

## DISPONIBILIDADE HÍDRICA DE CHERNOSSOLOS CULTIVADOS COM SOJA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTA MARIA, RS

PABLO LACERDA RIBEIRO<sup>1</sup>; ADILSON LUÍS BAMBERG<sup>2</sup>; ALEX BECKER  
MONTEIRO<sup>1</sup>; CLÁUDIA LIANE RODRIGUES DE LIMA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da água (MACSA), UFPEL–  
[pabloribeirolr@gmail.com](mailto:pabloribeirolr@gmail.com) ; [alexbeckermonteiro@gmail.com](mailto:alexbeckermonteiro@gmail.com); [clrlima@yahoo.com.br](mailto:clrlima@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Embrapa Clima Temperado – [adilson.bamberg@embrapa.br](mailto:adilson.bamberg@embrapa.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Dentre os destinos da água destaca-se a agricultura, pois a irrigação totaliza 70% dos recursos hídricos utilizados no Brasil (ANA, 2013), enquanto que, no Rio Grande do Sul (RS), a agricultura irrigada corresponde a 83,5% da demanda por água aduzida de mananciais (CABRERA et al., 2008).

Culturas de sequeiro de retorno econômico atrativo, como a soja, têm sido introduzidas visando a substituição ou a rotação com arroz irrigado (VERNETTI et al., 2009). Terras baixas destinadas ao cultivo de arroz são caracterizadas, por um relevo plano a suavemente ondulado e graus de hidromorfismo variáveis (PARFITT et al., 2009), que dificultam o cultivo de soja nessas áreas.

Em função da importância do manejo e conservação da água e do solo em conjunto com a atividade agrícola, este trabalho objetivou avaliar as condições físicas de Chernossolos por meio de atributos físico-hídricos em quatro áreas agrícolas manejadas com diferentes tipos de manejos (preparo convencional e plantio direto) e irrigadas por aspersão (pivô central) na Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria, RS.

### 2. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido em 2014/2015 em quatro áreas agrícolas (P1, P2, P3 e P4) produtoras de soja (*Glycine max* (L.)), nos municípios de Dom Pedrito e Rosário do Sul, RS, sendo as coordenadas geográficas: 30° 56' 24,60" S 54° 52' 00,73" O (P1); 30° 45' 55,57" S 54° 46' 31,20" O (P2); 30° 35' 16,91" S 54° 46' 08,29" O (P3) e 30° 31' 50,99" S 54° 47' 27,77" O (P4).

Na safra 2014/2015 todas as áreas avaliadas foram cultivadas com soja sob irrigação por aspersão em sucessão com azevém semeado e pastejado no inverno, com distintos tipos de cultivo do solo: A P1 era manejada com preparo convencional do solo há pelo menos três anos; a P2 era manejada com plantio direto (PD) com aproximadamente dois anos de implantação e P3 e P4 eram áreas de campo nativo pastejado após um ano de instalação de sucessão soja/azevém com plantio direto.

Todas as áreas avaliadas situam-se na margem esquerda do Rio Santa Maria e apresentam Chernossolos (STRECK et al., 2008) como tipo de solo predominante. Foram coletadas amostras com estrutura preservada e não preservada em área com sistema de irrigação por aspersão (pivô central) nas quatro áreas agrícolas, nas camadas de 0,0 a 0,1; 0,1 a 0,2 e 0,2 a 0,4 m em Dezembro de 2014, subdividindo a área irrigada em quatro repetições representativas das condições edáficas de cada local, totalizando 96 amostras (2 tipos de amostras x 3 camadas de solo x 4 repetições x 4 áreas agrícolas).

As amostras com estrutura não preservada foram passadas em peneira de malha 2 mm para a determinação da argila dispersa em água (ADA) e granulometria pelo método da pipeta, conforme EMBRAPA (2011).

As amostras com estrutura preservada foram coletadas utilizando anéis volumétricos de aproximadamente 0,05 m de diâmetro e 0,05 m de altura, as quais foram utilizadas para determinar a curva de retenção de água no solo (CRAS). O

solo foi saturado por capilaridade até atingir a saturação e equilibrado a 1 e 6 kPa em mesa de tensão; 10; 100 e 300 kPa em câmara de pressão de Richards com placa porosa (KLUTE, 1986), por meio do processo de secagem. Ademais, utilizou-se um psicrômetro (WP4c, Decagon Devices) em amostras com estrutura não preservada, para obtenção das tensões maiores do que 300 kPa por meio do processo de umedecimento.

Os dados experimentais de tensão de água versus conteúdo de água volumétrico das amostras de solo foram ajustados conforme o modelo de van GENUCHTEN (1980) utilizando o software Mathcad 2000 (MATHSOFT, 1998).

Após a obtenção dos dados ajustados dos parâmetros empíricos do modelo, a capacidade de campo ( $\theta_{CC}$ ) foi considerada como o valor estimado do conteúdo volumétrico de água retido na tensão de 10 kPa, enquanto o ponto de murcha permanente ( $\theta_{PMP}$ ) foi definido como o valor estimado do conteúdo volumétrico de água retido na tensão de 1.500 kPa. A AD foi calculada pela diferença entre  $\theta_{PMP}$  e  $\theta_{CC}$ .

Os dados foram submetidos à estatística descritiva, sendo calculados a média e o desvio-padrão. Por meio dos coeficientes de correlação de Pearson foram analisadas as correlações entre os atributos avaliados, com auxílio do software Winstat 2.0 (MACHADO; CONCEIÇÃO, 2003).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na camada 0,0 a 0,1 m foi observado conteúdo de água similar entre as áreas avaliadas nas tensões próximas à capacidade de campo, apesar de a P1 possuir textura mais grosseira e ser conduzida com preparo convencional (Figura 1). Isto pode ser atribuído a um efeito compensatório ocorrido em P2, P3 e P4 proveniente das maiores adições de matéria orgânica em superfície, pois o PD, favorece a agregação e a formação de macroporos em detrimento dos microporos (responsáveis pela retenção de água).

Na camada de 0,0 a 0,1 m identificou-se valores de  $\theta_{CC}$  semelhantes entre as áreas avaliadas (Tabela 1). Em relação à  $\theta_{PMP}$ , os valores foram maiores nas áreas com maior conteúdo de argila. Nas demais camadas (0,1 a 0,2 m e 0,2 a 0,4 m), tanto a  $\theta_{CC}$  quanto a  $\theta_{PMP}$  foram superiores quanto maior o teor de argila e menor o teor de silte.

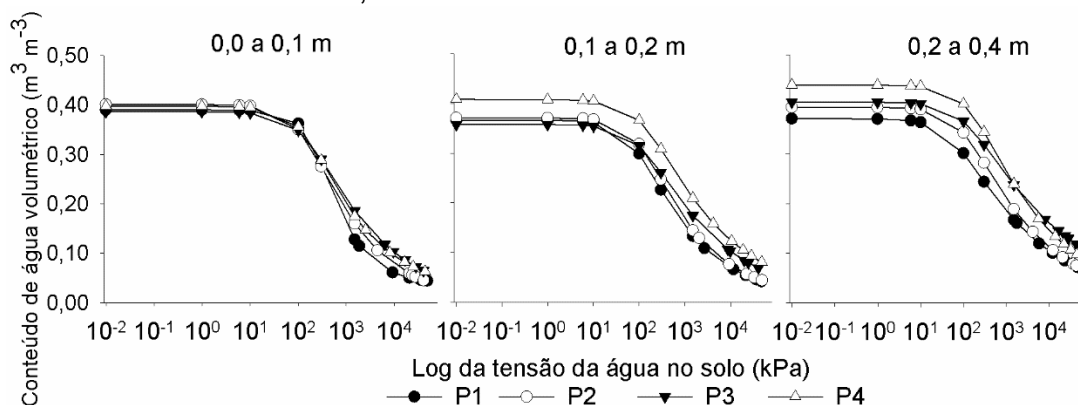
Deste modo, na camada de 0,0 a 0,1 m, as diferenças de AD entre as áreas agrícolas avaliadas ocorreram em resposta às oscilações na  $\theta_{PMP}$ , sendo  $P1 < P2 < P3$  e  $P4$ . Ressalta-se que P1, P2, P3 e P4 tiveram valores de  $\theta_{CC}$  semelhantes, apesar de a P1 apresentar textura mais grosseira, contrariando a lógica encontrada nas camadas subjacentes.

Na camada de 0,1 a 0,2 m, a AD seguiu a tendência  $P1 > P2 > P3$  e  $P4$  e na camada de 0,2 a 0,4 m, a AD foi similar em todas áreas agrícolas. Estes resultados foram consequência, provavelmente, da influência da argila, que, onde era superior, indicou maiores valores de  $\theta_{CC}$  e  $\theta_{PMP}$ , atenuando as diferenças entre AD conforme a classe textural de cada área agrícola.

Ghilberto et al. (2015) sugeriram valores de  $\theta_{CC}$  e  $\theta_{PMP}$  de 0,361 e 0,136  $m^3 m^{-3}$  considerados com melhor qualidade estrutural para Chernossolos. Os valores de  $\theta_{CC}$  e  $\theta_{PMP}$  obtidos, em geral, foram maiores do que os encontrados por Ghilberto et al. (2015). Isso não indica boa qualidade física devido à pequena proporção de poros ocupados por ar na  $\theta_{CC}$  e pela retenção de água em elevadas tensões mesmo quando em quantidades relevantes, apesar dos valores de AD serem considerados ideais ( $0,20 m^3 m^{-3} < AD$ ) ou adequados ( $0,15 < AD < 0,20 m^3 m^{-3}$ ) (Reynolds et al., 2009).

Um impacto direto, prático e relevante gerado pelos atributos físico-hídricos do solo induzidos pelos tipos de cultivo é a recomendação de irrigação para estas áreas. Como exemplo, se for considerada a necessidade de irrigação quando a solução do solo estiver submetida à tensão de 60 kPa, a camada 0,0 a 0,4 m e a eficiência de aplicação de água do pivô central igual a 75%, seria necessário fornecer 18, 15, 12 e 12 mm de água para P1, P2, P3 e P4, respectivamente, para retornar o conteúdo de água no solo à sua capacidade de campo.

Deste modo, o PC adotado na P1 resultou em recomendação de lâmina de irrigação 20, 50 e 50% maior do que nas áreas P2, P3 e P4, que eram manejadas com PD. Entretanto, é preciso considerar outros efeitos do PD, como na cobertura do solo, na fertilidade, na redução do escoamento superficial e da evaporação no início do ciclo das culturas, bem como tantos outros.



**Figura 1.** Curvas de retenção de água no solo em áreas agrícolas produtoras de soja em Chernossolos da bacia hidrográfica do Rio Santa Maria, RS, em diferentes camadas de solo.

**Tabela 1.** Média e desvio padrão de atributos físico-hídricos de áreas agrícolas (AA) produtoras de soja em Chernossolos da bacia hidrográfica do Rio Santa Maria, RS, avaliados em diferentes camadas do solo

AA	ADA <sup>1</sup>	Argila	Silte	Areia	Classe Textural	$\theta_{CC}^2$	$\theta_{PMP}^3$	AD <sup>4</sup>
						----- % -----		
0,0 a 0,1 m								
P1	6,60 ± 4,86	17,20 ± 3,59	61,65 ± 3,69	21,15 ± 4,13	Franco Siltoso	0,390 ± 0,036	0,134 ± 0,009	0,256 ± 0,027
P2	6,90 ± 2,70	21,88 ± 2,39	60,89 ± 2,29	17,23 ± 1,63	Franco Siltoso	0,398 ± 0,041	0,161 ± 0,010	0,237 ± 0,037
P3	14,30 ± 5,31	26,23 ± 3,66	51,36 ± 1,46	22,41 ± 3,62	Franco Siltoso	0,384 ± 0,024	0,187 ± 0,008	0,196 ± 0,017
P4	11,85 ± 5,57	26,54 ± 4,23	43,10 ± 8,48	30,36 ± 8,42	Franco Argiloso	0,399 ± 0,036	0,169 ± 0,011	0,230 ± 0,027
0,1 a 0,2 m								
P1	8,48 ± 5,18	17,60 ± 2,27	59,91 ± 4,36	22,48 ± 3,41	Franco Siltoso	0,357 ± 0,023	0,129 ± 0,010	0,229 ± 0,022
P2	10,14 ± 2,38	22,81 ± 6,46	58,92 ± 3,49	18,27 ± 3,55	Franco Siltoso	0,367 ± 0,017	0,143 ± 0,006	0,224 ± 0,011
P3	14,73 ± 5,18	25,81 ± 3,83	49,83 ± 1,98	24,36 ± 5,56	Franco Siltoso	0,354 ± 0,021	0,173 ± 0,012	0,181 ± 0,010
P4	19,46 ± 10,02	30,61 ± 8,96	41,32 ± 8,48	28,07 ± 3,87	Franco Siltoso	0,404 ± 0,063	0,209 ± 0,027	0,195 ± 0,046
0,2 a 0,4 m								
P1	15,99 ± 9,36	25,14 ± 5,09	54,46 ± 4,35	20,40 ± 1,86	Franco Siltoso	0,355 ± 0,014	0,159 ± 0,009	0,196 ± 0,006
P2	15,52 ± 4,25	29,49 ± 6,29	51,44 ± 3,22	19,07 ± 5,66	Fran. Arg. Silt.	0,390 ± 0,020	0,191 ± 0,014	0,199 ± 0,020
P3	26,60 ± 7,56	43,96 ± 7,48	37,96 ± 3,92	18,08 ± 5,72	Argila	0,401 ± 0,020	0,238 ± 0,022	0,163 ± 0,015
P4	20,42 ± 5,71	31,68 ± 9,48	34,86 ± 9,81	33,46 ± 10,62	Franco Siltoso	0,436 ± 0,060	0,238 ± 0,027	0,199 ± 0,038

<sup>1</sup>Argila dispersa em água; <sup>2</sup>Umidade volumétrica na capacidade de campo; <sup>3</sup>Umidade volumétrica no ponto de murcha permanente; <sup>4</sup>Água disponível às plantas.

Os teores de argila e silte tiveram correlação com as características referentes à retenção e a disponibilidade de água (Tabela 2). O teor de argila correlacionou-se positivamente com a  $\theta_{CC}$  e  $\theta_{PMP}$ , e negativamente com a AD, enquanto o silte demonstrou efeito contrário.

Estes resultados afirmam que nos Chernossolos, a Pt é composta principalmente por microporos que retêm água em elevadas tensões (tensões > 1.500 kPa) e, com o aumento da argila, a quantidade de água indisponível é

consequentemente maior. Áreas com maior teor de silte tiveram maior disponibilidade de água, resultante de menores valores da  $\theta_{PMP}$ .

**Tabela 2.** Coeficientes de correlação de Pearson entre os atributos avaliados em áreas agrícolas produtoras de soja em Chernossolos da bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria, RS.

Atributos <sup>1</sup>	Argila	Silte	Areia	$\theta_{CC}$	$\theta_{PMP}$	AD
ADA	0,87**	-0,70**	-0,06 <sup>ns</sup>	0,36*	0,72**	-0,39**
Argila		-0,74**	-0,16 <sup>ns</sup>	0,46**	0,78**	-0,34**
Silte			-0,55**	-0,48**	-0,80**	0,35*
Areia				0,13 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>
$\theta_{CC}$					0,60**	0,46**
$\theta_{PMP}$						-0,43**

<sup>1</sup>ADA: argila dispersa em água;  $\theta_{CC}$ : conteúdo de água volumétrico na capacidade de campo;  $\theta_{PMP}$ : conteúdo de água volumétrico no ponto de murcha permanente; AD: Água disponível às plantas. ns: não significativo a  $p < 0,05$ ; \*: significativo a  $p < 0,05$ ; \*\*: significativo a  $p < 0,01$ .

#### 4. CONCLUSÕES

As áreas avaliadas apresentam condições físicas de solo inferiores àquelas consideradas adequadas para o pleno desenvolvimento da soja em Chernossolos manejados tanto sob preparo convencional quanto sob plantio direto

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília, 2013. Acessado em 17 de ago. 2018. Online. Disponível em: [http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil\\_2013\\_Final.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil_2013_Final.pdf).
- CABRERA, L.D.C.; COSTA, F.P.; PRIMEL, E.G. Estimativa de risco de contaminação das águas por pesticidas na região sul do estado do RS. **Química Nova**, v.31, n.8, p.1.982-1.986, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2011. 2ed. 212p.
- GHIBERTO, P.J.; IMHOFF, S.; LIBARDI, P.L.; SILVA, A.P. da; TORMENA, C.A.; PILATTI, M.A. Soil physical quality of Mollisols quantified by a global index. **Scientia Agricola**, v.72, n.2, p.67-174, 2015.
- Klute, A. Water retention: Laboratory methods. In: KLUTE, A. (Org.). **Methods of soil analysis: Physical and mineralogical methods**. Madison: American Society Agronomy, 1986. 2ed. p.635-660.
- Machado, A.A.; Conceição, A.R. **Sistema de análise estatística para Windows**. Winstat, versão 2.0. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2003. 42p.
- MATHSOFT. **Mathcad 8 professional academic**. Cambridge, 1998. Acessado em: 18 ago. 2018. Online. Disponível em: <http://www.mathsoft.com>.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; Nascimento, P.D.; Schneider, P.; giasson, E.; Pinto, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 2008, 222p.
- van GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.44, n.5, p.892-898, 1980.
- VERNETTI, F.J.; GOMES, A.S.; SCHUCH, L.O.B. Sucessão de culturas em solos de várzea implantadas nos sistemas plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.15, n.1-4, p.37-42, 2009.
- PARFITT, J.M.B.; TIMM, L.C.; PAULETTO, E.A.; SOUSA, R.O.D.; CASTILHOS, D.D.; ÁVILA, C.L.D.; RECKZIEGEL, N.L. Spatial variability of the chemical, physical and biological properties in lowland cultivated with irrigated rice. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.4, p.819-830, 2009.