

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE FÍSICA DO SOLO A PARTIR DA SIMULAÇÃO GEOESTATÍSTICA DO ÍNDICE S

RÔMULO FÉLIX NUNES¹; LEONIR DUTRA JÚNIOR²; ANGELO GARCIA COSTA²; ARYANE ARAUJO RODRIGUES²; TIRZAH MOREIRA SIQUEIRA²; CLÁUDIA LIANE RODRIGUES DE LIMA³.

¹*Universidade Federal de Pelotas– nunes.romulo@outlook.com*

²*Universidade Federal de Pelotas– leonirdutrajr@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas– costagarciaangelo@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – aryane_03.2@hotmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – tirzahsiqueira@hotmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas– clrlima@yahoo.com.br*

1. INTRODUÇÃO

Conhecer a qualidade dos solos é de grande importância para o desenvolvimento socioambiental e conservação dos ecossistemas (DEMARCHI e ZIMBACK, 2014). A avaliação da qualidade física tem se baseado no uso de indicadores, que simplificam e fornecem informações para tornar um fenômeno perceptível e comprehensível para serem utilizadas em tomadas de decisões (JULIETA et al., 2016). O índice S, proposto por Dexter (2004), numericamente é a inclinação da curva de retenção de água no solo no ponto de inflexão, representando a distribuição de poros de maior frequência no solo e está diretamente relacionado com outras propriedades físicas relacionadas à estrutura. O índice S destaca-se por apresentar faixas de valores de referência, relacionados com a qualidade física estrutural dos solos, sendo seu uso propício a ser aplicado juntamente com técnicas geoestatísticas, com o objetivo de mapear e identificar zonas de qualidade ou degradação física do solo.

A caracterização da distribuição espacial do índice S, se torna uma excelente ferramenta para subsidiar tomadas de decisões de manejo e conservação dos solos em escala de bacia hidrográfica, pois permite identificar as zonas críticas de degradação da qualidade física do solo considerando a análise de incertezas do índice S, por meio da simulação geoestatística.

A bacia hidrográfica Santa Rita (BHSR), localiza-se no sul do Rio Grande do Sul, no município de Pelotas, sendo uma unidade de planejamento fundamental socioecononomicamente para a região, pois colabora com a alimentação dos corpos hídricos para o abastecimento de água para a população de Pelotas. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo caracterizar a distribuição espacial do índice S, considerando as incertezas espaciais, a partir da simulação sequencial gaussiana e avaliar a qualidade física dos solos da BHSR a partir do índice S.

2. METODOLOGIA

Foi estabelecida na BHSR, uma malha experimental de 117 pontos amostrais com distribuição irregular, sendo o menor distanciamento entre os pontos de 1 m. Em cada ponto amostral coletou-se uma amostra com estrutura preservada na camada de 7,5 - 2,5 cm, para determinação da curva de retenção de água no solo seguindo a metodologia proposta por Embrapa (2011) e posteriormente à determinação do Índice S (Dexter, 2004). Dexter (2004) e Dexter e Czyz (2007) definiram

faixas de limites e qualidade física (estrutural) do solo a partir do índice S. $S \geq 0,050$ indica que a qualidade física é considerada muito boa, enquanto $0,035 \leq S \leq 0,050$ é considerada boa qualidade física, $0,020 \leq S \leq 0,035$ é considerada de qualidade física pobre e $S \leq 0,020$ é considerada a qualidade física muito pobre ou degradada.

Após, os dados de índice S foram transformados utilizando a função $\text{LOG10}(S)$ e foram submetidos a análise estatística descritiva para determinação da média e variância dos dados. Posteriormente, foram realizadas as análises geostatísticas utilizando os programas SGeMS (*Stanford Geostatistical Modeling*; REMY et al., 2009). Primeiramente, modelou-se os semivariogramas experimentais direcionais em oito direções principais de busca: $0^\circ, 22,5^\circ, 45^\circ, 67,5^\circ, 90^\circ, 112,5^\circ, 135^\circ, 157,5^\circ$, utilizando o estimador clássico de Matheron (MATHERON, 1963) para ajustar uma função matemática (semivariograma teórico) aos pontos de semivariâncias experimentais. A seguir foram obtidos os parâmetros efeito pepita (C_0), patamar ($C_0 + C$), alcance (a) e o modelo (Esférico; Exponencial; ou Gaussiano). A Equação 1 demonstra um exemplo de uma função teórica com uma estrutura.

$$\gamma(h) = C_0 + C \cdot \text{Modelo} \left(\frac{\text{Direção maior continuidade}}{a \text{ (maior continuidade)}}, \frac{\text{Direção menor continuidade}}{a \text{ (menor continuidade)}} \right) \quad (1)$$

Para a caracterização da distribuição espacial do índice S foram simulados cem campos aleatórios de $\text{LOG10}(S)$ a partir do método de simulação sequencial gaussiana, reproduzindo o mesmo grau de variabilidade existente dos valores observados em campo. A SSG de $\text{LOG10}(S)$ foi realizada a partir dos procedimentos descritos em Goovaerts (2001) e retotransformados para a grandeza original de índice S. Foram selecionados cinco dos cem campos aleatórios gerados para fins de visualização. Além disso, foi gerado um campo médio dos campos aleatórios simulados (E-type).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice S apresentou média de 0,04 e variância de 0,0005, já $\text{LOG10}(S)$ apresentou média de -1,44 e variância de 0,0385. O patamar (estabilização do semivariograma teórico) foi fixado na variância de $\text{LOG10}(S)$. Os modelos de semivariograma ajustado está representado pela Equação 2. A função esférica (Esf) foi a que melhor representou o fenômeno espacial, obtendo 630 m de continuidade espacial na direção de 135° de azimute e 180 m de continuidade espacial na direção perpendicular, de 45° .

$$\gamma(h) = 0,0099 + 0,0281 \text{ Esf} \left(\frac{N135E}{630m}, \frac{N45E}{180m} \right) \quad (2)$$

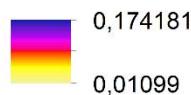
A distribuição espacial do índice S pode ser vista na Figura 1. Pode-se observar que de forma geral, as distribuições espaciais dos diferentes campos aleatórios de índice S capturaram comportamento similar da variabilidade espacial. No entanto, ao analisar o campo com médio das simulações (E-type), verifica-se que os valores mais elevados de índice S (cor roxa-lilás) foram identificados nas regiões Oeste, Nordeste e uma porção ao centro da Bacia. O valor médio de índice S para a BHSR foi de 0,036, estando acima do limite proposto por Dexter (2004) ($S = 0,035$), considerando-a com boa qualidade física.

Campos simulados

Legenda

- ▼ Exutório
- Hidrografia
- Área de Mineração
- BH Santa Rita

Índice S



- a) Campo Simulado 6
- b) Campo Simulado 24
- c) Campo Simulado 36
- d) Campo Simulado 40
- e) Campo Simulado 60
- f) E Type

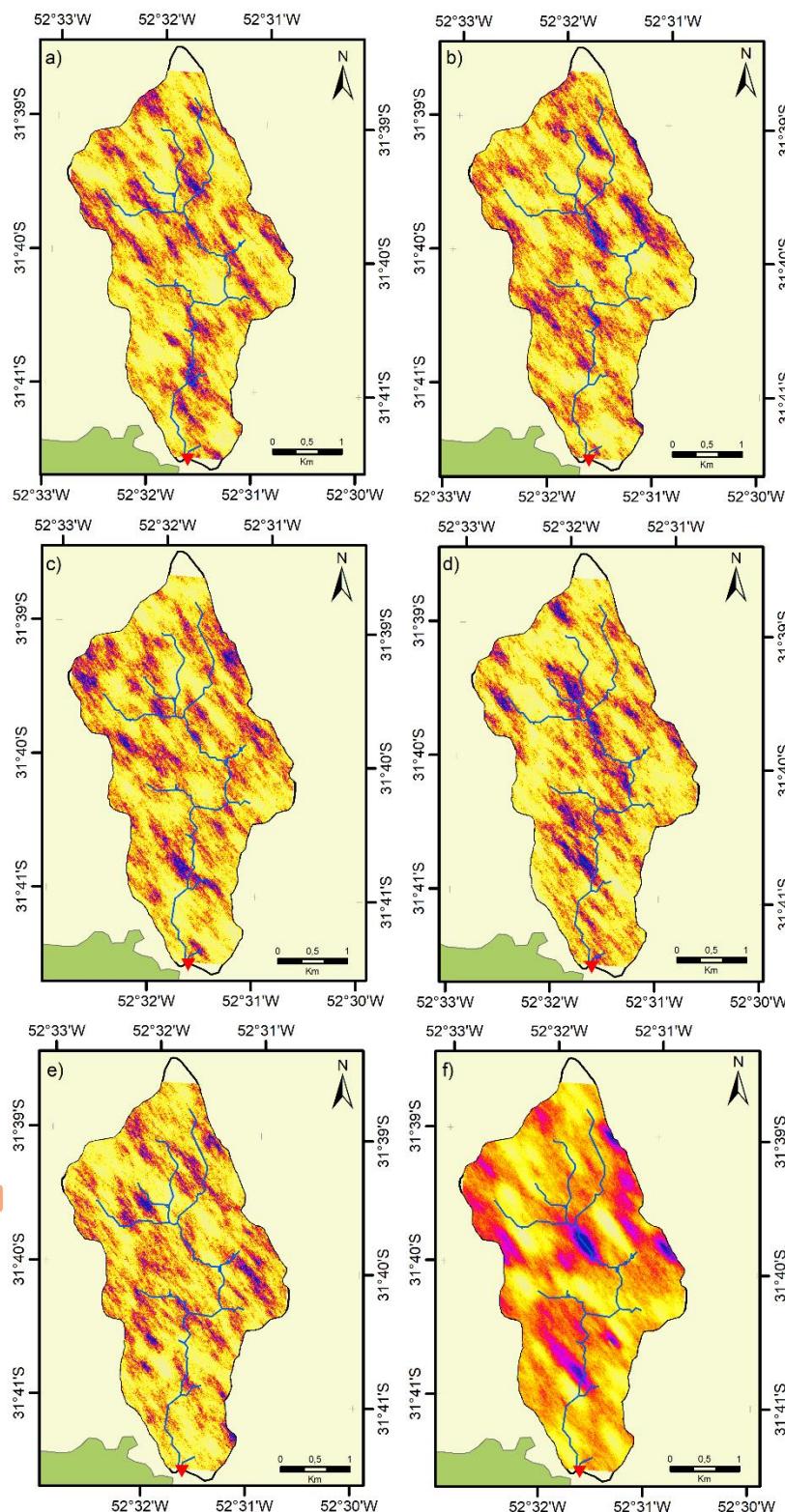


Figura 1 – Distribuição espacial do índice S. a) campo aleatório simulado 6; b) campo aleatório simulado 24; c) campo aleatório simulado 36; d) campo aleatório simulado 40; e) campo aleatório simulado 60; f) campo médio das simulações (E-type).

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que o uso da geoestatística a partir da aplicação da simulação sequencial gaussiana foi eficiente na caracterização a distribuição espacial do índice S, considerando as incertezas espaciais, demonstrando-se através do mapa de índice S médio simulado, uma ferramenta com grande potencial de dar suporte à tomadas de decisões quanto ao uso, manejo e conservação do solo e ambiental.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, v.29, p. 102 – 114, 2014.

DEXTER, A. R.; CZYŻ, E. A. Applications of S-theory in the study of soil physical degradation and its consequences. **Land Degradation & Development**, v. 18, p. 369 – 381, 2007.

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.

GOOVAERTS, P. Geostatistical modelling of uncertainty in soil Science. **Geoderma**, v. 103, p. 3 – 26, 2001.

JULIETA, M.R.; JUAN, P., GERARDO, A.S.; OSVALDO, E.A.A.; MARÍA, C.S. Soil quality indicators selection by mixed models and multivariate techniques in deforested areas for agricultural use in NW of Chaco, Argentina. **Soil & Tillage Research**, v. 53, p. 71 – 85, 2016.

MATHERON, G. Principles of Geostatistics. **Economic Geology**, v. 58, n. 8, p. 1246 – 1266, 1963.

REMY, N.; BOUCHER, A.; WU, J. **Applied geostatistics with SGeMS**: A user's guide. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.