

**ALAN MARIO ZUFFO**  
**JORGE GONZÁLEZ AGUILERA**  
ORGANIZADORES

# **PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**

---

Volume VI



Pantanal Editora

2021

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

**PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**  
**VOLUME VI**



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

**Editores Executivos:** Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

**Diagramação:** A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

### Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome	Instituição
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos	OAB/PB
Profa. Msc. Adriana Flávia Neu	Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois	UO (Cuba)
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior	IF SUDESTE MG
Profa. Msc. Aris Verdecia Peña	Facultad de Medicina (Cuba)
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia	ISCM (Cuba)
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva	UFESSPA
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo	UEA
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu	UNEMAT
Prof. Dr. Carlos Nick	UFV
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia	AJES
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos	UFGD
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva	UEMS
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos	IFPA
Prof. Msc. David Chacon Alvarez	UNICENTRO
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira	IFMT
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira	UFMG
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão	URCA
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves	ISEPAM-FAETEC
Prof. Me. Ernane Rosa Martins	IFG
Prof. Dr. Fábio Steiner	UEMS
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza	UFF
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez	(Colômbia)
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles	UNAM (Peru)
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira	IFRR
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto	UCG (México)
Prof. Msc. João Camilo Sevilla	Mun. Rio de Janeiro
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales	UNMSM (Peru)
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski	UFMT
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira	Mun. de Chap. do Sul
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela	IFPR
Prof. Dr. Leandris Argentele-Martínez	Tec-NM (México)
Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan	Consultório em Santa Maria
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann	UFJF
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior	UEG
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos	FAQ
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla	UNAM (Peru)
Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira	SEDUC/PA
Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira	IFPA
Profa. Dra. Patricia Maurer	UNIPAMPA
Profa. Msc. Queila Pahim da Silva	IFB
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty	UO (Cuba)
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke	UFMS
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva	UFPI
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo	UEMA
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca	UFPI
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira	FURG
Profa. Dra. Yilan Fung Boix	UO (Cuba)
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme	UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P472    Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume VI / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 133p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-88319-79-6

DOI <https://doi.org/10.46420/9786588319796>

1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente.  
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González.  
CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**



**Pantanal Editora**

Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## APRESENTAÇÃO

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume VI” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: regressão quantílica na classificação de sítios florestais em povoamentos de *Pinus elliottii*, equações volumétricas mistas para árvores de *Pinus taeda* em diferentes espaçamentos, substratos para a produção de mudas de coentro, correlações e análise de trilha na qualidade de sementes de soja oriundas de plantas cultivadas em solos com diferentes níveis de fertilidade nitrogenada, desempenho agrônômico de duas cultivares de rúcula sob densidades de semeadura em sistema hidropônico, serraria e secagem da madeira: uma revisão, redes neurais artificiais aplicadas na estimativa da altura total de *Eucalyptus* sp., as espécies de *Desmodium* (Leguminosae) no herbário da Amazônia Meridional: potencialidades a pecuária, germinação de sementes armazenadas de *Hesperozygis ringens* (Benth.) Epling, micoparasitismo no controle biológico da ferrugem Asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), componentes produtivos de soja são influenciados por diferentes tipos de irrigação, e efectos de los oligogalacturónidos y sustrato orgánico en el comportamiento morfoproductivo de la habichuela Lina (*Vigna unicalata* L.). Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume VI, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este e-book possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

**Alan Mario Zuffo**  
**Jorge González Aguilera**

## SUMÁRIO

<b>Apresentação</b> .....	<b>4</b>
<b>Capítulo I</b> .....	<b>6</b>
Uso da regressão quantílica na classificação de sítios florestais em povoamentos de <i>Pinus elliottii</i> , no Uruguai.....	6
<b>Capítulo II</b> .....	<b>15</b>
Equações volumétricas mistas para árvores de <i>Pinus taeda</i> em diferentes espaçamentos, no Paraná... 15	
<b>Capítulo III</b> .....	<b>26</b>
Substratos para a produção de mudas de coentro ( <i>Coriandrum sativum</i> L. cv. Português) .....	26
<b>Capítulo IV</b> .....	<b>33</b>
Correlações e análise de trilha na qualidade de sementes de soja oriundas de plantas cultivadas em solos com diferentes níveis de fertilidade nitrogenada.....	33
<b>Capítulo V</b> .....	<b>42</b>
Desempenho agrônômico de duas cultivares de rúcula sob densidades de semeadura em sistema hidropônico no município de Uruçuí-PI .....	42
<b>Capítulo VI</b> .....	<b>52</b>
Serraria e Secagem da Madeira: Uma Revisão .....	52
<b>Capítulo VII</b> .....	<b>63</b>
Redes neurais artificiais aplicadas na estimativa da altura total de <i>Eucalyptus</i> sp. ....	63
<b>Capítulo VIII</b> .....	<b>78</b>
As espécies de <i>Desmodium</i> (Leguminosae) no Herbário da Amazônia Meridional: potencialidades a pecuária na região de Alta Floresta, Mato Grosso.....	78
<b>Capítulo IX</b> .....	<b>96</b>
Germinação de sementes armazenadas de <i>Hesperozygis ringens</i> (Benth.) Epling .....	96
<b>Capítulo X</b> .....	<b>102</b>
Micoparasitismo no Controle Biológico da Ferrugem Asiática da Soja ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ).....	102
<b>Capítulo XI</b> .....	<b>110</b>
As características agrônômicas da soja são influenciadas pelo tipo de irrigação e aplicação de doses de potássio .....	110
<b>Capítulo XII</b> .....	<b>119</b>
Efectos de los oligogalacturónidos y sustrato orgánico en el comportamiento morfoproductivo de la habichuela Lina ( <i>Vigna unicalata</i> L.).....	119
<b>Índice Remissivo</b> .....	<b>131</b>
<b>Sobre os organizadores</b> .....	<b>133</b>

# Uso da regressão quantílica na classificação de sítios florestais em povoamentos de *Pinus elliottii*, no Uruguai

Recebido em: 15/06/2021

Aceito em: 21/06/2021

 10.46420/9786588319796cap1

Ximena Mendes de Oliveira<sup>1\*</sup> 

Lorena Oliveira Barbosa<sup>2</sup> 

Anny Francielly Ataíde Gonçalves<sup>2</sup> 

Luciane Naimeke Schmidt<sup>2</sup> 

Rafaella Carvalho Mayrinck<sup>3</sup> 

Antonio Carlos Ferraz Filho<sup>4</sup> 

José Roberto Soares Scolforo<sup>2</sup> 

## INTRODUÇÃO

O sítio florestal refere-se à capacidade de crescimento das árvores em uma região (Scolforo et al., 2006). Diversos fatores podem influenciar a capacidade produtiva, como solo (fertilidade, drenagem, textura, profundidade), clima (padrões de temperatura precipitação, e umidade) e topografia (elevação, aspecto, etc) (Vanclay, 1994). Desta forma, a avaliação da qualidade do sítio florestal fornece referência para o diagnóstico e prescrição silvicultural, como na escolha da espécie, espaçamento, sistemas de manejo e tratos silviculturais a serem implantados (Burkhardt et al., 2012). Do ponto de vista do manejador florestal, uma avaliação quantitativa da capacidade produtiva deve ser objetiva e facilmente determinável. Para isto, é necessário utilizar um atributo do povoamento que não seja influenciado por fatores que variam com o manejo, por exemplo, densidade de plantio e material genético. A média das alturas dominantes atende a esta exigência (Burkhardt et al., 2012) e, portanto, é a medida mais amplamente utilizada na classificação de sítios florestais (Ziech et al., 2016; Silva et al., 2020).

As estimativas de capacidade produtiva dos sítios devem ser precisas e não tendenciosas, uma vez que o erro pode ser propagado em análises posteriores, por exemplo em funções de crescimento (Burkhardt et al., 2012). Neste sentido, a regressão quantílica (Koenker et al., 1978) é uma alternativa promissora para classificação de sítio. A sua aplicabilidade já foi verificada em estudos de crescimento de árvores (Coomes et al., 2007), erros de avaliação em dados de inventário (Mäkinen et al., 2008), ajuste de funções de afilamento (Cao et al., 2015), dentre outros. Araújo Júnior et al. (2016) geraram curvas de sítio

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO). Rua Professora Maria Rosa Zanon, Engenheiro Gutierrez, Campus Irati, CEP: 84505-677, Irati, PR, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Lavras (UFLA). Av. Doutor Sylvio Menicucci, 1001, Aqueanta Sol, CEP: 37200-000, Lavras, MG, Brasil.

<sup>3</sup> Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva (FAIT). Rodovia Francisco Alves Negrão, Km 285, CEP: 18412-000, Itapeva, SP, Brasil.

<sup>4</sup> Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, BR 135, km 3, Bairro Planalto Horizonte, CEP: 64900-000, Bom Jesus, PI, Brasil.

\* Autora correspondente: ximena@unicentro.br

pelos métodos dos mínimos quadrados ordinários e regressão quantílica, utilizando dados de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. Os autores concluíram que o método da regressão quantílica gerou curvas anamórficas (uso de um percentil) e polimórficas (uso de diferentes percentis) mais bem ajustadas aos dados observados. Santos et al. (2018), utilizando dados de parcelas permanentes de *Eucalyptus* spp., verificaram que as curvas de sítio ajustadas pelo método da regressão quantílica não linear foram superiores às curvas anamórficas e polimórficas geradas pelo método da diferença algébrica.

Após estratificar as áreas por meio do índice de sítio, é possível ajustar modelos de volume e área basal para o povoamento que usam o índice de sítio como variável de entrada, como o modelo de Sullivan e Clutter, proposto por Sullivan et al. (1972). Este modelo é amplamente utilizado na predição e projeção do volume por unidade de área. Para realizar o ajuste de forma adequada e garantir a capacidade de predição e projeção, os dados devem ser organizados em uma tabela simultânea, considerando as parcelas permanentes e temporárias ao mesmo tempo, conforme exemplificado em Scolforo et al. (2006).

O presente estudo teve como objetivo gerar curvas de sítio pelo método da regressão quantílica, ajustado pelo percentil 0,5 (referente à mediana), e compará-lo com o ajuste pelo método dos mínimos quadrados ordinários, utilizando dados de parcelas permanentes mensuradas em povoamentos de *Pinus elliottii*, localizados no norte do Uruguai. Após classificar os sítios das parcelas, estimou-se volume e área basal, utilizando o modelo de Sullivan e Clutter.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Dados e descrição da área*

Dados de inventário florestal contínuo de povoamentos de *Pinus elliottii* foram utilizados. As parcelas circulares variaram de 300 m<sup>2</sup> a 500 m<sup>2</sup> e apresentaram de duas a seis remedições. Informações sobre os dados coletados nas 440 parcelas permanentes estão presentes na Tabela 1. As alturas dominantes foram mensuradas seguindo o conceito de Assmann (1970). O volume individual das árvores foi obtido por meio de equação ajustada, com a cubagem rigorosa de algumas árvores.

**Tabela 1.** Resumo dos dados de inventário florestal de plantios de *Pinus elliottii*.

<b>Informações</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Médio</b>	<b>Máximo</b>
Idade (anos)	2,5	5,9	11,2
Altura dominante (m)	2,1	8,3	17,8
Volume (m <sup>3</sup> /ha)	0,0833	36,9211	219,9767
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	0,0900	10,6460	44,4000

A área de estudo está localizada no norte do Uruguai, nas regiões de Rivera, Tacuarembó e Paysandú. O clima local é temperado subtropical, compreendido na região Cfa de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, descrito como temperado e úmido sem temporada seca (Kottek et al.,

2006). A temperatura média anual é de 18 °C, com mínima e máxima de 12 °C e 24 °C, respectivamente, e a precipitação média anual varia entre 1.300 e 1.400 mm (Castaño et al., 2011).

### *Classificação do sítio e projeção do volume e área basal*

A classificação da capacidade produtiva foi efetuada pelo método da curva guia, gerando curvas anamórficas. O modelo de Schumacher (1) foi ajustado, pelo método dos percentis (regressão quantílica), considerando o percentil 0,5 (referente à mediana) e pelo método dos mínimos quadrados ordinários. A idade de referência de 10 anos foi considerada.

$$\text{Ln}(hd) = \beta_0 + \beta_1 * \left(\frac{1}{I}\right) + \varepsilon$$

(1)

em que: Ln = logaritmo neperiano; hd = altura média das árvores dominantes (m); I = idade (anos);  $\beta_i$  = parâmetros a serem estimados;  $\varepsilon$  = erro aleatório.

A classificação do sítio florestal permite estratificar as parcelas em diferentes classes de capacidade produtiva. Essa informação é considerada para a projeção do volume do povoamento. Desta forma, após realizar a classificação de sítios, a projeção volumétrica em nível do povoamento foi realizada pelo modelo de densidade variável de Sullivan e Clutter (2).

$$\text{Ln}(V_2) = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{S} + \beta_2 \frac{1}{I_2} + \beta_3 \text{Ln}(G_1) \frac{I_1}{I_2} + \beta_4 \left(1 - \frac{I_1}{I_2}\right) + \beta_5 \left(\left(1 - \frac{I_1}{I_2}\right) S\right) + \text{Ln}(\varepsilon) \quad (2)$$

em que: Ln = logaritmo neperiano;  $V_2$  = volume (m<sup>3</sup>/ha) na idade final; S = índice de sítio (m);  $I_2$  = idade (anos) na idade final;  $I_1$  = idade (anos) na idade inicial;  $G_1$  = área basal (m<sup>2</sup>/ha) na idade inicial;  $G_2$  = área basal (m<sup>2</sup>/ha) na idade final;  $\beta_i$  = parâmetros a serem estimados;  $\varepsilon$  = erro aleatório.

Após obter os parâmetros do modelo (2), foi realizado o rearranjo da equação para projetar a área basal, conforme o modelo (3).

$$\text{Ln}(G_2) = \left(\frac{I_1}{I_2}\right) \text{Ln}(G_1) + \frac{\beta_4}{\beta_3} \left(1 - \frac{I_1}{I_2}\right) + \frac{\beta_5}{\beta_4} \left(\left(1 - \frac{I_1}{I_2}\right) S\right) + \text{Ln}(\varepsilon)$$

(3)

em que: Ln = logaritmo neperiano;  $V_2$  = volume (m<sup>3</sup>/ha) na idade final; S = índice de sítio (m);  $I_2$  = idade (anos) na idade final;  $I_1$  = idade (anos) na idade inicial;  $G_1$  = área basal (m<sup>2</sup>/ha) na idade inicial;  $G_2$  = área basal (m<sup>2</sup>/ha) na idade final;  $\beta_i$  = parâmetros a serem estimados;  $\varepsilon$  = erro aleatório.

***Processamento e avaliação dos ajustes***

Os ajustes foram realizados utilizando o software R (R Core Team, 2020). Na classificação do sítio, a função “qr” do pacote quantreg (Koenker et al., 2020) foi utilizada no método dos percentis e a função “lm” foi utilizada no método dos mínimos quadrados ordinários. Na projeção do volume e área basal em nível do povoamento, a função “lm” foi utilizada.

O ajuste do modelo (1) pelos métodos dos mínimos quadrados e da regressão quantílica foram avaliados em relação à classificação de sítio, comparando as curvas geradas e a estabilidade da classificação das parcelas, conforme aplicado em Ribeiro et al. (2016) e Scolforo et al. (2016). Posteriormente, a projeção do volume e da área basal, realizada pelos modelos (2) e (3), foram analisadas quanto à distribuição gráfica dos resíduos. Além disso, os modelos (1), (2) e (3) foram avaliados pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ), pela raiz quadrada do erro médio (RMSE) e pelo critério de Akaike (AIC).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os parâmetros estimados e as estatísticas de precisão do modelo (1) pelos métodos dos mínimos quadrados e da regressão quantílica (percentil 0,5) estão representados na Tabela 2. Todos os parâmetros foram significativos para  $\alpha=0,05$ . As estimativas e as estatísticas de precisão resultantes do ajuste pelo método dos mínimos quadrados e regressão quantílica apresentaram resultados próximos, o que pode ser explicado pelo fato de que média e mediana da altura dominante serem similares nas idades de mensuração (Araújo Junior et al., 2016). A maior diferença absoluta entre a média e a mediana é de apenas 0,2 m, na classe de 10 a 11 anos (Tabela 3).

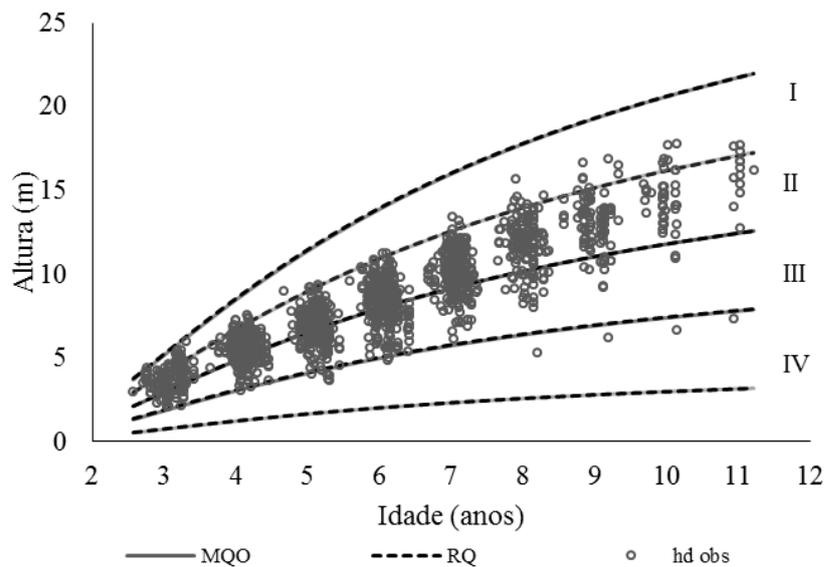
**Tabela 2.** Estimativas dos parâmetros e estatísticas de precisão das equações obtidas pelos métodos dos mínimos quadrados ordinários e regressão quantílica.

Parâmetro	Valor estimado	Valor p	$R^2$ ajustado	RMSE	AIC
Método dos mínimos quadrados ordinários					
$\beta_0$	3,15459	< 0,05	0,8035	1,3792	942,1000
$\beta_1$	-71,15992	< 0,05			
Método da Regressão Quantílica					
$\beta_0$	3,1639	< 0,05	0,8032	1,3802	944,2728
$\beta_1$	-70,4509	< 0,05			

**Tabela 3.** Número de medições nas parcelas, valores de média, mediana e diferença absoluta entre média e mediana na altura dominante (m) por classes de idade (anos).

Classes de idade (anos)	Número de medições	Altura dominante (m)		
		Média	Mediana	Média – Mediana
2  -- 3	21	3,6	3,6	0,0
3  -- 4	62	4,6	4,5	0,1
4  -- 5	88	5,8	5,7	0,1
5  -- 6	108	7,5	7,5	0,0
6  -- 7	91	9,0	8,9	0,1
7  -- 8	81	10,8	10,7	0,1
8  -- 9	52	12,5	12,6	0,1
9  -- 10	27	13,7	13,8	0,1
10  -- 11	6	15,2	15,4	0,2
11  -- 12	2	16,1	16,1	0,0

Devido à similaridade entre os dois métodos de ajuste (Tabela 2), as curvas de sítio geradas por cada um foram similares (Figura 1), resultando em diferença na classificação de apenas cinco parcelas com duas ou três remedições. A similaridade entre os ajustes por esses dois métodos também foi verificada por Santos et al. (2018) ao utilizar dados de 98 parcelas permanentes de *Eucalyptus* spp no estado de São Paulo.

**Figura 1.** Curvas de índice de sítio obtidas pelas equações ajustadas com o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO) e da regressão quantílica (RQ), utilizando o percentil 0,5. Fonte: os autores.

De acordo com Chambers et al. (2006), a similaridade entre os métodos indica a ausência de dados discrepantes (outliers) compondo a base de dados. Neste caso, utilizar a média (método dos

mínimos quadrados ordinários) ou mediana (método da regressão quantílica) resultou em curvas semelhantes. Por outro lado, Araújo Júnior et al. (2016) testaram a inserção de um dado discrepante em uma base de dados com oito parcelas e verificaram melhores ajustes pelo método da regressão quantílica. Fato este também observado por Santos et al. (2018), que salientaram a robustez do método, mesmo na presença de dados discrepantes.

O teste de estabilidade das parcelas mostrou que a regressão quantílica foi ligeiramente superior ao método dos mínimos quadrados, resultando em respectivamente, 209 e 212 mudanças de classes nas parcelas. Na regressão quantílica 60,2% das parcelas não alteraram a classe, 34,3% apresentaram uma mudança e 5,5% apresentaram duas ou mais mudanças. No método dos mínimos quadrados 59,5% das parcelas não alteraram de classe, 34,8% apresentaram uma mudança e 5,7% apresentaram duas ou mais mudanças.

Ribeiro et al. (2016) encontraram 212 mudanças considerando 150 parcelas ao utilizar o modelo de Schumacher, classificando a capacidade produtiva para povoamentos de *Khaya ivorensis* utilizando o método da diferença algébrica generalizada (GADA). Embora o número de mudanças tenha sido próximo ao encontrado neste estudo, o número de mudanças foi diferente, em que apenas 28% das parcelas não alteraram a classe, 29,3% apresentaram uma mudança, 22% apresentaram duas mudanças, 14,6% apresentaram três mudanças e 6% apresentaram quatro mudanças.

De acordo com Scolforo et al. (2006), desde que a equação apresente estatísticas satisfatórias, a classificação com maior estabilidade das parcelas pode ser selecionada. Scolforo et al. (2016) também utilizou o teste de estabilidade para selecionar a melhor classificação de sítio, selecionando a equação de Von Bertalanffy modificado por Richards, pelo método da diferença algébrica. No caso deste estudo, como mencionado, a classificação de sítio utilizando o método da regressão quantílica foi selecionada e utilizada no ajuste do modelo (2). Os valores estimados dos parâmetros e as estatísticas de precisão estão apresentados na Tabela 4.

O método da regressão quantílica foi utilizado nas ciências florestais por vários autores em campos diversos. Por exemplo Vospernik et al. (2016) usaram a regressão quantílica para modelar densidade de 15 espécies do Inventário Florestal da Austria. Yang (2017) utilizaram a regressão quantílica (Koenker et al., 1978), com percentis superiores à 0,90 para obter a linha de densidade máxima para povoamentos de *Pinus taeda* na Carolina do Norte, Estados Unidos. Özçelik et al. (2018) usaram o método de regressão quantílica para estimar altura para uma floresta da Turquia. Paulo et al. (2021) usaram a regressão quantílica para modelar a produção de cortiça em Portugal e Bohora et al. (2014) usaram regressão quantílica para prever crescimento em diâmetros para uma floresta de *Pinus taeda* em Louisiana, Estados Unidos. Além disso, poucos trabalhos fizeram uso do método da regressão quantílica para classificação de sítios florestais. Para o gênero Eucalipto, têm-se os trabalhos desenvolvidos por Farias (2018), Araújo Junior et al. (2019) e Santos et al. (2018). Porém, para espécies de Pinus até o

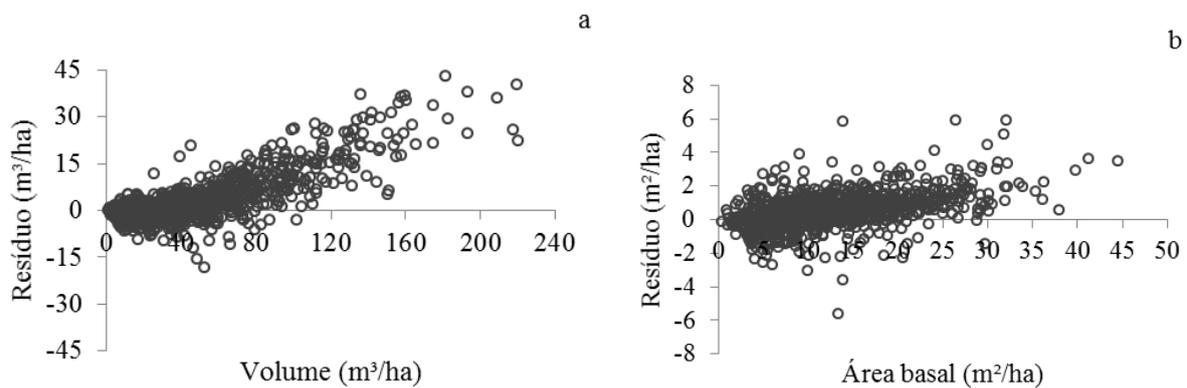
momento essa metodologia não havia sido empregada para classificação de sítios de florestas plantadas com espécies de *Pinus*.

A equação apresentou bons ajustes, assim como em outros estudos que utilizaram este modelo para a projeção em volume (Leite et al., 2001; Dias et al., 2005; Demolinari et al., 2007). Os parâmetros estimados (Tabela 4) foram usados nos modelos (2) e (3) para projetar o volume e a área basal, respectivamente.

**Tabela 4.** Estimativas dos parâmetros e estatísticas de precisão da equação de Sullivan e Clutter obtida pelo método da regressão quantílica.

Parâmetro	Valor estimado	Valor p	R <sup>2</sup>	RMSE	AIC
$\beta_0$	1,707485	< 0,05			
$\beta_1$	-4,01225	< 0,05			
$\beta_2$	-3,50244	< 0,05	0,9776	0,1650	-1892,107
$\beta_3$	1,136048	< 0,05			
$\beta_4$	3,920238	< 0,05			
$\beta_5$	0,039658	< 0,05			

Os gráficos de resíduo para a projeção do volume (Figura 2a) e da área basal (Figura 2b) apresentaram uma boa distribuição para valores estimados inferiores a 100 m<sup>3</sup>/ha e 30 m<sup>2</sup>/ha, respectivamente. Após esses pontos, ambos os modelos apresentaram tendência em subestimar as informações. Isto pode ser explicado pelo reduzido número de parcelas remedidas em idades mais avançadas (Tabela 3).



**Figura 2.** Gráfico de resíduos de volume (a) e área basal (b).

## CONCLUSÃO

O método da regressão quantílica utilizando o percentil 0,5 (referente à mediana) possibilitou uma classificação de sítio estável para dados de *Pinus elliottii* localizados no norte do Uruguai. A estratificação das parcelas em classes de capacidade produtiva pelo método da regressão quantílica possibilitou a projeção do volume de madeira e da área basal das parcelas, portanto, esta é uma importante informação para os manejadores florestais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo Júnior CA et al. (2016). Curvas de índices de local em povoamentos de eucalipto obtidas por regressão quantílica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(6): 720-727.
- Assmann E (1970). *Principles of forest yield study*. Oxford: Pergamon. 506p.
- Bohora SB et al. (2014). Prediction of tree diameter growth using quantile regression and mixed-effects models. *Forest Ecology and Management*, 319(1): 62-66.
- Burkhardt HE et al. (2012). *Modeling Forest Trees and Stands*. New York: Springer. 461p.
- Cao QV et al. (2015). Evaluation of methods for calibrating a tree taper equation. *Forest Science*, 61(1): 213-219.
- Castaño et al. (2011). *Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009*. Serie Técnica INIA: Montevideo. 33p
- Chambers R et al. (2006). M-quantile models for small area estimation. *Biometrika*, 93(1): 255-268.
- Coomes et al. (2007). Effects of size, competition and altitude on tree growth. *Journal of Ecology*, 95(1): 1084-1097.
- Demolinari et al. (2007). Crescimento de plantios clonais de eucalipto não desbastados na região de Monte Dourado (PA). *Revista Árvore*, 31: 503-512.
- Dias AN et al. (2005). Emprego de um modelo de crescimento e produção em povoamentos desbastados de eucalipto. *Revista Árvore*, 29: 731-739.
- Farias AA. (2018). *Uso de regressão quantílica na predição da produção de povoamentos de eucalipto*. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa (Dissertação), Viçosa 36p.
- Koenker R et al. (1978). Regression quantiles. *Econometrica*, 46: 33-50, 1978.
- Koenker R et al. (2020). *Quantreg: Quantile Regression*. R package version 5.61. R Foundation for Statistical Computing: Vienna) Available at: <http://CRAN.R-project.org/package=quantreg>, 2013.
- Kottek et al. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated *Meteorologische Zeitschrift*, 15: 259-263.
- Leite HG et al. (2001). Um modelo de crescimento e produção para *Pinus taeda* L. na região Sul do Brasil. *Revista Árvore*, 25: 105-112.

- Mäkinen A et al. (2008). Comparison of treewise and standwise forest simulators by means of quantile regression. *Forest Ecology and Management*, 255(7): 2709 –2717.
- Özçelik R et al. (2018). Predicting tree height from tree diameter and dominant height using mixed-effects and quantile regression models for two species in Turkey. *Forest ecology and management*, 419(1): 240-248.
- Paulo JA et al. (2021). Quantile regression for modelling the impact of climate in cork growth quantiles in Portugal. *European Journal of Forest Research*, 1-14.
- R Development Core Team (2020). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <[http://http://www.R-project.org](http://www.R-project.org)>. Acesso em: 09/06/21
- Ribeiro et al. (2016). Site quality curves for African mahogany plantations in Brazil. *Cerne*, 22(4): 439-448.
- Santos CJ et al. (2018). Regressão não linear quantílica para classificação de sítio em povoamentos de *Eucalyptus* sp. *Scientia Forestalis*, 46(120): 551-561.
- Scolforo JRS et al. (2016). Modeling dominant height growth of eucalyptus plantations with parameters conditioned to climatic variations. *Forest Ecology and Management*, 380: 182–195.
- Scolforo JRS et al. (2006). *Biometria florestal: modelos de crescimento e produção florestal*. Lavras: UFLA/FAEPE. 393p.
- Silva AVS et al. (2020). Classificação de sítio em plantio florestal de eucalipto no estado do Amapá. *Revista Arquivos Científicos (IMMES)*, 3(1): 106-110.
- Sullivan AD et al. (1972). Simultaneous growth and yield model for loblolly pine. *Forest Science*, 18(1): 76-86.
- Vanclay JK (1994). *Modeling forest growth and yield: applications to mixed tropical forest*. Wallingford: CAB Internacional. 312p.
- Vospersnik S et al. (2016). Do competition-density rule and self-thinning rule agree? *Annals of Forest Science*, 72(3): 379-390.
- Yang SI (2017). Estimation of carrying capacity in loblolly pine (*Pinus taeda* L.). *Forest Ecology and Management*, 385: 167-176.
- Ziech BG et al. (2016). Modelos de crescimento em altura dominante e índice de sítio para teca em Glória d'oeste-MT. *Revista Brasileira de Biometria*, 34(4): 533-542.

ÍNDICE REMISSIVO

**A**

altura de plantas, 27, 29, 31, 32, 48  
 aprendizagem, 65, 66, 70  
 armazenamento, 41, 96, 97, 98, 99, 100, 101

**B**

biodiversidade, 78  
 bioproductos, 122, 127

**C**

Cachaza, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128  
 clima, 6, 7, 16, 26, 34, 43, 96, 110, 111  
 coentro, 4, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32  
 correlación, 120, 122, 126, 127, 128  
 curvas anamórficas, 7, 8

**D**

densidades, 4, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49  
 desdobro, 56, 57, 58, 60, 61, 62  
 desempenho, 4, 22, 43, 46, 47, 48, 49, 58, 66,  
 67, 68, 70, 72, 76, 79, 110, 111, 114, 117  
*Desmodium*, 4, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 87,  
 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94  
 deterioração, 96, 98, 99

**E**

efeito misto, 16  
 envelhecimento acelerado, 33, 35, 38, 39, 40  
*Eruca sativa* M., 42

**F**

fORAGEIRAS, 79, 80, 87, 88, 90, 92, 93, 94

**G**

germinação, 4, 33, 35, 36, 38, 39, 44, 96, 97, 98,  
 99, 100, 101, 105, 113, 117

**H**

habichuela, 4, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126,  
 127, 128, 129  
 HERBAM, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 90, 91, 94  
*Hesperozygis ringens*, 4, 96, 97, 100, 101  
 hidroponia, 42, 43, 44, 48

**I**

índice de sítio, 7, 8, 10, 14  
 Intensidade Amostral, 70, 72  
 irrigação, 4, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117,  
 118

**L**

*Lecanicillium muscarium*, 107  
 leguminosas, 78, 79, 90, 92, 93, 94, 103, 119

**M**

magnetismo, 117  
 maquinário, 56  
*Metarhizium*, 105, 107  
 micoparasitismo, 4, 102, 104  
 modelo hipsométrico, 64, 69, 71, 72, 76  
 modelos de dupla entrada, 15, 17, 22  
 modelos de simples entrada, 15, 17, 20, 22  
 mudas, 4, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 44, 50, 51,  
 117, 118

**N**

nitrogênio, 33, 34, 41, 79, 80, 91, 111

**P**

plantios florestais, 53  
 potássio, 35, 42, 50, 110, 111, 113, 116  
 produtos de madeira, 53

**R**

regressão, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 34, 36,  
 40, 64, 77  
 regressão quantílica, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13  
 rendimento, 40, 56, 57, 58, 60, 62, 111

**S**

*Simplicillium lanosoniveum*, 105, 107, 109  
 soja, 4, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 101, 102,  
 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111,  
 113, 114, 115, 116, 117, 118  
 superdimensionamento da arquitetura da rede,  
 67

**T**

tecnologia, 40, 58, 100

tetrazólio, 33, 35, 36, 38, 39

*Trichoderma asperellum*, 105, 107, 109

**U**

ureia, 34

**SOBRE OS ORGANIZADORES**



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 158 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 124 resumos simples/expandidos, 59 organizações de e-books, 33 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto:alan_zuffo@hotmail.com).



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 62 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 40 organizações de e-books, 25 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: [j51173@yahoo.com](mailto:j51173@yahoo.com), [jorge.aguilera@ufms.br](mailto:jorge.aguilera@ufms.br).



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

