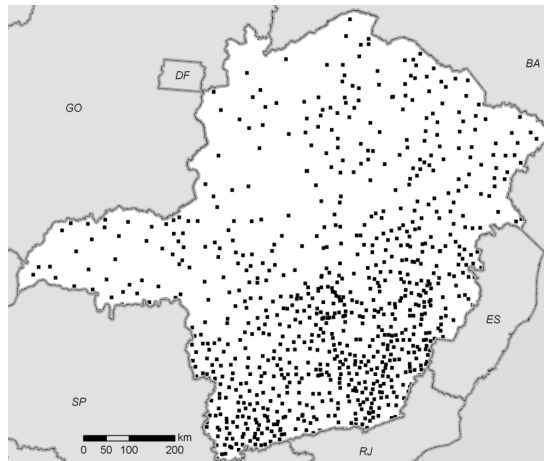


## 33º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras

### MODELAGEM GEOESTATÍSTICA DO PADRÃO ESPACIAL DA PRODUÇÃO CAFEIEIRA ANUAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS DE 1990 ATÉ 2005

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

Objetivou-se com este trabalho, caracterizar a estrutura e a magnitude da dependência espacial da produção anual de café em Minas Gerais por meio de semivariogramas. Os dados sobre produção de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) foram referentes ao período de 1990 a 2005, considerando-se a unidade de amostragem em nível municipal. 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), mediante consulta a entidades públicas e privadas, a produtores, técnicos e órgãos ligados direta ou indiretamente aos setores da produção, comercialização, industrialização e fiscalização de produtos agrícolas. A unidade de investigação no inquérito estatístico foi em nível de município (Figura 1).



**Figura 1.** Localização das observações nas 853 sedes municipais (■) de Minas Gerais.

Para formalização teórica,  $\{Z(s) : s \in D \subset R^2\}$  foi considerado como a realização de processos aleatórios (ou processos estocásticos ou campos aleatórios) caracterizados como um índice  $Z$  que varia continuamente por toda a região  $D$ . Assim,  $\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$  são localidades espaciais e o conjunto de dados  $\{Z(s_1), Z(s_2), \dots, Z(s_n)\}$ , representam os valores amostrados em  $D \subset R^2$ . O foco desta análise consistiu em calcular o semivariograma,  $\gamma(h)$ , onde  $h$  é uma grandeza vetorial, com o intuito de se caracterizar o grau de continuidade espacial da variável em estudo. A análise foi realizada no programa **R** ('freeware'), por meio do pacote **geoR** versão 1.6-11 desenvolvido por Justiniando & Diggle (2001). Após apuração dos dados, estimou-se semivariogramas isotrópicos experimentais em cada um dos dezesseis anos para se obter um modelo de covariância espacial. Neste processo, utilizou-se o estimador robusto para o cálculo das semivariâncias de acordo com a seguinte equação (Cressie, 1993):

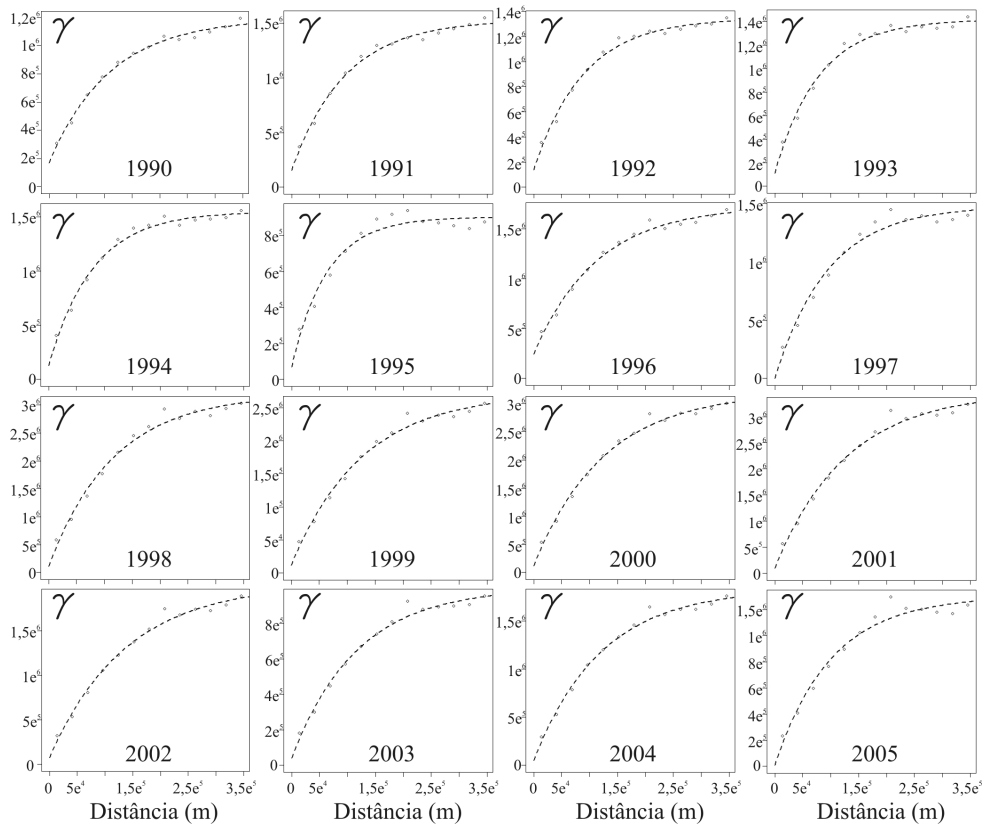
### **Error! Objects cannot be created from editing field codes.**

em que,  $Z(s)$  e  $Z(s+h)$ , são variáveis regionalizadas e  $N(h)$  é o número de pares de valores medidos, das variáveis em estudo, separados por um vetor de distância  $h$ .

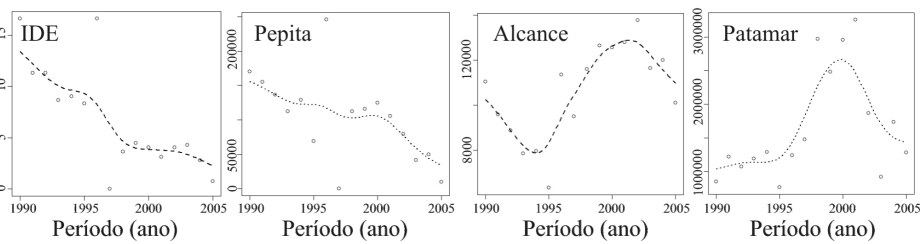
A *dependência espacial* foi analisada por meio de ajustes de semivariogramas teóricos aos dados, com base na pressuposição de estacionariedade da hipótese intrínseca, de acordo com metodologia de Burrough & McDonnell (1998). Os modelos teóricos foram ajustados pelo método de quadrados mínimos ordinários. Os parâmetros de covariâncias iniciais para a convergência do ajuste foram fixados para ambos períodos com a finalidade de comparar os modelos nos períodos avaliados. Para a análise do *índice de dependência espacial* das variáveis, foi utilizada a classificação de Cambardella et al. (1994), em que são considerados de forte *dependência espacial* os semivariogramas que têm efeito pepita 25% do *patamar*, moderada quando entre 25 e 75% e de fraca quando acima de 75%. Posteriormente, modelos de regressão kernel foram ajustados aos parâmetros dos semivariogramas (*patamar*, *alcance* e *efeito pepita*) a fim de se observar a tendência da magnitude dos mesmos ao longo do período avaliado. A precisão de cada modelo anual foi verificada pela técnica da validação cruzada ou 'jack-knifing' (Burrough & McDonnell, 1998), como metodologia para a escolha da melhor representação da variável analisada.

### **Resultados e Conclusões**

Os dados de produção cafeeira de Minas Gerais apresentaram dependência espacial em escala municipal, baseado em análise variográfica e ajuste de modelos exponenciais, pois o valor absoluto da diferença entre as observações aumentou com o aumento da distância, até um valor no qual os efeitos locais não apresentaram mais influência, culminando na *estabilidade* do modelo separando, nitidamente, o universo *estruturado* do *aleatório*, de forma a satisfazer as suposições de estacionariedade (Figura 2). Houve tendência oscilatória de aumento e redução dos valores de *alcance* e *patamar* dentro de um período aproximado de dez anos. Os valores do *efeito pepita* e do *índice de dependência espacial* apresentaram tendência de redução ao longo do período avaliado (Figura 3), provavelmente em detrimento à melhor qualidade e precisão na obtenção dos dados pelo IBGE.



**Figura 2.** Semivariogramas isotrópicos ajustados aos dados de produção de cafeeiro em Minas Gerais no período de 1990 a 2005.



**Figura 3.** Ajuste de modelos kernel aos parâmetros e o índice de dependência espacial (IDE) dos semivariogramas isotrópicos referentes à produção de cafeeiro em Minas Gerais no período de 1990 a 2005.