

**VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE UM SOLO
SUBMETIDO AO CULTIVO ORGÂNICO E SISTEMA AGROFLORESTAL**

**CARLOS JOSÉ DA SILVA¹; ANDERSON GOMIDE COSTA²; MARCOS GERVASIO
PEREIRA³; JOÃO HENRIQUE GAIA GOMES⁴; CAMILA SANTOS DA SILVA⁵.**

¹ Mestre em Engenharia Agrícola e Ambiental, Colégio Técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica-RJ. Fone: (021) 974519831. E-mail: carlosjose19621@gmail.com.

² Eng^o Agrícola, Professor Adjunto, Departamento de Engenharia, Instituto de Tecnologia, UFRRJ, Seropédica-RJ.

³ Eng^o Agrônomo, Professor Titular, Departamento de Solos, Instituto de Agronomia, UFRRJ, Seropédica-RJ.

⁴Doutorando em Agronomia – Ciência do Solo, Instituto de Agronomia, UFRRJ, Seropédica-RJ.

⁵Doutoranda em Ciências Ambientais e Florestais, Instituto de Florestas, UFRRJ, Seropédica-RJ.

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 – Congresso On-line

RESUMO: A prática da agricultura orgânica possibilita melhorias nos atributos físicos e químicos do solo e favorece sua conservação. No entanto, o acúmulo de matéria orgânica tende a aumentar a acidez do solo. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do solo, quanto a acidez, de uma área submetida a produção orgânica e a um sistema agroflorestal, analisando a variabilidade espacial do pH e alumínio Al^{3+} . Amostras deformadas de solo foram coletadas para avaliação do pH e Al^{3+} nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm. Os pontos foram georreferenciados para avaliação do grau de dependência espacial e a geração de mapas de variabilidade espacial. Os dados de ambos atributos foram melhor ajustados para modelo dos semivariogramas do tipo exponencial, apresentando grau de dependência espacial moderada para o pH em ambas as profundidades e moderada para Al^{3+} na camada 0,00-10 cm e forte para a camada 10-20 cm. Os mapas de variabilidade espacial demonstraram que a região de cultivo orgânico apresenta solos com maior acidez que a região do sistema agroflorestal em decorrência da maior concentração de Al^{3+} , gerada possivelmente pela maior concentração de matéria orgânica no solo.

PALAVRAS-CHAVE: Acidez do solo, agricultura de precisão, manejo conservacionista.

**SPATIAL VARIABILITY OF QUALITY ATTRIBUTES OF A SOIL SUBMITTED TO
ORGANIC PRODUCTION AND THE AGROFOREST SYSTEM**

ABSTRACT: The use of organic agriculture enables improvements in physical and chemical attributes and favors soil conservation. However, the accumulation of organic matter tends to increase the acidity of the soil. In this context, the objective of this research was to evaluate the soil quality, in terms of acidity, of an area submitted to organic production and to an agroforestry system, analyzing the spatial variability of pH and aluminum Al^{3+} . Deformed soil samples were collected to evaluate pH and Al^{3+} at depths of 0-10 cm and 10-20 cm. The points were georeferenced to assess the degree of spatial dependence and generate spatial variability maps. The data of both attributes were better adjusted for the model of exponential type semivariograms, with moderate spatial dependence for pH at both depths and moderate for Al^{3+} at depth 0.00-10 cm and strong spatial dependence for depth 10-20 cm. The spatial variability maps showed that the region of organic production presents soils with greater

acidity than the region of the agroforestry system due to the higher concentration of Al^{3+} , possibly generated by the higher concentration of organic matter in the soil.

KEYWORDS: Soil acidity, precision agriculture, conservation management.

INTRODUÇÃO: As técnicas de manejo utilizadas na agricultura orgânica procuram mobilizar todos os recursos disponíveis na unidade de produção, maximizando o uso de insumos orgânicos gerados no local da produção (MUÑOZ et al. 2016). Este manejo minimiza a dependência de matérias primas externas à propriedade, produz alimentos com custos menores, atende as demandas por alimentos livres de produtos fitossanitários e reduz o impacto ambiental. Ao longo do tempo, este tipo de manejo reflete diretamente na melhoria da qualidade dos atributos físicos e químicos do solo. O monitoramento dos atributos do solo permite estabelecer índices de qualidade, que facilitam a comparação e caracterização de solos com diferentes tipos de manejo, permite avaliar as mudanças gradativas que estes manejos acarretam, auxiliam a identificar problemas de produção nas áreas agrícolas e avaliar o impacto ambiental em relação ao manejo agrícola realizado. O acúmulo de matéria orgânica tende a aumentar a acidez do solo, assim a avaliação do pH e alumínio (Al^{3+}) são importantes indicadores para o monitoramento deste quesito (BRADY & WEIL, 2013). A avaliação da variabilidade espacial dos atributos do solo permite que o manejo seja desenvolvido de forma variável, atendendo as necessidades de forma localizada, resultando na otimização do processo produtivo e redução dos impactos ambientais gerados principalmente pelo uso excessivo de adubação química, operações mecanizadas e outras práticas agrícolas (PIAN et al., 2016; SANTOS et al., 2020). Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do solo, quanto a acidez, de uma área submetida a produção orgânica e a um sistema agroflorestal, analisando a variabilidade espacial do pH e alumínio Al^{3+} .

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em uma área já existente de produção agrícola agroecológica, pertencente ao Colégio Técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (coordenadas geográficas de 22° 46' 24" S e 43° 42' 08" W, altitude 33 m). A área teve tamanho aproximado de 0,7 ha onde havia instalado uma área de cultivo orgânico de hortaliças em geral, além de um sistema de agroflorestal (produção de gliricídia para alimentação animal e uso de folhas e galhos triturados na adubação de cobertura). A área experimental apresentou um histórico de quatorze anos sob cultivo orgânico, com adubação realizada exclusivamente proveniente de resíduos orgânicos, e o sistema de cultivo mínimo de preparo do solo e manejo das culturas, com duas operações mecanizadas anuais (uso somente da enxada rotativa com o encanteirador). Para análise dos atributos química do solo, coletou-se 99 amostras deformadas na camada de 0-10 cm, e 99 amostras deformadas na camada de 10-20 cm. Em cada ponto amostrado coletou-se uma amostra simples utilizado uma cavadora articulada como ferramenta. As amostras foram adquiridas em espaçamentos regular de 7,0 m, com o intuito de gerar posteriormente, mapas de variabilidade espacial. Os pontos foram georreferenciados com auxílio de um receptor GPS, do tipo geodésico, marca Magellan, modelo Promak 2, precisão $\pm 5mm \pm 5ppm$, acoplado a uma antena externa modelo Ashtech Proantenna. As amostras de solo deformadas foram secas ao ar (TFSA), destorroadas, e passaram por uma peneira de 2mm, serem secas em forno 105 °C terra fina seca em estufa (TFSE). Foram realizadas as análises químicas, para obtenção do pH utilizando-se relação 1:2,5 de solo em água e do alumínio (Al^{3+}) trocável, segundo procedimento descrito por TEIXEIRA et al. (2017). Para a realização da geoestatística foram analisados a dependência espacial entre os pontos pelo Grau de Dependência Espacial (GDE) e realizado a análise do semivariograma, para seleção do melhor modelo teórico (esférico, exponencial ou gaussiano)

para o semivariograma, que representou a estrutura espacial das variáveis. Após o ajuste do modelo foram estimados os coeficientes do modelo teórico: efeito pepita (C0), patamar (C0+C1) e o alcance, conforme analisado em SILVA et al. (2020). O grau de dependência espacial dos atributos foi verificado utilizando-se a classificação de CAMBARDELLA et al. (1994), onde valores de $[(C0 / (C0 + C1))] < 25\%$ são considerados dependência espacial forte, valores de $[(C0 / (C0 + C1))$ entre 25 e 75% indicam dependência espacial moderada e $[(C0 / (C0 + C1))] > 75\%$ dependência espacial fraca. Posteriormente, realizou-se uma interpolação por krigagem ordinária (KO), de forma a possibilitar a visualização dos padrões de distribuição espacial das variáveis na área estudada, obtendo-se os mapas para cada parâmetro analisado. Os números de classes foram definidos de forma automática levando em consideração a divisão por quanties dos valores de cada variável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Tabela 1 apresenta os parâmetros do semivariograma e a classificação para o modelo escolhido para os atributos pH e Al^{3+} para as profundidades 0-10 cm e 10-20 cm. O modelo teórico exponencial foi o que melhor ajustou à semivariância para todos os casos analisados em função da distância. Não houve presença de efeito pepita puro demonstrando que as amostras coletadas apresentaram algum tipo de dependência espacial. No caso do pH a dependência espacial foi classificada como moderada para ambas as profundidades, enquanto que, para o Al^{3+} a dependência espacial foi classificada como moderada para a camada 0,00-0,10 m e forte para a camada 0,10-0,20 m. Em relação ao alcance, observou que a distância de 7,0 m utilizada para coleta das amostras deste experimento foi suficiente para garantir a dependência espacial dos atributos. Para análise na camada 0,10 – 0,20 m é recomendável que se obtenha amostras com distâncias menores que 3,50 m para garantir a dependência espacial dos atributos.

TABELA 1. Parâmetros dos semivariogramas selecionados na profundidade e 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m.

Variáveis	C1	Co	Alcance	MODELO	R2	GDE	Classificação
Camada 0 - 10 cm							
pH	0,1316	0,1165	11,35	Exp	0,06	47	Moderada
Al^{3+}	0,0024	0,0009	10,07	Exp	0,19	27	Moderada
Camada 10- 20 cm							
pH	0,0900	0,0930	4,84	Exp	0,25	51	Moderada
Al^{3+}	0,0031	0,0000	3,29	Exp	0,87	0	Forte

potencial hidrogeniônico(pH), alumínio (Al^{3+}), C1(patamar), Co (efeito pepita), R² (coeficiente de determinação), GDE (Grau de dependência espacial).

Os mapas de variabilidade espacial para os atributos pH e Al^{3+} para as camadas de 0-10 cm e 10-20 cm (Figura 1) demonstram resposta similar dos atributos para ambas camadas, sendo que as maiores concentrações de alumínio foram detectadas na região de cultivo orgânico, a qual também apresentou os menores valores de pH. O fato indica maior acidez do solo nesta região. Como a matéria orgânica tende a aumentar a acidez do solo, os resultados permitem pressupor que a região do cultivo orgânico apresenta maior concentração de matéria orgânica no solo quando comparada a região do SAF. Além do mais, em regiões de maior concentração de Al^{3+} foram observados os menores valores de pH, o que corresponde as reações causadas pelo processo de acidificação do solo. O Al^{3+} ao reagir com água liberam íons de H^+ , aumentando a acidez do solo, que é refletido na redução do pH (BRADY & WEIL, 2013).

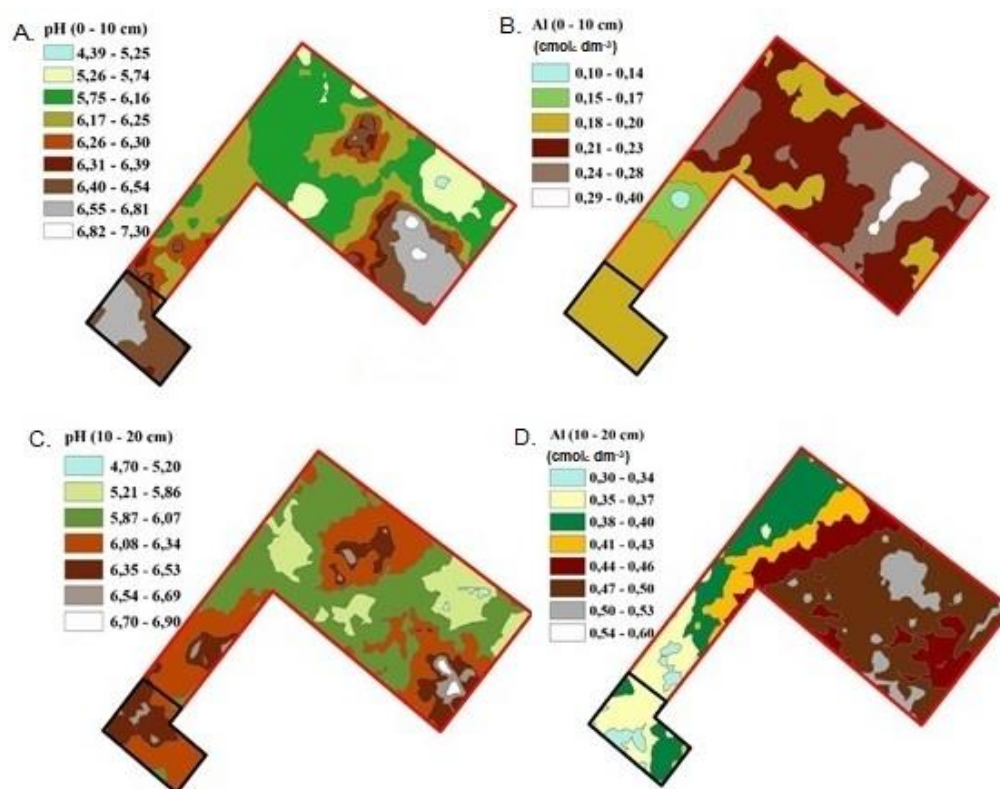


FIGURA 1. Variabilidade espacial do (a) pH na camada de 0-10 cm; (b) Alumínio (Al^{3+}) na camada de 0-10 cm; (c) pH na camada de 10-20 cm; (d) Alumínio (Al^{3+}) na camada de 10-20 cm.

CONCLUSÕES: A partir dos mapas de variabilidade espacial gerado foi possível notar que a região de cultivo orgânico apresenta solos com maior acidez que a região do sistema agroflorestal em decorrência da maior concentração de Al^{3+} , gerada possivelmente pela maior concentração de matéria orgânica no solo.

REFERÊNCIAS:

- BRADY N.C.; WEIL R.R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. 3º edição. **Porto Alegre: Editora Bookman**. 2013. 686p.
- 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**, v.58, p.1501- 1511, 1994.
- MUÑOZ, C. M. G.; GÓMEZ, M. G. S.; SOARES, J. P. G.; JUNQUEIRA, A. M. R. Normativa de Produção Orgânica no Brasil: a percepção dos agricultores familiares do assentamento da Chapadinha, Sobradinho (DF). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 2, p. 361-376, 2016.
- PIAN, L. B.; DA MATA, M. G. F.; MURICCI FILHO, J. S.; BERBARA, R. L. L.; GUERRA, J. G. M. Atributos do solo em um módulo de cultivo intensivo de hortaliças orgânicas. **Cadernos de Agroecologia**, v.10, n.3, 2016.
- SILVA E.R.; BARROS M.M.; PEREIRA M.G. GOMES J.H.; SOARES S. C. Variabilidade espacial de parâmetros químicos do solo e seus efeitos na produtividade do tifton 85. **Revista Caatinga**, v.33, n.01, p. 236-45, 2020.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. **Brasília: Embrapa Solos**. 2017. 573p.