



## ÍNDICES DE CONTINUIDADE DE POROS EM SISTEMA PLANTIO DIRETO DE LONGO PRAZO

*Edner Betioli Junior<sup>1</sup>; Wagner Henrique Moreira<sup>1</sup>; Camila Jorge Bernabé Ferreira<sup>1</sup>; Guilherme Anghinoni<sup>2</sup>; Cássio Antonio Tormena<sup>3</sup>; Cindy Kristensson Menocch<sup>2</sup>*

**RESUMO:** A hipótese deste trabalho é que a continuidade de poros avaliada pelos índices K1 e N apresenta variabilidade espacial no solo em sistema plantio direto (SPD) em decorrência do localizado revolvimento do solo. A permeabilidade do solo ao ar ( $K_a$ ) e a porosidade de aeração ( $\mathcal{E}_a$ ) foram determinadas e a partir de suas relações os índices de continuidade de poros K1 e N foram obtidos. O solo deste estudo foi identificado como Latossolo Vermelho distroférrico, classe textural muito argiloso, e é cultivado por mais de 30 anos em SPD. Quarenta amostras de solo com estrutura deformada foram coletadas em três posições distintas de amostragem: 1) linha (L); 2) entrelinha (E); e, 3) posição intermediária entre L e E (PI) da cultura do milho, nas camadas de 0,0-0,1 m e 0,1-0,2 m, totalizando 240 amostras. Em geral, os índices apresentaram resultados semelhantes, com os maiores valores obtidos na posição L da camada de 0,0-0,1 m, confirmando a hipótese estabelecida. O resultado observado está associado ao revolvimento do solo decorrente da semeadura, que promove um aumento da  $K_a$  e da  $\mathcal{E}_a$  na posição L e, conseqüentemente, de K1 e N.

**PALAVRAS-CHAVE:** aeração do solo; permeabilidade do solo ao ar; sistema poroso.

### 1. INTRODUÇÃO

As principais alterações físicas impostas ao solo em SPD ocorrem na posição da linha de semeadura, devido à ação dos discos de corte da palha e, principalmente, das hastes sulcadoras, cuja função é cortar e penetrar o solo para deposição do fertilizante e da semente.

A permeabilidade do solo ao ar ( $K_a$ ) é um atributo físico que expressa a capacidade do sistema poroso em conduzir gases no solo e juntamente com a porosidade de aeração ( $\mathcal{E}_a$ ) tem sido utilizada para quantificar índices de continuidade de poros (ICP), que caracterizam modificações funcionais no sistema poroso, em decorrência dos diferentes sistemas de manejo (Groenevelt et al., 1984).

Dentre os estudos que se utilizam dos ICP para caracterização do sistema poroso em SPD, poucos levam em consideração a posição espacial de obtenção das amostras. Uma vez que a operação de semeadura promove alterações físicas localizadas no solo, as quais, por sua vez, determinam diferenças na qualidade física do solo entre as linhas de semeadura e as entrelinhas da cultura, ressalta-se a importância de se distinguir a posição espacial de amostragem em estudos deste gênero. O objetivo deste estudo foi

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM. Avenida Colombo 5790, CEP 87020-900 Maringá (PR). E-mails: betioli.jr@gmail.com; wh.moreira@hotmail.com; camilajbferreira@gmail.com.

<sup>2</sup> Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá. gui.anghi@gmail.com; Cindy\_k\_m@hotmail.com.

<sup>3</sup> Professor Associado do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá - UEM. Departamento de Agronomia, Av. Colombo 5790, 87020-900, Maringá, PR, Brasil. E-mail: catormena@uem.br; Bolsista do CNPq.

determinar, em diferentes posições de amostragem, os ICP K1 e N a partir das relações entre  $K_a$  e a  $\varepsilon_a$ , para avaliação do comportamento do sistema poroso de um Latossolo Vermelho distroférico cultivado por mais de 30 anos em SPD.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área de lavouras comerciais, localizada no município de Maringá – PR, cultivada em SPD desde 1980 envolvendo rotação de culturas com milho, aveia, soja, trigo e milho de segunda safra. O solo utilizado neste estudo foi identificado como Latossolo Vermelho distroférico, classe textural muito argiloso (750 g kg<sup>-1</sup> de argila e 200 g kg<sup>-1</sup> de areia, na camada de 0-0,20 m).

Em setembro de 2010, após a colheita do milho de segunda safra, 40 amostras indeformadas de solo foram coletadas em cada uma das três posições de amostragem: 1) linha (L); 2) entrelinha (E); e, 3) posição intermediária entre linha e entrelinha (PI) da cultura do milho, nas camadas 0,0-0,1 m e 0,1-0,2 m de profundidade, totalizando 120 amostras por camada. As amostras foram submetidas à drenagem nos potenciais mátricos ( $\Psi_m$ ) de -2, -4, -6 e -10 kPa, utilizando mesa de tensão; e a -30 e -50 kPa, por meio de câmaras de pressão. Após atingir equilíbrio hidráulico em cada  $\Psi_m$ , cada amostra foi pesada e a  $K_a$  determinada utilizando-se um permeâmetro de carga constante de ar.

A  $\varepsilon_a$  foi obtida pela diferença entre a porosidade total (PT) e o teor de água no solo, após o equilíbrio hidráulico em cada  $\Psi_m$ . A PT foi obtida pela equação 1:

$$PT = 1 - (D_s/D_p) \quad (1)$$

Sendo:  $D_p$  a densidade de partículas (Mg m<sup>-3</sup>), estimada pelo método do balão volumétrico. Utilizou-se o valor médio de 2,86 Mg m<sup>-3</sup>;  $D_s$  a densidade do solo, obtida pela relação entre a massa de sólidos e o volume do cilindro.

A continuidade de poros foi avaliada pela relação entre os valores de  $K_a$  e  $\varepsilon_a$ , sendo utilizada a equação de Kozeny-Carman de forma análoga àquela apresentada por Ahuja et al. (1984):

$$K_a = M \varepsilon_a^N \quad (2)$$

em que: M e N são os parâmetros empíricos, obtidos no ajuste da equação aos dados. N é considerado um índice de continuidade de poros, que reflete o aumento da  $K_a$  com o aumento da  $\varepsilon_a$  ou o decréscimo da tortuosidade dos poros e área superficial com o aumento da fração de poros disponíveis para o fluxo (GROENEVELT et al., 1984). A relação de  $K_a$  e  $\varepsilon_a$  foi ajustada para uma forma logarítmica da equação 2, representada na equação 3:

$$\log(K_a) = \log(M) + N \log(\varepsilon_a) \quad (3)$$

Outro índice de continuidade de poros, K1, foi calculado pela relação  $K_a/\varepsilon_a$ , conforme Groenevelt et al. (1984).

Por ocasião da ausência de normalidade, procedeu-se a transformação logarítmica dos dados.

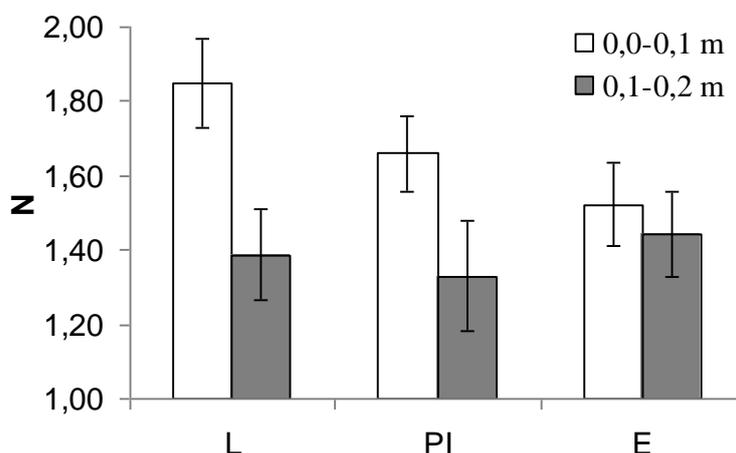
O coeficiente N foi testado pelo intervalo de confiança da média a 95 % ( $P < 0,05$ ) e as médias de K1 foram testadas pelo teste t ( $P < 0,05$ ).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ICP N (Figura 1) e K1 (Tabela 1), em geral, apresentaram os maiores valores na posição L da camada de 0,0-0,1 m, não sendo observada diferença estatística entre as posições L, PI e E na camada de 0,1-0,2 m. Tal comportamento é resultante da localizada mobilização do solo na posição da linha da cultura, típica do SPD, proporcionada principalmente pela haste sulcadora que penetra o solo para a deposição do fertilizante e semente. A mobilização causada pela haste promove um aumento expressivo na porosidade do solo, com destaque para a macroporosidade, responsável pela drenagem da água e pelo fluxo de gases. Especificamente para o caso da posição L da camada de 0,0-0,1 m, os maiores valores de continuidade de poros estão associados à maior proporção de macroporos e à grande probabilidade destes apresentarem-se interconectados.

Na comparação entre as camadas, N e K1 nem sempre apresentaram concordância entre os resultados. Para ambos os ICP a posição L foi significativamente superior na camada de 0,0-0,1 m, o que permite deduzir que, no presente estudo, o efeito da haste sulcadora restringiu-se a 0,1 m de profundidade. Contudo, na posição PI, enquanto K1 foi superior na camada de 0,1-0,2 m em praticamente todos  $\Psi_m$  avaliados (Tabela 1), N foi superior na camada de 0,0-0,1 m (Figura 1). Já na posição E, K1 novamente apresentou os maiores valores na camada de 0,1-0,2 m (Tabela 1), enquanto que N não apresentou diferença estatística entre as duas camadas (Figura 1).

Divergências entre os índices N e K1 já foram relatadas por outros autores, a exemplo de Rodrigues et al. (2011), que encontraram, em um Latossolo Vermelho distrófico cultivado em SPD, classe textural muito argiloso, maiores valores de K1 na camada de 0,0-0,1 m, enquanto que N apresentou maiores valores na camada de 0,1-0,2 m. Considerando a ausência de revolvimento do solo no SPD, a interpretação do índice K1 parece mais coerente, no qual os maiores valores encontrados em PI e E na segunda camada poderiam ser atribuídos a uma estrutura mais bem organizada, com poros contínuos criados pela atividade biológica da micro e mesofauna do solo e pela decomposição de raízes, expressivas em SPD.



**Figura 1.** Médias dos valores do parâmetro da regressão (N) entre permeabilidade do solo ao ar e porosidade de aeração das posições de amostragem linha (L), entrelinha (E) e ponto intermediário (PI), nas camadas de 0,0-0,1 m e 0,1-0,2m. A sobreposição das barras do intervalo de confiança da média indica ausência de diferença estatística ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 1.** Índice de continuidade de poros (K1) do Latossolo Vermelho distrófico nas posições de amostragem linha de plantio (L), entrelinha (E) e ponto intermediário (PI), em duas camadas e seis potenciais mátricos.

| Posição de Amostragem          | Potencial Mátrico (kPa) | Camada (m) |          |
|--------------------------------|-------------------------|------------|----------|
|                                |                         | 0,0-0,1    | 0,1-0,2  |
| $\log_{10} K1 (\mu\text{m}^2)$ |                         |            |          |
| L                              | -2                      | 1,737 Aa   | 1,660 Aa |
| PI                             | -2                      | 1,162 Bb   | 1,484 Aa |
| E                              | -2                      | 1,208 Bb   | 1,559 Aa |
| L                              | -4                      | 1,754 Aa   | 1,473 Ab |
| PI                             | -4                      | 1,267 Bb   | 1,488 Aa |
| E                              | -4                      | 1,239 Bb   | 1,487 Aa |
| L                              | -6                      | 1,766 Aa   | 1,469 Ab |
| PI                             | -6                      | 1,281 Bb   | 1,454 Aa |
| E                              | -6                      | 1,238 Bb   | 1,478 Aa |
| L                              | -10                     | 1,754 Aa   | 1,435 Ab |
| PI                             | -10                     | 1,247 Bb   | 1,427 Aa |
| E                              | -10                     | 1,242 Bb   | 1,432 Aa |
| L                              | -30                     | 1,750 Aa   | 1,400 Ab |
| PI                             | -30                     | 1,254 Bb   | 1,382 Aa |
| E                              | -30                     | 1,252 Bb   | 1,403 Aa |
| L                              | -50                     | 1,771 Aa   | 1,404 Ab |
| PI                             | -50                     | 1,268 Ba   | 1,369 Aa |
| E                              | -50                     | 1,288 Bb   | 1,426 Aa |

#### 4. CONCLUSÃO

A continuidade de poros avaliada pelos índices K1 e N apresentou variabilidade espacial no solo cultivado em SPD, confirmando a hipótese estabelecida e evidenciando a importância de se distinguir a posição de amostragem em estudos do sistema poroso do solo.

#### REFERÊNCIAS

AHUJA, L.R.; NANEY, J.W.; GREEN, R.E. & NIELSEN, D.R. Macroporosity to characterize spatial variability of hydraulic conductivity and effects of land management. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 48:699–702, 1984.

GROENEVELT, P.H.; KAY, B.D. & GRANT, C.D. Physical assessment of soil with respect to rooting potential. *Geoderma*, 34:101–114, 1984.

RODRIGUES, S.; SILVA, A.P.S.; GIAROLA, N.F.B. & ROSA, J.A. Permeabilidade ao ar em latossolo vermelho sob diferentes sistemas de manejo. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:105–114.