

## IMPACTO DA SISTEMATIZAÇÃO SOBRE A ESTRUTURA DE VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS QUÍMICOS EM SOLOS DE VÁRZEA

**MIRITZ, Guilherme Kunde<sup>1</sup>; PARFITT, José Maria Barbat<sup>2</sup>; OLDONI, Henrique<sup>3</sup>; TIMM, Luís Carlos<sup>4</sup>; SOUSA, Rogério Oliveira de<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Graduando em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Campus Capão do Leão-RS. Bolsista IC-CNPq - [guilhermemiriz@hotmail.com](mailto:guilhermemiriz@hotmail.com);  
<sup>2</sup>EMBRAPA Clima Temperado – Estação Terras Baixas; <sup>3</sup>Graduando em Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário – Caixa Postal 354, CEP 96010-900 Capão do Leão-RS. Bolsista BIC-FAPERGS; <sup>4</sup>Professor Adjunto – DER/FAEM/UFPel; <sup>5</sup>Professor Associado – DS/FAEM/UFPel

### 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a sistematização é uma prática relativamente recente e foi iniciada em algumas regiões do país com o programa PROVÁRZEAS, em 1982. Nessas regiões foram realizados trabalhos de sistematização diretamente em áreas do sistema produtivo, sem muitos fundamentos científicos que embasassem esta técnica, ocorrendo problemas em muitos casos. Dados do censo 1999/2000, do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), mostram que a área sistematizada no estado do Rio Grande do Sul (RS) estava em torno de 150 mil ha, de um total de 5,4 milhões ha que compõem os solos de várzeas no estado (PINTO et al., 2004). Entretanto, nem todas as áreas são facilmente sistematizáveis, pois muitas delas possuem o relevo muito irregular, embora predominantemente plano.

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. Nesse sentido, o estudo do efeito da sistematização sobre a magnitude dos atributos do solo e sobre a sua estrutura de variabilidade espacial poderá fornecer subsídios para um melhor entendimento do efeito dessa técnica e para uma aplicação mais racional e eficiente de fertilizantes e corretivos, buscando um aumento na produtividade da cultura. Baseado nisto, este trabalho teve como objetivos: (i) estudar o efeito da sistematização sobre a magnitude de alguns atributos químicos em solos de várzeas; e (ii) identificar os padrões de comportamento e distribuição espacial desses atributos antes e depois da sistematização.

### 2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Em uma área de 0,81 ha pertencente à Estação Experimental de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, situada no município do Capão do Leão-RS (31° 49' 12,75" S; 52° 27' 59" O), foi estabelecida uma malha de 100 pontos georeferenciados, distanciados entre si de 10 m em ambas as direções.

O solo da área é classificado, segundo Embrapa (2006), em duas classes taxonômicas: nas partes relativamente altas como PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico gleissólico e nas partes relativamente baixas como GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico solódico. Foi realizado um levantamento topográfico plano-altimétrico na área e, a partir desse, foi calculado o plano

projeto de sistematização aplicando-se o método dos mínimos quadrados (Parfitt, 2009). Em cada ponto experimental, antes e depois da sistematização, foram coletadas amostras deformadas de solo, camada de 0-0,20 m, para a determinação dos seguintes atributos químicos: pH em água [pH (H<sub>2</sub>O)], índice SMP e capacidade de troca catiônica (CTC), segundo metodologia descrita em Tedesco et al. (1995). Foi determinado também o teor de carbono orgânico em cada amostra, com o qual se calculou a matéria orgânica do solo (MO), conforme metodologia proposta em Embrapa (1997).

Os conjuntos de dados, antes e depois da sistematização, foram primeiramente analisados por meio da estatística descritiva, calculando-se a média, valor mínimo e máximo e a variância. Também foi aplicado o teste não-paramétrico de Kolmogorov-Smirnov para a avaliação da normalidade da distribuição de cada conjunto de dados. A estrutura de variabilidade espacial dos atributos estudados, antes e após a sistematização, foi avaliada por meio da análise geoestatística, utilizando-se o Software GS+, versão 9.0, que calcula o semivariograma experimental e o teórico (modelo matemático) e seus respectivos parâmetros de ajustes (Co: efeito pepita; Co + C: patamar; A: alcance da dependência espacial). Também foi calculado o grau de dependência espacial (GDE) seguindo metodologia descrita em Cambardella et al. (1994). Neste trabalho, a qualidade do modelo matemático ajustado ao semivariograma experimental, de cada um dos atributos estudados, foi avaliada pelo procedimento de validação cruzada.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A estatística descritiva e o teste de Kolmogorov-Smirnov aplicado a todos os atributos químicos estudados, antes e depois da sistematização, são apresentados na Tabela 1. Analisando a Tabela 1, constata-se que somente não foram alterados os valores médios do atributo pH (H<sub>2</sub>O) na área experimental depois da sistematização do terreno. Os valores médios do índice SMP aumentaram após a sistematização, enquanto que os de MO e CTC diminuíram. Dessa forma, constata-se que a sistematização afetou negativamente a fertilidade da área experimental com prováveis consequências na produtividade das futuras lavouras implantadas na área. De uma forma geral as alterações podem ser explicadas devido aos locais de corte de solo e conseqüente exposição de camadas com diferentes composições químicas. A faixa de amplitude de variação dos valores (diferença entre o valor máximo e mínimo) de todos os atributos químicos do solo também foi alterada. Para o atributo pH o módulo da variância permaneceu o mesmo após a sistematização, enquanto que para os atributos índice SMP e CTC os módulos diminuíram. Já no caso do teor de MO a variância dos seus valores aumentou após a sistematização na camada de 0-0,20 m. A distribuição dos dados de pH e de CTC não foi alterada (permaneceu normal após a sistematização), enquanto que a dos valores do índice SMP e de MO foi alterada (normal antes da sistematização para não normal depois) aplicando o teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de significância.

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise geoestatística, antes e depois da sistematização, aplicada aos atributos do solo estudados. Da tabela observa-se que não houve efeito da sistematização na estrutura de variabilidade espacial do atributo CTC, ou seja, os modelos de semivariogramas teóricos antes

e depois da sistematização permaneceram os mesmos. Nos demais as alterações foram as seguintes: no caso dos atributos pH, índice SMP e MO o modelo passou de esférico para gaussiano. Com relação ao comportamento do parâmetro A (faixa de dependência espacial), a sistematização aumentou esta faixa para os atributos MO e CTC e diminuiu para os demais atributos. Com relação ao GDE, a sistematização não alterou a classificação do grau de dependência espacial para os atributos pH e CTC. No caso do índice SMP o GDE passou de forte (antes da sistematização) para moderado (depois da sistematização). Já o atributo MO, em que o GDE era classificado como moderado antes da sistematização, passou para forte depois da mesma. Com relação aos resultados da validação cruzada em termos de coeficiente  $r^{2*}$ , a sistematização aumentou os seus valores para o atributo MO ( $r^{2*} = 0,32$ , antes, para  $r^{2*} = 0,72$ , depois), enquanto que para o pH, ( $r^{2*} = 0,44$ , antes, para  $r^{2*} = 0,23$ , depois), índice SMP ( $r^{2*} = 0,52$ , antes, para  $r^{2*} = 0,38$ , depois), e CTC ( $r^{2*} = 0,61$ , antes, para  $r^{2*} = 0,56$ , depois), ocorreu o contrário.

#### 4 CONCLUSÕES

A estrutura de variabilidade espacial dos atributos químicos estudados foi mais bem definida na condição pré-sistematização do que na condição pós já que os semivariogramas foram mais bem definidos baseado nos resultados da validação cruzada. Antes da sistematização, os atributos pH (H<sub>2</sub>O) e índice SMP apresentavam comportamento mais homogêneo refletido pelos maiores valores de alcance de dependência espacial.

#### 5 AGRADECIMENTOS

A Embrapa Clima Temperado pela concessão da área experimental. Ao CNPq pela concessão de recursos financeiros para o desenvolvimento do projeto e bolsa de iniciação científica e a FAPERGS pela concessão de bolsa de iniciação científica.

#### 6 REFERÊNCIAS

- 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**, Madison, v.58, p.1501-1511, 1994.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1997.
- PARFITT, J.M.B. **Impacto da sistematização sobre atributos físicos, químicos e biológico em solos de várzea**. 2009. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- PINTO, L.F.S.; LAUS NETO, J.A.; PAULETTO E.A. Solos de várzea do Sul do Brasil cultivados com arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JUNIOR, A.M. (Eds.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. cap.3, p.75-95.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia. UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

**Tabela 1** – Estatística descritiva e teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov aplicados aos atributos químicos do solo determinados na área experimental, antes e depois da sistematização.

Atributo	Média	Valor mínimo	Valor máximo	Variância	D
pH <sup>1</sup> (H <sub>2</sub> O)	4,88	4,52	5,42	0,03	0,05 <sup>N</sup>
pH <sup>2</sup> (H <sub>2</sub> O)	4,88	4,52	5,56	0,03	0,07 <sup>N</sup>
Índice SMP <sup>1</sup>	6,06	5,60	6,52	0,03	0,07 <sup>N</sup>
Índice SMP <sup>2</sup>	6,17	5,62	6,64	0,02	0,13 <sup>NN</sup>
MO <sup>1</sup> (%)	2,09	1,70	2,60	0,03	0,08 <sup>N</sup>
MO <sup>2</sup> (%)	1,68	0,85	2,11	0,08	0,13 <sup>NN</sup>
CTC <sup>1</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	9,68	7,24	11,69	1,00	0,08 <sup>N</sup>
CTC <sup>2</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,21	6,14	9,68	0,61	0,08 <sup>N</sup>

<sup>1</sup> valor do atributo determinado antes da sistematização; <sup>2</sup> valor do atributo determinado depois da sistematização; D: valor da estatística do teste de Kolmogorov-Smirnov; N: normal ao nível de 5% de significância; NN não normal ao nível de 5% de significância.

pH: pH em água; MO: matéria orgânica do solo; CTC: capacidade de troca catiônica.

**Tabela 2** – Modelos de semivariogramas teóricos ajustados com os respectivos parâmetros de ajuste (efeito pepita, patamar e alcance), coeficiente de determinação e soma dos quadrados dos resíduos do ajuste, grau de dependência espacial e resultados do procedimento de validação cruzada (coeficientes de determinação e da regressão) dos atributos químicos estudados, antes e depois da sistematização.

Atributo	Modelo	Co	Co + C	A (m)	r <sup>2</sup>	SQR	GDE (%)	Validação Cruzada	
								r <sup>2*</sup>	CR
pH <sup>1</sup> (H <sub>2</sub> O)	Esférico	0,0003	0,03	23,0	0,60	4,50E-05	1,00	0,44	0,94
pH <sup>2</sup> (H <sub>2</sub> O)	Gaussiano	0,003	0,03	20,1	0,45	9,86E-05	1,00	0,23	1,08
Índice SMP <sup>1</sup>	Esférico	0,0049	0,03	45,0	0,99	1,45E+06	16,3	0,52	1,03
Índice SMP <sup>2</sup>	Gaussiano	0,01	0,023	38,1	0,99	1,826	43,5	0,38	1,26
MO <sup>1</sup> (%)	Esférico	0,0146	0,03	44,7	0,84	1,38E-05	48,7	0,32	1,00
MO <sup>2</sup> (%)	Gaussiano	0,015	0,17	129,2	0,99	2,49E-05	8,8	0,72	0,89
CTC <sup>1</sup>	Esférico	0,2010	1,18	72,9	0,89	0,086	17,0	0,61	1,04
CTC <sup>2</sup>	Esférico	0,136	0,76	87,4	0,68	0,154	17,9	0,56	0,99

<sup>1</sup> antes da sistematização; <sup>2</sup> depois da sistematização; Co: Efeito Pepita; Co + C: Patamar; A: Alcance da dependência espacial; r<sup>2</sup>: Coeficiente de determinação; SQR: Soma dos quadrados dos resíduos; GDE=Co/(Co+C) = grau de dependência espacial; r<sup>2\*</sup>: Coeficiente de determinação do procedimento de validação cruzada e CR: Coeficiente de regressão do procedimento de validação cruzada.

Valores de CTC expressos em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.