

VARIABILIDADE ESPACIAL DO POTENCIAL NATURAL DE EROÇÃO EM UM LATOSSOLO VERMELHO AMARELO

Samuel de Assis Silva¹, Gustavo Soares de Souza¹, Willian Bucker Moraes¹, Aline Inácio Alves¹, Rone Batista de Oliveira², Julião Soares de Souza Lima³

¹Graduando em Agronomia, CCA-UFES, Dept^o Engenharia Rural, Caixa Postal 16, CEP: 29500-000 Alegre-ES, e-mail: samuel-assis@hotmail.com

²Doutorando em Energia na Agricultura, UNESP, Botucatu – SP, e-mail: roneantiversus@yahoo.com.br

³Prof. Orientador, Dept^o Engenharia Rural, CCA-UFES, Alegre-ES, e-mail: jsslima@yahoo.com.br

Resumo- O objetivo do presente trabalho foi analisar a variabilidade espacial do Potencial Natural de Erosão (PNE) em um Latossolo vermelho amarelo, textura média através das técnicas de geoestatística. O experimento foi realizado no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim- ES, em uma área cultivada com café conilon, com amostragem de solo para determinação das frações granulométricas na profundidade de 0-0,20 m em uma malha irregular, totalizando 109 pontos amostrais. O PNE foi estimado através do produto da erosividade das chuvas, da erodibilidade do solo e do fator topográfico. A área em estudo apresentou valores muito baixos de PNE, mesmo em regiões onde a declividade é maior.

Palavras-chave: Perda de solo, geoestatística, erosividade da chuva, variação espacial, krigagem

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

As práticas agrícolas realizadas sem um planejamento adequado, em algumas regiões do Brasil, têm provocado grandes distúrbios ao meio ambiente. Um dos principais problemas ocorre no meio físico, como perdas de solo por erosão hídrica em função do revolvimento excessivo do solo, por esse se encontrar sem cobertura, facilitando o arraste das partículas, principalmente em áreas declivosas, contribuindo para o aparecimento de ravinas, voçorocas e com a turbidez dos cursos d'água.

A erosão acentuada do solo consiste em um dos principais problemas ambientais causados pela atividade agrícola. Em regiões tropicais a erosão hídrica tem grande importância, contribuindo para a degradação dos solos ocasionando a perda de sua camada mais fértil (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

Fatores de erosão apresentam grande variabilidade espacial e temporal, explicada pela diversidade climática, a qual influi no potencial erosivo das chuvas, e pela variabilidade do solo, a qual tem influência na suscetibilidade à erosão (BERTOL et al., 2002). Dada essa notória variabilidade espacial a geoestatística é importante ferramenta para o estudo dos processos erosivos.

O objetivo do presente trabalho foi analisar a variabilidade espacial do Potencial Natural de Erosão em um Latossolo vermelho amarelo, textura média através das técnicas de geoestatística

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido na fazenda Experimental Bananal do Norte, pertencente ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, situada na latitude 20° 45' 17.31" S e Longitudes 41° 17' 8.86" W. O clima da região é do tipo Cwa, com verão chuvoso e inverno seco de acordo com a classificação de Köpen.

O experimento foi conduzido em uma área situada no terço superior e médio de uma elevação com topo arredondado e vertente com perfil convexo com declividade média de 33,52 graus, sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico textura argilosa (EMBRAPA, 1999). A amostragem de solo foi realizada na profundidade de 0,0 – 0,20 m em uma malha irregular de aproximadamente 1000 m² com 109 pontos amostrais, definidos como células.

As frações granulométricas do solo (argila, silte e areia total) foram determinadas em laboratório, de acordo com metodologia proposta pela EMBRAPA (1997).

Considerando a inexistência de dados pluviográficos para a área em estudo que permitissem estimativas do fator erosividade das chuvas (R) por procedimentos mais complexos, optou-se por utilizar o método proposto por Bertoni & Lombardi Neto (1999), utilizando dados de precipitação da estação pluviométrica do

INCAPER o que não compromete a generalidade das informações obtidas, conforme Aquino et al. (2006).

A erodibilidade (K) foi estimada através do modelo indireto utilizado por Bertoni & Lombardi Neto (1990) e Mannigel (2002). A determinação dos valores dos fatores topográficos (SL), por sua vez, foi com base na equação proposta por Wischmeier & Smith (1978).

O potencial natural de erosão (PNE) foi obtido com o produto R, K e LS (WISCHMEIER & SMITH, 1978) e classificado como muito baixo (< 250), baixo (250-500), moderado (500-750), alto (750-1.000) e muito alto (>1.000), segundo classificação proposta por Souza et al. (2005).

Primeiramente, foi realizada uma estatística descritiva e exploratória para K e PNE. Para a verificação dos dados candidatos a outliers foram analisados os quartis superiores e inferiores e testada a normalidade dos dados pelo teste Shapiro-Wilk's a 5% de probabilidade (W), pelo software Statistica 6.0 (2001). Em seguida, realizou-se a análise geoestatística, dentro da qual se buscou avaliar o atendimento da hipótese de estacionaridade assumida (GONÇALVES et al., 2001) por meio de ajuste do semivariograma estimado pela seguinte equação:

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

em que: N(h) é o número de pares de valores medidos Z(xi), Z(xi + h), separados por um vetor h. A escolha do modelo teórico seguiu os critérios adotados pelo software GS+ (ROBERTSON, 1998), que utiliza a menor soma dos quadrados do resíduo (SQR) e o maior coeficiente de determinação (R²).

Em seguida foram estimados valores para locais não amostrados pelo método da krigagem ordinária e construídos mapas temáticos pelo software SUFER 8 (GOLDEN, 2002).

Resultados

Na Tabela 1, estão apresentados os resultados da análise descritiva dos parâmetros K (erodibilidade) e PNE (potencial natural de erosão) após a retirada dos valores discrepantes ("outliers").

Tabela 1. Estatística descritiva da erodibilidade (K) e do potencial natural de erosão (PNE).

Parâmetros Estatísticos	Variáveis	
	K	PNE
Média	0,14	21,97
Mediana	0,14	21,5
CV (%)	28,57	30
s	0,04	6,59
Mínimo	0,07	10,03
Máximo	0,27	40,85
C _s	0,49	0,49
C _k	-0,2	-0,2
W	*	*

* distribuição não normal pelo teste Shapiro-Wilk's (W) a 5% de probabilidade.

Os valores médios mensais de R (erosividade) e precipitação pluviométrica são apresentados na Figura 1.

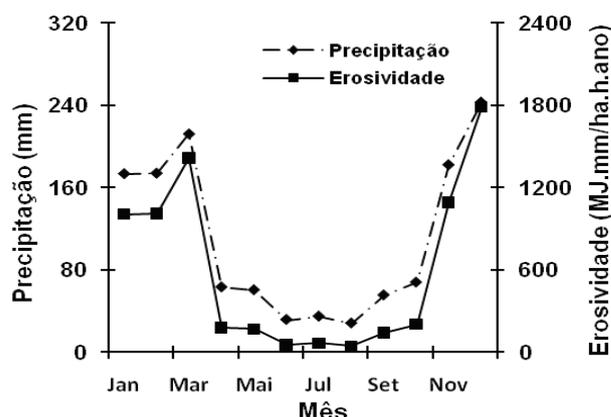


Figura 1. Distribuição dos valores médios mensais da erosividade e da precipitação pluviométrica na área em estudo.

Nas Figuras 2 e 3 estão apresentados os modelos e parâmetros dos semivariogramas escalonados médios de K e PNE.

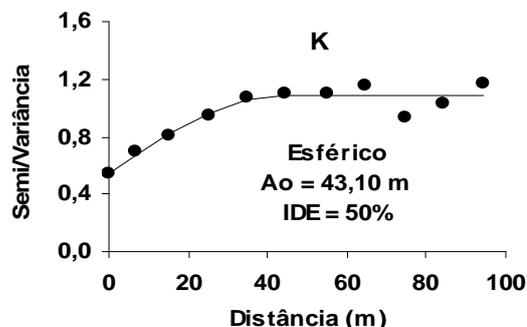


Figura 2. Modelo e parâmetro do semivariograma escalonado (Ao = alcance e IDE = índice de dependência espacial) da erodibilidade do solo (K)

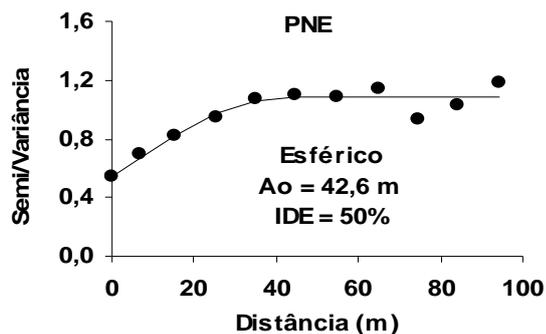


Figura 3. Modelo e parâmetro do semivariograma escalonado (Ao = alcance e IDE = índice de dependência espacial) do potencial natural de erosão (PNE)

Os parâmetros dos modelos dos semivariogramas ajustados foram utilizados para estimar valores, por meio da krigagem ordinária, em locais não amostrados (Figura 4 e 5).

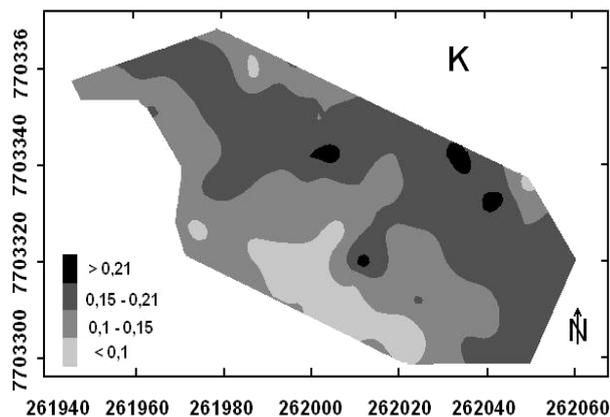


Figura 4. Distribuição espacial da erodibilidade (t ha MJ⁻¹ mm⁻¹) do solo em um latossolo vermelho amarelo.

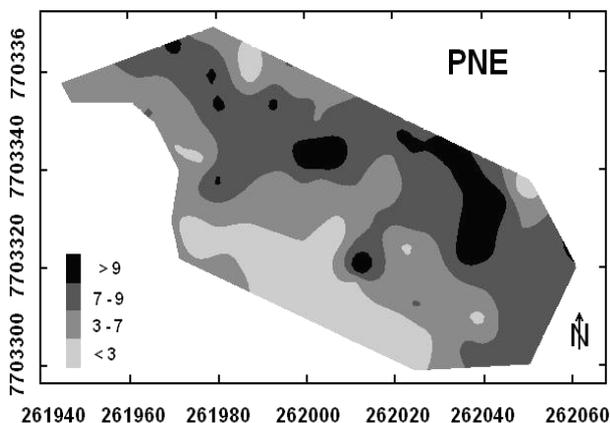


Figura 5. Distribuição espacial do potencial natural de erosão (ton ha⁻¹ ano⁻¹) em um latossolo vermelho amarelo

Discussão

O solo apresentou valores médios de 410,64; 188,97; 395,16 g kg⁻¹, para as frações granulométricas argila, silte e areia respectivamente.

Através da análise exploratória foi possível identificar a presença de *outliers* nos dados de K e PNE, bem como sua influência sobre as medidas de posição e dispersão. Nesse caso, optou-se pela retirada desses valores.

Os resultados obtidos pela análise estatística descritiva (Tabela 1) demonstram que para todas as variáveis os valores das medidas de tendência central (média e mediana) foram bem próximas, indicando distribuições simétricas, o que é confirmado pelo valor de assimetria próximo de zero. Entretanto, pelo teste Shapiro-Wilks as variáveis não apresentam normalidade. De acordo com Cressie (1991) a normalidade dos dados não é exigência da geoestatística, e sim conveniente apenas que a distribuição não apresente caudas muito alongadas, o que poderia comprometer as análises.

Os coeficientes de variação para K e PNE apresentaram-se de média variação, segundo a classificação proposta por Warrick & Nielsen (1980), de 12% < CV < 60%. Esse valor de CV para o PNE contradiz o observado por Souza et al. (2005), trabalhando em um Latossolo Vermelho sob cultivo de cana-de-açúcar, onde o CV foi considerado muito alto (maior que 80%), entretanto, esses mesmos autores encontraram valor médio de CV para K, o que está de acordo com os observado nesse estudo.

Através dos valores médios mensais de R e precipitação pluvial (Figura 1), se constata que os maiores valores ocorreram nos meses de março e dezembro.

Observa-se a sazonalidade da R, uma vez que os menores valores ocorrem no inverno e os maiores valores ocorrem no verão (novembro a março), onde são esperadas maiores perdas de solo por erosão na área em estudo, pois as perdas de solo são diretamente proporcionais ao produto da energia cinética total da chuva (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

Através da análise geoestatística (Figura 2 e 3), os semivariogramas experimentais foram ajustados pelo modelo esférico, com alcance de 43,10 m e 42,6 m para as variáveis K e PNE respectivamente, apresentando o mesmo padrão de distribuição espacial. Este fato está relacionado com o mesmo modelo de ajuste (esférico) e alcances bem próximos (Figuras 2 e 3), o que é corroborado com a interligação entre esses fatores, uma vez que o PNE é dependente do K.

Os parâmetros apresentam moderada dependência espacial, com IDE entre 25 a 75%,

segundo classificação proposta por Zimback (2001).

Através dos mapas temáticos (Figura 4 e 5) é possível observar que a maior ocorrência da variável K foi no intervalo de 0,10 a 0,21 t ha MJ⁻¹ mm⁻¹, enquanto todos os valores da variável PNE encontram-se na classe muito baixo (< 250), mesmo em pontos localizados nas regiões onde a declividade é maior. Resultados semelhantes foram encontrados por Mello et al. (2006), onde a quase totalidade da área em estudo apresentou valores entre muito baixo e baixo para a variável PNE.

É possível observar que os maiores valores de PNE estão concentrados na parte inferior da área, o mesmo ocorrendo para K. Esse fato pode ser justificado pelo fato da região superior da área apresentar maiores teores de argila (confirmados pelos valores de K), o que indica que o teor de argila do solo, que está diretamente relacionada às propriedades de coesão, estabilidade dos agregados, e permeabilidade, está contribuindo diretamente para a redução do potencial natural de erosão, uma vez que solos com elevados percentuais de argila são mais coesos e mais estáveis estruturalmente, enquanto que solos ricos em areia e silte favorecem uma maior erodibilidade devido à elevada instabilidade dos agregados.

Conclusão

As variáveis K e PNE apresentaram o mesmo padrão de distribuição espacial, com ajuste do modelo esférico e alcances bem próximos.

A área em estudo apresentou valores muito baixos de PNE, mesmo em regiões onde a declividade é maior.

Referências

- AQUINO, C. M. S.; OLIVEIRA, J. G. B.; SALES, M. C. L. Estimativa da erosividade das chuvas (R) nas terras secas do Estado do Piauí. **Rev. Ciênc. Agron.**, v.37, n3, p.287-291, 2006.
- BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O.; LEITE, D.; AMARAL, A.J. Erodibilidade de um Cambissolo Húmico aluminico léptico, determinada sob chuva natural entre 1989 e 1998 em Lages (SC). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.2, p.465-71, 2002.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1999.
- CRESSIE, N. **Statistics for spatial data**. New York: John Wiley, 1991. 900 p.
- EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1997. 212 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- GOLDEN SOFTWARE Surfer version 8.00 – Feb 11 2002. **Surface mapping system**. Colorado: Golden Software, Inc, 1993-2002. 1 CD – ROM.
- GONÇALVES, A. C. A.; FOLEGATTI, M. V.; MATA, J. D. V. Análise exploratória e geoestatística da variabilidade de propriedades físicas de um Argissolo Vermelho. Maringá. **Acta Scientiarum**. V.23, n.5, 2001.
- MANNIGEL, A. R.; CARVALHO, M. de P.; MORETI, D.; MEDEIROS, L. da R. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum** Maringá, v. 24, n. 5, p. 1335-1340, 2002.
- MELLO, G.; BUENO, C. R. P.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de perdas de solo, do potencial natural e risco de erosão em áreas intensamente cultivadas. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.10, n.2, p.315–322, 2006.
- SOUZA, Z. M. de; MARTINS FILHO, M. V.; MARQUES JÚNIOR, J., PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de fatores de erosão em latossolo vermelho eutroférico sob cultivo de cana-de-açúcar. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v25, n.1, p.105-114, 2005
- STAT SOFT Inc, **Programa Statistica for windows, versão 6.0**. Tulsa, EUA: Stat Soft, Inc, 2001. 1 CD-ROM.
- WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). **Applications of soil physics**. New York: Academic Press, 1980. p.319-44.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses; a guide to conservation planning. Washington: Department of Agriculture, 1978. 58p. Agriculture Handbook, 537.
- ZIMBACK, C.R.L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001. 114 f. Tese (Livro-Docência) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2001.