

# Ciências Agrárias: Campo Promissor em Pesquisa 4

Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo  
(Organizadores)



**Jorge González Aguilera**  
**Alan Mario Zuffo**  
(Organizadores)

**Ciências Agrárias: Campo Promissor  
em Pesquisa**  
**4**

**Atena Editora**  
**2019**



2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª 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  
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. 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.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

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) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
C569	Ciências agrárias [recurso eletrônico] : campo promissor em pesquisa 4 / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Ciências Agrárias. Campo Promissor em Pesquisa; v. 4)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-418-4 DOI 10.22533/at.ed.184192006  1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario. III. Série. CDD 630
<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 “*Ciências Agrárias Campo Promissor em Pesquisa*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta seu volume 4, em seus 23 capítulos, conhecimentos aplicados as Ciências Agrárias.

A produção de alimentos nos dias de hoje enfrenta vários desafios e a quebra de paradigmas é uma necessidade constante. A produção sustentável de alimentos vem a ser um apelo da sociedade e do meio acadêmico, na procura de métodos, protocolos e pesquisas que contribuam no uso eficiente dos recursos naturais disponíveis e a diminuição de produtos químicos que podem gerar danos ao homem e animais.

Este volume traz uma variedade de artigos alinhados com a produção de conhecimento na área das Ciências Agrárias, ao tratar de temas como bioatividade de extratos vegetais, produção e qualidade de adubos verdes, silagem, fortalecimento de cadeias produtivas, resistência a doenças, entre outros. São abordados temas inovadores relacionados com o uso de energia solar. Os trabalhos abordam temas relacionados com as culturas do abacaxi, cana-de-açúcar, canola, feijão, goiaba, mamona, orégano, trigo, soja, entre outros cultivos. Os resultados destas pesquisas vêm a contribuir no aumento da disponibilidade de conhecimentos úteis a sociedade.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias, 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 da Agronomia e, 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>
AVALIAÇÃO DA BIOATIVIDADE DE EXTRATOS VEGETAIS EM RELAÇÃO A SITOPHILUS SP. E RHYZOPERTHA DOMINICA EM GRÃOS DE TRIGO ARMAZENADO	
Chawana dos Santos Lima Soares Anna Maria Deobald Sandro Borba Possebon	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1841920061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>6</b>
AVALIAÇÃO DA BIOSSORÇÃO EM ÁGUA PRODUZIDA A PARTIR DA FIBRA DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Luiz Antonio Barbalho Bisneto Ana Júlia Miranda de Souza Tatiane Pinheiro da Silva Bernardino Fabiola Gomes de Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1841920062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>20</b>
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA CINÉTICA DE SECAGEM DE <i>Malus domestica</i> EM ESTUFA	
Kátia Cristina Barbosa da Silva Maria Suenia Nunes de Moraes Camila Joyce Ferreira de Locio Luana Maria de Queiroz Silva Bruno Rafael Pereira Nunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1841920063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>31</b>
AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DE NÉCTAR DE GOIABA ( <i>Psidium guajava</i> , L.) ADICIONADO DE SORO DE LEITE	
Maiara Magna Almeida da Silva Auriana de Assis Regis Ravena Kilvia Oliveira Aguiar Pahlevi Augusto de Souza Ariosvana Fernandes Lima Zulene Lima de Oliveira Elisabeth Mariano Batista	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1841920064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>42</b>
AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA BIOMASSA FRESCA PRODUZIDA PELAS LEGUMINOSAS COMO ADUBOS VERDES	
Gabriel Menezes Ferreira Antonio Tassio Oliveira de Souza; Alisson Silva de Souza Daniel Sávio Fernandes Tavares Domingos Sávio Moraes Tavares Patricia Taila Trindade de Oliveira Jorge Antônio dos Reis Barros Junior	

Thaynara Luany Nunes Monteiro  
Igor Thiago dos Santos Gomes  
Manoel Júlio Albuquerque Filho  
Jhemyson Jhonathan da Silveira Reis  
João Henrique Trindade e Matos

**DOI 10.22533/at.ed.1841920065**

**CAPÍTULO 6 ..... 52**

**BEBIDA FERMENTADA FUNCIONAL UTILIZANDO EXTRATO AQUOSO DE COCO**

Ilsa Cunha Barbosa Vieira  
Geiseanny Fernandes do Amarante Melo  
Renata Kelly Gomes de Oliveira  
Mirleny Barbosa da Silva  
Valéria Lopes Cruz

**DOI 10.22533/at.ed.1841920066**

**CAPÍTULO 7 ..... 62**

**CARACTERIZAÇÃO DE COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/  
RN POR MEIO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO ESTIMADOS POR SENSORIAMENTO  
REMOTO**

Ana Beatriz Alves de Araújo  
Isaac Alves da Silva Freitas  
Antônio Aldísio Carlos Júnior  
Daniela da Costa Leite Coelho  
Suedêmio de Lima Silva  
Paulo Cesar Moura da Silva  
João Paulo Nunes da Costa  
Lizandra Evelylyn Freitas Lucas  
Poliana Maria da Costa Bandeira  
Priscila Pascali da Costa Bandeira  
Erlan Tavares Costa Leitão  
Marineide Jussara Diniz

**DOI 10.22533/at.ed.1841920067**

**CAPÍTULO 8 ..... 75**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PÃO DE QUEIJO  
ELABORADO COM FOLHAS DESIDRATADAS E ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO  
(*Origanum vulgare* L.)**

Tatiane Regina Alves da Cunha  
Tatiane Rodrigues Silva  
Carla Luciane Kreutz Braun  
Krishna Rodrigues de Rosa  
José Masson

**DOI 10.22533/at.ed.1841920068**

**CAPÍTULO 9 ..... 80**

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM DE SORGO COM ADIÇÃO DE BAGAÇO DE  
CAJU DESIDRATADO: MATÉRIA SECA, PROTEÍNA BRUTA, FDN E FDA**

Jesane Alves de Lucena  
Vitor Lucas de Lima Melo  
Raisa Raquel da Cunha Menezes  
Cicília Maria Silva de Souza  
Hilton Felipe Marinho Barreto

**DOI 10.22533/at.ed.1841920069**

**CAPÍTULO 10 ..... 90**

**CONJUNTURA DO MERCADO DA BANANA NO BRASIL E NO ESTADO DO PARÁ**

Erika da Silva Chagas  
Ricardo Falesi Palha de Moraes Bittencourt  
Italo Marlone Gomes Sampaio  
Letícia Cunha da Hungria  
Camila Gurjão da Costa  
Italo Claudio Falesi Palha de Moraes Bittencourt

**DOI 10.22533/at.ed.18419200610**

**CAPÍTULO 11 ..... 97**

**CONJUNTURA DO MERCADO DO CACAU NO ESTADO DO PARÁ: ASPECTOS NACIONAIS E REGIONAIS**

Ricardo Falesi Palha de Moraes Bittencourt  
Erika da Silva Chagas  
Italo Marlone Gomes Sampaio  
Camila Gurjão da Costa  
Letícia Cunha da Hungria  
Italo Claudio Falesi Palha de Moraes Bittencourt

**DOI 10.22533/at.ed.18419200611**

**CAPÍTULO 12 ..... 104**

**CUSTOS DE PRODUÇÃO DE SOJA NO PLANEJAMENTO DA COMERCIALIZAÇÃO DE UMA PROPRIEDADE RURAL DO MUNICÍPIO DE OURINHOS**

Edson Ruiz  
Andressa Maria Soares Bezerra  
Claudinei de Lima  
Roger de Oliveira  
Adriano Pontara

**DOI 10.22533/at.ed.18419200612**

**CAPÍTULO 13 ..... 112**

**DESEMPENHO DA CANOLA EM JATAÍ - GO**

Raissa Macedo Assis  
Simério Carlos Silva Cruz  
Flavia Andrea Nery Silva  
Givanildo Zildo da Silva  
Gabriela Fernandes Gama  
Ingrid Maressa Hungria de Lima e Silva  
Carla Gomes Machado

**DOI 10.22533/at.ed.18419200613**

**CAPÍTULO 14 ..... 118**

**DIVERSIDADE DE INSETOS EM DIFERENTES AMBIENTES NO IFNMG - CAMPUS ARINOS**

Thays Morato Lino  
Elisabeth Gomes Uchôas  
Manoel Xavier de Oliveira Júnior  
Chirles Rosa Ramos  
Matheus dos Santos Pereira  
Luciana Rodrigues da Conceição

**DOI 10.22533/at.ed.18419200614**



<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>130</b>
EFEITO DA UMIDADE E DA ACÚSTICA NA TORREFAÇÃO DE PINUS ELLIOTTII	
Myla Medeiros Fortes	
Eder Pereira Miguel	
Bruno Sant' Ana Chaves	
Ícaro Renã Alves Moureira Nery	
Ailton Teixeira do Vale	
<b>DOI 10.22533/at.ed.18419200615</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>138</b>
FENAÇÃO DE RESÍDUOS CULTURAIS DE ABACAXI ( <i>Ananas comosus</i> )	
Fernando José de Sousa Borges	
Karla Agda Botelho Mota	
Danielly Pereira dos Santos	
Ana Cristina Gomes Figueiredo	
Izabel Pereira de Araújo	
João Carlos Santos de Andrade	
Poliana Mendes Avelino de Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.18419200616</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>145</b>
FORTALECIMENTO DAS CADEIAS PRODUTIVAS DAS ESPÉCIES MAIS PROMISSORAS PARA A REGIÃO AMAZÔNICA	
Luiz Antonio de Oliveira	
Maricleide Maia Said	
<b>DOI 10.22533/at.ed.18419200617</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>159</b>
PRODUÇÃO DE LINGUIÇA DE ATUM COM SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA POR INULINA: ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS	
Andréia Amanda Bezerra Jácome	
Lucas de Oliveira Soares Rebouças	
Patrícia de Oliveira Lima	
Jean Berg Alves da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.18419200618</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>166</b>
RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA UM PLANTIO CLONAL DE <i>Tectona grandis</i> LINN F. NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO, PARÁ	
Mario Lima dos Santos	
Patrícia Mie Suzuki	
Richard Pinheiro Rodrigues	
Beatriz Cordeiro Costa	
Walmer Bruno Rocha Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.18419200619</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>172</b>
RESISTÊNCIA BACTERIANA DOS GRAM-NEGATIVOS	
Tiago Zaquia Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.18419200620</b>	

<b>CAPÍTULO 21 .....</b>	<b>185</b>
RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE MAMONA À <i>Fusarium oxysporum f.sp. ricini</i>	
Zilda Cristina Malheiros Lima	
Suane Coutinho Cardoso	
Leandro Santos Peixoto	
Lucas Barbosa de Oliveira	
Wesley Santana Fernandes	
Marineide Ferreira de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.18419200621</b>	
<b>CAPÍTULO 22 .....</b>	<b>195</b>
RIZÓBIOS DE LEGUMINOSAS DA CAATINGA NODULAM E PROMOVEM O CRESCIMENTO DE FEIJÃO-CAUPI	
Jéssica Moreira da Silva Souza	
Ana Jéssica Gomes Guabiraba	
José Wilisson Ferreira dos Santos	
José Vieira Silva	
Flávia Barros Prado Moura	
Jakson Leite	
<b>DOI 10.22533/at.ed.18419200622</b>	
<b>CAPÍTULO 23 .....</b>	<b>204</b>
USO DE ENERGIA SOLAR NA PRODUÇÃO DE MUDAS NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE	
Geoge Carlos Vieira Da Silva	
Lucas Nascimento de Melo Silva	
Charles Teruhiko Turuda	
<b>DOI 10.22533/at.ed.18419200623</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>208</b>

## RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA UM PLANTIO CLONAL DE TECTONA GRANDIS LINN F. NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO, PARÁ

**Mario Lima dos Santos**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém – Pará

**Patrícia Mie Suzuki**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém – Pará

**Richard Pinheiro Rodrigues**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém – Pará

**Beatriz Cordeiro Costa**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém – Pará

**Walmer Bruno Rocha Martins**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém – Pará

**RESUMO:** A *Tectona grandis* Linn F. vem ganhando espaço como uma alternativa para produção florestal sustentável na região Amazônica. Sendo o inventário florestal imprescindível para o monitoramento e produtividade de florestas. As equações de relações hipsométricas são ferramenta de redução de custos e tempo para a atividade. O objetivo do trabalho foi ajustar e selecionar um modelo matemático de relação hipsométrica para um plantio clonal de *T. grandis* Linn F., localizado no município de Capitão Poço, Pará. O estudo foi desenvolvido em um povoamento clonal de teca localizado no município de Capitão

Poço-PA. Foram levantadas cinco parcelas na área de 49,28 hectares, com espaçamento de 4m x 4m e densidade de 625 indivíduos ha<sup>-1</sup>. Foram ajustados seis modelos de relação hipsométrica relacionando a altura total e diâmetro a altura do peito. A seleção do melhor modelo se deu a partir da análise dos critérios estatísticos: coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj.}$  %); erro padrão residual da estimativa em percentagem ( $S_{yx}$  %) e erro padrão residual recalculado ( $S_{yxr}$  %) e Desvio Médio Percentual (DMP%). Todas as equações analisadas superestimaram as alturas. Os modelos hiperbólicos 2 e 3 apresentaram maior  $R^2_{aj.}$  %, menores  $S_{yx}$  %, menores valores de DMP e maiores valores de F. Dessa forma, conclui-se que os modelos hiperbólicos, 2 e 3, apresentaram resultados satisfatórios na mensuração do plantio clonal de *T. grandis* Linn F. Contudo, o modelo hipsométrico 2 foi o mais indicado para o plantio clonal de teca no município de Capitão Poço.

**PALAVRAS-CHAVE:** Floresta Plantada; Inventário Florestal; Teca

**ABSTRACT:** *Tectona grandis* Linn F. has been gaining space as an alternative for sustainable forest production in the Amazon region. The forest inventory is essential for forest monitoring and productivity. The hypsometric models are important tools to reduce the cost and time for an

activity. The objective of this study was the fit and selection of a mathematical model of hypsometric relation for clonal planting of *T. grandis* Linn F., located in the municipality of Capitão Poço, Pará. Five plots were planted in the area of 49.28 hectares, with spacing of 4m x 4m and density of 625 individuals ha<sup>-1</sup>. The project was developed in a clonal plantation of teak located in the municipality of Capitão Poço-PA. Six models of hypsometric were related to the total height and diameter. The selection of the best model was based on the analysis of the statistical data: adjusted coefficient of determination ( $R^2_{aj}$  %); recalculated standard error of the estimate in percentage ( $S_{yxr}$  %) and average percentage deviation (APD%). All of the analyzed models overestimated the heights. The hyperbolic models 2 and 3 had larger  $R^2_{aj}$  %, smaller  $S_{yxr}$  %, small values of APD% and higher values of F. Thus, it is concluded that the hyperbolic models, 2 and 3, satisfactory results in the measurement of the clonal plantation of *T. grandis* Linn F. However, the hypsometric model 2 was the most suitable for teak clonal planting in the municipality of Capitão Poço.

**KEYWORDS:** Planted Forest; Forest Inventory; Teak

## 1 | INTRODUÇÃO

A demanda mundial por produtos madeireiros e a preocupação com os recursos florestais naturais, impulsionam a abertura de novos mercados e ampliam os horizontes para o setor florestal. Neste contexto, *Tectona grandis* Linn F. vem se destacando como alternativa para uma produção sustentável na indústria madeireira, pelo seu elevado valor comercial, beleza e durabilidade (SILVA, 2012).

A produtividade em florestas plantadas está relacionada à qualidade do monitoramento e planejamento com base nos dados obtidos em inventário florestal. O volume é um importante indicativo de produção a ser considerado, contudo para a sua obtenção torna-se necessário a obtenção da variável altura comercial, está por sua vez é considerada de difícil mensuração, tornando a coleta de informações mais demorada e onerosa (SOUSA et al., 2013).

A altura pode ser obtida utilizando-se instrumentos hipsométricos, medição de árvore em pé ou abatida, ou por relações hipsométricas (SCOLFORO & FIGUEIREDO FILHO, 1998). A estimativa desta variável por meio das equações baseadas em relações hipsométricas são precisas e reduzem os custos do inventário, pois ao conhecer os diâmetros dos indivíduos da população é possível estimar a altura, medindo um número reduzido de indivíduos (CALDEIRA et al., 2002; CAMPOS & LEITE, 2017).

A definição do modelo de regressão a ser adotado se torna de difícil escolha, visto que ela precisa ser ajustada a diversas situações e contextos. A relação hipsométrica pode ser influenciada por diversos fatores, sendo estes: posição sociológica, região, idade da população, densidade do plantio, práticas silviculturais e manejo adotado (RIBEIRO et al., 2010; SOUSA et al., 2013).

Assim, o presente trabalho teve por objetivo ajustar e selecionar um modelo



matemático de relação hipsométrica para um plantio clonal de *T. grandis* Linn F., localizado no município de Capitão Poço, Pará.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A *Tectona grandis*, é uma espécie nativa do sul da Ásia, pertencente à família Lamiaceae, antes incluída na família Verbenaceae, conhecida popularmente como teca (COSTA, 2011) é caracterizada por ser uma árvore de grande porte, alcançando alturas entre 25 m a 35 m e diâmetro a altura do peito (DAP) de 1 m ou mais. Seu fuste é reto e revestido por uma casca espessa, o qual lhe confere resistência a várias doenças e até mesmo o fogo (MARCOLAN et al., 2007)

A espécie apresenta ampla adaptabilidade climática, podendo ocorrer em locais com diferentes gradientes de precipitação pluviométrica, a qual varia de 800 a 2500 mm ano<sup>-1</sup>, e de temperaturas, compreendida entre 2 a 42° C (COSTA, 2011).

## 3 | METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido em um povoamento clonal de teca localizado no município de Capitão Poço, estado do Pará, presente na fazenda São Luiz, pertencente à empresa Tiête Agrícola LTDA.

Os dados foram coletados em parcelas permanentes do povoamento aos cinco anos de idade. Quanto ao sistema de amostragem, utilizou-se o método de amostragem de área fixa, com parcelas circulares de raio de 12,6 m<sup>2</sup>, e o processo de amostragem utilizado foi o sistemático, onde foram levantadas cinco parcelas na área de 49,28 hectares de plantio clonal. O espaçamento empregado foi de 4m x 4m, tendo assim uma densidade de 625 indivíduos ha<sup>-1</sup>.

Foram ajustados seis modelos de relação hipsométrica relacionando a altura total - Ht e diâmetro a altura do peito - DAP, sendo dois modelos lineares (1 e 6) e quatro modelos não lineares (2, 3, 4 e 5), em que a Ht é a variável dependente ou variável de interesse, e o DAP e suas transformações matemáticas, como variável independente (Tabela 1).

#	Modelos	
1	$Ht = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \epsilon_i$	Polinomial
2	$Ht = \left( \frac{DAP^2}{\beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2} \right) + \epsilon_i$	Hiperbólico
3	$Ht = \left( \frac{DAP}{\beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2} \right)^2 + \epsilon_i$	Hiperbólico
4	$Ht = \beta_0 + DAP^{\beta_1} + \epsilon_i$	Potência
5	$Ht = \beta_0 \beta_1 \left( \frac{1}{DAP} \right) + \epsilon_i$	Exponencial (Schumacher)
6	$Ht = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP) + \epsilon_i$	Semilogarítmico

Tabela 1. Modelos de relação hipsométrica ajustados aos dados do povoamento clonal de *T. grandis*, aos 5 anos de idade, no município de Capitão Poço, Pará. Fonte: Batista et al. (2014). Em que: Ht = Altura total (m); DAP = Diâmetro à altura do peito (cm);  $\beta_i$  = Parâmetros da regressão;  $\epsilon_i$  = Erro.

Para a análise de regressão, primeiramente averiguou-se a normalidade dos dados através do software SAS 9.1.3, pela inspeção visual dos resíduos, bem como, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância. Foram ajustados os modelos matemáticos de relação hipsométrica e geradas tabelas resumo com as medidas de precisão do ajustamento dos modelos aos dados.

A seleção do melhor modelo foi feita através da análise dos seguintes critérios estatísticos: o maior coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj.}$  %); o menor erro padrão residual da estimativa em percentagem ( $S_{yx}$  %) e erro padrão residual recalculado ( $S_{yxr}$  %) e Desvio Médio Percentual (DMP%).

Para auxiliar na seleção do (s) melhor (es) modelo (s) ajustado (s), foi utilizado o critério de hierarquização de seleção, que seria o Valor Ponderado (VP), que leva em consideração todas as variáveis estatísticas anteriormente descritas, e atribuindo pesos a essas quanto mais próximo de um melhor será a equação, facilitando assim o processo de seleção do melhor modelo matemático.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos hiperbólicos 2 e 3 apresentaram maior coeficiente de determinação, 83,42% e 83,40%, respectivamente, resultados próximos de 100%, característico de um bom ajuste, observados na Tabela 2. O coeficiente de determinação ( $R^2_{aj.}$ ) informa a porcentagem da variação dos dados observados em torno da média que está sendo explicada pelo modelo ajustado.

#	Modelo	R <sup>2</sup> aj.%	Syx%	DMP%	F	VP
1	$Ht = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2$	34,93	7,89	-0,360	27,6**	10
2	$Ht = \left( \frac{DAP^2}{\beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2} \right)$	83,42	7,88 <sup>(1)</sup>	-0,006	250,1**	3
3	$Ht = \left( \frac{DAP}{\beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2} \right)^2$	83,40	7,90 <sup>(1)</sup>	-0,154	249,7**	7
4	$Ht = \beta_0 + DAP^{\beta_1}$	28,75	8,10 <sup>(1)</sup>	-0,337	40,9*	12
5	$Ht = \beta_0 \beta_1 \left( \frac{1}{DAP} \right)$	26,08	8,27 <sup>(1)</sup>	-0,349	35,9**	16
6	$Ht = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP)$	30,36	8,16	-0,669	44,2**	15

Tabela 2. Valores das medidas de precisão das equações hipsométricas ajustadas aos dados do povoamento clonal de *T. grandis*, aos 5 anos de idade, no município de Capitão Poço, Pará.  
Fonte: Batista et al. (2014).

Em que:  $\beta_i$ = parâmetros de regressão; R<sup>2</sup>aj%= Coeficiente de determinação ajustado; Syx%= Erro padrão da estimativa em porcentagem; DMP%= Desvio médio percentual; F= valor calculado do teste F; VP= valor ponderado; <sup>(1)</sup> = erro padrão da estimativa em porcentagem recalculado; \*\* teste altamente significativo a 1% de nível de significância (p valor < 0,01).

O erro-padrão da estimativa indica a precisão do ajuste de um modelo matemático, esse critério informa o quanto, relativamente, o modelo erra em média ao estimar a variável dependente, desse modo pode se observar que o modelo polinômio 1 e os hiperbólicos 2 e 3 apresentaram os menores erros relacionados as estimativas, sendo os valores 7,89%; 7,88%; 7,90% respectivamente.

Todas as equações apresentaram DMP negativo, apresentando uma tendência de superestimação das alturas de teca. As equações 2 e 3 apresentaram os menores valores de DMP, superestimando as alturas apenas em -0,006 e -0,154%, respectivamente. O DMP verifica se há diferença entre um valor obtido ao se medir uma grandeza e um valor adotado que mais se aproxima do valor real, ou seja, o desvio é a diferença entre o valor real e o estimado. Silva (2011) afirma que quanto mais próximo de zero o valor do DMP, melhor será o ajuste da equação matemática.

De acordo com o critério do valor de F, obtido na análise de variância, quanto maior o valor melhor será o ajuste do modelo, tendo como comparação a Tabela 2 constatou-se que os modelos hiperbólicos 2 e 3, se destacaram por apresentarem os maiores valores de F, quando comparados aos outros modelos, sendo estes representados por 250,1 e 249,7.

O valor ponderado dos escores dos parâmetros estatísticos leva em consideração todas as variáveis estatísticas consideradas como critérios e descritas anteriormente, sintetizando os resultados e facilitando o processo de seleção do melhor modelo matemático, com isso os modelos hiperbólicos 2 e 3 apresentaram os menores

escores, sendo os VP de 3 e 7.

## 5 | CONCLUSÃO

Tendo em vista a análise dos modelos hipsométricos propostos, verificou-se que todas as equações apresentam tendência na superestimação das alturas de teca. Os modelos hiperbólicos, 2 e 3, apresentaram resultados satisfatórios na mensuração do plantio clonal de *T. grandis* Linn F., com os menores escores dos parâmetros estatísticos analisados. O modelo 2, destacou-se pelo maior coeficiente de determinação, menor erro padrão da estimativa em porcentagem e um desvio médio percentual reduzido em comparação com o modelo 3. Sendo assim, o modelo hipsométrico 2 o mais indicado para o plantio clonal de teca no município de Capitão Poço.

## REFERÊNCIAS

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; SCHEEREN, L.W.; BARICHELLO, L.R.; WATZLAWICK, L.F. Relação hipsométrica para *Acacia mearnsii* com diferentes idades. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.45, p.57-68, 2002.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. *Mensuração florestal: perguntas e respostas*. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2017.

COSTA, K. L. **Crescimento De *Tectona Grandis* (Teca) Em Sistema Silvicultural De Talhadia Composta Em Minas Gerais**. 2011. 77 f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2011.

MOURA, R. G. **Coleobrocas (Insecta: Coleoptera) associadas à madeira de *Tectona grandis* Linn. f (Lamiaceae)**. Dissertação (Mestre em Ciências. Área de concentração: Silvicultura e Manejo Florestal) - Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 2007.

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

SCOLFORO, J. R. S.; FIGUEIREDO FILHO, A. *Biometria Florestal: medição e volumetria de árvores*. Textos técnicos. UFLA. Lavras. 1998. 310p.

SILVA, F. R. **Crescimento e produção de *Tectona grandis* Linn F em um plantio no município de Alta Floresta - MT**. 2012. 94 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Cuiabá, 2012.

SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B.; BARRETO, P. A. B.; JÚNIOR, V. C. Relações hipsométricas para *Eucalyptus urophylla* conduzidos sob regime de alto fuste e talhadia no Sudoeste da Bahia. **Revista Scientia Plena**, vol. 9, nº 4, 2013.



Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-418-4

