

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**DEPENDÊNCIA ESPACIAL DO VOLUME DE MADEIRA EM UM  
PLANTIO DE EUCALIPTO**

**VITOR ALVES MONTEIRO DA SILVA**

**VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA - BRASIL  
NOVEMBRO – 2021**

**VITOR ALVES MONTEIRO DA SILVA**

**DEPENDÊNCIA ESPACIAL DO VOLUME DE MADEIRA EM UM  
PLANTIO DE EUCALIPTO**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia  
(UESB)**

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA - BRASIL  
NOVEMBRO – 2021

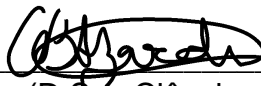
**VITOR ALVES MONTEIRO DA SILVA**

**DEPENDÊNCIA ESPACIAL DO VOLUME DE MADEIRA EM UM  
PLANTIO DE EUCALIPTO**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel de Bacharel em Engenharia Florestal.

Aprovada em 17 de novembro de 2021.

Comissão Examinadora:



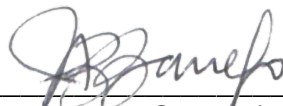
---

Prof. Gileno Brito de Azevedo (D.Sc., Ciências Florestais) - UFMS



---

Engº. Florestal Mateus Tinoco Silva (Mestrando em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente) - UEFS



---

Profª. Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia (D.Sc., Produção Vegetal) - UESB  
Orientador

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>MATERIAL E MÉTODO.....</b>	<b>9</b>
<b>Local de Estudo.....</b>	<b>9</b>
<b>Aquisição dos dados.....</b>	<b>10</b>
<b>Análise Variográfica.....</b>	<b>11</b>
Modelos ajustados e métodos de ajuste.....	13
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>Análise exploratória.....</b>	<b>14</b>
<b>Avaliação variográfica.....</b>	<b>15</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>17</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>18</b>
<b>NORMAS DA REVISTA SCIENTIA FORESTALIS.....</b>	<b>23</b>

Trabalho monográfico escrito em forma de artigo científico seguindo as Normas da **Revista Scientia Forestalis**, as quais estão anexas.

# **Dependência espacial do volume de madeira em um plantio de eucalipto**

## **Spatial dependence of wood volume in a *Eucalyptus* plantation**

Vitor Alves Monteiro da Silva<sup>1</sup>, Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do curso de Engenharia Florestal pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB

<sup>2</sup>Professora do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB

### **RESUMO**

Para diagnóstico do potencial produtivo de um povoamento florestal são utilizados diferentes processos de amostragem no inventário florestal, que comumente são associados à estatística clássica, mas também podem ser considerados na estatística espacial. O conhecimento da estrutura de continuidade espacial das características dendrométricas é de suma importância e pode propiciar estimativas mais precisas, pelo o controle da variação em relação as variáveis. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi verificar a dependência espacial da característica dendrométrica volume, bem como selecionar o melhor modelo geoestatístico para explicar a estrutura de continuidade espacial. Os dados foram coletados em nove parcelas de 400m<sup>2</sup> cada em um plantio de *Eucalyptus* sp. de 32 hectares, na região de Vitória da Conquista – BA. Ajustou-se três modelos de semivariograma teórico, por meio de dois métodos de ajuste e, para a escolha do melhor modelo e método, utilizou-se a Raiz do Erro Quadrático Médio. O modelo que melhor representou a estrutura espacial do volume foi o cúbico e, portanto, recomenda-se os valores dos seus parâmetros (efeito peita,

contribuição e alcance) para obter estimativas do volume do povoamento pelo método geoestatístico.

**Palavras-chave:** Geoestatística florestal, Semivariograma, Modelos geoestatísticos.

## **ABSTRACT**

To diagnose the productive potential of a forest stand, different sampling processes are used in the forest inventory, which are commonly associated with classical statistics, but can also be considered in spatial statistics. And the knowledge of the spatial continuity structure of dendrometric characteristics is of paramount importance, as it can provide safer estimates, by controlling the variation in relation to the variables. Thus, the objective of the work was to verify the spatial dependence of the volume dendrometric characteristic, as well as to select the best geostatistical model to explain the spatial continuity structure. Data were collected from 9 plots of 400m<sup>2</sup> each in a Eucalyptus sp. of 32 hectares, in the region of Vitória da Conquista – BA. Three theoretical semivariogram models were adjusted using two adjustment methods. To choose the best model and method, the Root Mean Square Error (RMSE), obtained by cross-validation, was used as a parameter. The model that best represented the spatial structure of the volume was the cubic one and, therefore, the values of its parameters (breast effect, contribution and reach) are recommended to obtain estimates of the population volume by the geostatistical method.

**Keywords:** Forest geostatistics, Semivariogram, Geostatistical models.

## **INTRODUÇÃO**

Atualmente o Brasil possui uma das maiores áreas de florestas plantadas do mundo. Dos 9,0 milhões de hectares de florestas comerciais existentes no território

brasileiro, 77% são correspondentes a plantações de eucalipto (IBÁ, 2020). Isso é decorrente da boa adaptação do gênero a diferentes condições de clima e solo e a grande quantidade de indústrias de celulose e carvão vegetal, que utilizam o eucalipto como principal matéria prima.

O diagnóstico do potencial produtivo de um povoamento florestal normalmente é realizado por meio do inventário florestal, o qual é definido por Queiroz (2012) como uma parte da ciência florestal que objetiva avaliar, tanto as variáveis qualitativas quanto as quantitativas da floresta, servindo, assim, para subsidiar planos de utilização dos recursos florestais. Nesse processo de inventário florestal, a variável de maior importância é o volume de madeira, pois trata-se de uma informação básica em qualquer processo de planejamento da produção florestal.

As informações referentes ao volume da floresta podem ser obtidas por meio de procedimentos de amostragem ou pela enumeração total das árvores (SCOLFORO; MELLO, 2006), sendo o primeiro o mais tradicionalmente utilizado para extrair as informações do campo (BATISTA et al., 2014). Diferentes processos de amostragem podem ser aplicados, sendo que sua escolha deve ser alicerçada nas características da população, com objetivo de se obter uma maior precisão com um menor custo (PELLICO NETO; BRENA, 1997).

Dentre os diferentes processos de amostragem, os mais utilizados nos inventários florestais são o: casual simples, casual estratificado e sistemático (MELLO, 2004). Apesar desses processos serem comumente associados a estatística clássica, também podem ser considerados na estatística espacial (MATÉRN, 1960; CRESSIE, 1993).



De acordo com Santana (2011), na estatística clássica aplicada à teoria de amostragem parte-se do pressuposto de que os valores da variável de interesse sejam independentes. Ou seja, não se leva em consideração a autocorrelação espacial existente entre os valores da variável, o que pode incorrer em inferências incorretas sobre os parâmetros estatísticos, tendo como efeito, previsões erradas (FINLEY et al., 2013). Por considerar a dependência espacial entre os valores coletados, a modelagem geoestatística pode ser aplicada como alternativa a estatística tradicionalmente utilizada em inventários florestais.

Muitos estudos aplicaram as técnicas de geoestatística no setor florestal e evidenciaram a dependência espacial de características dendrométricas em diferentes sistemas florestais, como plantios de *Eucalyptus* (KANEGAE JUNIOR et al., 2007; RUFINO et al., 2006; DINIZ, 2007; MELLO et al., 2009), de *Pinus* (BIONDI et al., 1994), de *Tectona grandis* (PELLISSARI et al., 2012a; PELLISSARI et al., 2012b; PELLISSARI et al., 2013, PELLISSARI, 2015), e também em florestas nativas (SENA et al., 2019).

De acordo com Yamamoto e Landim (2013), pode-se dividir a modelagem geoestatística em basicamente três etapas, sendo que a primeira consiste na construção de um semivariograma experimental, a segunda, consiste na escolha e ajuste de modelos matemáticos teóricos capazes de explicar o comportamento espacial da variável de interesse, e a terceira dependerá do objetivo do estudo e, caso seja efetuada, aplica-se o modelo que foi ajustado na etapa anterior em cada local onde a estimativa da variável regionalizada é de interesse.

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivos verificar a dependência espacial do volume de madeira por meio do estudo semivariográfico e selecionar o

melhor modelo de semivariograma teórico para explicar a estrutura espacial de um povoamento de *Eucalyptus* sp.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local de estudo**

O estudo foi realizado em um plantio comercial de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (Clone I144), estabelecido em espaçamento 4 m x 3 m. O povoamento tem área total de 32 hectares e está localizado no município de Vitória da Conquista, o qual encontra-se na região sudoeste do estado da Bahia (coordenadas geográficas: 14°52'40.18" de latitude sul e 40°47'39.93" de latitude oeste), 518 km de distância da capital Salvador. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwb, com temperatura média de 20 °C, e pluviosidade média anual de 712 mm. O mapa de localização da área pode observado na Figura 1.

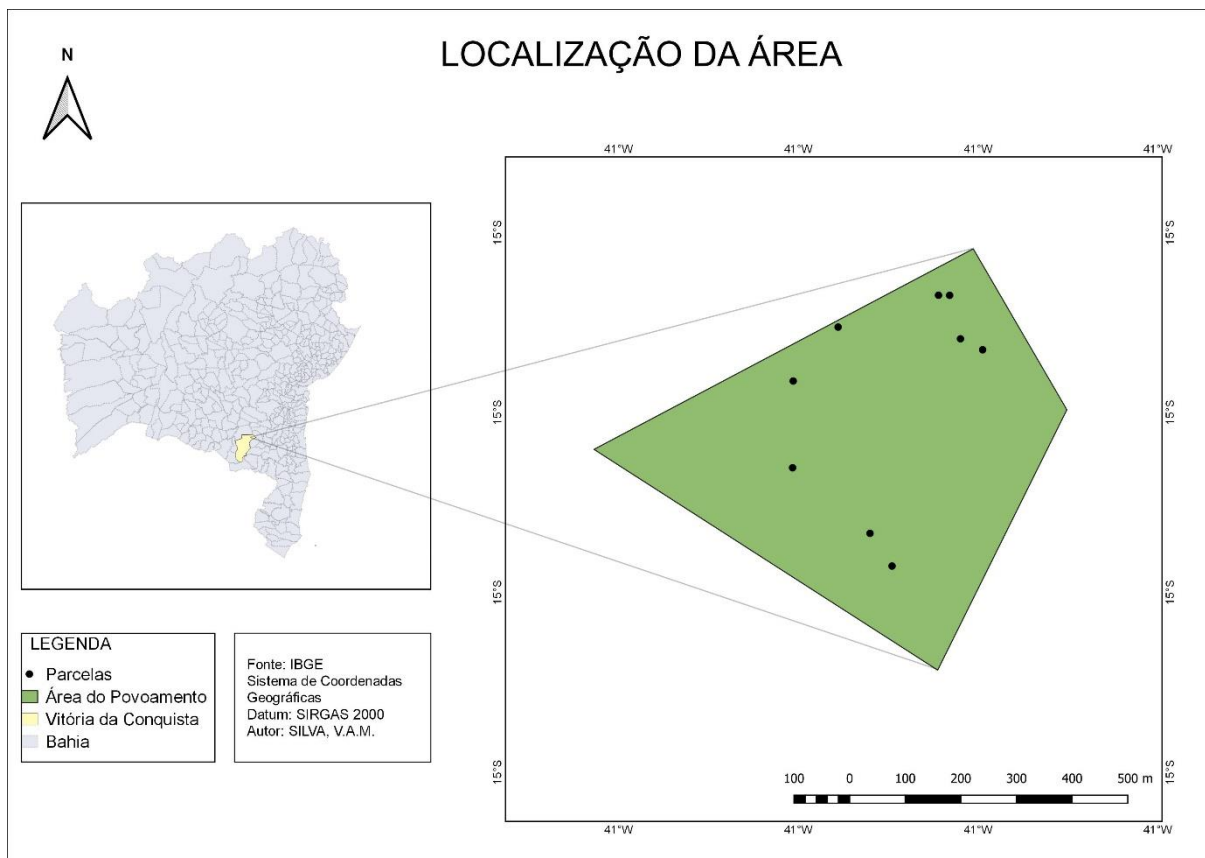


Figura 1 – Mapa de localização do plantio e das parcelas amostradas

Figure 1 - Planting location map and sampled plots

### Aquisição dos dados

Foi realizado inventário florestal de nove parcelas de 400 m<sup>2</sup> cada, sendo que todas as árvores vivas e mortas com diâmetro superior a seis centímetros tiveram seu diâmetro à altura do peito (DAP) mensurados, com uso de suta mecânica e auxílio de um gabarito com 1,30 metros de altura. Estimou-se também a altura de todas as árvores das parcelas, com o auxílio de um hipsômetro digital Haglöf. Essas informações foram utilizadas para estimar o volume de madeira de cada uma das árvores, através de uma equação ajustada para *Eucalyptus urophylla* (AZEVEDO et al., 2011), apresentada a seguir.

$$\ln(V) = -9,350878 + 1,880630 \cdot \ln(DAP) + 0,802925 \cdot \ln(H) + \varepsilon$$

em que  $H$  é a altura total (m);  $DAP$  é o diâmetro com casca a altura do peito (cm);  $\ln$  é o logaritmo neperiano; e  $\varepsilon$  é o erro aleatório.

Na Tabela 1, pode-se observar os resultados do volume total de cada parcela, bem como suas respectivas coordenadas.

Tabela 1 – Coordenadas geográficas e volume total (m<sup>3</sup>/ha) das parcelas amostradas.

Table 1 – Geographical coordinates and total volume (m<sup>3</sup>/ha) of the sampled plots.

<b>Parcela</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Volume Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>
1	327515	8372973	164,41
2	327855	8373033	167,98
3	327775	8373133	138,85
4	327795	8373133	155,45
6	327815	8373053	180,59
7	327595	8373073	198,57
8	327515	8372813	166,13
9	327695	8372633	183,67
12	327655	8372693	154,86

### **Análise variográfica**

Para ter um melhor conhecimento sobre os dados, encontrar possíveis valores discrepantes ou com qualquer outro tipo de anormalidade, realizou-se a análise exploratória dos dados. Esses valores podem alterar a modelagem da dependência espacial, representada pelo semivariograma (SANTANA, 2011).

Após a análise exploratória dos dados, um semivariograma experimental foi elaborado (Figura 2), cumprindo a primeira etapa da modelagem geoestatística, que permite avaliar o grau de dependência espacial das unidades amostradas da variável de estudo (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

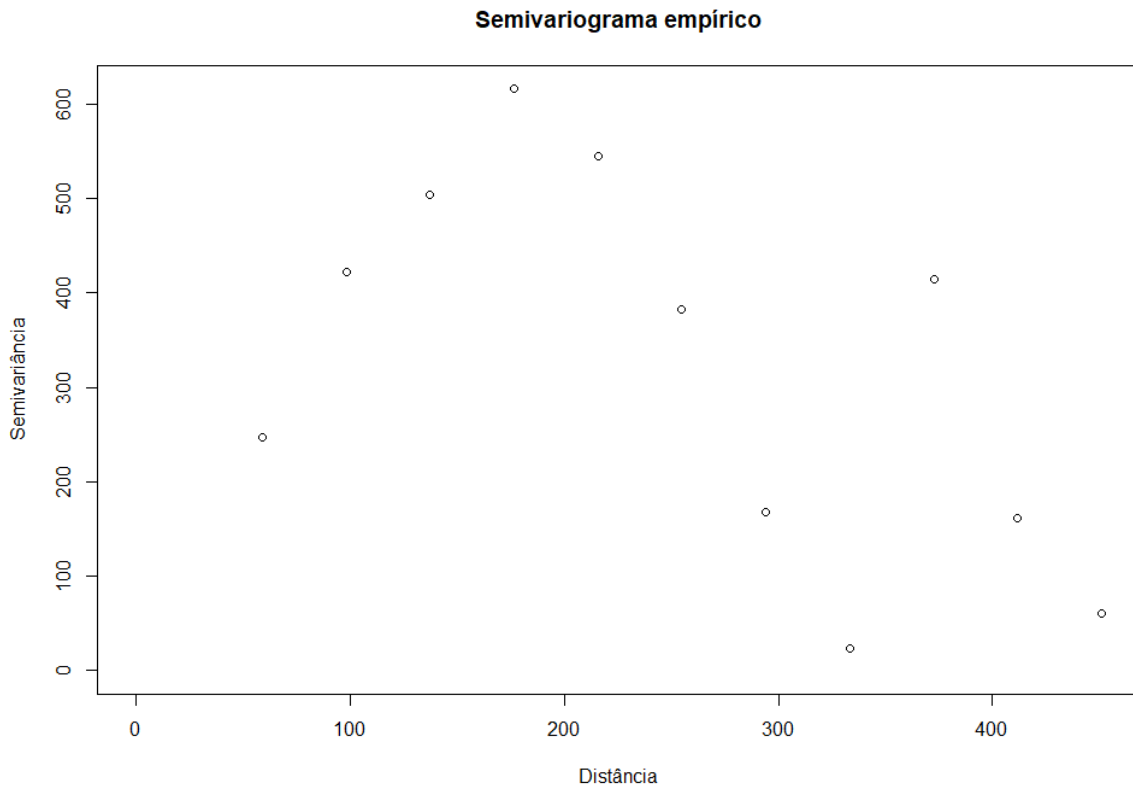


Figura 2 – Semivariograma empírico para o volume (m<sup>3</sup>/ha)

Figure 2 - Empirical semivariogram for volume (m<sup>3</sup>/ha)

De acordo com Mello (2004), a função semivariograma equivale à metade da função variograma, sendo que o estimador da semivariância é igual a média aritmética das diferenças ao quadrado entre pares de valores experimentais, em todos os pontos separados pela distância  $h$ , sendo o semivariograma representado pela seguinte expressão:

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x) - Z(x+h)]^2$$

em que  $\hat{\gamma}(h)$  é a semivariância estimada para cada distância ( $h$ ),  $N(h)$  é o número de pares de pontos separados por uma distância  $h$ ,  $Z(x)$  é o valor da variável regionalizada no ponto  $x$  e  $Z(x+h)$  é o valor no ponto  $x+h$ .

## Modelos ajustados e métodos de ajuste

Após a construção do semivariograma experimental, três modelos teóricos de semivariograma foram escolhidos para fazer a modelagem da estrutura espacial, sendo eles: Esférico, Cúbico e Circular. Esse ajuste foi realizado estimando-se os parâmetros presentes em um semivariograma: (1) efeito pepita, que representa o erro aleatório não identificado pela amostragem; (2) contribuição ou patamar, que descreve a estrutura de dependência espacial; e (3) alcance, que é basicamente a distância na qual a dependência espacial existe e deve ser considerada (MELLO, 2009). Os três modelos foram ajustados pelos Métodos dos Quadrados Mínimos Ponderados (WLS) e Quadrados Mínimos Ordinários (OLS), cuja descrição mais detalhada de cada método, pode ser encontrada em Mello (2004).

Como critério de avaliação do desempenho dos modelos, utilizou-se a Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE), obtida pela validação cruzada *leave-one-out* (LOOCV). A equação da Raiz do Erro Quadrático Médio é representada pela seguinte expressão:

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}}$$

em que  $\hat{y}_i$  é o valor observado da variável regionalizada volume;  $y_i$  é o valor predito variável regionalizada volume;  $n$  é numero de amostras.

Todos os cálculos foram realizados no ambiente computacional R 4.1.1 (R CORE TEAM, 2021). As análises geoestatísticas, foram realizadas utilizando-se unicamente o pacote “geoR” (RIBEIRO JÚNIOR; DIGGLE, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise exploratória dos dados

Os principais gráficos da análise exploratória estão apresentados na Figura 3. O gráfico “box plot” auxilia na verificação de dados considerados “*outliers*” ou discrepantes, que podem acabar distorcendo a variância do ruído (efeito-pepita) e provocar uma falsa existência da correlação espacial (DIGGLE e RIBEIRO JÚNIOR, 2007). No entanto, o gráfico “box plot” obtido não mostrou dados com essas características na base de dados.

Com base no histograma apresentado na Figura 3B, observa-se que os dados da variável regionalizada volume apresentaram uma distribuição bem próxima da normal, conforme constatado pelo teste de Shapiro-Wilk que apresentou resultado não significativo a 5% de significância ( $p\text{-value} = 0,9603$ ). A normalidade da variável dendrométrica volume foi encontrada também nos trabalhos de Assis (2005); Kanegae Júnior et al. (2007); Mello et al. (2005); Mello et al. (2009).

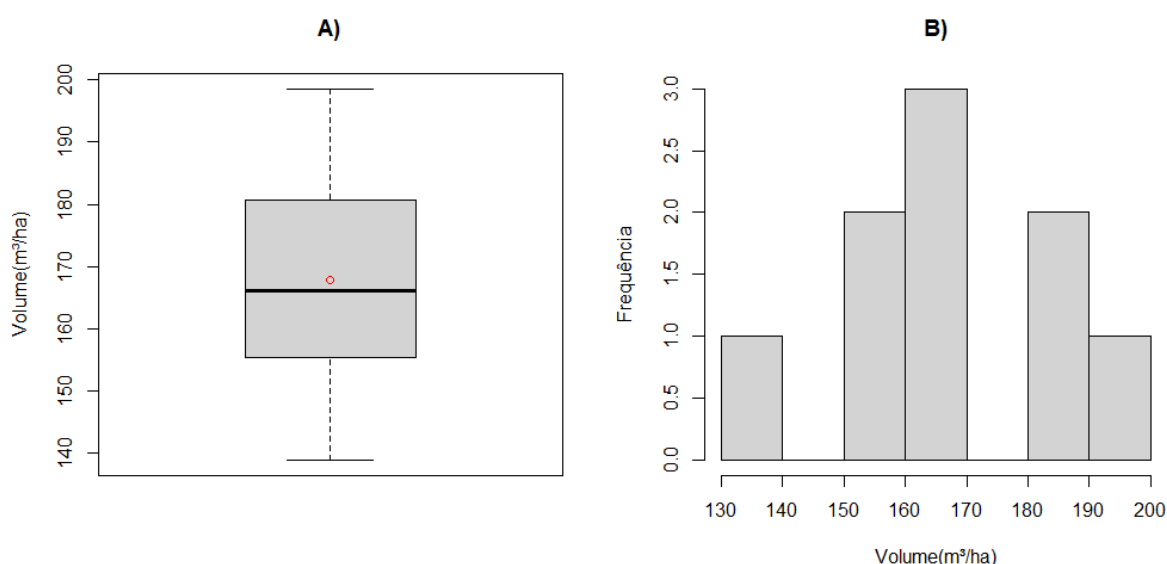


Figura 3 – Gráficos da análise exploratória dos dados; gráfico de box plot do volume(m³/ha) (A); histograma de frequência do volume(m³/ha) (B).

Figure 3 – Graphs of exploratory data analysis; box plot graph of volume (m³/ha) (A); volume frequency histogram(m³/ha) (B).

## Avaliação variográfica

Na Tabela 2 estão apresentados os modelos de semivariograma que foram ajustados de acordo com cada método de ajuste utilizado para a variável regionalizada volume, bem como todos seus parâmetros: efeito pepita ( $\tau^2$ ), contribuição ( $\sigma^2$ ) e alcance ( $\Phi$ ). Ainda na mesma tabela, encontram-se os valores relacionados ao grau de dependência espacial (DE%).

Tabela 2 - Estimativa dos parâmetros efeito pepita ( $\tau^2$ ), variação estruturada ( $\sigma^2$ ), alcance ( $\Phi$ ) e relação variação estruturada/patamar (DE%) para volume/ha.

Table 2 - Estimate of the parameters nugget effect ( $\tau^2$ ), structured variation ( $\sigma^2$ ), reach ( $\Phi$ ) and structured variation/level ratio (DE%) for volume/ha.

MODELO	MÉTODO	PARÂMETRO			DE%
		$\tau^2$	$\sigma^2$	$\Phi$ (m)	
Esférico	WLS	3,90	298,33	94,05	98,7
Cúbico	WLS	0	302,05	106,31	100
Circular	WLS	1,15	301,08	83,29	99,6
Esférico	OLS	0	329,12	100,08	100
Cúbico	OLS	0	329,21	114,60	100
Circular	OLS	10,21	319,63	93,92	96,9

Observando-se os resultados da análise variográfica (Tabela 2), foi possível identificar a presença da estrutura espacial para a característica dendrométrica volume. Ou seja, existe um modelo teórico de semivariograma que modele essa estrutura.

Os semivariogramas experimentais, juntamente com as linhas que representam os modelos selecionados para modelar a estrutura espacial do volume estão apresentados na Figura 4. Nota-se que as linhas dos modelos são muito similares, e se sobrepõem em determinados locais. Isso também é evidenciado pelos valores dos parâmetros de cada modelo (Tabela 2), os quais são muito parecidos. Esse padrão de modelos teóricos também foi encontrado em outros trabalhos que



utilizaram a variável regionalizada volume para a modelagem geoestatística (MELLO, 2005; KANEGAE JUNIOR et al., 2007).

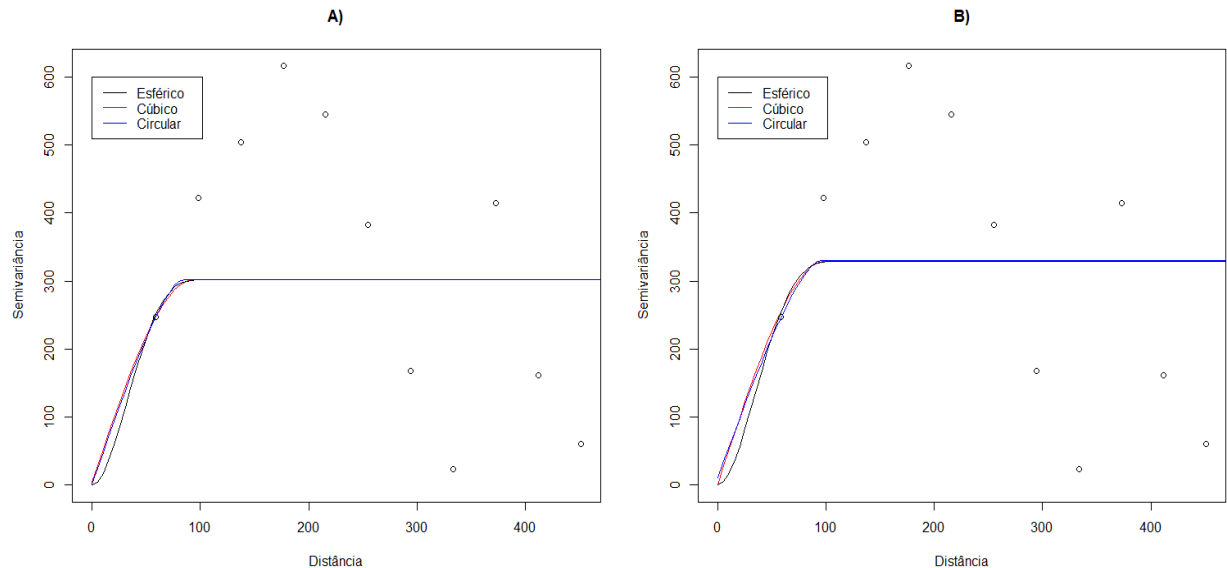


Figura 4 - Semivariogramas teóricos (representados pelas linhas) ajustados pelos Métodos dos Quadrados Mínimos Ponderados (A) e Quadrados Mínimos Ordinários (B), para o volume(m<sup>3</sup>/ha).

Figure 4 - Theoretical semivariograms (represented by the lines) adjusted by the Weighted Least Squares Methods (A) and Ordinary Least Squares (B), for the volume (m<sup>3</sup>/ha).

Com base no efeito pepita, verificou-se que as variâncias dos dados nas pequenas distâncias foram pequenas. É possível observar que nos modelos que apresentaram uma maior pepita, o alcance dos mesmos foi menor. Isso se dá pelo fato de que quando há muita variação ao acaso, a semelhança entre as parcelas diminui à medida que a distância entre estas vai aumentando (SOARES, 2000). Tanto pelo método WLS, como pelo OLS o modelo que apresentou um maior alcance foi o Cúbico, sendo respectivamente 106,31 e 114,60 metros.

Os valores de DE% também foram similares entres os modelos (Tabela 2). Kanegae Junior et al. (2007) também obteve valores próximos com os mesmos

modelos teóricos de semivariograma para a variável volume. De acordo com Cambardella et al. (1994), o grau de dependência espacial pode ser classificado como forte se  $DE \leq 25\%$ , médio quando estiver entre 25 e 75% e baixo se a DE for maior que 75%.

Ainda que o grau de dependência espacial dos modelos seja baixo de acordo com essa classificação, os modelos obtidos podem ser bons estimadores do volume. Mello et al. (2009), obtiveram resultados satisfatórios em relação a predição de volume por meio de modelos teóricos de semivariogramas, mesmo que com o grau de dependência espacial igualmente baixo.

Com base nos valores da Raiz do Erro Quadrático Médio, o modelo que melhor se ajustou à estrutura espacial tanto pelo método dos quadrados mínimos ponderados (WLS), quanto pelo dos quadrados mínimos ordinários (OLS), foi o cúbico, com um valor de 16,44899 e 16,57426 respectivamente (Tabela 3). Gasparoto (2016), trabalhando com povoamentos de eucalipto, também utilizou a Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE) para selecionar o melhor modelo de semivariograma, obtendo resultados satisfatórios para a estimativa do volume.

Tabela 3 – Valor da Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE) para cada modelo com os respectivos métodos de ajuste.

Table 3 - Root Mean Square Error (RMSE) value for each model with the respective adjustment methods.

<b>MÉTODO DE AJUSTE</b>	<b>RMSE</b>		
	<b>Esférico</b>	<b>Cúbico</b>	<b>Circular</b>
WLS	16,56972	16,44899	16,53904
OLS	16,67683	16,57426	16,71456

## **CONCLUSÃO**

A característica dendrométrica volume apresentou-se estruturada espacialmente até uma certa distância. Com a existência da estrutura espacial, recomenda-se a inclusão do componente espacial no processamento do inventário florestal, tratando as parcelas de forma dependente, ao contrário da estatística clássica.

O modelo teórico que melhor se ajustou ao semivariograma empírico foi o cúbico pelo método WLS, mostrando maior capacidade para explicar a estrutura espacial do volume presente até a distância de 106,31 metros no povoamento.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSIS, A. L. de. **Definição da estratégia amostral em plantios jovens de *Eucalyptus* spp pelo uso de geoestatística.** 2005. 118 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

AZEVEDO, G.B.; SOUSA, G.T.O.; BARRETO, P.A.B.; CONCEIÇÃO JUNIOR, V. Estimativas volumétricas em povoamento de eucalipto sob regime de alto fuste e talhadia no sudoeste da Bahia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.31, p. 309 - 318, 2011.

BATISTA, J.L.; COUTO, H.T.Z.; FILHO, D.F.S. Fundamentos de Silvimetria. In:\_\_\_\_\_. **Quantificação de recursos florestais: árvores, arvoredos e florestas.** São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2014. cap. 13, p. 253-267.

BIONDI, F.; MYERS, D. E.; AVERY, C. C. **Geostatistically modeling stem size and increment in an old-growth forest.** Canadian Journal of Forest Research, v. 24, p. 1354–1368, 1994.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal*, v.58, n.5, p.1501-1511, 1994.

CRESSIE, N.A.C. **Statistics for Spatial Data**: Revised Edition. New York: Wiley Classics Library, 1993. 900p.

DIGGLE, P. J.; RIBEIRO JÚNIOR, P. J. **Model-based geostatistics**. Londres: Springer, 2007. 230p.

DINIZ, F. S. **Métodos de amostragem e geoestatística aplicados ao inventário florestal**. 2007. 101p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, 2017.

FINLEY, A. O.; BANERJEE, S.; COOK, B. D.; BRADFORD, J. B. Hierarchical Bayesian spatial models for predicting multiple forest variables using waveform LiDAR, hyperspectral imagery, and large inventory datasets. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 22, p.147-160, 2013.

GASPAROTO, Esthevan Augusto Goes. **Estatística espacial e sensoriamento remoto para a predição volumétrica em florestas de Eucalyptus spp.** 2016. 119p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, 2016

IBÁ – Instituto Brasileiro de Árvores / **Relatório Anual 2020**. 2020. 66p.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <[http://www.censo2010.ibge.gov.br/resultados\\_do\\_censo2010.php](http://www.censo2010.ibge.gov.br/resultados_do_censo2010.php)>. Acesso em: 20 de set. de 2021.

KANEGAE JUNIOR, H.; MELLO, J.M.; SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D.O. Avaliação da continuidade espacial de características dendrométricas em diferentes

idades de povoamentos clonais de *Eucalyptus* sp. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.5, p.859-866, 2007.

MATÉRN, B. **Spatial variation**: stochastic models and their application to some problems in forest surveys and other sampling investigations. Stockholm: Skogsforsknings Institut, 1960. 144p. (Skogsforsknings Institut. Meddelanden fran Statens Skogsforsknings Institut, v.49, n.5).

MELLO, J. M. **Geoestatística aplicada ao inventário florestal**. 2004. 110 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais, Silvicultura e Manejo Florestal) –Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba, SP, 2004.

MELLO, J. M. et al. Estudo da dependência espacial de características dendrométricas para *Eucalyptus grandis*. **CERNE**, v.11, n.2, p.113-126, 2005.

MELLO, J. M. de; DINIZ, F. S.; OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO, J. R. S.; ACERBI JÚNIOR, F. W.; THIERSCH, C. R. Métodos de amostragem e geoestatística para estimativa do número de fustes e volume em plantios de *Eucalyptus grandis*. **Floresta**, v. 39, n. 1, p. 157–166, 2009.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná – Universidade Federal de Santa Maria, 1997. 316 p.

PELISSARI, A. L.; CALDEIRA, S. F.; DRESCHER, R.; SANTOS, V. S dos. Modelagem geoestatística da dinâmica espacial da altura dominante de *Tectona grandis* L.f. (teca). **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 1249–1260, 2012a.

PELISSARI, A. L.; CALDEIRA, S. F.; SANTOS, V. S dos.; SANTOS, J. O. P. dos. Correlação espacial dos atributos químicos do solo com o desenvolvimento da teca em Mato Grosso. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 71, p. 247–256, 2012b.

PELISSARI, A. L.; CALDEIRA, S. F.; EBLING, A. A.; BEHLING, A.; FIGUEIREDO FILHO, A. Modelagem geoestatística da dinâmica e distribuição espacial da área basal em povoamento de teca. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 1454–1464, 2013.

PELISSARI, A. L. **Geoestatística aplicada ao manejo de povoamentos de *Tectona grandis* L. f.** 2015. 119 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, 2015.

QUEIROZ, W.T. **Amostragem em inventário florestal.** Belém: Edufra, 2012. 441p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020.

RIBEIRO JÚNIOR, P. J.; DIGGLE, P. J. geoR: A package for geostatistical analysis. **R-NEWS**, London, v. 1, n. 2, p. 15-18, June 2001.

RUFINO, C. M. T.; THIERSCH, R. C.; FERREIRA, O. S.; JUNIOR, K. H.; FAIS, D. O uso da geoestatística no estudo da relação entre variáveis dendrométricas de povoamento de *Eucalyptus* sp. e atributos do solo. **Revista Ambiência**, Guarapuava, PR, v. 2, n. 1, p. 83-93, 2006.

SANTANA, R.A. **Avaliação de técnicas geoestatísticas no inventário de povoamento de *Tectona grandis* L. f.** 2011. 43p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, 2011.

SENA, K.K.K. et al. Análise geoestatística em povoamento de floresta nativa no município de Paragominas–Pará. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 18695-18713, 2019.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. **Inventário florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 561 p.

SOARES, A.G. **Geoestatística para as ciências da terra e do ambiente.** Lisboa: ISTPress, 2000. 186p.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística: conceitos e aplicações**. São Paulo: Oficina de textos, 2013. 215 p.

## **NORMAS DA REVISTA SCIENTIA FORESTALIS**

Forma de apresentação.

1. Serão aceitos textos apenas em formatos compatíveis ao Microsoft Word
2. O texto deve conter no máximo 25 páginas numeradas, escritas em espaço duplo lauda em papel tamanho carta, utilizando a fonte Arial tamanho 12 pontos;
3. Abreviações devem ser usadas em apenas uma forma. Uma vez que uma abreviação é usada no texto, ela deve seguir o mesmo padrão para todo o manuscrito e também nas figuras e tabelas;
4. As figuras e tabelas devem ser apresentadas no final do texto, com as legendas em português e inglês e a sua localização aproximada deve ser indicada no texto com uma chamada entre dois parágrafos. Exemplo: Entra a Figura 2; Entra a Tabela 4;
5. As fotos devem ser enviadas em formato JPEG com, no mínimo 300 dpi de resolução e no máximo 20 cm de largura;
6. Os gráficos devem ser enviados no Microsoft Excel ou no formato de fotos, conforme comentado no item anterior;
7. As tabelas devem estar digitadas e não serão aceitas em formato de imagem
8. A primeira página deve conter: título em português e inglês
9. As referências bibliográficas e citações devem estar de acordo com as normas da ABNT NBR6023:2002 e NBR 10520:2002
10. Não são aceitas notas de rodapé

Sequência de apresentação:

1. Título em português e inglês;
2. Resumo em português e inglês: o resumo deve conter os objetivos, a metodologia, os resultados e as conclusões;



3. Palavras-chave em português e inglês;
4. Introdução, incluindo a revisão de literatura;
5. Material e métodos;
6. Resultados e discussão;
7. Conclusão
8. Referências bibliográficas