

Condições físicas de um Argissolo Vermelho distrófico arênico após oito ciclos de cultivo e uso de dejetos de suínos

**PAULO IVONIR GUBIANI⁽¹⁾, DALVAN JOSÉ REINERT⁽²⁾, JOSÉ MIGUEL REICHERT⁽²⁾,
CARLOS ALBERTO CERETTA⁽²⁾ & MAURÍCIO KUNZ⁽³⁾**

RESUMO – Atributos físicos do solo como a densidade do solo, a condutividade hidráulica e a distribuição do tamanho de poros e de agregados, sensíveis às alterações volumétricas, são utilizados como indicativos de modificações estruturais no solo que podem ser ocasionadas pela adição continuada de dejetos de suínos. Dessa forma, o trabalho teve como objetivo verificar a influência da aplicação de 0, 20, 40 e 80 m³ ha⁻¹ de dejetos de suínos em atributos físicos de um Argissolo Vermelho distrófico arênico, com oito ciclos de cultivo. Foram feitas avaliações da condutividade hidráulica de solo saturado, densidade do solo, porosidade total, microporosidade, macroporosidade, distribuição do tamanho de poros e distribuição do tamanho de agregados estáveis em água e a seco. O aumento da dose de dejetos de suínos incrementou a produção de matéria seca das culturas, totalizando ao final dos oito ciclos 56; 88; 105 e 143 Mg ha⁻¹ de matéria seca, respectivamente para os tratamentos 0, 20, 40 e 80 m³ ha⁻¹. Não houve diferença estatística significativa entre as doses de dejetos nas variáveis densidade do solo, porosidade total, microporosidade, macroporosidade, condutividade hidráulica e distribuição do tamanho de poros. Contudo, houve diferença estatística significativa entre as doses de dejetos e a distribuição do tamanho de agregados apenas na classe de tamanho 2-1 mm, na qual as maiores doses de 40 e 80 m³ ha⁻¹ apresentaram um maior percentual de agregação, respectivamente de 11,72 e 12,87 %. Esta diferença, porém não promoveu aumento significativo no diâmetro médio geométrico e no índice de estabilidade, medido pela relação DMG/DMG_{seco}. Os resultados obtidos neste trabalho demonstraram que alterações em atributos físicos de um solo com histórico de plantio direto, foram pouco influenciadas pela aplicação de dejetos de suínos. A relação inversa entre doses de dejetos e porcentagem de agregados na classe de 8-4,76 mm, sugere que informações complementares como conteúdo de carbono orgânico e quantidade e tipos de constituintes do dejetos são importantes para ajudar compreender melhor essas relações.

Introdução

O uso de dejetos de suínos na agricultura constitui-se numa alternativa de descarte desse resíduo que pode ser usado como um fertilizante alternativo com potencial de contribuir na melhoria das condições físicas do solo.

A adição de dejetos de suínos no solo pode modificar a dinâmica do processo de agregação e alterar as propriedades físicas do solo dependentes da estrutura. No entanto, segundo Mello et al. [1], as alterações em atributos estruturais podem ocorrer de forma mais lenta caso o solo originalmente possua uma boa estrutura e, dessa forma, o incremento na agregação, devido à adição de compostos orgânicos e ao possível incremento da atividade biológica, pode ser menos evidente. Esses autores relatam trabalhos nos quais a aplicação de lodo de esgoto, independentemente da textura do solo, não modificou as propriedades que influenciam a transmissão de água no solo e a estabilidade de agregados não sofreu alteração em solos argilosos e solos bem estruturados.

Trabalhando com lodo de esgoto e composto de lixo, ambos incorporados ao solo, Marciano et al. [2] verificaram diferença na condutividade hidráulica, porém Jorge et al. [3] não observaram diferença na infiltração de água, na densidade e na porosidade após quatro anos de aplicação de lodo de esgoto incorporado ao solo.

Mencionando trabalhos de vários autores, Reichert et al. [4], destacam que são inúmeros os fatores importantes no processo de formação e estabilização dos agregados, como a textura, a mineralogia da fração argila, o tipo e teor de cátions presentes, os tipos de microrganismos, as raízes de plantas e resíduos vegetais e o sistema de manejo do solo.

A melhoria da qualidade estrutural do solo pela adição de material orgânico é verificada a partir do momento em que há um incremento efetivo do teor de matéria orgânica no solo [5], porém pode se dar em longo prazo caso as adições sejam pouco superiores às perdas [6].

Atributos físicos do solo como a densidade do solo, a condutividade hidráulica e a distribuição do tamanho de poros e de agregados, sensíveis às modificações volumétricas, podem ser utilizados como indicadores da condição estrutural do solo e para avaliar a qualidade física do solo.

⁽¹⁾ Engº Agrônomo, Aluno do Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Av. Roraima, UFSM-CCR-Departamento de Solos, prédio 42, sala 3017, Santa Maria, RS, CEP 97105-900. E-mail: pgubiani@yahoo.com.br (apresentador do trabalho).

⁽²⁾ Professor Adjunto do Departamento de Solos da UFSM. Av. Roraima, UFSM-CCR-Departamento de Solos, prédio 42, sala 3312, Santa Maria, RS, CEP 97105-900.

⁽³⁾ Aluno de Graduação do Curso de Agronomia da UFSM. Av. Roraima, UFSM-CCR-Departamento de Solos, prédio 42, sala 3017, Santa Maria, RS, CEP 97105-900.

Dessa forma, o trabalho teve como objetivo verificar a influência da aplicação de dejetos de suínos em atributos físicos de um Argissolo Vermelho distrófico arênico após oito ciclos de cultivo.

Palavras-chave: Condutividade hidráulica, distribuição do tamanho de poros, agregação do solo.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Santa Maria (RS), em delineamento blocos ao acaso com três repetições, no período 2000 a 2007, num Argissolo Vermelho distrófico arênico, com histórico de oito anos de plantio direto. Os teores de argila, silte e areia do horizonte Ap ao Bt variaram, respectivamente, de 170 a 290 g kg⁻¹, 300 a 370 g kg⁻¹ e 340 a 530 g kg⁻¹ [7].

Os tratamentos constaram das doses de 0, 20, 40 e 80 m³ ha⁻¹ de dejetos de suínos, aplicados antes da implantação de cada ciclo de cultivo (2000/2001; 2001/2002; 2002/2003; 2003/2004; 2004/2005; 2005/2006; 2006/2007).

Amostras com estrutura preservada foram coletadas em outubro de 2006 com cilindros metálicos de 0,040 x 0,057 m, nas camadas 0-0,05; 0,10-0,15; 0,20-0,25 e 0,30-0,35 m, para as análises de condutividade hidráulica de solo saturado, pelo método do permeâmetro de carga variável, descrito por Libardi [8]; densidade do solo, pelo método descrito por Embrapa [9]; porosidade total, microporosidade, macroporosidade e distribuição do tamanho de poros, pelo método da coluna de areia, conforme descrito por Reinert & Reichert [10]. Para a análise da distribuição do tamanho de agregados foram coletadas amostras na profundidade de 0,05 m. O tamanho de agregados estáveis em água e a seco foi determinado de acordo com a metodologia de Kemper & Chepil [11].

Os dados de condutividade hidráulica, densidade do solo, porosidades e distribuição do tamanho de poros foram submetidos à análise de variância pelo modelo bifatorial (dose x profundidade) e teste de Tukey a 5% para comparação de médias. Os dados de agregados foram submetidos à análise de variância, fator único (dose) e teste de Tukey a 5% para comparação de médias.

Resultados e discussão

A análise estatística dos dados não apresentou interação entre doses de dejetos e profundidades para as variáveis analisadas. Não houve diferença estatística significativa entre as doses de dejetos nas variáveis: densidade do solo, porosidade total, microporosidade, macroporosidade, condutividade hidráulica (Tabela 1) e distribuição do tamanho de poros em todas as classes de tamanho (Tabela 3). Esses resultados sugerem que o solo, com um histórico de oito anos de plantio direto, já se encontrava numa condição estrutural estável e/ou os oito ciclos seguintes de cultivo e uso de dejetos, não

adicionaram matéria orgânica em quantidade suficiente para provocar modificações nos atributos sensíveis à variação da estrutura do solo.

A produção de matéria seca em todos os ciclos de cultivo foi maior à medida que aumentaram as doses de dejetos (Tabela 2), totalizando ao final dos oito ciclos 56; 88; 105 e 143 Mg ha⁻¹ de massa seca, respectivamente para os tratamentos 0, 20, 40 e 80 m³ ha⁻¹. No entanto, a diferença de 87 Mg ha⁻¹ (11 Mg ha⁻¹ por ciclo de cultivo) de massa seca da maior dose de dejetos em relação ao tratamento que não recebeu dejetos, não foi suficiente para promover alterações significativas nos atributos físicos do solo, embora todo esse resíduo vegetal tenha permanecido na parcela.

Pela distribuição do tamanho de poros, verifica-se em todos os tratamentos que a maioria dos poros se encontram na classe < 30 mm de diâmetro, demonstrando que em tensões inferiores a 10 kPa a maior parte do espaço poroso está ocupado com água (Tabela 2). Isso se deve à grande diferença entre o volume de microporos em relação aos macroporos, (Tabela 1), o que confere maior energia de retenção da água.

Em relação à profundidade, foram verificadas diferenças estatísticas para todas as variáveis estudadas, exceto para a distribuição do tamanho de poros, nas classes de tamanho > 297 e 50-30 mm (Tabela 1). Variações no perfil do solo ocorrem naturalmente e como consequência das pressões sofridas durante o manejo, sendo comum um incremento da densidade do solo nas profundidades entre 0,10 e 0,25 m resultando em uma menor porosidade total e, principalmente, macroporosidade, com consequente redução da condutividade hidráulica.

A distribuição de tamanhos de agregados estáveis em água apresentou diferença estatística significativa entre as doses de dejetos apenas na classe de tamanho 2-1 mm, onde as maiores doses de 40 e 80 m³ h⁻¹ apresentaram um maior percentual de agregação, respectivamente de 11,72 e 12,87 % (Tabela 4). No entanto, não houve aumento significativo na agregação, medida pelo diâmetro médio geométrico (DMG), nem maior índice de estabilidade (IE), calculado pela relação entre DMG/DMG_{seco} (Tabela 4). Porém, Campos et al. [12], avaliando sistemas de cultivo e de rotação de culturas em Latossolo com média de 40 % de argila, verificaram alta correlação entre o conteúdo de carbono orgânico e o DMG, e entre atividade microbiana e DMG.

Para a classe de 8-4,76 mm, embora não tenha havido diferença significativa, percebe-se uma relação inversa entre doses de dejetos e porcentagem de agregados (Tabela 4). Isso sugere que elementos ou compostos do dejetos podem ter efeito dispersante, semelhante ao efeito da substituição do Al³⁺ (maior poder floculante) do complexo de troca pelo Ca²⁺, depois de efetuada uma calagem em solos ácidos.

Conclusões

Nas condições deste estudo, os resultados obtidos demonstraram que os atributos físicos de um solo com

histórico de oito anos de plantio direto foram pouco influenciadas pela aplicação de dejetos de suínos.

Porém, o aumento da dose de dejetos de suínos incrementou a produção de matéria seca das culturas, e isso, num período maior, poderá contribuir para a melhoria da estrutura do solo.

A relação inversa entre doses de dejetos e porcentagem de agregados na classe de 8-4,76 mm, sugere que informações complementares como conteúdo de carbono orgânico e quantidade e tipos de constituintes do dejetos podem ser importantes para explicar melhor essas relações.

Agradecimentos

Agradecemos à equipe do professor Carlos Alberto Ceretta pelo convite para realizarmos esse trabalho.

Referências

- [1] MELLO de, V.P.; BEUTLER, A.N.; SOUZA de, Z.M.; CENTURION, J.F. & MELO, W.J. 2004. Atributos físicos de Latossolos adubados durante cinco anos com biossólido. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 39: 67-72.
- [2] MARCIANO, C.R.; MORAES, F.C. & MATTIAZZO, M.E. 2001. Efeito do lodo de esgoto e do composto de lixo urbano sobre a condutividade hidráulica de um Latossolo Amarelo saturado e não saturado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 25: 1-9.
- [3] JORGE, J.A.; CAMARGO, O.A. & VALADARES, J.M.A.S. 1991. Condições físicas de um Latossolo Vermelho-escuro quatro anos após aplicação de lodo de esgoto e calcário. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 15:237-240.
- [4] REICHERT, J.M.; LIMA de, C.L.R.; DALMOLIN, R.S.D.; REINERT, D.J.; GONÇALVES, C. & NUNES, M. 2006. Agregação de um planossolo sistematizado há um ano e sob cultivo de arroz irrigado. Ciência Rural, 36: 837-844.
- [5] REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. & SILVA, V.R. 2001. Propriedades físicas de solos em sistema de plantio direto irrigado. In: CARLESSO, R.; PETRY, M.T.; ROSA, G.M. & CERETTA, C.A. (Eds.). Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul. Santa Maria. p.114-133.
- [6] MIELNICZUCK, J. & BAYER, C. 2001. Propriedades físicas de solos em sistema de plantio direto irrigado. In: CARLESSO, R.; PETRY, M.T.; ROSA, G.M. & CERETTA, C.A. (Eds.). Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul. Santa Maria. p.114-133.
- [7] CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; VIEIRA, F.C.B.; HERBES, M.G.; MOREIRA, I.C.L. & BERWANGES, A.L. 2005. Dejetos líquidos de suínos: I - perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. Ciência Rural, 35: 1296-1304.
- [8] LIBARDI, P. L. 2005. *Dinâmica da água no solo*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 335p.
- [9] EMBRAPA. 1997. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 212 p.
- [10] REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. 2006. Coluna de areia para medir a retenção de água no solo – protótipos e teste. Ciência Rural, 36: 1931-1935.
- [11] KEMPER, W. D. & CHEPIL, W.S. 1965. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ENSMINGER, L.E. & CLARK, F.E. (Eds.). Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Part 1. Madison: American Society of Agronomy. p.499-510.
- [12] CAMPOS de, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLODI, R.; RUEDEL, J. & PETRERE, C. 1995. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 19: 121-126.

Tabela 1. Densidade do solo, porosidade total, microporosidade, macroporosidade e condutividade hidráulica sob diferentes doses de dejetos de suínos em diferentes camadas do solo.

Camadas (m)	Doses de dejetos (m³ ha ⁻¹)				
	0	20	40	80	Média
Densidade do solo (Mg m ⁻³)					
0 - 0,05	1,5	1,48	1,45	1,46	1,47 B
0,10-0,15	1,62	1,66	1,62	1,64	1,64 A
0,20-0,25	1,6	1,71	1,6	1,6	1,63 A
0,30-0,35	1,48	1,48	1,47	1,48	1,48 B
Média	1,55 a	1,58 a	1,54 a	1,55 a	
Porosidade total (m³ m ⁻³)					
0 - 0,05	0,40	0,42	0,42	0,42	0,41 A
0,10-0,15	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35 B
0,20-0,25	0,38	0,34	0,36	0,38	0,36 B
0,30-0,35	0,43	0,41	0,43	0,42	0,42 A
Média	0,39 a	0,38 a	0,39 a	0,39 a	
Microporosidade (m³ m ⁻³)					
0 - 0,05	0,35	0,34	0,34	0,35	0,34 A
0,10-0,15	0,31	0,29	0,27	0,27	0,28 C
0,20-0,25	0,32	0,29	0,3	0,29	0,30 BC
0,30-0,35	0,31	0,31	0,3	0,3	0,31 B
Média	0,32 a	0,31 a	0,30 a	0,30 a	
Macroporosidade (m³ m ⁻³)					
0 - 0,05	0,06	0,08	0,08	0,07	0,07 B
0,10-0,15	0,06	0,06	0,08	0,08	0,07 B
0,20-0,25	0,05	0,04	0,07	0,09	0,06 B
0,30-0,35	0,12	0,1	0,12	0,11	0,11 A
Média	0,07 a	0,07 a	0,09 a	0,09 a	
Condutividade hidráulica de solo saturado (mm h ⁻¹)					
0 - 0,05	16,99	20,21	15,59	13,75	16,64 B
0,10-0,15	35,58	65,60	33,98	32,51	41,92 AB
0,20-0,25	26,84	19,23	43,36	31,16	30,15 B
0,30-0,35	65,79	50,27	87,66	68,19	67,97 A
Média	36,30 a	38,83 a	45,15 a	36,40 a	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 2. Produção de matéria seca no período de 2000 a 2007 com diferentes composições de culturas e doses de dejetos de suínos.

Ano Agrícola	Composição de culturas	Dose de dejetos m ³ ha ⁻¹			
		0	20	40	80
		Matéria seca (Mg ha ⁻¹)			
2000/2001	aveia preta/milho/nabo forrageiro	6,4	13,6	20,0	23,0
2001/2002	aveia preta/milho/nabo forrageiro	5,4	8,3	11,3	15,4
2002/2003	aveia preta/milheto/feijão preto	11,5	14,3	15,1	29,7
2003/2004	aveia+ervilhaca/milho	11,3	16,9	19,0	25,6
2004/2005	aveia+ervilhaca/milho	7,5	11,5	14,6	19,6
2005/2006	aveia preta/feijão preto/crotalária júncea	5,7	10,8	11,1	13,9
2006/2007	aveia preta/milho	7,7	12,5	14,1	15,4
	Total	55,6	87,8	105,3	142,5

Tabela 3. Distribuição do tamanho de poros sob diferentes doses de dejetos de suínos em diferentes camadas do solo.

Camadas (m)	Doses de dejetos (m³ ha⁻¹)				Média
	0	20	40	80	
Volume de poros (m³ m⁻³) na classe > 297 mm					
0 - 0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04 A
0,10-0,15	0,06	0,02	0,03	0,03	0,04 A
0,20-0,25	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03 A
0,30-0,35	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03 A
Média	0,04 a	0,03 a	0,03 a	0,03 a	
Volume de poros (m³ m⁻³) na classe 297- 50 mm					
0 - 0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05 B
0,10-0,15	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05 B
0,20-0,25	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05 B
0,30-0,35	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07 A
Média	0,05 a	0,05 a	0,06 a	0,05 a	
Volume de poros (m³ m⁻³) na classe 50- 30 mm					
0 - 0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02 A
0,10-0,15	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02 A
0,20-0,25	0,02	0,02	0,05	0,02	0,03 A
0,30-0,35	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02 A
Média	0,02 a	0,02 a	0,03 a	0,02 a	
Volume de poros (m³ m⁻³) na classe < 30 mm					
0 - 0,05	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33 A
0,10-0,15	0,28	0,27	0,26	0,25	0,26 B
0,20-0,25	0,29	0,27	0,24	0,27	0,27 B
0,30-0,35	0,28	0,29	0,28	0,28	0,28 B
Média	0,29 a	0,29 a	0,28 a	0,28 a	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 4. Classes de distribuição do tamanho de agregados estáveis em água, diâmetro médio geométrico (DMG) e índice de estabilidade (IE) sob diferentes doses de dejetos de suínos, na profundidade de 0-0,05 m.

Doses de dejetos ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	Classes (mm)					DMG (mm)	IE
	8 - 4,76	4,72 - 2	2 - 1	1 - 0,2	< 0,2		
0	34,48 A	16,71 A	8,75 B	17,59 A	22,46 A	1,34 A	0,55 A
20	27,58 A	12,40 A	8,78 B	23,85 A	27,39 A	0,97 A	0,33 A
40	19,67 A	14,88 A	11,82 A	27,55 A	26,07 A	0,93 A	0,31 A
80	18,50 A	16,44 A	12,77 A	28,65 A	23,64 A	0,97 A	0,34 A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.