

AValiação da Variabilidade Espacial de Propriedades Químicas em Área de Integração Lavoura/Pecuária Após Pastejo

**MARCELO HIDEMASSA ANAMI¹, EDILAINE REGINA PEREIRA², MARIA
EDUARDA ARANEGA PESENTI³, ANDERSON TAKASHI HARA⁴, ANTONIO
CARLOS ANDRADE GONÇALVES⁵, CEZAR FRANCISCO ARAUJO JUNIOR⁶**

¹ Docente, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Av. dos Pioneiros, 3131, CEP 86.036-370 Londrina. mhanami@utfpr.edu.br

² Docente, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Av. dos Pioneiros, 3131, CEP 86.036-370 Londrina. edilaineperreira@utfpr.edu.br

³ Discente, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Av. dos Pioneiros, 3131, CEP 86.036-370 Londrina. Maria.pesenti@hotmail.com

⁴ Doutor, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Av. Colombo, 5790, Bloco J45, CEP 87.020-900 Maringá, haratakashi1987@gmail.com.

⁵ Docente, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Av. Colombo, 5790, Bloco J45, CEP 87.020-900 Maringá, acagoncalves@uem.br

⁶ Pesquisador, Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375, 86.047-902 Londrina, cezar_araujo@iapar.br.

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: A utilização de ferramentas estatísticas e geoestatísticas para avaliação de propriedades químicas do solo e posterior utilização em agricultura de precisão, é muito importante para garantir a sustentabilidade do campo, pela economia na utilização de insumos. Além disso, os sistemas integrados de produção agropecuária podem contribuir de maneira positiva na garantia da sustentabilidade pela reciclagem de nutrientes. Este trabalho teve por objetivo avaliar a variabilidade espacial de propriedades químicas do solo após o pastejo do gado. O experimento foi conduzido no município de Nova Santa Bárbara-PR, em sistema de plantio direto com plantio de aveia no inverno após soja no verão. Foram determinadas: pH, fósforo, cálcio e magnésio, potássio, acidez potencial e matéria orgânica. Nesta área observou-se que todos os parâmetros avaliados tem forte grau de dependência espacial, com exceção da capacidade de troca de cátions que tem grau moderado e o alcance variou de 6,93m a 14,0m. Conclui-se que existe variabilidade espacial das propriedades químicas do solo, e que as amostragens realizadas acima dos valores encontrados de alcance são independentes.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas integrados de produção agropecuária, geoestatística, estatística descritiva, agricultura de precisão.

EVALUATION OF SPATIAL VARIABILITY OF CHEMICAL PROPERTIES IN AREAS OF CROP AND LIVESTOCK INTEGRATION AREA AFTER GRAZING

ABSTRACT: The use of statistical and geostatistical tools for evaluation of soil chemical properties and further use in precision agriculture is very important to ensure the sustainability of the field, by the economy in the use of inputs. Besides that, the integrated agricultural production systems may contribute positively on ensuring sustainability by the recycling of nutrients. This work aimed to evaluate the spatial variability of soil chemical

properties after cattle grazing. The experiment was conducted in the city of Nova Santa Bárbara-PR, in no-tillage system with the planting of oat in the winter after soybean in the summer. There were determined: pH, phosphorus, calcium and magnesium, potassium, potential acidity and organic matter. In this area it was observed that all the evaluated parameters have a high degree of spatial dependence, with the exception of the cation exchange capacity that has moderate degree and the range ranged from 6.93m to 14.0m. It is concluded that there is a spatial variability of the chemical properties of the soil, and the samplings performed above the reach values found are independent.

KEYWORDS: Integrated systems of production, geostatistics, descriptive statistics, precision agriculture.

INTRODUÇÃO:

A sustentabilidade de sistemas agropecuários é o grande desafio do trabalho no campo, pois deve conciliar a economia de insumos e a preservação do meio ambiente. Assim a agricultura de precisão engloba o uso de tecnologias de modo adequado às variações espaciais e temporais garantindo elevada produtividade pelo uso racional dos agroquímicos em harmonia com o ambiente (EMPBRAPA, 1997a). Aliados à agricultura de precisão o sistema de integração lavoura-pecuária representa a renovação de condições edafológicas, com mecanismos de reciclagem reduzindo a entrada de insumos externos ao sistema (ASSMANN, SOARES, ASSMANN. 2008).

O pastejo dos animais pode alterar as propriedades químicas do solo, pela adição de dejetos e urina, além do que devemos considerar que estas propriedades podem apresentar variação no tempo e no espaço. Assim, caracterizar a variabilidade das propriedades químicas do solo é essencial para o entendimento das relações do solo com outros fatores ambientais.

A avaliação da dependência ou continuidade espacial requer o uso de um tipo de estatística chamada Geoestatística. Hamlett et al (1986) considera que as análises tradicionais baseadas na independência das observações, tem sido substituídas por análises espaciais que consideram a correlação entre as observações vizinhas. Estas análises são baseadas na teoria das variáveis regionalizadas de Matheron (1963), que considera as características estruturais e aleatórias de uma variável espacialmente distribuídas de forma que a descreve adequadamente.

Assim este trabalho teve por objetivo avaliar a variabilidade espacial das propriedades químicas do solo, em área de integração lavoura pecuária após o pastejo dos animais.

MATERIAL E MÉTODOS

A área objeto do estudo está situada no Município de Nova Santa Bárbara – Paraná com as coordenadas 23°39'29"S – 50°40'45"O, com a denominação de Fazenda Verona, onde foi conduzido o experimento. A altitude média é de 709 m e o clima predominante segundo a classificação de Koeppen é do tipo Cfa, mesotérmico úmido com chuvas abundantes no verão e inverno seco, com precipitação média anual de 2000 mm. Nos meses de julho a agosto concentram-se os menores índices de precipitação. A temperatura média anual é de 24°C, sendo que a média das mínimas alcança 17°C. O solo da área é caracterizado como LATOSSOLO VERMELHO distróférrico, textura argilosa.

As coletas de amostras deformadas foram realizadas a cada 2 metros de distância a profundidade de 7,5 cm, após o pastejo dos animais na área. As análises químicas foram realizadas nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A metodologia utilizada está descrita no manual de análises de solo (EMBRAPA, 1997b).

A análise geoestatística, foi feita com auxílio do software VARIOWIN (PANNATIER, 1996), onde foram feitas as estimativas dos valores de semivariância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os resultados apresentados na tabela 1, mostram que o pH tem baixo coeficiente de variação, sendo que todos os outros parâmetros avaliados tem elevado coeficiente de variação todos acima de 10%. Resultados semelhantes foram obtidos por Vieira et al. 2009. A tabela 2 apresenta os resultados da estatística descritiva complementar, e que para a melhoria do coeficiente de determinação foi feita a retirada dos valores periféricos (candidatos a outliers) baseando nos limites determinados segundo a expressão: (Outlier's inferior- OI) $QI - 1,5DQ$ e (Outlier's superior- OS) $QS + 1,5DQ$, onde $DQ = QS - QI$, conforme descrito por Libardi et al. (1996). Os resultados dos parâmetros de ajuste dos semivariogramas estão apresentados na tabela 3.

TABELA 1. Estatística descritiva das variáveis químicas realizadas após o pastejo do gado na área experimental.

	Unidade	Média	Mediana	D.P.	C.V.(%)	Variância	Assimetria	Curtose
pH	s/unidade	4.50	4.45	0.26	5.79	0.07	1.06	1.30
P	mg.dm ⁻³	2.11	2.01	0.67	31.75	0.45	1.02	0.99
M.O.	g.dm ⁻³	55.11	53.97	9.73	17.65	94.64	3.57	26.07
Ca+Mg	cmol _c .dm ⁻³	5.08	4.60	1.60	31.56	2.57	1.42	2.86
K	cmol _c .dm ⁻³	0.54	0.53	0.32	59.85	0.10	1.31	2.36
H+Al	cmol _c .dm ⁻³	5.81	5.90	0.93	15.93	0.86	-0.69	1.95
SB	cmol _c .dm ⁻³	5.62	5.24	1.70	30.24	2.88	1.41	3.05
CTC	cmol _c .dm ⁻³	11.43	11.22	1.51	13.23	2.29	1.77	4.75
V	%	48.49	47.39	9.57	19.73	91.51	0.59	0.40

TABELA 2. Estatística descritiva das variáveis químicas realizadas após o pastejo do gado na área experimental com determinação dos “candidatos a outlier's”.

	Unidade	Mínimo	Máximo	Q.I.	Q.S.	Q.S.-Q.I.	OI	OS
pH	s/unidade	3.95	5.41	4.32	4.62	0.31	3.86	5.08
P	mg.dm ⁻³	1.17	4.35	1.61	2.43	0.83	0.37	3.67
M.O.	g.dm ⁻³	27.05	127.82	51.15	57.05	5.90	42.31	65.89
Ca+Mg	cmol _c .dm ⁻³	2.10	11.80	4.10	5.70	1.60	1.70	8.10
K	cmol _c .dm ⁻³	0.16	1.98	0.37	0.69	0.32	-0.12	1.17
H+Al	cmol _c .dm ⁻³	2.40	8.90	5.35	6.40	1.05	3.78	7.98
SB	cmol _c .dm ⁻³	2.30	12.33	4.54	6.40	1.86	1.74	9.19
CTC	cmol _c .dm ⁻³	8.70	17.98	10.51	11.99	1.48	8.29	14.21
V(%)	%	26.47	75.44	42.17	53.63	11.47	24.97	70.83

TABELA 3. Parâmetros de ajuste dos semivariogramas para propriedade químicas do solo.

Parâmetros	C ₀	C ₁	a (m)	Modelo	G. D.	Classificação
pH	0.039	0.3	7.8	Esférico	11.50	Forte
P	3.2	160	7.524	Esférico	1.96	Forte
M.O.	3.5	350	7.92	Esférico	0.99	Forte
Ca+Mg	0.033	3.234	7.37	Esférico	1.01	Forte
K	0.84	34.02	14	Esférico	2.41	Forte
H+Al	1.64	81.18	11.36	Gauziano	1.98	Forte
SB	1.8	163.362	11.6	Gauziano	1.09	Forte
CTC	147	234.5	8.84	Esférico	38.53	Moderado
V(%)	10.8	97.028	6.93	Gauziano	10.02	Forte

Os resultados mostram que todos os parâmetros avaliados tem forte grau de dependência com exceção da CTC que tem moderado grau de dependência. Esta classificação foi feita de acordo com Cambardella et al. (1994) que define o grau de dependência (GD) classificado como forte quando o $GD < 25 \%$, moderado $26 \% < GD < 75 \%$, e fraco quando o $GD > 75 \%$.

CONCLUSÃO:

Conclui-se que existe variabilidade espacial das propriedades químicas do solo, e que as amostragens realizadas acima dos valores encontrados de alcance são independentes.

AGRADECIMENTOS:

Ao Conselho Nacional Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), ao Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá e Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro ao projeto.

REFERÊNCIAS:

- ASSMANN, A. L.; SOARES, A. B.; ASSMANN, T. S. (Editores). **Integração lavoura-pecuária para agricultura familiar**. Londrina: IAPAR, p.11-14, 2008.
- CAMBARDELLA, C.A.; MOOMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURV, R.F. & KONOPA, A.E. Field scale variability of soil properties in central Iowa soil. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 47:1501-1511, 1994.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tecnologia em Mecanização no Brasil: equipamentos e sistemas para o futuro**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS 1997a. 35p. (EMBRAPA-CNPMS, Documentos, 10)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997b. 212p.
- HAMLETT, J. M.; HORTON, R.; CRESSIE, N. A. C. Resistant an exploratory techniques for use in semivariogram analyses. **Soil Science Society of America Journal**, v.50, p.868-875, 1986.
- LIBARDI, P. L.; MANFRON, P. A.; MORAES, S. O.; TUON, R. L. Variabilidade da umidade gravimétrica de um solo hidromórfico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.20, n.1, p.1-12, 1996.
- MATHERON, G. **Principles of geostatistics**. Economic Geology, v.58, p.1246-1266, 1963.
- PANNATIER, Y. **VarioWin: Software for Spatial Data Analysis in 2D**. New York: Springer- Verlag, 1996.
- VIEIRA, S. R., GUEDES FILHO, O, CHIBA, M. K. e CANTARELLA, H. Spatial variability of soil chemical properties after coffee tree removal. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. 2009, vol.33, n.5, pp.1507-1514.