

DINÂMICA ESPACIAL DA UMIDADE E POROSIDADE DO SOLO EM ÁREA CULTIVADA COM PALMA FORRAGEIRA NA REGIÃO DO AGRESTE PERNAMBUCANO

MARCOS VINÍCIUS DA SILVA¹, GLEDSON LUIZ PONTES DE ALMEIDA²,
HÉLITON PANDORFI³, PEDRO HENRIQUE DIAS BATISTA⁴, RODES ANGELO
BATISTA DA SILVA⁵, GLEIDIANA AMÉLIA PONTES DE ALMEIDA MACÊDO⁶

¹Engenheiro Agrícola, Mestrando em Engenharia Agrícola, UFRPE/Recife-PE, (64) 99224-7907, marcolino_114@hotmail.com

²Engenheiro Agrícola e Ambiental, Doutor em Engenharia Agrícola, UFRPE/Recife-PE, gledson.almeida@ufrpe.br

³Engenheiro Agrônomo, Doutor em Física do Ambiente Agrícola, UFRPE/Recife-PE, hpandorf@hotmail.com

⁴Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFRPE/Recife-PE, giga_pedro@hotmail.com

⁵Engenheira Agrícola e Ambiental, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFRPE/Recife-PE, rodesangel@gmail.com

⁶Zootecnista, Doutora em Zootecnia, UFRPE/Recife-PE, ameliazootecnia@gmail.com

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

RESUMO: Objetivou-se investigar a variabilidade espacial da umidade e porosidade total do solo em área de cultivo de palma forrageira e sua influência na altura da cultura. O estudo foi realizado na região Agreste de Pernambuco. Investigou-se uma área cultivada com palma forrageira da variedade Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*), destinada a alimentação de bovinos de leite. Estabeleceu-se uma malha de 36 pontos, com grid de 6 × 6 m. As análises físicas realizadas foram, umidade do solo, porosidade total e a altura da planta. Aplicou a estatística descritiva às variáveis estudadas. A variabilidade espacial dos atributos do solo foi calculada por meio da semivariância. Foi observado que a assimetria se encontra próxima a zero, indicando distribuição simétrica. O coeficiente de variação foi baixo para a porosidade total e alto para a umidade do solo, em ambas as camadas. Houve ocorrência de grau de dependência espacial forte para porosidade total do solo, em ambas camadas e ocorrência forte para umidade na camada 10-20 cm. A malha amostral de 6 × 6 m utilizado para determinação da variabilidade espacial da altura da palma forrageira não foi suficiente para se observar dependência espacial.

PALAVRAS-CHAVE: *Opuntia stricta*, semivariância e variabilidade espacial.

SPATIAL DYNAMICS OF MOISTURE AND POROSITY OF SOIL IN AREA CULTIVATED WITH FORAGE CACTUS IN THE REGION OF AGRESTE PERNAMBUCANO

ABSTRACT: The objective of this study was to investigate the spatial variability of soil moisture and total porosity in forage cactus crop area and its influence on crop height. The study was carried out in the Agreste region of Pernambuco. It was investigated an area cultivated with forage cactus Mexican Elephant Ear (*Opuntia stricta*), destined the feeding of cattle of milk. A grid of 36 points was established, with a grid of 6 × 6 m. The physical analyzes were soil moisture, total porosity and plant height. He applied descriptive statistics

to the studied variables. The spatial variability of the soil attributes was calculated by means of the semivariance. He observed that the asymmetry is close to zero, indicating a symmetrical distribution. The coefficient of variation was low for total porosity and high for soil moisture in both layers. There was a strong spatial dependence degree for total soil porosity in both layers and a strong occurrence for moisture in the 10-20 cm layer. The 6 × 6 m sampling mesh used to determine the spatial variability of forage palm height was not sufficient to observe spatial dependence.

KEYWORDS: *Opuntia stricta*, semivariance and spatial variability.

INTRODUÇÃO: O semiárido brasileiro apresenta limitações para o desenvolvimento da bovinocultura de leite, o que resulta em muitas situações na baixa produtividade, consequência da limitada oferta nutricional e qualidade de forragens ao longo do ano. Entretanto, cultivo de palma forrageira no semiárido nordestino, torna-se uma alternativa estratégica para a alimentação dos bovinos (GALVÃO JÚNIOR et al., 2014), devido a menor exigência hídrica da cultura e a elevada produção de fitomassa (GALVÃO JÚNIOR et al., 2014; SILVA & SAMPAIO, 2015), contribui para a sustentabilidade da pecuária nesta região. Os atributos físicos do solo, correlacionados com o manejo da cultura da palma pode fornecer subsídios para melhorias nas técnicas de manejo (GUIMARÃES et al., 2016). O estudo da variabilidade espacial dos atributos físicos do solo como visto por Montenegro & Montenegro (2006), possibilita identificar regiões mais susceptíveis a processos de degradação. Neste sentido, objetivou-se investigar a variabilidade espacial da umidade e porosidade total do solo em área de cultivo de palma forrageira e sua influência na altura da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado na Fazenda Roçadinho, propriedade destinada a produção de bovinos de leite, localizada no município de Capoeiras, Região Agreste do Estado de Pernambuco, Brasil (8° 36' 25,2"S, 36° 37' 22,8"W e 763 m de altitude). De acordo com a classificação de Köppen, o clima é Bsh (semiárido quente).

A coleta de dados ocorreu numa área de 1.156 m² (34 × 34 m, com 2 m de bordadura), cultivada com palma forrageira da variedade Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*), sob regime de sequeiro, em que na região de estudo esta cultura é utilizada para a alimentação de bovinos de leite. A cultura foi implantada com espaçamento da ordem de 1,2 × 0,2 m, com um estande de 41.666 plantas ha⁻¹, na área que foi preparada 30 dias de antecedência ao plantio, com aração, seguida com adubação orgânica constituída por aplicação da ordem de 50 t ha⁻¹ de esterco bovino e finalizada com gradagem e sucagem do solo.

Aos 10 meses após o plantio, estabeleceu-se uma malha de 36 pontos, com grid de 6 × 6 m, em que foram coletadas amostras indeformadas de solo, utilizando amostrador do tipo Uhland, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, e levadas ao laboratório para determinação da umidade (U), por meio do método gravimétrico em estufa a 105 °C e a porosidade total (Pt) conforme EMBRAPA (2011), e também foi mensurada a altura das plantas (Al) com o uso de fita métrica, considerando-se a distância entre o solo e o ápice da planta no local de coleta da amostra de solo.

Aplicou-se a estatística descritiva às variáveis estudadas, para se obter a média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação, assimetria e curtose. Para se verificar a normalidade dos dados, aplicou o teste de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de probabilidade. Conforme os limites propostos por Warrick & Nielsen (1980), para a avaliação da variabilidade dos atributos do solo por meio do coeficiente de variação (CV), considera-se como variabilidade baixa (CV < 12%), média (12% < CV < 24%) e alta (CV > 24%).

A variabilidade espacial dos atributos foi calculada entre os pares de pontos de medição, por meio da semivariância $\gamma(h)$. Os modelos matemáticos (esférico, exponencial e gaussiano)

foram ajustados aos semivariogramas, selecionando-se o modelo que apresentasse maior coeficiente de determinação no ajuste do semivariograma (R^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Conforme o teste de Kolmogorov-Smirnov, pode-se observar normalidade para todas as variáveis estudadas (Tabela 1). Observa-se que a assimetria se encontra próxima a zero e os valores da média e mediana apresentam similaridade, indicando distribuição simétrica (normalidade), para todas as variáveis, corroborando com Araújo et al. (2014).

TABELA 1. Estatística descritiva da umidade e porosidade total do solo nas camadas 0-10 e 10-20 cm e altura da planta.

Variáveis	Média	Mediana	⁴ Dp	⁵ CV	⁶ A	⁷ C	⁸ KS
0-10 (cm)							
¹ U	2,547	2,541	1,004	39,400	0,228	-0,072	0,107*
² Pt	42,687	42,358	2,686	6,300	0,096	-0,251	0,089*
10-20 (cm)							
¹ U	2,282	2,296	0,990	43,400	0,178	0,052	0,085*
² Pt	43,571	43,190	3,540	8,100	0,377	-0,361	0,098*
Altura da palma (cm)							
³ Al	47,424	46,000	6,170	13,000	0,762	0,890	0,117*

¹U: Umidade do solo (%); ²Pt: Porosidade total (%); ³Al: Altura da planta (cm); ⁴DP: Desvio Padrão; ⁵CV: Coeficiente de Variação; ⁶A: Assimetria; ⁷C: Curtose; ⁸KS: Normalidade por K-S; *Significativo a 1%.

De acordo com Warrick & Nielsen (1980), o coeficiente de variação foi baixo para a Pt em ambas as camadas (Tabela 1), corroborando com Batista et al. (2017), para a mesma variável, em que estudaram a variabilidade espacial de atributos físicos do solo sob colheita mecanizada de capim-buffel no agreste pernambucano. O coeficiente de variação foi alto para a U, em ambas camadas (Tabela 1).

Os modelos de semivariogramas gerados e validados apresentaram dependência espacial, para os atributos físicos do solo e variáveis da planta (Tabela 2).

TABELA 2. Modelos de semivariogramas gerados e grau de dependência espacial (GDE) do conjunto de dados.

Var	Modelo	⁴ C ₀	⁵ C ₀ +C	⁶ A	⁷ R ²	⁸ C ₀ /(C ₀ +C)	⁹ GDE	Jack-Knifing	
								¹⁰ Méd	¹¹ DP
0-10 (cm)									
¹ U	Exp	0,644	1,454	88,680	0,952	44,291	Md	-0,008	1,041
² Pt	Gau	0,050	10,109	34,000	0,950	0,494	Ft	0,039	1,076
10-20 (cm)									
¹ U	Exp	0,090	1,039	16,320	0,623	8,662	Ft	-0,001	0,931
² Pt	Gau	0,010	21,010	38,815	0,971	0,047	Ft	0,093	0,997
Altura da palma (cm)									
³ Al	EPP	-	-	-	-	-	-	-	-

¹U: Umidade do solo (%); ²Pt: Porosidade total (%); ³Al: Altura da planta (cm); ⁴C₀: Efeito Pepita; ⁵C₀+C: Patamar; ⁶A: Alcance; ⁷R²: Ajuste do semivariograma; ⁸C₀/(C₀+C): % do GDE; ⁹GDE: Grau de Dependência Espacial; ¹⁰Méd: Média; ¹¹DP: Desvio padrão; Gau: Gaussiano; Exp: Exponencial; Esf: Esférico; EPP: Efeito Pepita Puro; Ft: Forte; Md: Moderado.

Para a altura da planta (Al), foi observado efeito pepita puro (Tabela 2) em decorrência do grid estabelecido não ter sido suficiente para se verificar dependência espacial nesta variável, pois, quando se observa o CV (13%) para a altura da cultura (Tabela 1), este ficou próximo a 12%, conforme Warrick & Nielsen (1980). Moraes et al. (2016) sugere que em situações de EPP, têm-se a necessidade de adotar um grid maior para futuros estudos com a mesma variável, pois a ocorrência deste efeito é em função da distância utilizada não ser suficiente para se identificar a variabilidade espacial.

Os coeficientes de ajuste do semivariograma (R^2) foram obtidos para as variáveis U e Pt na camada de 0-10 cm, com valores da ordem de 0,952 e 0,950, respectivamente, sendo estes bons coeficientes. Para a camada de 10-20 cm, apenas a Pt apresentou ajuste satisfatório com valor da ordem de 0,971.

CONCLUSÕES: Houve ocorrência de grau de dependência espacial forte para porosidade total do solo, em ambas camadas e ocorrência forte para umidade na camada 10-20 cm.

A malha amostral de 6 × 6 m utilizado para determinação da variabilidade espacial da altura da palma forrageira não foi suficiente para se observar dependência espacial.

Recomenda-se, que em estudos futuros sejam utilizadas malhas amostrais com maiores espaçamentos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D. R.; MION, R. L.; SOMBRA, W. A.; ANDRADE, R. R. DE; AMORIM, M. Q. Variabilidade espacial de atributos físicos em solo submetido à diferentes tipos de uso e manejo. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 101-115, 2014.
- BATISTA, P. H. D.; ALMEIDA, G. L. P. DE; TAVARES, U. E.; NASCIMENTO, V. N. DE; SARMENTO, R. M. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo sob colheita mecanizada de capim-buffel no Agreste Pernambucano. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 25, n. 4, p. 307-317, 2017.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2ª ed. Rio de Janeiro: **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**, 2011. 230. p.
- GALVÃO JÚNIOR, J. G. B.; SILVA, J. B. A. DA; MORAIS, J. H. G.; LIMA, R. N. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 2, p. 78-85, 2014.
- GUIMARÃES, W. D.; GRIPP JUNIOR, J.; MARQUES, E. A. G.; SANTOS, N. T.; FERNANDES, R. B. A. Variabilidade espacial de atributos físicos de solos ocupados por pastagens. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 247-255, 2016.
- MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Variabilidade espacial de classes de textura, salinidade e condutividade hidráulica de solos em planície aluvial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 30-37, 2006.
- MORAES, D. A. C.; SPADOTTO, C. A.; SARTORI, A. A. C.; ZIMBACK, C. R. L. Variabilidade espacial do risco de contaminação de águas subterrâneas por tebuthiuron em área de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 12, p. 1992-1999, 2016.
- SILVA, R. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Palmas forrageiras *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera*: sistemas de produção e usos. **Revista Geama**, v. 1, n. 2, p. 131-141, 2015.
- WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). **Applications of soil physics**. 1980. 319-344. p.