methods (N0 - less intensive, N1 - more intensive), being planted under 3 m x 3 m spacings in plots arranged under experimental block design randomized. Data collection was performed at 12, 24, 36 and 48 months of age, and the diameter was measured at 1.30 m of the soil and total height of all individuals in the useful area of the plots. In addition, other dendrometric variables such as baseline area of individuals, population age and the use of dummy variables that assumed values of 0 and 1 according to the methods were used to compose the different hypsometric models evaluated in the present study. To verify the quality of the adjustments, the following statistical criteria were used: significance of the F statistic of the regression analysis of variance; statistical significance of the model parameters through the t test; adjusted coefficient of determination; standard error of the estimate; graphic analysis of waste; Akaike Information Criterion; and the Furnival Index. The inclusion of the dummy variable was significant by the t test for all models tested, indicating that its inclusion in the model contributes to a higher accuracy in the estimation of the height variable. The models (5) and (7) are the most indicated to represent the hypsometric relation of *Azadirachta indica*.

**KEYWORDS:** hypsometric models; height estimates; neem indian; brazilian northeast.

### 1 | INTRODUÇÃO

A *Azadirachta indica* A. Juss, conhecida como Nim indiano, é uma espécie da família Meliaceae, originária da Índia, introduzida no Brasil em 1984, e pode ser encontrada em todas as suas regiões (MOURÃO et al. 2004).

Apesar de pouco expressiva no cenário brasileiro quando comparado as espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, que representam 72,32% e 20,15% da área total de plantios florestais existentes no Brasil, respectivamente (IBÁ, 2017), a *Azadirachta indica* tem atraído muita atenção devido aos seus múltiplos usos, podendo ser empregada na fabricação de cosméticos, inseticidas, fertilizantes, além de móveis, devido sua madeira de alta qualidade (NEVES; OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2003; BITTENCOURT et al., 2009).

Os plantios de nim indiano vêm se expandindo rapidamente no território brasileiro, tanto para fins de exploração da madeira, como também para a produção de folhas e frutos (MARTINEZ, 2002). Assim, com a expansão dos projetos florestais, ferramentas e técnicas de modelagem têm sido cada vez mais utilizadas para auxiliar os gestores

no manejo de povoamentos florestais, visto ser fundamental quantificar e prever com precisão os recursos florestais (CERQUEIRA et al., 2017). Dentre as várias técnicas utilizadas, os ajustes de modelos hipsométricos vêm sendo cada vez mais empregados em inventários florestais, por permitirem não só a redução do tempo e custos referente à mensuração das alturas dos indivíduos, mas também por assegurar a acurácia de suas estimativas (CERQUEIRA et al., 2017; PEREIRA et al., 2014).

Os modelos hipsométricos expressam a relação matemática entre a variável dependente altura e variáveis independentes de maior facilidade de obtenção, como o diâmetro a 1,30 m do solo - DAP (SANQUETTA et al., 2015). Além do DAP, variáveis como a idade do povoamento, altura dominante, diâmetro da base entre outras podem ser incluídas aos modelos visando melhorar qualidade nos ajustes, tendo em vista que em algumas situações, a relação altura-diâmetro pode não apresentar uma relação biológica bem definida e forte (RETSLAFF et al., 2015).

Usualmente, à medida que mais variáveis explicativas são introduzidas aos modelos, melhores e mais precisas podem ser as estimativas obtidas, contudo, a inclusão de novas variáveis pode torná-lo complexo e com demasia de parâmetros, sendo assim, deve-se equilibrar a precisão com a parcimônia (ALVES et al., 2017), bem como com a sua simplicidade.

Em populações florestais onde se conhece não só a relação altura-diâmetro como também as variáveis que as afetam (idade, altura média das árvores dominantes, densidade, tamanho da copa e etc.), o emprego de equações genéricas que contemplam os principais fatores que afetam a relação hipsométrica tem se mostrado bastante eficiente para retratar essa relação. Estudos como o de Soares et al. (2004), Barros et al. (2002), Ribeiro et al. (2010) e Campos e Leite (2013) contemplaram modelos genéricos para expressar a relação hipsométrica onde, além do DAP, trabalharam-se outras variáveis independentes como diâmetro médio quadrático (dg), altura dominante (h.dom), idade (I) e índice de sítio (S).

No caso da *Azadirachta indica*, apesar do crescente interesse pelos seus produtos, informações a respeito da relação hipsométrica para a espécie ainda pouco conhecida no Brasil, contudo, de grande valia na estimação do volume e qualificação da produtividade em determinado local, sendo essencial ao bom planejamento e manejo dos recursos florestais.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o ajuste de modelos hipsométricos para *Azadirachta indica* sob dois métodos de cultivo em um plantio experimental localizado no município de Macaíba-RN, região Nordeste do Brasil, como subsídios para o planejamento dos recursos florestais e futuras ações de manejo para o povoamento estudado.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Descrição da área de estudo

O estudo foi conduzido em um plantio realizado na área de experimentação florestal da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias (UECIA) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), sob coordenadas centrais 5°54'6,27" S e 35°21'26,81" O, altitude média de 60 m acima do nível do mar, localizado no município de Macaíba, RN, Brasil.

O clima local é representado por uma transição entre os tipos As' (tropical chuvoso) e BSw (semiárido) segundo a classificação de Köppen, com temperaturas elevadas ao longo do ano e estação chuvosa concentrada entre os meses março e julho. A precipitação média anual é de 1.070,7 mm em que precipitações médias mensais inferiores a 100 mm ocorrem de agosto a fevereiro, definindo uma estação seca com duração de seis a sete meses. A temperatura média anual está em torno de 27,1 °C, com mínima de 21 °C e máxima de 32°C; e cerca de 2.700 horas de insolação ao ano (IDEMA, 2008).

O solo da área é o Latossolo Amarelo Distrófico de textura arenosa e topografia plana.

### 2.2 Caracterização do experimento

O experimento foi implantado no ano de 2012, sendo constituído pela espécie *Azadirachta indica* conduzida sob dois métodos de cultivo (N0 – menos intensivo; N1 – mais intensivo) (Tabela 1).

| Descrição                        | Tipo de Cultivo      |                      |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|
|                                  | N0 – menos intensivo | N1 – mais intensivo) |
| Gradagem cruzada                 | ✓                    | ✓                    |
| Sulcos (40 cm x 70 cm)           |                      | ✓                    |
| Esterco bovino (4,0 t/ha)        |                      | ✓                    |
| Super triplo (146,0 kg/ha)       |                      | ✓                    |
| Covas (20 cm x 15 cm)            | ✓                    | ✓                    |
| NPK (6-30-6) (100 g/planta)      | ✓                    | ✓                    |
| Aplicação de Calcário (2,0 t/ha) |                      | ✓                    |

**Tabela 1.** Descrição do manejo realizado nos métodos de cultivo utilizados nos plantios florestais de *Azadirachta indica* na Área de Experimentação Florestal da UAECIA, UFRN.

As mudas de *Azadirachta indica* apresentavam altura média de 30 cm quando levadas para campo, sendo plantadas sob o espaçamentos 3 m x 3 m em parcelas de 576 m<sup>2</sup>, composta por 64 árvores/parcela (área útil com 36 árvores/parcela, tendo

em vista que as demais correspondem a bordas) e quatro repetições, dispostas sob delineamento experimental em blocos casualizados, contendo quatro repetições por tratamento, perfazendo um total de oito parcelas.

### 2.3 Coleta de dados e seleção de modelos

A coleta de dados foi realizada aos 12, 24, 36 e 48 meses de idade, sendo mensurado o diâmetro à 1,30 m do solo (DAP) e altura total (Ht) de todos os indivíduos na área útil das parcelas. A partir dos dados dendrométricos obtidos em campo, outras variáveis dendrométricas como área basimétrica (G) dos indivíduos, idade do povoamento (I) e o emprego de variáveis dummy que assumiram valores de 0 e 1 conforme o métodos de cultivo (N0 – menos intensivo; N1 – mais intensivo) foram utilizadas para compor os diferentes modelos hipsométricos avaliados no presente estudo (Tabela 2).

| Nº | Modelo   |
|----|--|
| 1  | $H = \beta_0 + \beta_1 \cdot DAP_i + \beta_2 \cdot N + \varepsilon_i$  |
| 2  | $\ln H = \beta_0 + \beta_1 \cdot \left(\frac{1}{DAP_i}\right) + \beta_2 \cdot N + \varepsilon_i$                     |
| 3  | $H = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln DAP_i + \beta_2 \cdot N + \varepsilon_i$  |
| 4  | $H = \beta_0 + \beta_1 \cdot \left(\frac{1}{DAP_i^2}\right) + \beta_2 \cdot N + \varepsilon_i$                       |
| 5  | $\ln H = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln DAP_i + \beta_2 \cdot N + \varepsilon_i$  |
| 6  | $\ln H = \beta_0 + \beta_1 \cdot DAP_i + \beta_2 \cdot (1/I) + \beta_3 \cdot N + \varepsilon_i$                      |
| 7  | $\ln H = \beta_0 + \beta_1 \cdot \left(\frac{1}{I}\right) + \beta_2 \cdot \ln G_i + \beta_3 \cdot N + \varepsilon_i$ |
| 8  | $\ln H = \beta_0 + \beta_1 \cdot DAP_i + \beta_2 \cdot N + \beta_3 \cdot \ln (I \cdot G_i) + \varepsilon_i$          |
| 9  | $H = \beta_0 \left[ 1 - e^{-(\beta_1 \cdot DAP_i + \beta_2 \cdot N)} \right]^{\beta_3} \cdot \varepsilon_i$          |
| 10 | $H = \beta_0 \cdot e^{\beta_1 \cdot (\beta_2 DAP_i + \beta_3 N)} \cdot \varepsilon_i$                                |

Em que: H = Altura total em metros; DAP = Diâmetro a 1.30m do solo em centímetros; DAPmax = Diâmetro a 1,30m do solo máximo na parcela; I = idade do povoamento em meses; G = área basimétrica em m<sup>2</sup>; N = métodos de cultivo (0: menos intensivo; 1: mais intensivo)  $\beta_0, \beta_1, \beta_2$  e  $\beta_3$  = parâmetros do modelo; ln = logaritmo neperiano; e  $\varepsilon$  = erro aleatório.

**Tabela 2.** Modelos hipsométricos testados para estimação de altura plantios florestais de *Azadirachta indica* na Área de Experimentação Florestal da UAECIA, Macaíba, RN, Brasil.

### 2.4 Análises estatísticas

Para averiguar a qualidade dos ajustes, utilizou-se os seguintes critérios estatísticos: a) significância da estatística F da Análise de Variância (ANOVA) da regressão; b) significância estatística dos parâmetros do modelo por meio do teste t; c) coeficiente de determinação ajustado (R<sup>2</sup>aj.); d) erro-padrão da estimativa (Sxy%) recalculados para a variável de interesse por meio do Fator de Correção de Meyer

quando esta sofreu algum tipo de transformação logarítmica; e) análise gráfica dos resíduos; f) Critério de Informação de Akaike (AIC); e, g) Índice de Furnival.

A representação gráfica dos erros residuais e ajuste dos modelos foram realizados com auxílio do software Microsoft Excel 2010.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Anova (Tabela 3), observou-se que todos os modelos avaliados apresentaram ajuste significativo ao nível de 99% de probabilidade e 1% de significância, rejeitando-se a hipótese nula de não haver regressão, tendo os coeficientes das equações também se ajustado significativamente pelo teste t para todos os modelos em destaque, evidenciando que a inclusão da variável dummy (método de cultivo) melhorou as estimativas da relação hipsométrica em todos os modelos avaliados (Tabela 3). Inclusões de variáveis inerentes ao povoamento podem resultar em estimativas de altura mais precisas, uma vez que modelos mais simples empregam somente uma variável independente (CAMPOS; LEITE, 2013) e que relação hipsométrica das árvores é afetada por diversos fatores como idade, capacidade de sítio, densidade do povoamento, posição sociológica, etc. (CERQUEIRA et al., 2017; LOETSCH; ZOEHRER; HALLER, 1973; FINGER, 1992).

| Modelo | Coeficientes   |                |                |                | Medidas de precisão |         |           |          |       |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|---------|-----------|----------|-------|
|        | b <sub>0</sub> | b <sub>1</sub> | b <sub>2</sub> | b <sub>3</sub> | R <sup>2</sup> aj.  | Syx (%) | F         | AIC      | IF    |
| 1      | 2,1602**       | 0,3953**       | 0,0855**       | -              | 0,75                | 11,91   | 1734,60** | 1989,09  | 0,574 |
| 2      | 1,9585**       | -2,3615**      | 0,0277**       | -              | 0,76                | 7,96    | 1867,88** | -1564,20 | 0,571 |
| 3      | 0,6457**       | 2,2787**       | 0,1192**       | -              | 0,76                | 11,74   | 1803,14** | 1955,48  | 0,566 |
| 4      | 5,2977**       | -15,0042**     | 0,2930**       | -              | 0,49                | 17,03   | 556,09**  | 2809,93  | 0,821 |
| 5      | 0,5999**       | 0,5176**       | 0,0159*        | -              | 0,81                | 7,22    | 2388,55** | -1786,21 | 0,519 |
| 6      | 1,3025**       | 0,0559**       | -3,5763**      | 0,0505**       | 0,78                | 7,61    | 1395,89** | -1664,64 | 0,546 |
| 7      | 2,8695**       | -1,5386**      | 0,2185**       | 0,0321**       | 0,81                | 7,15    | 1630,52** | -1806,99 | 0,514 |
| 8      | 1,7127**       | 0,0199**       | 0,0443**       | 0,1266**       | 0,79                | 7,55    | 1424,59** | -1683,03 | 0,542 |
| 9      | 12,6039**      | 0,0328         | 0,0060         | 0,5778**       | 0,76                | 11,63   | 1232,40** | 1934,17  | 0,560 |
| 10     | 32,5262**      | -1,4927**      | 0,8207**       | 0,9814**       | 0,76                | 11,62   | 1235,37** | 1932,07  | 0,560 |

\*\* : significativo ao nível de 1% de significância; \* : significativo ao nível de 5% de significância.

**Tabela 3.** Estimativas dos coeficientes e testes estatísticos de precisão obtidos pelo ajuste de modelos hipsométricos em povoamento de *Azadirachta indica*, Macaíba, RN, Brasil.

De acordo com a Anova (valor da estatística F), observou-se que todos os modelos avaliados apresentaram ajuste significativo ao nível de 99% de probabilidade e 1% de significância, rejeitando-se a hipótese nula de não haver regressão, tendo os coeficientes das equações também se ajustado significativamente pelo teste t para todos os modelos em destaque, evidenciando que a inclusão da variável dummy (método de cultivo) melhorou as estimativas da relação hipsométrica em todos os modelos avaliados (Tabela 4). Inclusões de variáveis inerentes ao povoamento



nos modelos podem resultar em estimativas em altura mais precisas, uma vez que modelos mais simples empregam somente uma variável independente (CAMPOS; LEITE, 2013) e que relação hipsométrica das árvores é afetada por diversos fatores como idade, capacidade de sítio, densidade do povoamento, posição sociológica e etc. (LOETSCH; ZOEHRER; HALLER, 1973; FINGER, 1992; CERQUEIRA et al., 2017).

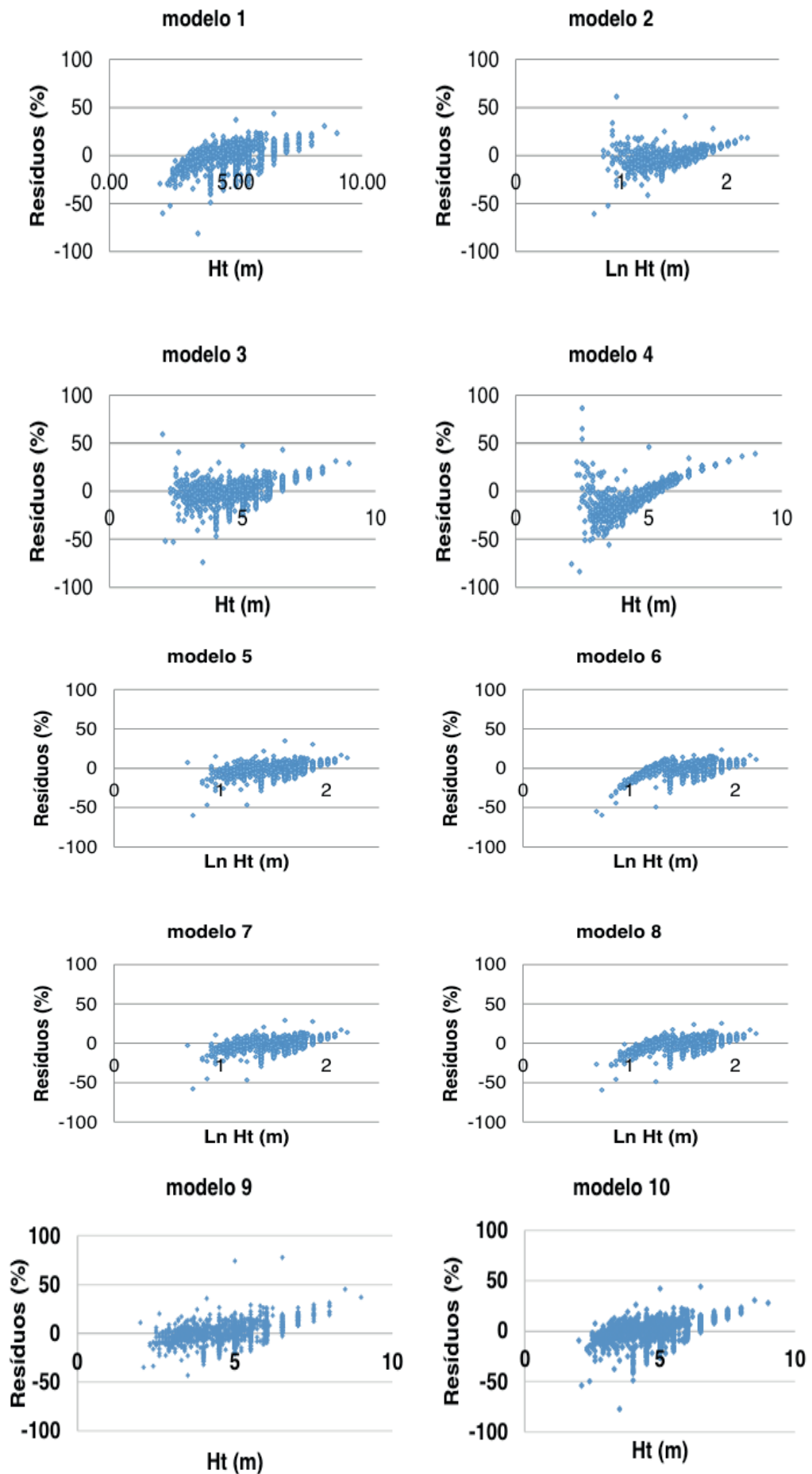
As equações hipsométricas apresentaram coeficientes de determinação ajustado ( $R^2$  aj.) variando entre 0,49 e 0,81; AIC variando entre -1564,20 e 2809,93; IF oscilando entre 0,519 e 0,821 e o erro-padrão da estimativa ( $S_{xy}\%$ ), variando entre 7,15% e 17,03% (Tabela 4).

De maneira geral, as equações (5) e (7) apresentaram melhor desempenho na descrição da relação hipsométrica quando comparado as demais equações, apresentando estatísticas de ajuste semelhantes, como altos valores do coeficiente de determinação ajustado, o que indica uma boa correlação entre as variáveis independente e dependente e um elevado grau de explicação das variáveis dependentes sobre a independente, os menores erro-padrões da estimativa, com valores abaixo de 8% considerando resultados bastantes satisfatórios, tendo em vista a procedência do povoamento que é de mudas seminais, dando origem a florestas mais heterogêneas e conseqüentemente, de maior variabilidade nos dados.

Comparações na literatura sobre equações hipsométricas pertinentes a espécie *Azadirachta indica* são inexistentes. Jesus et al. (2015) ao testar diferentes modelos hipsométricos para um povoamento clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* no Distrito Federal observaram valores de  $R^2$  ajustado não ultrapassando 0,75; no entanto, sendo considerado satisfatório pelos autores, tendo em vista que esta estatística raramente é maior que 0,8 ao se modelar a variável altura com técnicas de regressão (SCOLFORO, 2005; CAMPOS; LEITE, 2013; SOARES et al., 2017). Já Nicoletti et al. (2016) ao testarem diferentes modelos hipsométricos para povoamentos de *Pinus taeda* L. sob diferentes fases do ciclo de corte, relatam uma relação biológica fraca entre as variáveis diâmetro altura, evidenciada pelos baixos valores de  $R^2$  ajustado. Segundo Sanquetta et al. (2013), a baixa correlação entre variáveis independentes e dependente interferem no bom ajuste de modelos hipsométricos.

Ré et al. (2015) ao avaliarem o ajuste de sete diferentes modelos hipsométricos para nove espécies nativas da Mata Atlântica em um projeto de restauração florestal no município de Botucatu, na região centro-sul do Estado de São Paulo, observaram que pelo menos um modelo entre os sete testados se ajustou satisfatoriamente para cada espécie, no qual as estimativas para os erro-padrões das estimativas variaram de 13,78% a 31,72% e coeficientes de determinação ajustado ( $R^2$  aj.) variando entre 0,08 e 0,72.

Em relação à análise gráfica dos resíduos, evidenciaram-se tendências de subestimação na estimativa da altura para árvores de menor porte e superestimação para as de maior, em todos os modelos avaliados, tendo sido menos aparente nos modelos (5) e (7), cujo apresentaram melhores estatísticas de ajuste (Figura 1).



**Figura 1.** Análise gráfica dos resíduos de altura, em porcentagem, obtidos pelo ajuste de modelos hipsométricos em povoamento de *Azadirachta indica*, localizado no município de Macaíba, RN, Brasil.

Os modelos 2, 3 e 4 apresentam indícios claros de heterogeneidade dos resíduos, o que leva quase certamente a estimação de parâmetros consistentes, mas ineficientes, induzindo a inferentes falhas nos testes de hipóteses realizados. Souza, Santos e Souza (2017) relataram que a maioria dos modelos hipsométricos testados apresentaram uma leve heterogeneidade na distribuição dos resíduos em um povoamento híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* na Amazônia brasileira, com tendências a superestimar a variável de interesse nas primeiras classes de diâmetros e sendo mais acurado nas últimas classes. Já Soares et al. (2017) observaram que disposição dos resíduos ocorreu de forma homogênea para os modelos avaliados, não sendo constatado tendências de sub ou superestimação da variável altura para árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. no sudeste do estado de Goiás. O comportamento homocedástico da distribuição dos resíduos também é relatado por outros trabalhos na literatura como os de Almeida et. al (2017), Alves et al. (2017), em plantios homogêneos de *Tectona grandis*, *Toona ciliata* e *Pinus taeda*, respectivamente.

#### 4 | CONCLUSÕES

A inclusão da variável dummy (método de cultivo) foi significativa pelo teste t para todos modelos testados, indicando que sua inclusão no modelo contribui para uma maior acurácia na estimativa da variável altura.

Os modelos (5) e (7) são os mais indicados para representar a relação hipsométrica de *Azadirachta indica*.

#### REFERÊNCIAS

- ALVES, J. A.; CALEGARIO, N.; ROSADO, S. C. S.; SILVA, G. A.; POSSATO, E. L.; MELO, E. A. Equações hipsométricas para *Toona ciliata* com inclusão de covariantes. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 581-595, 2017.
- ALMEIDA, D. L. C. S.; SILVA, F. R.; SANTOS, A. F. A.; GARCIA, M. L.; WOJCIECHOWSKI, J. C. Determinação de equação volumétrica e hipsométrica para um plantio de *Tectona grandis* L. F. em Alta Floresta-MT. **REVISTA DE CIÊNCIAS AGROAMBIENTAIS**, v. 14, n. 2, p. 1-9, 2016.
- BITTENCOURT, A. M. SANTOS, A.J.; HOEFLICH, V. A.; BERGER, R. O cultivo do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.): uma visão econômica. **Floresta**, v. 39, n. 3, p. 629-642, 2009.
- BARROS, D. D.; MACHADO, S. D. A.; ACERBI JUNIOR, F. W.; SCOLFORO, J. R. S. Comportamento de modelos hipsométricos tradicionais e genéricos para plantações de *Pinus oocarpa* em diferentes tratamentos. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v. 45, p. 3-28, 2002.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração Florestal: Perguntas e Respostas**. 2.ed. Editora UFV. Viçosa, 2013. 605p.
- CERQUEIRA, C. L.; MÔRA, R.; LENZI, I. L. C.; DRESCHER, R.; LIMA, E. M.; LISBOA, G. S.; FRANÇA, L. C. J. Modelagem da altura de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em diferentes espaçamentos. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 2, n. 2, p. 93-99, 2017.

FINGER C. A. G. **Fundamentos da biometria florestal**. Santa Maria-RS: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269 p.

IBÁ – **Indústria Brasileira de Árvores**. Relatório anual da IBÁ 2017, ano base 2016. 77 p. Disponível em: <<http://iba.org/pt/>>. Acesso em 22 Mar. 2018.

IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do seu município**: Macaíba. Natal: SEMARH, v. 10, p. 1-23, 2008. Disponível em <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC00000000014988.PDF>>. Acesso em 04 nov. 2017.

JESUS, C. M.; MIGUEL, E. P.; AZEVEDO, G. B.; AZEVEDO, G. T. O. S.; PEREIRA, R. S. Modelagem hipsométrica em povoamento clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* no Distrito Federal. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 1298-1308, 2015.

LOETSCH, F.; ZOEHRER, F.; HALLER, K. E. **Forest inventory**. Munchen: BVL, v. 2, 1973. 469p.

MARTINEZ, S. S. (Ed.). **O Nim – *Azadirachta indica***: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), 2002.

MOURÃO, S. A.; ZANUNCIO, J. C.; SILVA, J. C. T.; JHAM, G. N. Nim Indiano (*Azadirachta indica*): mil utilidades. Viçosa: UFV. **Boletim de Extensão**, v. 47, 2004. 23 p.

NEVES, B. P.; OLIVEIRA, I. P.; NOGUEIRA, J. C. M. Cultivo e utilização do nim indiano. **Embrapa Arroz e Feijão-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2003.

NICOLETTI, M. F.; SOUZA, K.; SILVESTRE, R.; FRANÇA, M. C.; ROLIM, F. A. Relação hipsométrica para *Pinus taeda* L. em diferentes fases do ciclo de corte. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 1, p. 80-89, 2016.

PEREIRA, K. D. PAIXÃO, M. V. C.; MONTEIRO, C. W. B.; LAURIDO, F. T.; FERREIRA, P. S. T. Ajuste de modelos hipsométricos para árvores de *Tectona grandis* L.f. no município de Mojú, Pará. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 181-189, 2014.

RÉ, D. S.; ENGEL, V. L.; OTA, L. M. S.; JORGE, L. A. B. Equações alométricas em plantios mistos visando à restauração da floresta estacional semidecidual. **Cerne**, v. 21, n. 1, p. 133-140, 2015.

RETSLAFF, F. A. S.; FIGUEIREDO FILHO, A.; DIAS, A. N.; BERNETT, L. G.; FIGURA, M. A. Curvas de sítio e relações hipsométricas para *Eucalyptus grandis* na região dos Campos Gerais, Paraná. **Cerne**, v. 21, n. 2, p. 219-225, 2015.

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, A. C.; MELLO, J. M. D., FERREIRA, M. Z.; LISBOA, P. M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Estratégias e metodologias de ajuste de modelos hipsométricos em plantios de *Eucalyptus* sp. **Cerne**, v. 16, n. 1, p. 22-31, 2010.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; ROGLIN, A.; PIMENTEL, A. Relações diâmetro-altura para espécies lenhosas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Sul do Paraná. **Iheringia Série Botânica**, v. 68, n. 1, p. 103-114, 2013.

SANQUETTA, M. N. I.; SANQUETTA, C. R.; MOGNON, F.; CORTE, A. P. D.; RODRIGUES, A. L.; MAAS, G. C. B. Ajuste de equações hipsométricas para a estimação da altura total de indivíduos jovens de teca. **Científica**, v. 43, n. 4, p. 400-406, 2015.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria Florestal**: Parte I: modelos de regressão linear e não linear; Parte II: modelos para relação hipsométrica, volume, afilamento e peso de matéria seca. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 352 p.

SOARES, T. S.; SCOLFORO, J. R. S.; FERREIRA, S. O.; MELLO, J. M. D. Uso de diferentes alternativas para viabilizar a relação hipsométrica no povoamento florestal. **Revista Árvore**, v. 28, n. 6, p. 845-854, 2004.

SOARES, K. L.; COSTA, L. S.; ARAÚJO, M. S.; CALIXTO JÚNIOR, J. E. D.; INTERAMNENSE, M. T. Modelagem hipsométrica de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. no sudeste do estado de Goiás. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 1, p. 51-57, 2017.

SOUZA, A. S.; SANTOS, J. X.; SOUZA, D. V. Modelagem da relação hipsométrica para um povoamento híbrido de eucalipto na Amazônia brasileira. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 2, n. 1, p. 44-53, 2017.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Jorge González Aguilera:** Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: [jorge.aguilera@ufms.br](mailto:jorge.aguilera@ufms.br)

**Alan Mario Zuffo:** Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto:alan_zuffo@hotmail.com)

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adsorção 75

Agricultura 11, 23, 92, 120, 147, 149, 157, 197, 213, 255, 257, 260, 261, 281

Agrotóxicos 131, 194, 196, 197, 198

Águas pluviais 15, 21, 156, 171, 207, 210, 211

Alimentos 132, 194

Ambiental 12, 23, 24, 25, 26, 27, 36, 37, 42, 56, 75, 76, 80, 83, 88, 89, 110, 122, 133, 142, 150, 156, 174, 175, 188, 189, 198, 213, 250, 260

### B

Bacia Hidrográfica 250, 252, 254, 262

Bactérias 92

Biocombustível 76, 79

Biomarcadores de Contaminação Ambiental 89

Biomonitoramento 80

### C

Caracterização 4, 17, 142, 151, 231

Combustível 76

### D

Desenvolvimento 2, 5, 10, 36, 56, 67, 80, 106, 116, 117, 121, 122, 123, 142, 149, 161, 205, 261, 281, 282, 283

Design de Estruturas Verdes 9, 207

Dunas 199, 201

### E

Empreendedorismo 38

Entomopatógenos 92

Erosão Hídrica 23, 250, 261

### F

Fatores Socioambientais 12

### I

Inovação 38, 43, 57, 143

Intercepto de Linha 199

### L

Logística Reversa 116, 122

## **M**

Meio Ambiente 2, 5, 10, 37, 56, 57, 76, 106, 123, 142, 152, 154, 157, 164, 170, 172, 173, 174, 176, 177, 180, 189, 197, 199, 206, 252, 261, 281, 282, 283

## **P**

Paisagismo Ecosistêmico 207, 213

Planejamento Ambiental 189, 250

Poluição 44

Pragas 92

processo erosivo 15, 249, 258, 261

Processo erosivo 12

produtores 25, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 70, 126, 127

## **R**

Recursos Hídricos 199, 261

Rio de Janeiro 23, 24, 36, 67, 79, 87, 93, 103, 122, 123, 131, 142, 150, 151, 175, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 198, 248, 260, 262

Robótica 44, 57

Rstudio 52

## **S**

Síntese 233, 244

Solos 12, 24, 248, 261

Sustentabilidade 38, 57, 79, 123, 176

## **U**

Unidade de Conservação 7, 106, 107, 178, 183, 184, 185, 186, 188, 199, 200

## **V**

Vigilância 196, 197, 198



Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-536-5



9 788572 475365