

ESTRUTURA DE DEPENDÊNCIA ESPACIAL DA VARIÁVEL CAPACIDADE DE CAMPO EM ÁREA DE VÁRZEA SISTEMATIZADA

OLDONI, Henrique¹; AQUINO, Leandro Sanzi²; BLÖDORN, Rafael³; TIMM, Luís Carlos⁴; PARFITT, José Maria Barbat⁵

^{1,3}Graduando em Engenharia Agrícola, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão-RS. ¹Bolsista BIC-FAPERGS – henriqueoldoni@gmail.com e ³Bolsista PIBIC-CNPq; ²Doutorando PPG Manejo e Conservação do Solo e da Água, FAEM-UFPEL; ⁴Professor Adjunto – DER/FAEM/UFPEL; ⁵Pesquisador: EMBRAPA Clima Temperado – Estação Terras Baixas, Capão do Leão-RS

1 INTRODUÇÃO

A sistematização em áreas de terras baixas tem sido utilizada mundialmente há mais de um século (Brye et al., 2003) De acordo com Righes (2006), a sistematização aumenta a eficiência de controle da água na irrigação e facilita as operações de mecanização agrícola. Além disso, permitir a redução da altura de lâmina de água sobre o solo, reduzindo o uso de água.

Segundo Parfitt e Silva (2005) muitos benefícios são associados a sistematização, entretanto, estudos de Eck (1987) e Brye et al. (2005) apontam algumas desvantagens como a desestruturação do solo durante seu processo. Desta forma, existe a necessidade de estudos sobre os efeitos da sistematização sobre a magnitude dos atributos do solo bem como sobre sua estrutura de dependência espacial.

Durante o processo de sistematização, para transformar a superfície num plano, ocorrem significativos movimentos de solo com cortes nas partes relativamente altas e aterros nas partes relativamente baixas, acarretando alterações no ambiente onde a planta se desenvolve. Neste sentido, ferramentas da estatística clássica associadas a ferramentas geoestatísticas (p.e, semivariogramas) e de análise de séries espaciais (p.e, autocorrelogramas) tem sido utilizadas para estudar a variabilidade espacial dos atributos do solo e da planta, como as aplicadas nos trabalhos de Faraco et al. (2008) e de Jia et al. (2011), dentre outros.

Reichardt & Timm (2008) salientam que o autocorrelograma expressa a variação da autocorrelação em função da distância que separa os dados, definindo, desta forma, até que distância existe a dependência espacial entre as observações adjacentes de uma dada variável. Baseado nisto, O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a faixa de dependência espacial entre as observações adjacentes da variável físico-hídrica conteúdo de água no solo referente à capacidade de campo por meio do autocorrelograma, antes e depois da sistematização, em uma área de várzea sistematizada situada no município do Capão do Leão-RS.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Em uma área pertencente à Estação Experimental de Terras Baixas (31° 49' 12,75" S; 52° 27' 59" O) da Embrapa Clima Temperado localizada no município do Capão do Leão-RS, foi estabelecida uma malha experimental de 10 X 10 m, totalizando 100 pontos amostrais. O clima da região onde está localizada a área, segundo a classificação de Köppen, é o Cfa, sendo o local representativo de ambiente subtropical, marítimo, de verão subúmido e o resto do ano úmido ou superúmido. O solo da área é classificado em duas classes taxonômicas: nas partes relativamente altas como Planossolo Háplico Eutrófico gleissólico e nas partes

relativamente baixas como Gleissolo Háplico Ta Eutrófico solódico (EMBRAPA, 2006). A partir de um levantamento topográfico plano-altimétrico executado na área, foi calculado o plano projeto de sistematização (Parfitt et al., 2004) aplicando-se o método dos mínimos quadrados. A sistematização foi realizada no início de 2008, com Scraper equipado com controle a raios laser, sendo que aproximadamente metade da área foi cortada (pontos que se encontravam em cota superior ao plano projeto) e a outra aterrada (pontos que se encontravam em cota inferior ao plano projeto).

Antes e depois da sistematização foram coletadas, em cada ponto da malha experimental na camada de 0 a 0,20 m de profundidade, amostras de solo com estrutura preservada utilizando-se anéis cilíndricos para a determinação do conteúdo de água no solo a base de volume retido na tensão de 10 kPa (θ_{CC} - adotado aqui como capacidade de campo) (EMBRAPA, 1997).

A faixa de dependência espacial entre as observações adjacentes da variável θ_{CC} , antes e depois da sistematização da área, foi caracterizada por meio do cálculo da função de autocorrelação e, posterior, construção do autocorrelograma, sendo que os pontos amostrais foram organizados na forma de uma transeção espacial (Fig. 1) e a partir desta transeção foram avaliados dois cenários antes da sistematização (T1 – caminhamento sem defasagem e T2 – caminhamento com defasagem) e os mesmos dois cenários após a sistematização com o objetivo de avaliar o efeito da sistematização sobre o comprimento da faixa de dependência espacial entre as observações adjacentes de θ_{CC} e inferir sobre futuras amostragens para caracterizar esta variável na área em questão.

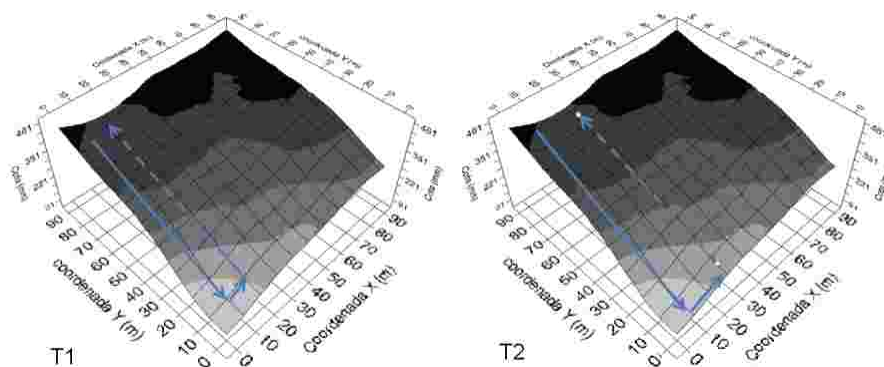


Figura 1. Ilustração dos dois cenários avaliados antes e após a sistematização: T1 – caminhamento sem defasagem e T2 – caminhamento com defasagem.

A autocorrelação entre as variáveis (neste estudo θ_{CC}) $Z_j(x_i)$ na posição x_i com $Z_j(x_i + h)$ na posição $x_i + h$, pode ser determinada pelas equações (1) e (2):

$$C_j(h) = \frac{1}{(n-1-h)} \left[\sum_{i=1}^{n-h} (Z_j(x_i) - \bar{Z}_j(x))(Z_j(x_i + h) - \bar{Z}_j(x)) \right] \quad (1)$$

$$r_j(h) = \frac{C_j(h)}{S^2} \quad (2)$$

em que $C_j(h)$ é a covariância entre as variáveis $Z_j(x_i)$ e $Z_j(x_i + h)$, n é o número de pares $Z_j(x_i)$ e $Z_j(x_i + h)$ separados pela distância h , $\bar{Z}_j(x)$ é a média aritmética da

variável $Z_j(x)$, $r_j(h)$ é o coeficiente de autocorrelação amostral dos pares da variável $Z_j(x_i)$, com $-1 \leq r_j(h) \leq 1$ e S^2 a variância amostral de $Z_j(x_i)$ (Reichardt & Timm, 2008). Para determinar os limites dos intervalos de confiança (IC) de autocorrelação é aplicada a função de probabilidade acumulada p ($p = \pm 1,96$ para 95% confiança) para a função de distribuição normalizada (Davis, 1986) com o número de observações n (equação 3):

$$CI = \pm \frac{P}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

O software ASTSA (Applied Statistical Time Series Analysis – Shumway, 1988) foi utilizado para calcular o coeficiente de autocorrelação e o intervalo de confiança. A partir destas informações foram construídos os autocorrelogramas da variável θ_{CC} considerando os diferentes cenários acima descritos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os autocorrelogramas da Figura 2, verifica-se que, antes da sistematização, os valores adjacentes de θ_{CC} no cenário T1 apresentaram uma maior faixa de dependência espacial (10 lags) quando comparada ao cenário T2 (2 lags), ou seja, uma futura densidade de amostragem de θ_{CC} para um planejamento experimental, considerando o cenário T1, será menor já que o comprimento da faixa de dependência espacial entre suas observações adjacentes é maior.

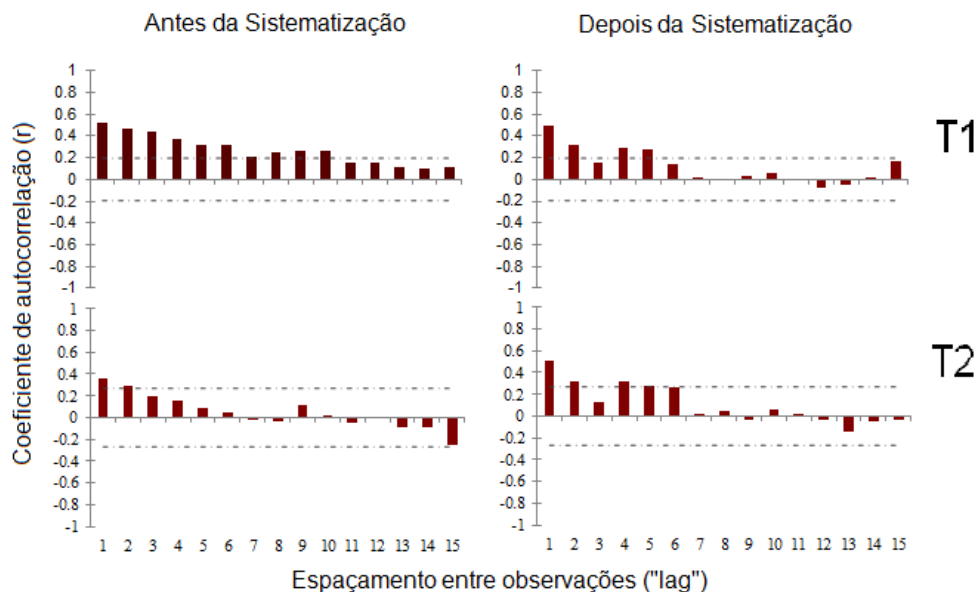


Figura 2. Autocorrelogramas de θ_{CC} , antes e depois da sistematização, para cada cenário avaliado (T1 e T2). Em ambos os cenários, o intervalo de confiança IC foi calculado por meio da equação 3 para um nível de 5% de significância usando o teste "t" ($= 0,196$ para T1 e $0,267$ para T2).

Também é possível constatar na Figura 2 que para ambos os cenários após a sistematização os valores adjacentes de θ_{CC} apresentam a mesma faixa de dependência espacial (2 lags). Da Figura 2 ainda pode ser observado que a sistematização alterou a faixa de dependência espacial entre observações adjacentes de θ_{CC} no cenário T1, visto que a faixa era de 10 lags antes da

sistematização passando para 2 lags após a sistematização, indicando que os valores de ρ_{CC} se distribuem de uma forma mais aleatória após a sistematização do terreno. Já com relação ao cenário T2, não houve efeito da sistematização sobre a estrutura de dependência dos valores de ρ_{CC} .

4 CONCLUSÃO

A sistematização do solo alterou a faixa de dependência espacial dos valores do conteúdo de água no solo referente à capacidade de campo em um dos cenários avaliados.

5 AGRADECIMENTOS

À EMBRAPA Clima temperado pela concessão da área experimental e ao CNPq e Fapergs pelo financiamento do projeto e concessão de bolsas de estudo.

6 REFERÊNCIAS

- BRYE, K.R.; SLATON, N.A.; NORMAN, R.J. Penetration resistance as affected by shallow-cut land leveling and cropping. **Soil and Tillage Research**, 81: p. 1–13, 2005.
- BRYE, K.R.; SLATON, N.A.; SAVIN, M.C.; NORMAN, R.J.; MILLER, D.M. Short-term effects of land leveling on soil physical properties and microbial biomass. **Soil Science Society of America Journal**, v.67, p.1405-1417, 2003.
- DAVIS, J.C. **Statistics and data analysis in geology**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1986. 646p.
- ECK, H.V. Characteristics of exposed subsoil - At exposure and 23 years later. **Agronomy Journal**, 79:1067–1073, 1987.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise do solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 1997.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2006.
- FARACO, M.A.; URIBE-OPAZO, M.A.; SILVA, E.A. da; JOHANN, J.A.; BORSSOI, J.A. Selection criteria of spatial variability models used in thematic maps of soil physical attributes and soybean yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 463-476, 2008.
- JIA, X.; SHAO, M.; WEI, X.; HORTON, R.; LI, X. Estimating total net primary productivity of managed grasslands by a state-space modeling approach in a small catchment on the Loess Plateau, China. **Geoderma**, v. 160, p. 281-291, 2011.
- PARFITT, J.M.B.; SILVA, C.A.S. Desempenho da soja cultivada no sistema sulco/camalhão em área de várzeas sistematizadas – Safras 2003/2004 e 2004/2005 In: **IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO/ XXVI REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO**, Santa Maria, 2005.. p. 587-589.
- PARFITT, J.M.B.; SILVA, C.A.S.; PETRINI, J.A. Estruturação e sistematização da lavoura de arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JUNIOR, A.M. (Eds.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p. 237-257.
- REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, Planta e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 1ª edição reimpressa. São Paulo: Editora Manole, 2008.
- RIGHES, A.A. Eficiência em sistemas com inundação: o caso do arroz. In: **SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O USO DA ÁGUA NA AGRICULTURA**, 2., Passo Fundo, 28 a 30 de Março de 2006. 2006. (CDRom)
- SHUMWAY, R.H. **Applied statistical time series analyses**. Prentice Hall: Englewood Cliffs, 1988. 379p.