

ZONEAMENTO DA PRODUÇÃO CAFEIEIRA NO ESTADO DE MINAS GERAIS POR METODOLOGIA DE KRIGAGEM E COMPONENTES PRINCIPAIS

J.M. Louzada, Doutorando, DEX-UFLA, M.C. Alves, Dr. Pesquisador Cnpq DEG-UFLA, M.S. Oliveira, prof. Dr. DEX-UFLA, F.M. Silva, Prof. Dr. DEG-UFLA, L.G. Carvalho, Prof. Dr. DEG-UFLA.

Modelou-se o padrão de dependência espacial e mapeou-se a variabilidade espacial, utilizando de os recursos da análise de componente principal, que possibilitou avaliar conjuntamente uma série de dezesseis anos de produção, tendo em vista o zoneamento da produção de cafeeiro no estado de Minas Gerais. Os dados sobre produção de cafeeiro (toneladas) (*Coffea* sp.) no Brasil foram referentes ao período de 1990 a 2005. A produção foi obtida pela rede de coleta do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). A unidade de investigação científica foram as 853 sedes municipais de Minas Gerais.

As análises foram realizada no programa **R** ('freeware'), por meio dos pacotes computacionais "stats" e geoR. Calcularam-se os componentes principais relativos aos dezesseis anos de produção, e, utilizou-se a combinação linear com máxima variância do componente principal com a maior porcentagem de explicação da produtividade cafeeira ao longo do período considerado para se estimar o semivariograma isotrópico, com o qual se obtiveram os parâmetros do modelo de covariância espacial. Neste processo, utilizou-se o estimador robusto para o cálculo das semivariâncias. Após o ajuste do modelo de continuidade espacial (semivariograma teórico), realizou-se a krigagem ordinária de acordo com a equação $\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^n w_i Z(s_i)$, $Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^n w_i Z(x_i)$ em que, n é o número de valores medidos $Z(x_i)$ usados na estimativa de s_0 (ou número de vizinhos utilizado), w_i são os pesos atribuídos a cada realização $Z(s_i)$ $Z(x_i)$. Para que o estimador de krigagem seja ótimo (sem tendência e de variância mínima), necessariamente, deve-se assegurar que o $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ e a variância do erro da estimativa, em média, seja zero; isto é: $\sigma_{s_0}^2 = E[\hat{Z}(s_0) - Z(s_0)] = 0$ - considerou-se na interpolação a vizinhança global dos dados de acordo com o procedimento de análise de krigagem ordinária.

No caso da análise de *componentes principais* (CP's), preocupou-se em explicar a *estrutura de variância-covariância* por meio de *combinações lineares das variáveis originais*. Em geral, os objetivos dessa análise foram: i) reduzir a dimensão original dos dados e ii) facilitar a interpretação das análises. Algebricamente, os CP's são combinações lineares das p variáveis aleatórias (VA's) X_1, X_2, \dots, X_p , e dependentes somente da matriz de covariância amostral **S** (ou da matriz de correlação **ρ**) de X_1, X_2, \dots, X_p . Seu desenvolvimento não requer suposição de normalidade multivariada.

Seja o vetor de VA's $\mathbf{X}' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$ e a sua matriz de covariância **S** com os autovalores $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$ e considerando-se a combinação linear $Y_i = \mathbf{e}_i' \mathbf{X}$, com $\{i = 1, \dots, p\}$, os CP's foram *combinações lineares não correlacionadas* Y_1, Y_2, \dots, Y_p com as maiores variâncias possíveis.

Resultados e conclusões

O primeiro componente principal explicou aproximadamente 90% (Figura 2) da variação total dos dados. Assim, conforme metodologia pode-se usá-lo para substituir as variáveis originais (16 anos de produção cafeeira) sem muitas perdas de informações. Embora, a análise de CP seja uma técnica para dados multivariados, nesse caso apenas geraram-se os escores para o cálculo do semivariograma com o intuito de inferir conjuntamente sobre o fenômeno.

Tabela 1: Variância, porcentagem da variação explicada e variação acumulada dos quatro primeiros componentes principal.

Componente (Y_i)	$\text{Var}(Y_i) = \lambda_i$	Varição explicada (%)	Varição acumulada (%)
Y_1	227141001,58	89,14	89,1
Y_2	9359627,32	3,67	92,82
Y_3	4399477,30	1,73	94,54
Y_4	2857622,42	1,12	95,66

Ajustaram-se os modelos de semivariogramas esférico e exponencial pelo método de mínimos quadrados ordinários, porém o modelo esférico foi o mais adequado para descrever o padrão espacial do índice de produção municipal. O critério de seleção foi baseado na menor soma de quadrados. Com base no mapa de krigagem referente ao ajuste do modelo esférico foi possível identificar a variabilidade espacial e o gradiente entre áreas pouco produtivas e muito produtivas (Figura 2).

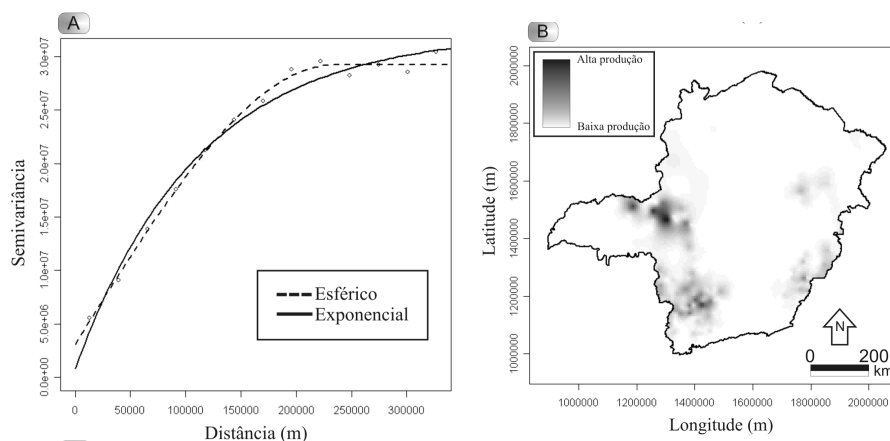


Figura 3: Modelos de semivariograma esférico (- -) e exponencial (-) (A) ajustados ao semivariograma experimental (°) e mapa de krigagem com base no modelo esférico (B) (Modelo esférico: efeito pepita = 3108411m², patamar = 26115081,4m², alcance = 235209,5m).