

MODELAGEM GEOESTATÍSTICA DOS SORTIMENTOS VOLUMÉTRICOS EM POVOAMENTOS DE *Pinus* sp.

André Zaruch Calixto*

*Universidade Federal do Paraná, Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Florestal, Curitiba, Paraná, Brasil -
andre.calixto@indexflorestal.com.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo espacializar, modelar e mapear os padrões espaciais do estoque volumétrico de povoamentos de *Pinus* sp. no município de Tunas do Paraná, estado do Paraná, Brasil. A área de estudo possui 520 hectares, onde foram aleatoriamente instaladas 163 unidades amostrais e medidas a circunferência à altura do peito, a altura das dez primeiras árvores e a altura das quatro árvores dominantes. Os povoamentos foram divididos em três estratos que se diferenciam entre si por apresentarem idades e tratos silviculturais distintos. Esses dados foram processados e, por meio de uma função de afilamento, foram obtidas as estimativas de volume por hectare por sortimento para cada uma das parcelas. Após essa etapa, os dados foram espacializados por meio da modelagem geoestatística de semivariogramas. O modelo Gaussiano apresentou o melhor ajuste, de acordo com a análise visual e dos parâmetros estatísticos: coeficiente de determinação e soma de quadrados dos desvios ponderados. A modelagem dos semivariogramas para sortimentos permitiu a realização da interpolação pelo método da krigagem ordinária, o que resultou em mapas temáticos para cada um dos sortimentos avaliados, com padrões espaciais distintos entre si.

Palavras-chave: Semivariograma, Krigagem, Modelo Gaussiano.

Abstract

The objective of this paper was to spatialize, model and map the spatial patterns of volumetric stock in *Pinus* sp. stands in the municipality of Tunas do Paraná, Paraná State, Brazil. The study area has 520 hectares, where 163 plots were randomly located to be measured the tree perimeters at chest height, the heights of the ten first trees and the heights of the four dominant trees. The stands were divided in three different strata, each one of them with different characteristics of age and silvicultural treats. These data were processed and the prediction of volume per hectare was obtained, through a taper function, for four different assortments for each plot. Posteriorly, the data were spatialized through geostatistical modeling of semivariograms. The Gaussian model presented the best fit according to the visual analysis and statistical parameters such as coefficient of determination and weighted sum of squared deviation. The modeling of semivariograms for assortments allowed the execution of interpolation through the ordinary krigging method that resulted in thematic maps for each one of the assortments, with spatial patterns distinct between each other.

Keywords: Semivariogram, Krigging, Modelo Gaussiano.

INTRODUÇÃO

O gênero *Pinus* é composto por cerca de 90 espécies oriundas do hemisfério Norte, o qual foi introduzido no Brasil há mais de um século, porém apenas partir da década de 1960, com o estabelecimento de grandes programas de reflorestamento, que se consolidou como uma espécie de importância econômica (BRACELPA, 2010). Sua madeira de baixa densidade é muito usada na construção civil e na fabricação de móveis, e suas fibras longas são consideradas ideais para produção de celulose para embalagens resistentes. Outro produto oriundo de algumas espécies de *Pinus* sp. é a goma resina, sendo uma matéria prima de alto valor e com grande demanda no exterior (RODRIGUES, 2008).

O *Pinus* sp. é uma das mais difundidas essências florestais cultivadas no Brasil, especialmente na região Sul, representando um quinto de toda a área de produção florestal no país. O estado do Paraná conta com uma cobertura de 6741,6 km², concentrando 42,4% das florestas de pinus (*Pinus* sp.) no ano de 2014 (IBÁ, 2015). Dessa forma, o manejo dessa espécie se mostra uma atividade consolidada na economia e essencial para obtenção de diversos produtos. Entender as características das variáveis dendrométricas dos plantios é um meio para diagnosticar problemas e identificar melhorias nos resultados de produtividade dos manejos. Nesse sentido, a geoestatística surge como uma ferramenta que auxilia a compreender o comportamento espacial de uma determinada variável, permitindo que decisões sejam tomadas de acordo com a necessidade de cada local.

Sabe-se que as variáveis dendrométricas podem variar de um lugar para outro com alguma continuidade espacial. Nesse sentido, Matern (1960) e Matheron (1963) foram quem desenvolveram a Teoria das Variáveis Regionalizadas, os quais verificaram que tal continuidade se deve à tendência de dados medidos

geograficamente próximos terem valores semelhantes, havendo, dessa forma, uma determinada dependência espacial.

A geoestatística difere da estatística tradicional ao considerar a variabilidade de acordo com as distâncias entre os pontos medidos. Segundo Guerra (1988), a geoestatística busca extrair de uma aparente desordem dos dados coletados, os padrões geográficos pelo qual a probabilidade de determinada variável se distribui. O método geoestatístico básico, que utiliza a técnica de interpolação espacial para realizar as estimativas, é denominado de krigagem. Esse método é constituído por um processo de estimativa de médias móveis de valores variáveis, distribuídas no espaço partindo de valores geograficamente próximos através de uma função chamada semivariograma (LOURENÇO; LANDIM, 2005).

Um grande número de variáveis podem ser espacializadas e analisadas pela geoestatística. Como exemplo pode-se citar Rufino *et al.* (2006) e Rosa Filho *et al.* (2011), que espacializaram e mapearam os padrões espaciais das respectivas variáveis dendrométricas: altura dominante, altura total média, área basal, diâmetro médio quadrático, número de covas e número de fustes; e perímetro à altura do peito, altura e volume e, de modo geral, obtiveram resultados positivos no que tange a dependência espacial entre os dados.

Entende-se por sortimento de toras as diferentes classes de diâmetros utilizadas para determinado uso industrial e comercial para as quais são atribuídos diferentes valores comerciais. Toras com maior diâmetro possuem um maior valor por metro cúbico quando comparadas com toras de menor diâmetro. Nesse sentido, para a melhoria da eficiência das atividades de gestão florestal, estimar e localizar as áreas de maior ou menor estoque por sortimento se mostra como um importante fator para balizar o planejamento das operações em campo pois, torna possível a realização do dimensionamento das atividades de maneira localizada, de forma a reduzir os custos e otimizar o fornecimento de matéria prima.

O presente trabalho visa espacializar, modelar e mapear os padrões espaciais do estoque volumétrico para os sortimentos de madeira de povoamentos de *Pinus* sp. localizados no município de Tunas do Paraná, no estado do Paraná. Considerando as informações acima, presume-se que a modelagem geoestatística seja eficiente para as estimativas dos volumes comerciais, as quais poderão apresentar padrões espaciais distintos entre si.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em uma propriedade rural de 520 hectares dos quais 294 estão cobertos com povoamentos de *Pinus* sp., no município de Tunas do Paraná, estado do Paraná, nas coordenadas UTM: Fuso 22S, N 7238500 E 707250, Datum horizontal WGS-84. Os limites da propriedade estão representados na Figura 1.

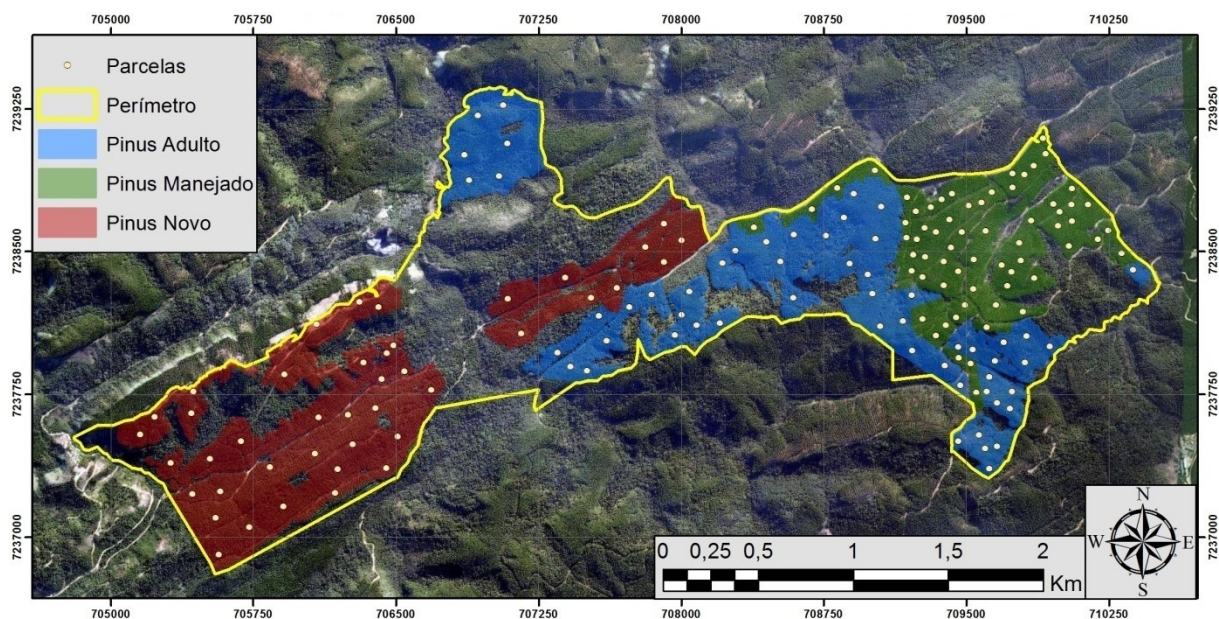


Figura 1. Localização dos povoamentos de *Pinus* sp. no município de Tunas do Paraná, estado do Paraná.
Figure 1. Location of the *Pinus* sp. stands in the municipality of Tunas do Paraná, Paraná State.

O clima na região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Cfb, caracterizado por apresentar chuvas distribuídas ao longo do ano, sem estação seca, temperaturas acima de 22°C no mês mais quente, e mais de cinco geadas noturnas por ano. A formação fitogeográfica no local é Floresta Ombrófila Mista Montana (MAACK, 2012). Segundo Embrapa (1999), o solo predominantemente é do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo exceto na porção norte onde encontra-se o tipo Cambissolo Háplico.

Coleta de dados

O povoamento foi separado em três estratos diferentes, cada um com distintas características de idade e de manejo, em que para cada estrato foi determinado uma intensidade amostral. As descrições deles estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos estratos e intensidade amostral nos povoamentos de *Pinus* sp. no município de Tunas do Paraná, estado do Paraná.

Table 1. Strata characteristics and number of plots within the *Pinus* sp. stands in the municipality of Tunas do Paraná, Paraná State.

Estrato	Descrição	Intensidade amostral (parcelas/ha)	Quantidade de unidades amostrais
Pinus adulto	Aproximadamente de 30 anos	0,5	56
Pinus novo	Aproximadamente de 10 anos	0,4	42
Pinus manejado	Aproximadamente de 30 anos com a aplicação de desbastes	1	65
TOTAL			163

Foram instaladas parcelas circulares com área fixa de 400m², correspondendo ao raio de 11,28 m. A localização das parcelas foi feita de forma aleatória, com base em coordenadas UTM pré-estabelecidas através de *software* SIG, e localizadas em campo por meio de aparelho GPS de navegação. Foram instaladas estacas de identificação no centro das parcelas, sendo que na árvore mais próxima ao centro, foi marcado o número da unidade amostral correspondente. As árvores da bordadura da parcela foram delimitadas com uma faixa pintada com tinta azul na altura de 1,50 m.

Dentro de cada parcela, foi realizada a medição das seguintes variáveis:

- Circunferência a 1,3 m de altura (CAP) de todos os indivíduos da unidade amostral. As medidas foram tomadas com utilização de fita métrica e com auxílio de um gabarito com 1,3 m;
- Alturas totais das 10 primeiras árvores da parcela (exceto árvores mortas, bifurcadas, tortas, quebradas e inclinadas) utilizando clinômetro;
- Alturas totais das 4 árvores dominantes de cada parcela.

Processamento dos dados

Para a etapa de processamento dos dados, foram ajustados três modelos hipsométricos para cada estrato do plantio. Dentre eles, foi escolhido o que apresentou os melhores resultados estatísticos. O modelo que melhor se ajustou para todos os estratos foi:

$$\ln(Ht) = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{DAP} + \beta_2 \ln(Hdom)$$

Em que: Ht = altura total; DAP = diâmetro a 1,3 m; Hdom = altura dominante média da parcela.

Após estimadas as alturas, foi utilizada uma equação de afilamento ajustada de acordo com o histórico da região e de plantios com características semelhantes, e, com isso, foram estimados os seguintes sortimentos: volume de toras de 8 a 18 cm de diâmetro, volume de toras de 18 a 25 cm de diâmetro, volume de toras de 25 a 35 cm de diâmetro e volume de toras com mais de 35 cm de diâmetro, cada um com comprimento de 2,4 m. A função de afilamento utilizada foi o polinômio de quinto grau:

$$\frac{di}{DAP} = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{hi}{Ht}\right) + \beta_2 \left(\frac{hi}{Ht}\right)^2 + \beta_3 \left(\frac{hi}{Ht}\right)^3 + \beta_4 \left(\frac{hi}{Ht}\right)^4 + \beta_5 \left(\frac{hi}{Ht}\right)^5$$

Em que: di = diâmetro da ponta fina; DAP = diâmetro a 1,3 m; hi = comprimento da sessão; Ht = altura total.

Com a posse dos dados supracitados iniciou-se a etapa da modelagem geostatística. Foram elaborados

semivariogramas experimentais na extensão *GeoStatistical Wizards* do *software* ESRI ArcGIS. A definição dos parâmetros do semivariograma foi realizada de maneira visual. Foram testados diversos modelos disponíveis no *software*, entre eles: circular, esférico, linear, gaussiano e exponencial, e escolhidos os que apresentaram o melhor ajuste com base no ajuste visual e na menor soma de quadrados dos desvios ponderados (SQDP) e no maior coeficiente de determinação (R^2).

A estrutura dos semivariogramas foi composta pelo efeito pepita (C_0), que correspondeu à semivariância na distância zero e indicou a variação ao acaso; o patamar ($C_0 + C$), que representou a estabilização dos valores do semivariograma; a contribuição (C), que foi dada pela diferença entre o patamar ($C_0 + C$) e o efeito pepita (C_0); e o alcance (A), que foi definido pela distância onde o semivariograma alcança o patamar e indicou o limite da correlação entre as unidades amostrais (VIEIRA, 2000).

Também foram calculados os graus de dependência espacial (GD) conforme Cambardella *et al.* (1994), sendo classificados em forte, quando $GD \leq 25\%$; moderado, entre $25\% < GD \leq 75\%$; e fraco, se $GD > 75\%$, com a aplicação da seguinte formulação:

$$GD = \frac{C_0}{C_0 + C} \times 100$$

Em que: GD = grau de dependência espacial; C_0 = efeito pepita; e $C_0 + C$ = patamar.

RESULTADOS

Utilizando os métodos estatísticos convencionais através do ajuste por regressão linear das funções hipsométricas e de afilamento, foram obtidos os seguintes resultados de estoque volumétrico para cada sortimento avaliado: 72 m³/ha para o sortimento 8 a 18 cm de diâmetro, 145,08 m³/ha para o sortimento 18 a 25 cm de diâmetro, 171,84 m³/ha para o sortimento 25 a 35 cm de diâmetro e 70,12 m³/ha para o sortimento maior que 35 cm de diâmetro.

Os semivariogramas ajustados e selecionados para os sortimentos do volume comercial em povoamentos de *Pinus* sp. no município de Tunas do Paraná, estado do Paraná, são apresentados na Figura 2.

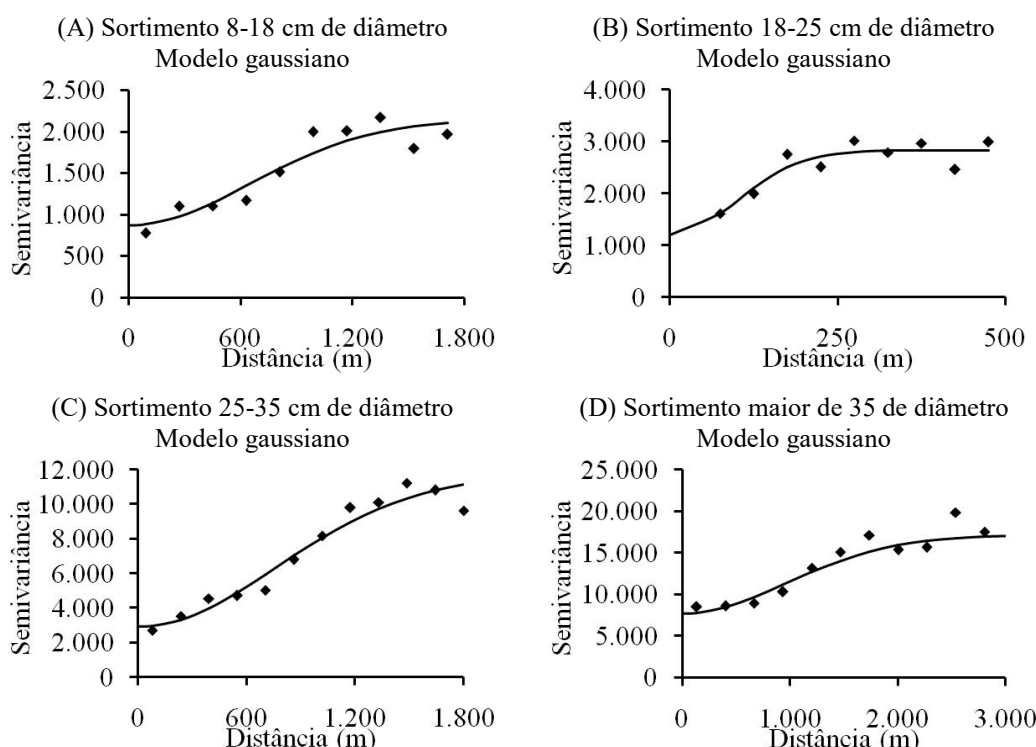


Figura 2. Semivariogramas ajustados para os sortimentos volumétricos nos povoamentos de *Pinus* sp. no município de Tunas do Paraná, estado do Paraná.

Figure 2. Adjusted semivariograms for volumetric assortments within *Pinus* sp. stands in the municipality of Tunas do Paraná, Paraná State.

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros geoestatísticos dos semivariogramas ajustados e selecionados para os sortimentos do volume comercial em povoamentos de *Pinus* sp. no município de Tunas do Paraná, estado do Paraná. Além disso, são mostradas as estatísticas de qualidade dos ajustes.

Tabela 2. Parâmetros dos semivariogramas ajustados para os sortimentos do volume comercial em povoamentos de *Pinus* sp. no município de Tunas do Paraná, estado do Paraná.

Table 2. Adjusted semivariogram parameters for volumetric commercial volume within *Pinus* sp. stands in the municipality of Tunas do Paraná, Paraná State.

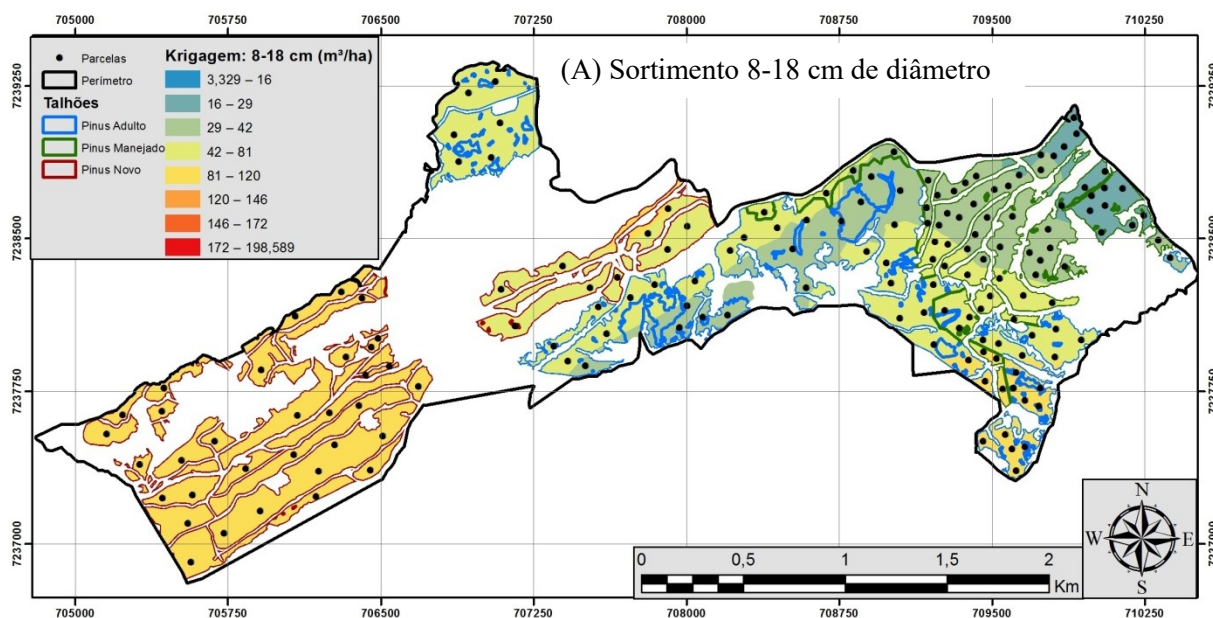
Variável	Modelo	C ₀	C ₀ +C	A (m)	GD%	R ²	SQDP
Sortimento de 8-18 cm	Gaussiano	866,6	2.148,2	1.600	40,34	0,881	24.860
Sortimento de 18-25 cm	Gaussiano	1.200,0	2.833,0	240	42,36	0,815	42.844
Sortimento de 25-35 cm	Gaussiano	2.925,0	11.685,0	1.876	25,03	0,950	978.804
Sortimento maior que 35 cm	Gaussiano	7.685,0	17.107,0	2.391	44,92	0,771	2.169.051

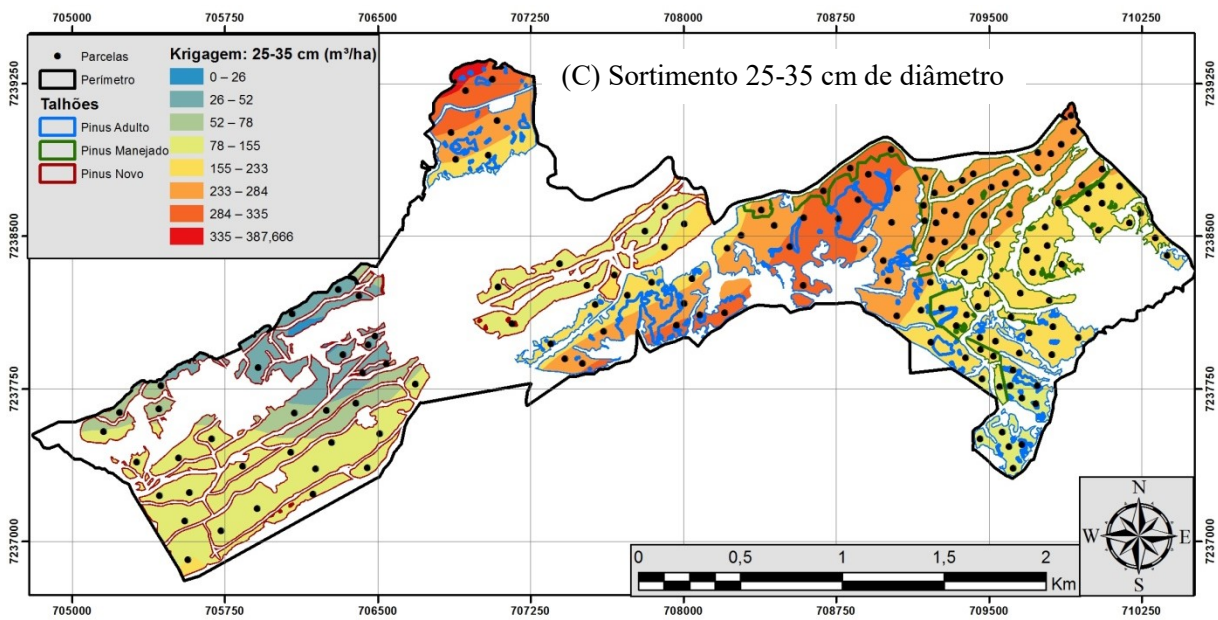
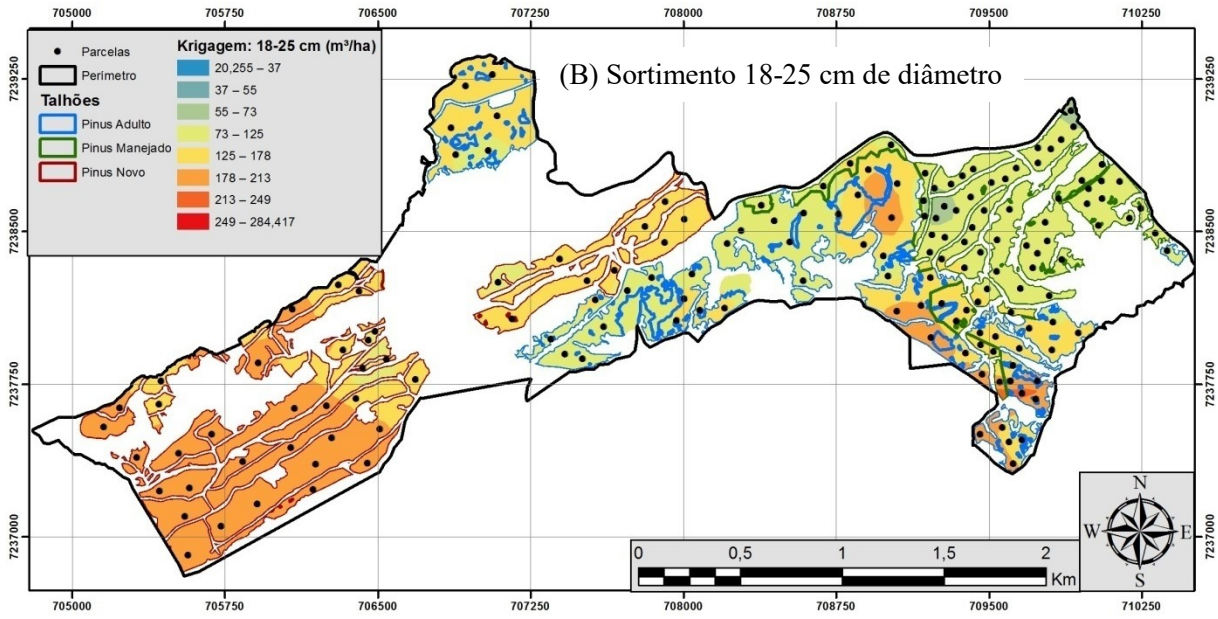
Em que: C₀ = efeito pepita; C₀+C = patamar; A = alcance; GD% = grau de dependência; R² = coeficiente de determinação; e SQDP = soma de quadrados dos desvios ponderados.

O efeito pepita (C₀) representa a variância não explicada, a qual é ocasionada por erros ou variações que não podem ser identificadas (VIEIRA, 2000). Assim, foram verificados valores de C₀ entre 866,6 a 7.685,0 (Tabela 2), com o menor valor observado para o modelo Gaussiano no sortimento 8 a 18 cm de diâmetro. Enquanto os valores de alcance (A), com variação de 240 m a 2.391 m (Tabela 2), sugerem uma heterogeneidade espacial elevada e representaram as distâncias em que a utilização das análises geoestatísticas conduziu às estimativas com maior precisão (CHIG *et al.*, 2008). Ademais, a moderada dependência espacial foi corroborada pelos valores do grau de dependência (GD%), com valores superiores a 25% e inferiores a 45%.

Os valores dos coeficientes de regressão (R²) dos semivariogramas foram superiores a 0,75 e inferiores a 0,95 (Tabela 2), em que o maior valor foi obtido pelo modelo Gaussiano no sortimento 25 a 35 cm de diâmetro, com R² de 0,95. Ao passo que as somas de quadrados dos desvios ponderados (SQDP) foram de 24.860 a 2.169.051, com o melhor resultado para o modelo Gaussiano no sortimento 8 a 18 cm de diâmetro (Tabela 2).

Nessas modelagens geoestatísticas, a efetividade de um mapeamento é dependente da qualidade dos dados e dos modelos ajustados (BORSSOI *et al.*, 2011), uma vez que os parâmetros dos semivariogramas são utilizados para estimar valores em locais não amostrados (PELLISSARI *et al.*, 2014). Com isso, foram confeccionados os mapas temáticos do volume comercial dos sortimentos nos povoamentos de *Pinus* sp. no município de Tunas do Paraná, estado do Paraná (Figura 3).





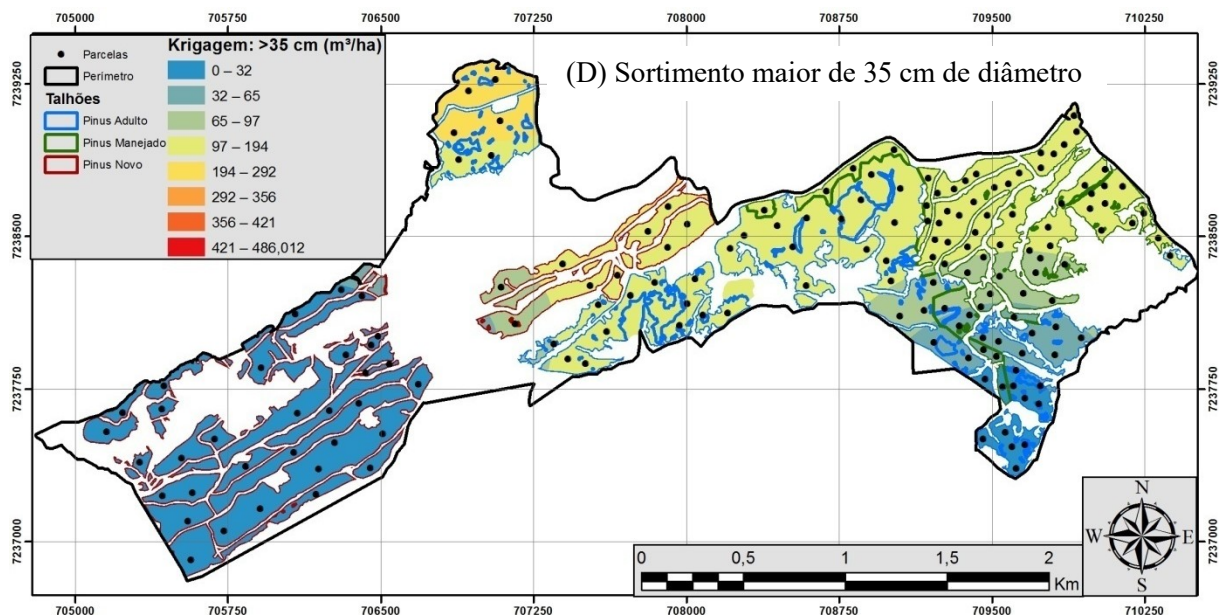


Figura 3. Distribuição espacial dos sortimentos volumétricos nos povoamentos de *Pinus* sp. no município de Tunas do Paraná, estado do Paraná.

Figure 3. Spatial distribution of volumetric assortments within the *Pinus* sp. stands in the municipality of Tunas do Paraná, Paraná State.

DISCUSSÃO

Os semivariogramas apresentaram comportamento crescente até uma determinada distância, denominada de alcance (A), e se estabilizando após ela. Essa tendência também foi observada por outros autores, tais como Rufino *et al.* (2006), Mello *et al.* (2009), e Rosa Filho *et al.* (2011) ao analisarem em plantios do gênero eucalipto as variáveis dendrométricas: número de fustes, circunferência à altura do peito, volume, altura dominante, altura total média, área basal, diâmetro médio quadrático, entre outras, quais encontraram dependência espacial para a maioria. Isso, segundo Pereira *et al.* (2011), indica a existência de correlação espacial, visto que as medições separadas pelas distâncias menores foram mais semelhantes e, desse modo, a semivariância estimada elevou-se até um valor regular com o aumento da distância.

A aparente homogeneidade dos volumes comerciais foi contestada pela heterogeneidade espacial dessas variáveis nos povoamentos de *Pinus* sp. (Figura 2), o que resulta, de modo geral, da variabilidade em idade e em dimensão dos indivíduos, bem como dos tratamentos silviculturais aplicados. Dessa forma, o uso de valores médios não permite caracterizar a real variabilidade da produção das florestas e, por meio da combinação da análise geoestatística com os inventários florestais, a visualização da estrutura espacial dos plantios pode ser obtida.

Padrões espaciais distintos foram observados na espacialização das classes de sortimento, em que para o sortimento 8 a 18 cm foram verificadas as áreas com menor estoque na porção ao Leste da propriedade, seguida pela porção Norte, coincidindo com as áreas dos talhões compostos por indivíduos adultos. Esse resultado era esperado, uma vez que se pressupõe dos indivíduos de 30 anos um menor estoque volumétrico dos sortimentos de menor diâmetro.

Para o sortimento 18 a 25 cm, a região a Oeste da propriedade se destacou como a de maior produção, embora tenha apresentado uma heterogeneidade nos dados, o que evidenciou o fato de o parâmetro A do semivariograma ter sido o menor dentre os sortimentos. Enquanto para o sortimento 25 a 35 cm, a região Oeste, onde se encontra o povoamento mais jovem, apresentou os resultados mais baixos de produtividade, o que indicou que poucos indivíduos daquela região atingiram o porte necessário para gerar produtos com essas dimensões. As porções Norte e Centro-Leste apresentaram os melhores resultados, coincidindo com os povoamentos adultos manejados e não manejados.

No sortimento maior que 35 cm, a porção Norte se destacou por ser a região com maior estoque volumétrico. A porção Centro-Leste apresentou resultados muito baixos e a porção Oeste acarretou em resultados muito próximos a zero. O resultado próximo a zero na porção Oeste era esperado por se tratar da área onde os plantios jovens estão instalados.

CONCLUSÕES

- A aplicação da modelagem geoestatística permite identificar e mensurar os padrões espaciais do volume para os povoamentos de *Pinus* sp. e, com isso, é possível compor mapas temáticos para cada um dos sortimentos avaliados, identificando as áreas com distintos estoques volumétricos.
- A modelagem do semivariograma para esse conjunto de dados apresenta bons índices de ajuste, o que é evidenciado pelos valores do indicador estatístico R^2 , que foi de 0,771 a 0,950 entre os quatro sortimentos avaliados.
- Os dados espacializados se estruturam espacialmente, isto é, existe dependência espacial e, portanto, a geoestatística é aplicável.
- Os mapas evidenciam uma heterogeneidade espacial maior para os sortimentos intermediários e, portanto, apresentam comportamentos espaciais diferentes entre si.

REFERÊNCIAS

BORSSOI, J. A.; URIBE-OPAZO, M. A.; GALEA, M. Técnicas de diagnóstico de influência local na análise espacial da produtividade da soja. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.2, p.376-387, 2011.

BRACELPA. **Pinus**. Disponível em: <<http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/137>> Acesso em: 13/06/2016.

CHIG, L. A.; COUTO, E. G.; NOVAES FILHO, J. P.; RODRIGUES, L. C. M.; JOHNSON, M. S.; WEBER, O. L. dos S. Distribuição espacial da granulometria, cor e carbono orgânico do solo ao longo de um transecto em microbacias na Amazônia meridional. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 715-722, 2008.

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.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 pp.

GUERRA, P. A. G. **Geoestatística operacional**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 1988. 145 p.

IBÁ – **Indústria Brasileira de Árvores**. 2015. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf> Acesso em: 13/06/2016.

LOURENÇO, R. W.; LANDIM, P. M. B. Mapeamento de áreas de risco à saúde pública por meio de métodos geoestatísticos. **Cad. Saúde Pública**, v.21, n.1, 2005.

MAACK, R. **Geografia física do estado Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 4 ed. 2012, 438 p.

MATHERON, G. **The theory of regionalized variables and its applications**. Fontainebleau: École Nationale Supérieure des Mines de Paris, 1971, 211 p.

MATERN, B. **Spatial variation**. Estocolmo: Meddelanden fran Statens Skogsforsknings Institut, 1960. 144 p.

MELLO, J. M. D.; DINIZ, F. S.; OLIVEIRA, A. D.; MELLO, C. R.; SCOLFORO, J. R. S.; JUNIOR, F. W. A. Continuidade espacial para características dendrométricas (número de fustes e volume) em plantios de *Eucalyptus grandis*. **R. Árvore**, v. 33, n. 1, p. 185-194, 2009.

PELISSARI, A. L.; FIGUEIREDO FILHO, A.; CALDEIRA, S. F.; MACHADO, S. A. Geoestatística aplicada ao manejo de povoamentos florestais de teca, em períodos pré-desbaste seletivo, no estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Biometria**, v.32, n.3, p.430-444, 2014.

PEREIRA, J. C.; MOURÃO, D. A. C.; SCALET, V.; SOUZA, C. A. M. de. Comparação entre modelos de relação hipsométrica com e sem componente espacial para *Pinus* sp. na FLONA Ipanema – SP. **Scientia Forestalis**, v.39, n.89, p.043-052, 2011.

RODRIGUES, K. C. S. Resina de *Pinus* no Sul do Brasil: caracterização e perspectivas. **Revista da Madeira**, n. 116, 2008. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1317&subject=Resina> Acesso em: 13/06/2016.

ROSA FILHO, G.; CARVALHO, M. P.; MONTANARI, R.; SILVA, J. M.; SIQUEIRA, G. M.; ZAMBIANCO, E. C. Variabilidade espacial de propriedades dendrométricas do eucalipto e de atributos físicos de um Latossolo

Vermelho. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 439-446, 2011.

RUFINO, T. M. C.; THIERSCH, C. R.; FERREIRA, S. O., JUNIOR, H. K., FAIS, D. Uso da geoestatística no estudo da relação entre variáveis dendrométricas de povoamentos de *Eucalyptus* sp. e atributos do solo. **Ambiência**, v. 2(1), p. 86-93, 2006.

VIEIRA, S. R.; MILLETE, J.; TOPP, G. C.; REYNOLDS, W. D. Handbook of geostatistical analysis of variability in soil and climate data. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Org.). *Tópicos em ciência do solo*. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.2, p.01-45, 2002.