

Influência da aplicação superficial de resíduos orgânicos sobre a qualidade física de um Latossolo Vermelho

Vanderlei Rodrigues da Silva¹; Altamir Mateus Bertollo²; Alex Dellai²; Cristiano Bellé²; Diego Ricardo Menegol²; Rodrigo Ferreira da Silva¹

⁽¹⁾ E Eng. Agr. Dr. Professor Adjunto Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS, Vanderlei@ufsm.br; ⁽²⁾ Eng. Agr. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Agricultura e Ambiente; Universidade Federal de Santa Maria.

RESUMO: Associado ao aumento do consumo de alimentos está à produção de resíduos orgânicos. Para diminuir a quantidade de resíduos lançados no meio ambiente, tem-se estudado a utilização destes como insumos na agricultura. Assim, o trabalho tem como objetivo avaliar a influência da aplicação de resíduos orgânicos na qualidade física de um Latossolo Vermelho. Para isto, foram coletadas amostras de solo indeformadas em duas profundidades (0 a 5 e 5 a 10 cm), em área de mata nativa e nas parcelas com adubação mineral formulada (NPK), com nenhuma adubação e com aplicação de 50 e 100 m⁻³ ha⁻¹ dos resíduos de cama aviária, composto orgânico de lixo urbano e dejetos líquidos de suínos. Foram avaliados os parâmetros físicos de densidade relativa do solo, densidade máxima do solo, densidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total, pressão de pré-consolidação, índice de compressão e resistência à penetração. A área com mata nativa apresenta os menores valores de densidade do solo, os maiores valores de porosidade, maior índice de compressão e menor valor de resistência à penetração, demonstrando que o solo não cultivado tem uma qualidade maior quando comparado a áreas cultivadas. A aplicação superficial de 100 m⁻³ ha⁻¹ de composto orgânico diminuiu esta degradação. Com isso, conclui-se que a aplicação contínua de uma considerável quantidade de resíduo na superfície do solo atua de forma benéfica na reestruturação da qualidade física do solo, diminuindo os efeitos causados pelo preparo e cultivo do solo.

Termos de indexação: Dejetos líquidos de suínos, cama de aves, composto orgânico de lixo urbano.

INTRODUÇÃO

O acréscimo demográfico e melhora no poder aquisitivo têm ocasionado o aumento no consumo de produtos, acarretando em produções elevadas de resíduos industriais e urbanos. De acordo com Corrêa (2006), a utilização destes resíduos na agricultura permite a eliminação de resíduos, propiciando o aproveitamento dos elementos nutritivos e compostos orgânicos nele contidos pelas plantas. Além disso, esses resíduos podem

contribuir para melhorias na qualidade física, química e biológica do solo e para a diminuição do uso de fertilizantes inorgânicos (MELO et al. 2001; TSUTIYA et al., 2001).

O presente estudo tem por objetivo avaliar a influência da aplicação de resíduos orgânicos sobre a qualidade física de um Latossolo Vermelho.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Frederico Westphalen – RS. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico (Embrapa, 2006). O clima característico do local é o subtropical úmido, tipo Cfa, conforme determinação de Köppen (Moreno, 1961).

Na área em estudo, vem sendo conduzido trabalho com utilização de resíduos na agricultura. Os materiais aplicados são cama de aves (C.A.), composto orgânico de resíduo urbano (C.O.) e dejetos líquidos de suínos (DLS), nas doses de 50 e 100 m⁻³ ha⁻¹. A aplicação dos resíduos é realizada antecedendo a semeadura das culturas comerciais e o material é distribuído na superfície do solo, sem incorporação. A implantação ocorreu em 2009, antecedendo a semeadura de Girassol e a sequência das culturas implantadas na área foi: Canola / Milho / Canola / Milho / Aveia Preta e Feijão, este que foi semeado em outubro de 2012, em sistema de semeadura direta. Na **Tabela 1** apresenta-se a análise dos materiais aplicados e na **Tabela 2** a quantidade de nutriente aplicado por tratamento.

Tabela 1. Análise dos resíduos utilizados na área experimental, Matéria Seca (MS), Densidade (Ds) N mineral (Nm), N total (Nt), K total (Kt) e P total (Pt).

Resíduo	M.S.	Ds	Nm	Nt	Kt	Pt
	%	g dm ⁻³				
C.A.	84,15	390,70	0,97	10,24	1,60	0,99
C.O.	68,79	809,59	0,42	5,95	0,00	0,84
DLS	1,81	1005,00	0,32	0,81	0,02	0,10

Tabela 2. Quantidade de nutriente aplicado (kg ha^{-1}) nos tratamentos com utilização de resíduos em um Latossolo Vermelho.

Manejo	N Total	N Mineral	P	K
	----- kg ha^{-1} -----			
Mata	-	-	-	-
Zero	0,00	0,00	0,00	0,00
NPK	60,00	-	50,00	50,00
DLS 50	40,69	15,97	0,81	4,79
DLS 100	81,39	31,95	1,63	9,58
C.A. 50	512,00	48,33	49,60	80,12
C.A. 100	1023,99	96,67	99,20	160,24
C.O. 50	297,74	21,20	41,92	0,00
C.O. 100	595,48	42,41	83,85	0,00

Para a realização deste trabalho, foram utilizadas as áreas com histórico de aplicação dos resíduos de cama de aves (C.A. 50 e C.A. 100), composto orgânico de resíduo urbano (C.O. 50 e C.O. 100), dejetos líquidos de suínos (DLS 50 e DLS 100), adubação química (NPK), sem adubação (Zero) e mata nativa (Mata), com seis repetições para cada tratamento, totalizando 54 unidades.

Para a análise dos parâmetros de qualidade física do solo, porosidade e densidade do solo (Ds), foram coletadas amostras indeformadas de solo, em cilindros metálicos de $98,12 \text{ cm}^3$ de área, nas profundidades de 0 a 5 e 5 a 10 cm. A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico, os cálculos de porosidade foram determinados através da Câmara de Richards (Embrapa, 1997). Para determinar o índice de compressão e pressão de pré-consolidação as amostras foram submetidas ao ensaio de compressão uniaxial (Silva et al., 2007) determinando a densidade do solo máxima na pressão de 1600 KPa. Para avaliar a resistência do solo à penetração, foi utilizado penetrometro digital, modelo PLG 1020, com ponta em forma de cone com diâmetro de 12,83 mm, com as aquisições de dados adquiridas a cada 0,01m.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Tabela 3**, é possível visualizar que, em ambas as profundidades, o solo da área de Mata apresentou menores valores de Densidade do solo relativa (Dsr) do que as áreas cultivadas. Este resultado é devido à condição original do solo sob vegetação nativa, com maiores teores de matéria orgânica, maior porosidade e menor densidade, que

resultam em valores baixos de densidade relativa, já que esta se trata de uma relação direta entre a situação atual do solo e a máxima possível. Os valores de Dsr encontrados ficaram, com exceção dos tratamentos NPK e C.A. 50 das camadas subsuperficiais, abaixo de 0,80, que podem ser prejudiciais ao desenvolvimento das culturas (Beutler et al., 2005) em função da redução da capacidade de armazenamento de água no solo (Lindstron e Voorhees, 1994). Contudo, não foram encontrados valores de Dsr maiores de 0,87, considerados prejudiciais ao desenvolvimento das culturas (Beutler et al., 2005). Analisando a camada de 5 a 10 cm tem-se variação para os tratamentos NPK, DLS 100, C.A. 50, C.A. 100, C.O. 50 e C.O. 100, onde os valores de Dsr encontraram-se inferiores na camada superficial, isto devido ao maior acúmulo de matéria orgânica nestas camadas.

Para os valores de densidade do solo na profundidade de 0 a 5 cm, com exceção da parcela onde foram aplicados $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de CO, os demais tratamentos diferiram estatisticamente da mata. Mostrando que ocorre uma degradação da qualidade do solo através do cultivo agrícola.

Para a profundidade de 5 a 10 cm os valores de densidade do solo encontram-se entre 0,88 e 1,33 Mg m^{-3} para Mata e NPK, respectivamente. Para esta camada de solo, há diferença significativa para todos os tratamentos comparando-os com a mata. Isto se justifica pelo fato dos resíduos e formulação química serem aplicados superficialmente, sem incorporação. Analisando a variação na profundidade, não ocorreram alterações para os tratamentos Mata, Zero e DLS 50. Para os demais, há um aumento da densidade do solo na camada subsuperficial.

A densidade do solo máxima (Dsm) na profundidade de 0 a 5 cm apresentou mudanças significativas com os tratamentos utilizados. Os tratamentos Zero, NPK, DLS 50 e DLS 100 apresentaram os maiores valores, enquanto que a Mata e C.O. 100 apresentaram os menores valores. Segundo Assis e Lanças (2005), no sistema de plantio direto, o revolvimento do solo é restrito à linha de semeadura, mas o tráfego de máquinas ocorre em toda a área, resultando num aumento da compactação em superfície. Para a profundidade de 5 a 10 cm, os tratamentos onde o solo é cultivado foram inferiores à Mata. Comparando entre as profundidades, tem-se um aumento da densidade máxima na camada subsuperficial para os tratamentos Mata, C.O. 100, C.A. 50 e C.A.100.

O solo sob mata, por não ter sido cultivado, apresentou o menor valor de ds e maiores valores de macroporosidade e porosidade total (**Figura 1**).

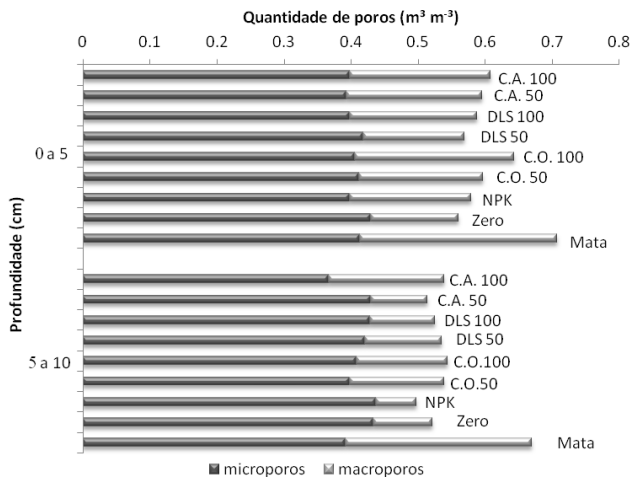


Figura 1. Distribuição de poros, em diferentes profundidades, de um Latossolo Vermelho com aplicação superficial de resíduos orgânicos.

Mata nativa (Mata), sem adição de nutrientes (Zero), com adição de formulação química (NPK), com adição de 50 m³ ha⁻¹ de dejetos líquido de suínos (DLS 50), com adição de 100 m³ ha⁻¹ de dejetos líquido de suínos (DLS 100), adição de 50 m³ ha⁻¹ de cama de aviário (CA 50), adição de 100 m³ ha⁻¹ de cama de aviário (CA 100), adição de 50 m³ ha⁻¹ de composto orgânico de lixo urbano (C.O 50) e adição de 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico de lixo urbano (C.O 100)

Para a camada de 5 a 10 cm de profundidade, os tratamentos Mata e C.A. 100 apresentaram os maiores valores de macroporos. Os tratamentos Zero, NPK, DLS 100 e C.A. 50 apresentaram valores inferiores a 0,10 m³ m⁻³, valores considerados por VOMOCIL e FLOCKER (1961) como limitantes para o crescimento radicular.

Os valores de porosidade total na camada de 0 a 5 cm foram capazes de diferir os tratamentos Zero e DLS 50 como os menores (**Figura 1**). Os tratamentos Mata e C.O. 100 foram os que apresentaram índices mais elevados. Para a camada de 5 a 10 cm, todos os tratamentos mostraram-se inferiores à mata.

Observando os valores das diferentes camadas para os tratamentos, verifica-se que os tratamentos Mata, Zero e DLS 50 não diferiram entre as camadas, apresentando valores semelhantes no perfil do solo. Para os demais tratamentos, tem-se uma menor porosidade total do solo para a camada mais profunda.

Os valores de pressão de pré-consolidação não foram eficientes para distinguir a qualidade física dos solos nos tratamentos estudados. Isto ocorreu devido ao elevado coeficiente de variação, que representa a dessemelhança dos valores nas repetições.

Para a variável índice de compressão, na camada de 0 a 5 cm, os tratamentos se diferiram em três níveis, sendo o tratamento Mata como a maior, com 0,728, o C.O. 100 diferiu da Mata e do tratamento Zero, que se apresentou como o menor índice, 0,325. O solo sob mata nativa apresentou menor capacidade de suporte de carga nas duas profundidades estudadas, corroborando com o

resultado obtido por Araujo-Junior et al. (2011). Analisando a variação entre as profundidades, têm-se diferenças para os tratamentos NPK, DLS 100, C.A. 50 e C.O. 100, onde a profundidade de 5 a 10 apresenta valores inferiores à camada superficial. Para os demais tratamentos, não houve diferenças entre as profundidades.

A resistência do solo à penetração (RP) tem sido frequentemente utilizada para avaliar a qualidade física do solo por ser sensível ao manejo e ter relações diretas com o crescimento radicular (FREDDI et al., 2007). A R.P. na profundidade de 0 a 5 cm dos tratamentos Zero e DLS 50 diferiram do tratamento mata. Para a profundidade de 5 a 10 cm, os valores de RP da mata foram inferiores a todos os demais tratamentos, sendo que o tratamento C.A. 100 apresentou valores superiores aos tratamentos C.A. 50 e C.O. 50. Analisando as profundidades somente para o tratamento mata, não ocorre diferenças entre as profundidades e, para os demais, tem-se um aumento na R.P. na camada subsuperficial.

CONCLUSÕES

Os parâmetros físicos utilizados neste estudo são eficientes para diagnosticar o efeito do cultivo agrícola na degradação da qualidade física do solo.

A adição contínua de grandes quantidades de resíduos de cama de aves e composto orgânico de resíduo urbano na superfície do solo é eficiente para minimizar a degradação dos cultivos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO-JUNIOR, C. F.; DIAS JUNIOR, M. DE SOUZA.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALCÂNTARA, E. N. Capacidade de suporte de carga e umidade crítica de um latossolo induzida por diferentes manejos, *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 55: 115-131, 2011.
- ASSIS, R. L.; LANÇAS, K. P. Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29: 515-522, 2005.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; ROQUE, C. G.; FERRAZ, M. V. Densidade relativa ótima de Latossolos Vermelhos para a produtividade de soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29: 843-849, 2005.
- CORRÊA et al., Caracterização química em substratos de resíduos industriais e urbanos para a obtenção de mudas de café. *Científica*, 34:238-248, 2006.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2ª edição. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 1997. 212 p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de

- Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006.
- TSUTIYA, M. T. Biossólido na agricultura. São Paulo: SABESP, p.289-363. 2001.
- FERREIRA, D.F. Sistemas de análise estatística para dados balanceados. UFLA/DEX/SISVAR, Lavras, 2006, 145p.
- MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, Secção de Geografia, 1961. 38p.
- FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N.; ARATANI, R. G.; LEONEL, C. L. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 31:627-636, 2007.
- SILVA, R.B.; LANÇAS, K.P.; MASQUETTO, R.J. Consolidômetro: equipamento pneumático-eletrônico para avaliação do estado de consolidação do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo 31:617-615, 2007.
- KLEIN, V. A. Densidade relativa – um indicador da qualidade física de um Latossolo vermelho. Revista de Ciências Agroveterinárias, 5:26-32. 2006.
- TSUTIYA, M. T.; COMPARINI, J. B.; SOBRINHO, P. A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. C. T.; MELFI, A. J.; MELO, W. J.; MARQUES, M. O. (Ed.) Biossólido na Agricultura. São Paulo: SABESP, 2001. 468p.
- LINDSTRON, M. J.; VOORHEES, W. B. Response of temperate crops to soil compaction. In: SOANE, B. D.; van OUWERKERK, C. Soil compaction in crop production. Amsterdam: Elsevier, p. 265-286. 1994.
- VOMOCIL, J. A.; FLOCKER, W. J. Effect of soil compaction on storage and movement of soil air and water. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 4:242-246, 1961.
- MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; MELO, V. P. O uso agrícola do biossólido e as propriedades do solo. In;

Tabela 3 – Resultados dos parâmetros físicos de qualidade do solo para um Latossolo Vermelho sob influência da aplicação de resíduos orgânicos nas profundidades 1 (0 a 5 cm) e 2 (5 a 10 cm).

Prof	Mata	Zero	NPK	DLS 50	DLS100	C.A.50	C.A.100	C.O 50	C.O.100	C.V. (%)
----- Densidade do solo relativa -----										
1	0,62 Ab*	0,74 Aa	0,71 Bab	0,73 Aa	0,68 Bab	0,72 Ba	0,69 Bab	0,72 Ba	0,70 Bab	6,31
2	0,62 Ab	0,78 Aa	0,83 Aa	0,77 Aa	0,77 Aa	0,80 Aa	0,76 Aa	0,77 Aa	0,76 Aa	6,31
----- Densidade do solo (Mg m ⁻³) -----										
1	0,78 Ac	1,17 Aa	1,13 Ba	1,15 Aa	1,08 Bab	1,08 Bab	1,04 Bab	1,07 Bab	0,94 Bbc	8,86
2	0,88 Ab	1,26 Aa	1,33 Aa	1,23 Aa	1,26 Aa	1,28 Aa	1,22 Aa	1,23 Aa	1,20 Aa	8,86
----- Densidade do solo máxima (Mg m ⁻³) -----										
1	1,24 Bc	1,58 Aa	1,60 Aa	1,58 Aa	1,59 Aa	1,50 Bab	1,49 Bab	1,50 Aab	1,35 Bbc	5,96
2	1,41 Ab	1,61 Aa	1,66 Aa	1,60 Aa	1,64 Aa	1,60 Aa	1,62 Aa	1,59 Aa	1,59 Aa	5,96
----- Índice de compressão -----										
1	0,72 Aa	0,32 Ac	0,37 Abc	0,33 Abc	0,43 Abc	0,42 Abc	0,47 Abc	0,37 Abc	0,53 Ab	29,35
2	0,62 Aa	0,24 Ab	0,21 Bb	0,26 Ab	0,26 Bb	0,23 Bb	0,35 Ab	0,25 Ab	0,30 Bb	29,35
----- Pressão de Pré-consolidação (KPa) -----										
1	22,22 Aa	26,55 Aa	25,00 Aa	19,02 Aa	20,13 Aa	35,72 Aa	30,83 Ba	20,65 Aa	52,92 Aa	72,42
2	23,02 Ab	21,63 Ab	29,03 Ab	23,20 Ab	26,28 Aab	28,92 Aab	64,62 Aa	19,88 Aab	42,20 Aab	72,42
----- Resistência à Penetração (MPa) -----										
1	0,57 Ab	1,57 Ba	1,45 Bab	1,60 Ba	1,42 Bab	1,17 Bab	1,31 Bab	1,16 Bab	1,34 Bab	24,12
2	0,84 Ac	2,97 Aab	3,02 Aab	3,35 Aab	3,20 Aab	2,80 Ab	3,74 Aa	2,82 Ab	2,90 Aab	24,12

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.