

KRIGAGEM INDICATRIZ NA IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS DE USO E MANEJO DE SOLO NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA SANTA RITA, PELOTAS/RS

LEONIR ALDRIGHI DUTRA JUNIOR¹; RÔMULO FÉLIX NUNES²; GABRIEL LUÍS SCHROEDER²; MAICON MASCARELLO DALLMANN²; LIZETE STUMPF²; CLÁUDIA LIANE RODRIGUES DE LIMA³

¹²³Universidade Federal de Pelotas – leonirdutrajr@gmail.com¹; nunes.romulo@outlook.com²; gl.schroeder@hotmail.com²; maiconmascarello01@gmail.com²; zete.stumpf@gmail.com²; clrlima@yahoo.com.br³

1. INTRODUÇÃO

O uso e ocupação dos solos, pelas atividades agrícolas e urbanas, demanda um planejamento adequado. Quando não realizado, pode-se ocasionar impactos ambientais irreversíveis, causando prejuízos consideráveis de ordem social, econômica e de conservação dos ecossistemas (DEMARCHI; ZIMBACK, 2014). O manejo sustentável dos recursos naturais depende do estado de conservação do solo de uma bacia hidrográfica (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2014), uma vez que, possui características físicas, ecológicas, econômicas e hidrológicas peculiares.

Informações em escala de bacia hidrográfica com amostras espacialmente distribuídas ainda são escassas, visto que a maior parte dos estudos publicados quantificam a variabilidade espacial dos atributos físico-hídricos do solo em parcelas experimentais ou áreas de produção agrícola em escala de propriedade rural (REZA et al, 2015).

A krigagem indicatriz pode ser utilizada para auxiliar no entendimento dos fenômenos físico-hídricos de sub-bacias e identificar áreas com maior ou menor probabilidade de ocorrência de um determinado evento (DUTRA JUNIOR, 2019). O objetivo do estudo foi testar a ferramenta geoestatística para identificar problemas de uso e manejo de solo na sub-bacia hidrográfica Santa Rita, Pelotas/RS.

2. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na sub-bacia hidrográfica Santa Rita, localizada no município de Pelotas, no Rio Grande do Sul, com 10,54 km². Está inserida na bacia hidrográfica do arroio Moreira, conhecida como bacia hidrográfica Moreira/Fragata (BHAM). Situa-se entre as coordenadas geográficas: 355168,619 O e 6495482,457 S no sistema de projeção UTM, Zona 22J, Datum SIRGAS 2000.

A classificação de solos da sub-bacia Santa Rita foi baseada no trabalho de CUNHA; SILVEIRA (1996), sendo as classes distribuídas da seguinte maneira: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd) (63,87%); Argissolo Bruno-Acinzentado (PBACal) (24,10%); Associação de Planossolo Háplico Eutrófico e Gleissolo Háplico (SXe3) (7,77%) e Associação de Neossolo Regolítico, Neossolo Litólico e Argissolo Bruno-Acinzentado (RLd1) (4,26%).

Foram coletados amostras com estrutura preservada (três anéis volumétricos em cada ponto de amostragem, com dimensões de 5,0 x 4,7 cm de altura e diâmetro, respectivamente) e não preservada (coletadas com o auxílio de uma pá de corte) em cada local previamente georreferenciado, na camada de

0,00 a 0,20 m. A macroporosidade (Ma) e a densidade do solo (Ds) foram determinadas conforme metodologia da EMBRAPA (2011) e a granulometria do solo pelo método da pipeta de acordo com GEE; BAUDER, 1986.

Para a krigagem indicatriz foi adotado o valor de corte (vc) de 10% para a Ma (REINERT et al. 2001). Valores abaixo ou igual a 10% atribuiu-se valor um (1), enquanto que valores acima de 10% receberam valor zero (0). Para a Ds, o vc utilizado foi de 1,65 Mg m⁻³, com base em REICHERT et al, (2003), sendo assim, valores abaixo ou igual atribuiu-se valor um (1) e valores acima receberam valor zero (0).

A análise descritiva dos dados, obtenção dos parâmetros de ajustes dos semivariogramas e a krigagem indicatriz foi estabelecida a partir do *software* Stanford Geostatistical Modeling Software (SGeMS).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de argila, silte e areia nos 81 pontos amostrados foram 19,73%, 21,69% e 58,58%, respectivamente. Na Tabela 1 é apresentada a média aritmética, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação e para a Ma e Ds para os 81 pontos amostrados.

Tabela 1. Estatística descritiva da macroporosidade (Ma) e densidade do solo (Ds), da sub-bacia hidrográfica Santa Rita, Pelotas, RS.

Atributo	n	\bar{X}	Mediana	Desvio Padrao	CV(%)
Ma (%)	81	9,30	7,29	5,83	62,69
Ds (Mg m ⁻³)	81	1,52	1,55	0,14	9,21

Ma: Macroporosidade; Ds: densidade do solo; n: Número de amostragem; \bar{X} : Média

A média da Ma foi de 9,30%, enquanto que, a média da Ds foi de 1,52 Mg m⁻³. O menor S foi observado para a variável Ds (0,14) e o mais alto para a Ma (5,83), ambos similares aos encontrados por OLIVEIRA (2015). O CV foi considerado moderado para a Ma (62,69%) e baixo para a Ds (9,21%) de acordo com WARRICK; NIELSEN (1980).

A análise geoestatística realizada por meio de semivariogramas mostrou que a Ma e a Ds apresentaram dependência espacial. Nesse sentido, os semivariogramas foram ajustados por meio de modelos teóricos exponencial (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros dos modelos dos semivariogramas ajustados para macroporosidade (Ma) e densidade do solo (Ds), da sub-bacia hidrográfica Santa Rita, Pelotas, RS.

Atributo	Modelo	Co	Co+C	a(m)
Ma	Exponencial	0,042	0,242	756
Ds	Exponencial	0,050	0,136	306

Ma: Macroporosidade; Ds: densidade do solo. Parâmetros geoestatísticos: Co: Efeito pepita; Co+C: Patamar; a(m): Alcance.

Na Figura 1a e b apresenta-se respectivamente o mapa de probabilidade da ocorrência de valores de Ma acima e abaixo de 10% e os valores de Ds acima

e abaixo de $1,65 \text{ Mg m}^{-3}$ nos 81 pontos amostrados na sub-bacia hidrográfica Santa Rita, Pelotas, RS.

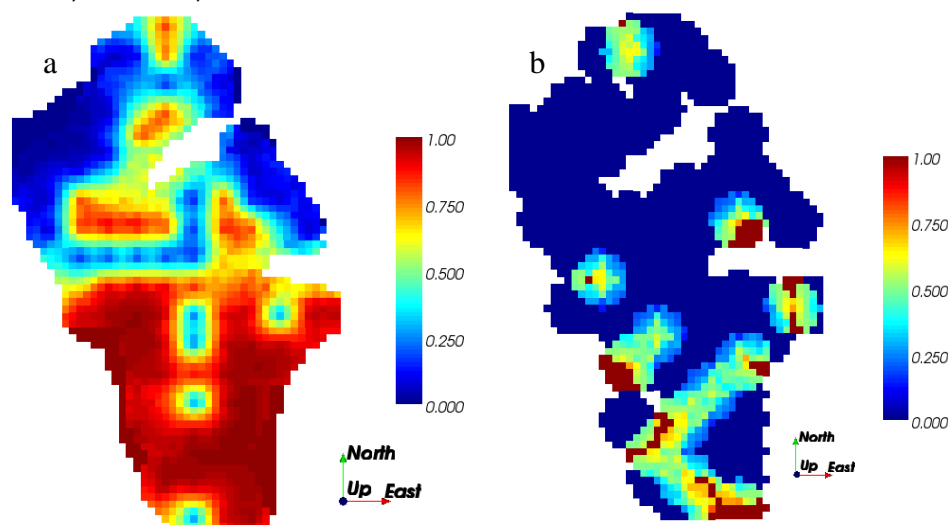


Figura 1. Krigagem indicatriz para macroporosidade ($vc=10\%$) (a) e mapa de krigagem indicatriz para densidade do solo ($vc=1,65 \text{ Mg m}^{-3}$) (b) na sub-bacia hidrográfica Santa Rita, Pelotas, RS.

A coloração vermelha mostra a probabilidade de ocorrência de valores menores que 10% de macroporosidade ($vc=10\%$). Assim, pode-se visualizar uma separação na sub-bacia, ou seja, na parte superior há a tendência de valores maiores que o corte (superiores a 10%), enquanto que na parte inferior há a maior probabilidade de ocorrência de valores inferiores a 10% (Figura 1a). Esta separação pode ser devido a presença da Associação de Planossolo Háplico Eutrófico e Gleissolo Háplico na parte inferior, os quais são naturalmente solos mal drenados, ou seja, apresentam baixa Ma. De acordo com BAQUERO et al, (2012), a macroporosidade é um dos melhores parâmetros para detectar a degradação da estrutura do solo pelo manejo, pois afeta a difusão de oxigênio, drenagem da água e desenvolvimento do sistema radicular das plantas no perfil do solo.

Observou-se na parte inferior da sub-bacia que há a predominância de cobertura vegetal por pastagem, enquanto que, na parte superior apresenta uma distribuição mais equilibrada entre mata nativa e pastagem. Podemos identificar a contribuição do pisoteio animal para as probabilidades de valores menores de 10% de macroporosidade. A redução da Ma com o pisoteio animal também foi constatada por estudos de MOREIRA et al., (2014).

Na Figura 1b, a coloração vermelha mostra a probabilidade de ocorrência de valores maiores que $1,65 \text{ Mg m}^{-3}$. Somente pequenas áreas em vermelho são observadas na parte inferior/direito, conforme observado a campo, foi justamente nestes pontos que ocorre pisoteio de animais, o que pode estar contribuindo para esta tendência, corroborando com ORTIGARA et al. (2014).

4. CONCLUSÕES

O método de krigagem indicatriz mostrou-se uma eficiente ferramenta para mapeamento da probabilidade de ocorrência de problemas de uso e manejo e uso do solo na sub-bacia hidrográfica Santa Rita, Pelotas, RS.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAQUERO, J,E; RALISCH R,; MEDINA, C, C; TAVARES FILHO, J,; GUIMARÃES, M,F. Soil physical properties and sugarcane root growth in a Red Oxisol, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36(1): 63-70, 2012.
- CUNHA, N, G,; SILVEIRA, R, J, C. **Estudo dos solos do município de Capão do Leão**, EMBRAPA-CPACT (Documentos, 12/96), Pelotas: Ed, UFPel, 1996, 50p.
- DEMARCHI, J, C,; ZIMBACK, C, R, L. Mapeamento, erodibilidade e tolerância de perda de solo na sub-bacia do ribeirão das perobas, **Energia na Agricultura**, Botucatu, v,29, p,102-114, 2014.
- DUTRA JUNIOR, L. A. **Técnica geoestatística na avaliação de atributos físico-hídricos dos solos da sub-bacia hidrográfica Santa Rita, Pelotas/RS**. Pelotas, 2019, 74p. Dissertação de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do solo e da Água da Universidade Federal de Pelotas.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise do Solo**, 3,ed, Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 2011, 230p.
- GEE, G.W. & BAUDER, J.W. Particle size analysis, In: KLUTE, A, (Ed,), **Methods of Soil Analysis**, Part 1, Physical and mineralogical methods, 2, ed, Madison: American Society of Agronomy, 1986, 411p.
- OLIVEIRA, L, M. **Relação entre atributos do solo aplicando a abordagem em Espaço de Estados em duas bacias hidrográficas na região Sul do Rio Grande do Sul**. Pelotas, 2015, 78p. Dissertação de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas.
- REINERT, D, J,; REICHERT, J, M,; SILVA, V, R. Propriedades físicas de solos em sistema de plantio direto irrigado, In: Carlesso, R,; Petry, M, T,; Rosa, G, M,; Ceretta, C, A,(ed,), Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul, Santa Maria: UFSM, 2001, 165p.
- REICHERT, J, M,; REINERT, D, J,; BRAIDA, J, A, Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência & Ambiente**, v,27, p, 29-48, 2003.
- REZA, S,k, et al. Spatial distribution of soil physical properties of alluvial soils: a geostatistical approach, **Archives of Agronomy And Soil Science**, [s,l,], v, 62, n, 7, p,972-981, 3 nov, 2015.
- TUNDISI, J, G,; MATSUMURA-TUNDISI, T. The ecology of UHE Carlos Botelho (Lobo-Broa Reservoir) and its watershed, São Paulo, Brazil, **Freshwater Reviews**, Washington, v, 6, n, 2, p, 75-91, 2014.
- 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 Press, 1980, 350p.
- MOREIRA WH et al, 2014, Influência da altura de pastejo de azevém e aveia em atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférrico, após sete anos sob integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 38: 1315-1326.
- ORTIGARA, C,; KOPPE, E,;LUZ, F, B,; BERTOLLO, A, M,; KAISER, D, R,; SILVA, V,R, Uso do solo e propriedades físico-mecânicas de Latossolo vermelho, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v, 38, p, 619-626, 2014.