

Resenha 1: BOGNOLA, I. A. ; RIBEIRO JR., P. J. ; SILVA, E. A. A. ; LINGNAU, C. ; HIGA, A. R. . Modelagem uni e bivariada da variabilidade espacial de rendimento de *Pinus taeda* L.. **Floresta (UFPR. Impresso)**, v. 38, p. 373-385, 2008.

A busca por informações precisas e de baixo custo são importantes para o planejamento florestal. Conhecer a relação das variáveis dendrométricas pode ser uma ferramenta que facilite a obtenção de características que estejam correlacionadas com outras.

As técnicas geoestatísticas são eficientes para a modelagem da estrutura de dependência e correlação entre essas variáveis, desde que haja correlação espacial entre as características de interesse. Os métodos tradicionais usados nos inventários florestais usam uma medida de tendência central (média) e outra medida de dispersão (variância), não levando em consideração a dependência espacial entre os dados. Os métodos geoestatísticos, por considerarem essa estrutura de dependência, são capazes de explorar as relações espaciais entre as características dendrométricas e variáveis ambientais, permitindo uma estimativa não tendenciosa e com variância mínima de valores dos atributos em locais não amostrados. Quando é observada uma estrutura de dependência espacial em alguma variável dendrométrica, uma metodologia geoestatística permite auxiliar na amostragem, além de quantificar e prever variáveis de interesse, útil ao planejamento florestal.

Torna-se necessário um conjunto de atributos das variáveis de interesse, georreferenciados, para gerar um modelo geoestatístico, que terá a componente estrutural, a componente aleatória espacialmente correlacionada e erro residual. Conhecendo o semivariograma, nos casos em que houver continuidade espacial, podem-se interpolar valores em qualquer ponto da área de estudos, por meio de métodos de interpolação univariados e multivariados. Como exemplo de técnicas de interpolação, tem-se a krigagem, que fornece estimadores exatos com propriedades de não-tendenciosidade e eficiência.

Em observações multivariadas pode-se adotar um modelo de correção regionalização linear, sendo possível prever espacialmente as variáveis de interesse por meio da cokrigagem, em que o valor predito da variável de interesse é dado por uma média ponderada dos dados das variáveis envolvidas. A cokrigagem leva em consideração uma ou mais variáveis secundárias na estimativa de uma variável primária.

O artigo avaliado foi desenvolvido a partir de um experimento localizado em uma área de reflorestamento de *Pinus taeda*, onde foram alocadas 18 parcelas para determinação do Incremento Volumétrico Médio Anual (IMA) e teores de argila no solo. Para ampliar a qualidade de informações sobre os atributos da área, foram geradas medidas de concentração de argila em outros 555 pontos amostrais, considerando que existe associação entre as variáveis IMA e teor de argila.

O objetivo do trabalho foi construir mapas de predição espacial para o Incremento Volumétrico Médio Anual (IMA), considerado nesse estudo como variável primária, a partir de uma variável suporte ou secundária (teor de argila) e comparar com a modelagem univariada considerando apenas os dados de IMA.

Utilizando os dados de concentração de argila em outros pontos, permitiu-se expandir os dados de IMA em outros pontos, considerando que os dados de argila são

mais fáceis de serem obtidos. Considerou-se os processos uni e bivariados como estacionários, com média e variância constantes, cujas variáveis apresentaram distribuição gaussiana. A função de correlação adotada foi a dada pelo modelo de Mátern, por permitir flexibilidade para modelar o decaimento da correlação.

Gerou-se um mapa de predição utilizando os dados de IMA coletados nos 18 pontos amostrais. No caso bivariado considerou-se os 555 valores de argila obtidos e foi gerada uma matriz de correlação entre as variáveis, sendo que a diagonal principal representa auto-correlação e a diagonal secundária representa correlação cruzada.

Por meio de teste de Correlação de Pearson, foi significativa a associação entre as variáveis IMA e teor de argila, apresentando um valor de correlação de -0,59. Considerou-se um nível de significância de 1%.

Avaliando os valores de cada variável, foi obtida a média e desvio padrão do IMA e teor de argila nos 18 pontos amostrais. Os dados apresentaram distribuição normal, de acordo com o teste de Shapiro-Wilk, sem necessidade de transformação. Porém, nos 555 pontos amostrais, os dados de teor de argila não apresentaram distribuição normal, exigindo uma transformação logarítmica com $\lambda = 0$, usando uma transformação da família Box-Cox.

Por meio da modelagem geoestatística, modelos exponenciais por meio de estimativas de máxima verossimilhança foram ajustados aos dados, gerando valores de β , σ^2 , τ^2 e Φ . Através de uma análise univariada do IMA, observou-se ausência de variação em pequena escala, por $\tau^2 = 0$, e a estrutura de dependência espacial apresentou um alcance de 476,42 metros. Isso implica em dependência dos dados de IMA em uma distância de 1428 metros, considerando que o alcance prático equivale a 3 vezes ao alcance teórico apresentado pelo modelo. Os dados de argila coletados nos 555 pontos apresentou um alcance prático de 2006, 99 metros e apresentou pequena variância de pequena escala. Considerando a variável argila como co-variável, o modelo apresentou ausência de estrutura de correlação, resultando em alcance igual a zero.

Por meio de uma análise bivariada, utilizando os dados de IMA em 18 pontos amostrais e dados de teor de argila de 555 pontos, foram gerados os valores do modelos pela estimativa de máxima verossimilhança. Foi gerado um mapa de co-krigagem do IMA por meio desse modelo bivariado e comparado com o modelo univariado do IMA, não considerando a associação entre IMA e teor de argila. O mapa de co-krigagem apresentou estimativas mais detalhadas da variável IMA, comparado ao mapa de krigagem ordinária. Esse tipo de metodologia multivariada pode reduzir custos amostrais, mantendo-se a precisão das estimativas quando se tem uma estrutura de dependência espacial entre as variáveis, comum em estudos florestais.