

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

CORRELAÇÃO E VARIABILIDADE ESPACIAL DAS BASES DO SOLO COM A PRODUTIVIDADE EM UMA ÁREA DE PASTAGEM

**Dalila Bonomo Cosme, Vanessa Chaves Lopes, Eduardo Oliveira de Jesus
Santos, Ivoney Gontijo**

Centro Universitário Norte do Espírito Santo – CEUNES, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, Rodovia BR 101 Norte, Km 60, Bairro Litorâneo, CEP 29932-540, São Mateus – ES; dalila.cosme@edu.ufes.br, vanessa.c.lopes@edu.ufes.br, eduardo.santos@idaf.es.gov.br, ivoney.gontijo@ufes.br.

Resumo

O Brasil possui 159,5 milhões de hectares de pastagens, plantadas ou naturais, constituindo uma forma mais econômica de produzir e ofertar alimentos aos animais. Objetivou-se no presente estudo descrever a correlação espacial das bases do solo com a produtividade em uma área de pastagem. O experimento foi conduzido em uma área cultivada com a variedade capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), sobre Latossolo Amarelo, localizada no município de Ponto Belo, norte do Estado do Espírito Santo. Instalou-se uma malha retangular de 100 x 122m (12.200 m²) com 126 pontos, com distância mínima de 5 m, em cada ponto amostral foram coletadas quatro subamostras de solo, na profundidade de 0-0,20m, determinando os teores de Ca, Mg e K. A produtividade foi estimada por meio da relação da massa seca pela área de coleta de cada ponto amostral. Os atributos K e Ca apresentaram dependência espacial fraca na área de estudo, enquanto o Mg e a produtividade apresentaram dependência moderada. A produtividade foi o atributo que apresentou maior alcance com menor variabilidade e maior continuidade espacial.

Palavras-chave: Geoestatística. *Brachiaria decumbens*. Atributos químicos do solo.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma. Agronomia.

Introdução

O manejo inadequado é uma das principais causas de degradação de pastagens, decorrentes de altas taxas de lotação, que esgotam as reservas de carboidratos da planta, fazendo com que a mesma não se recupere do pastejo e do pisoteio (FAO, 2009). O cultivo intensivo e indiscriminado provoca a degradação de solos sob pastagem, acarretando alterações nos atributos químicos, físicos e biológicos do mesmo e diminuindo a capacidade produtiva da planta (JUNIOR et al., 2013). A correção da fertilidade é uma das práticas para o controle da degradação do solo, fazendo uso de fertilizantes e corretivos de acidez na adubação de estabelecimento e manutenção. Estudos referentes à dosagem de fertilizantes em diversas culturas são comuns, porém são escassos os trabalhos que consideram a variabilidade espacial dos atributos do solo. Desta forma, há a necessidade de avaliar a correlação espacial das bases do solo com a produtividade em áreas de pastagens, permitindo a otimização do uso do solo e a aplicação da adubação a doses variadas. Desse modo, objetivou-se no presente estudo descrever a correlação espacial das bases do solo com a produtividade em uma área de pastagem.

Metodologia

O experimento foi conduzido em uma área cultivada com pastagem de variedade capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), implantada em 2002, localizada no município de Ponto Belo, norte do Espírito Santo, com altitude média de 270 metros e com declividade média de 10% no sentido norte - sul. O clima pode ser classificado como tropical úmido ou subúmido (ALVARES et al., 2013) e o solo como Latossolo Amarelo, textura franco arenoso (EMBRAPA, 2006).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Em dezembro de 2011, foi instalada uma malha retangular de 100 x 122 m (12.200 m²) com 126 pontos, com distância mínima de 5 m. Em cada ponto amostral, foram coletadas quatro subamostras de solo no raio de 0,40m, compondo uma amostra, na profundidade de 0-0,20m.

As análises de solo foram feitas no Laboratório Agrônomo de Análise de Solo do Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES/UFES) de acordo com a Embrapa (1997). Visando a obtenção da produtividade, a planta forrageira foi coletada com auxílio de um quadrado de plástico de 1,0 x 1,0 m (1,0 m²) locada em cada ponto amostral e cortada com tesoura de aço rente à superfície do solo. As amostras foram levadas para estufa por um período de 48 horas sob uma temperatura de 65°C, até massa constante, para a determinação da massa seca. A produtividade foi estimada por meio da relação da massa seca pela área de coleta de cada ponto amostral, sendo o resultado deste multiplicado pelo valor da área equivalente a 1 hectare.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise exploratória dos dados por meio da estatística descritiva e a normalidade testada pelo teste Shapiro-Wilk (1965) à 5% de probabilidade. A medida de correlação linear do coeficiente de Pearson serviu para analisar a correlação entre os atributos químicos do solo e as médias de produtividade da pastagem, a 5 e 1 %, pelo teste t.

Os dados foram submetidos à análise geoestatística, visando definir o modelo de variabilidade espacial dos atributos do solo envolvidos nesse estudo, obtendo-se, assim, os semivariogramas dos atributos químicos e da produtividade. A análise da dependência espacial foi feita pela geoestatística, com auxílio do programa computacional GS+ Versão 7® (GAMMA DESIGN SOFTWARE, 2004), que realiza os cálculos das semivariâncias amostrais, cuja expressão pode ser encontrada em Vieira et al. (1983).

Por meio dos semivariogramas ajustados, foi utilizado o software Surfer (GOLDEN SOFTWARE, 1999) na interpolação por krigagem, gerando mapas de distribuição espacial das variáveis na área estudada. Os resultados para interpretação dos resultados de solo foram baseados na classificação de Prezotti et al. (2007) para o estado do Espírito Santo, visando à confecção de mapas de variabilidade espacial.

Resultados

A análise exploratória dos dados das bases do solo e da produtividade da área de pastagem, incluindo os testes de normalidade estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Estatística descritiva dos dados de cálcio, magnésio, potássio e produtividade da pastagem cultivada em uma área localizada no município de Ponto Belo – ES, obtidos a partir de 126 amostras.

Estatística Descritiva	Ca -----cmol _c dm ⁻³ -----	Mg -----cmol _c dm ⁻³ -----	K mg dm ⁻³	Prod. --kg ha ⁻¹ --
Média	1,88	0,68	28,86	1862,87
Mediana	1,82	0,66	27,65	1858,85
DP	0,67	0,16	10,12	715,03
VA	0,45	0,03	102,42	511262,87
CV	23,94	23,53	35,07	38,38
Mínimo	0,66	0,23	12,22	540,70
Máximo	5,01	1,24	60,24	3442,80
Ass.	1,36	0,36	0,71	0,25
Curt.	4,07	0,43	0,43	-0,74
p-valor	4,37 10 ⁻⁷	0,34*	8,77 10 ⁻⁴	0,48*

DP – desvio padrão; VA – variância amostral; CV – coeficiente de variação; Ass. – coeficiente de assimetria; Curt. – coeficiente de curtose; Prod. – produtividade; * – distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk a 0,05 de probabilidade.

Fonte: os autores.

Os coeficientes de assimetria e curtose com valores próximos de zero indicam que o atributo químico Mg e a produtividade da pastagem, bem como a proximidade dos valores de média e mediana, apresentaram distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância.

O coeficiente de variação (CV) foi considerado médio para todas as variáveis em estudo, de acordo com o critério de classificação proposto por Warrick e Nielsen (1980).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Os valores médios dos atributos químicos do solo segundo Prezotti et al. (2007), para o Estado do Espírito Santo foram classificados em: teores médio para Ca ($1,5 - 4,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), Mg ($0,5 - 1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e baixo para K ($< 60 \text{ mg dm}^{-3}$).

Na Tabela 2, encontra-se a matriz de coeficientes de correlação linear de Pearson. Constatou-se que os atributos químicos não tiveram correlação linear significativa com a produtividade.

Tabela 2 – Correlação linear de Pearson entre as bases (Ca, Mg e K) do solo e as produtividades da pastagem.

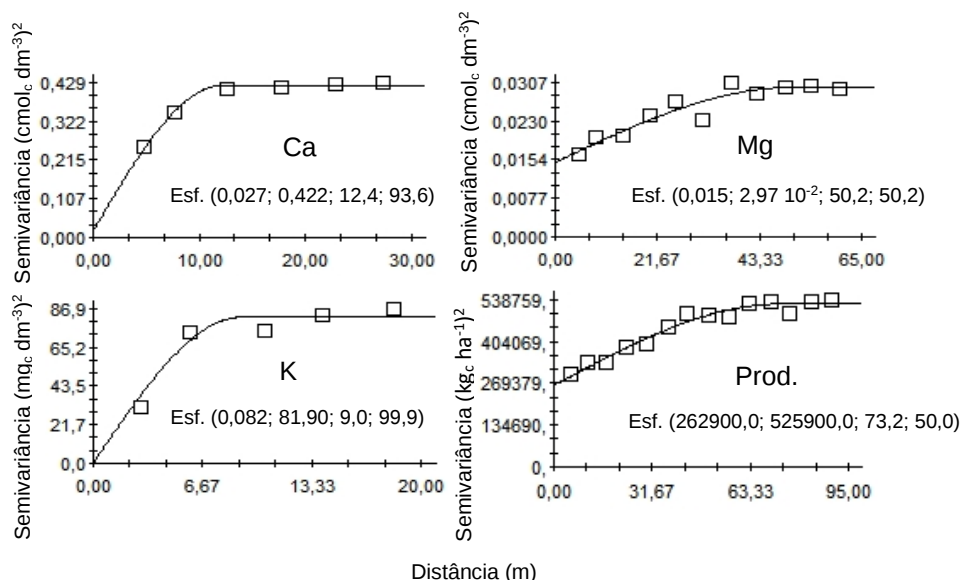
	Prod.	Ca	Mg	K
Prod.	1			
Ca	0,087	1		
Mg	- 0,053	0,445**	1	
K	- 0,064	0,121	0,223*	1

* e ** – Significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste t.

Fonte: os autores.

Por meio do ajuste dos semivariogramas, constatou-se que as bases do solo e a produtividade da pastagem apresentaram estrutura de dependência espacial (IDE) (Figura 1). De acordo com a classificação de Cambardella et al. (1994), o IDE foi considerado fraco ($\text{IDE} > 75\%$) para K e Ca e para o Mg e a produtividade, o IDE foi moderado ($25 < \text{GC} < 75\%$).

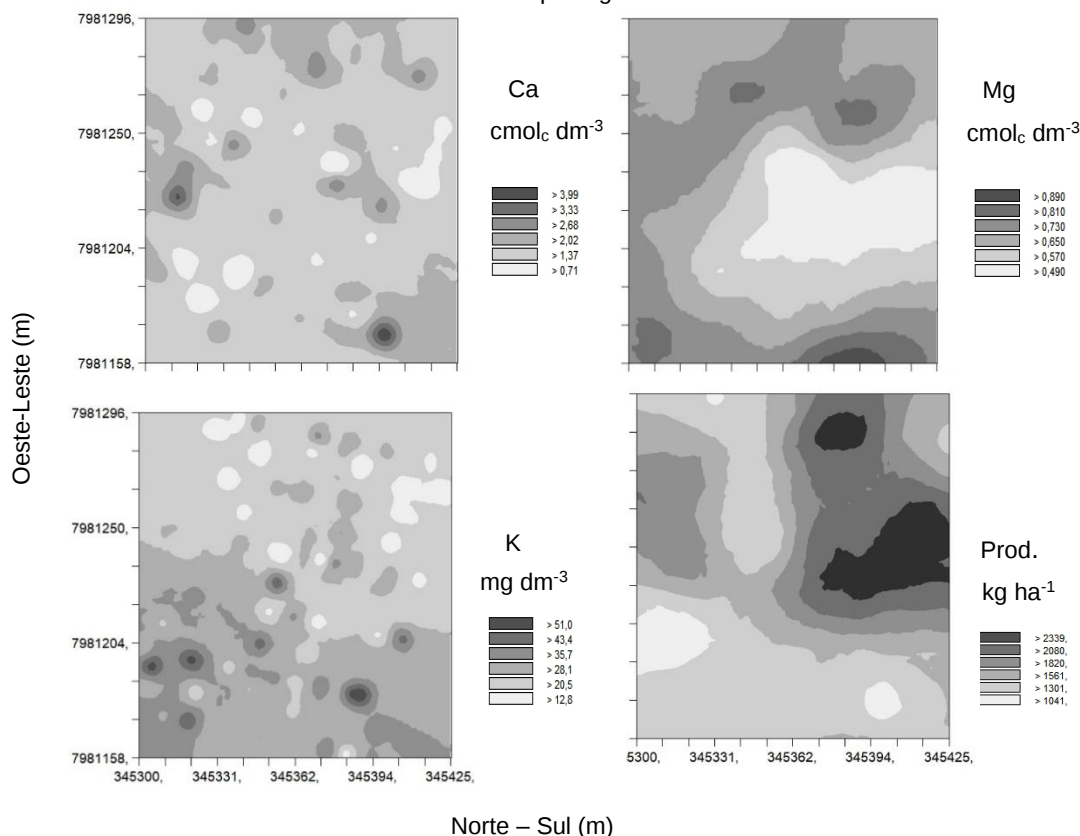
Figura 1 – Modelos de semivariogramas ajustados para cálcio, magnésio, potássio e produtividade em área cultivada com pastagem. Valores entre parênteses são efeito pepita (Co), patamar (Co+C), alcance (A) em metros e índice de dependência espacial (IDE%), respectivamente. Esf. – modelo esférico.



Observou-se na região oeste e especialmente na região sudoeste da área, maiores teores de K e Mg. A produtividade, por apresentar maior alcance (Figura 1), apresentou também áreas maiores de continuidade espacial com menores teores na região da área estudada (Figura 2). Houve uma similaridade entre os mapas de Mg e produtividade, no entanto observa-se uma correlação negativa, nos locais onde apresentou-se menores teores de Mg, região central da área estudada, verifica-se maior produtividade.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 02 – Mapas de isolinhas das variáveis: cálcio, magnésio, potássio e produtividade em área cultivada com pastagem.



Discussão

Souza et al. (2008), ao estudarem a variabilidade espacial em um Argissolo cultivado com pastagem, encontraram resultados de coeficiente de variação semelhantes para as variáveis Ca, Mg e K.

A análise de correlação revelou que, dentre os maiores coeficientes encontrados, destacam-se aqueles que explicam a relação linear entre as medidas do teor de Ca com o Mg. Destacam-se também a correlação entre o Mg com o K. Verificou-se na análise de correlação linear de Pearson entre as bases do solo e a produtividade da pastagem que os coeficientes significativos foram baixos, ou seja, menores que 0,500, de modo geral.

O modelo que melhor se ajustou aos semivariogramas para todas as variáveis foi o esférico. O modelo esférico é bastante utilizado por vários pesquisadores para descrever o comportamento de semivariogramas de atributos de solo e plantas (SALVIANO et al., 1998). Resultados semelhantes foram obtidos por Santos et al. (2012) para o Ca, Mg, K e a produtividade.

O atributo com maior alcance foi a produtividade (65,7m) (Figura 1) mostrando que este apresentou-se mais homogêneo dentro dessa faixa de abrangência com menor variabilidade e maior continuidade espacial.

Conclusão

K e Ca apresentaram dependência espacial fraca, enquanto o Mg e a produtividade, apresentaram dependência moderada na área de pastagem.

A produtividade foi o parâmetro que apresentou maior alcance com menor variabilidade e maior continuidade espacial.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Os teores de Ca e Mg apresentaram-se médios, enquanto o teor de K apontou valor baixo. As bases e a produtividade estudadas apresentaram estrutura de dependência espacial que possibilita uma aplicação ideal de fertilizantes, nos moldes da agricultura de precisão.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p.711-728, 2013

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*, 58:1501-1511, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. Atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2006. 306p.

FAO. The state of food and agriculture. Rome: FAO, 2009. FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. D. Production systems - An example from Brazil. *Meat Science*, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

GAMMA DESIGN SOFTWARE. Geostatistics for the environmental sciences. Version 7.0. Michigan, 2004. 1CD-ROM.

GOLDEN SOFTWARE. Surfer for windows: Realise 7.0: Contouring and 3D surface mapping for scientist's engineers user's guide. New York: Golden Software, 1999. 619p.

JUNIOR, Paulo Roberto Rocha; SILVA, Victor Maurício; GUIMARÃES, Gabriel. Degradação de pastagens brasileiras e práticas de recuperação. *Enciclopédia biosfera*, v. 9, n. 17, 2013.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo – 5ª aproximação. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

SALVIANO, A. A. C.; VIEIRA, S. R.; SPAROVEK, G. Variabilidade espacial de atributos de solo e de *Crotalaria juncea* L. em área severamente erodida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p.115-122, 1998.

SANTOS, E. O. J.; GONTIJO, I.; NICOLE, L. R. Variabilidade espacial de cálcio, magnésio, fósforo, potássio no solo e produtividade da pimenta-do-reino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.10, p.1062–1068, 2012.

SOUZA, G. S.; LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. B. Variabilidade espacial de atributos químicos em um Argissolo sob pastagem. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 4, p.589-596, 2008.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (Complete Samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

VIEIRA, S. R.; HATFIELD, J. L.; NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J. W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, Berkeley, v. 51, n. 3, p. 1-75, 1983.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

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, 1980. cap. 2. p.319-344.