

Efeito do lodo de esgoto em propriedades físicas de um Latossolo Vermelho eutroférico

Effect of sewage sludge on soil physical properties in a Clayey Oxisol

Graziela Moraes de C. Barbosa¹; João Tavares Filho^{2*}; Inês C. de B. Fonseca²

Resumo

Estudos com lodo de esgoto, subproduto gerado nas estações de tratamento de esgotos urbanos indicam que este material é rico em matéria orgânica e outros elementos e atua como condicionador do solo, melhorando as propriedades físicas e, portanto, a estrutura dos mesmos. O objetivo deste trabalho foi avaliar algumas propriedades físicas em Latossolo Vermelho eutroférico que recebeu aplicação de 12 t ha⁻¹ (peso seco) lodo de esgoto caleado durante dois anos. A resistência à penetração do solo foi determinada utilizando-se o penetrômetro de Impacto Modelo IAA/Planalsucar – STOLF, a partir da superfície do solo até a profundidade de 0,50 m, e foram coletadas amostras não deformadas para as análises de densidade e porosidade total do solo. Os resultados demonstraram que a dose de 12 t ha⁻¹ ano⁻¹ de lodo caleado diminuiu a resistência do solo à penetração e a densidade do solo, aumentando a porosidade total do solo.

Palavras-chave: Compactação, atributos físicos, biossólidos

Abstract

Studies on sewage sludge, a by-product generated in urban sewage treatment shows that the sludge contains several nutrients, is rich in organic matter, and acts as a soil conditioner, thus improving soil structure. The objective of this study was to assess the physical properties in a Clayey Oxisol (Eutrophic Red Latosol) that received 12t ha⁻¹ (dry weight) of limewashed sewage sludge for two years. Resistance to soil penetration was determined by using the impact penetrometer Model IAA/Planalsucar – STOLF, from topsoil to 0.50 m depth. Non-deformed samples were collected for the physical analyses of soil density and porosity. Results showed that 12 t ha⁻¹ year⁻¹ of limewashed sludge decreased soil resistance to penetration and soil density, thus increasing total soil porosity.

Key words: Compaction, physical attributes, Biosolids

¹ Pesquisadora do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Área de Solos.Rod. Celso Garcia Cid, Londrina (PR). Fone (43) 33762161.

² Professores do Depto. de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, C.P. 6001, CEP 86.051-990, Londrina, PR. Fone (43) 3371-4777; e-mail: tavares@uel.br

* Autor para correspondência

Estudos com lodo de esgoto, subproduto gerado nas estações de tratamento de esgotos urbanos indicam que o mesmo é rico em matéria orgânica e outros elementos e atua como condicionador do solo e, portanto, melhora a estrutura deste.

Um dos principais efeitos da matéria orgânica nos atributos físicos do solo está associado ao aumento da agregação do solo (BARBOSA; TAVARES FILHO; FONSECA, 2002; JORGE; CAMARGO; VALADARES, 1991), à redução da densidade do solo (BARBOSA; TAVARES FILHO; FONSECA, 2002; MELO; MARQUES, 2000) e ao aumento da porosidade total do solo (ASKAR; MAREI; ELZAHER, 1994; PAGLIAI et al., 1981; ORTEGA; NOGALES; DELGADO, 1981). Segundo Rezende (2003), solos com teores mais elevados de matéria orgânica apresentam densidades menores, conseqüentemente estes possuem maior capacidade de retenção de água (SALTON; MIELNICZUK, 1995). Alguns autores relatam que o aumento da matéria orgânica e a redução da densidade do solo deve-se, principalmente, aos cátions presentes no lodo (Ca^{2+} e Al^{3+}), que promovem a agregação das partículas do solo e determinam aumento no volume do mesmo (BARBOSA; TAVARES FILHO; FONSECA, 2002; MELO; MARQUES, 2000; FIEST; ANDREOLI; MACHADO, 1998; JORGE; CAMARGO; VALADARES, 1991).

A resistência do solo à penetração também é influenciada pela densidade e umidade do solo, e pode ser afetada pelas práticas de preparo e manejo do solo (WANTANABE et al., 2002; BORGES et al., 1999). Autores que utilizaram o lodo de esgoto concluíram que a resistência do solo à penetração diminui em função do aumento da porosidade e agregação do solo (AGGELIDES; LONDRA, 2000), melhorando o desenvolvimento de raízes (SOPPER, 1993; BOTTEGA; NASCIMENTO, 1999) e proporcionando maiores produtividades. Nessa linha, fazem-se necessárias pesquisas mais aprofundadas em solos tropicais que receberam doses de lodo de esgoto.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi de avaliar algumas propriedades físicas em Latossolo Vermelho eutroférico que recebeu aplicação de 12 t ha⁻¹ (peso seco) de lodo de esgoto caleado durante dois anos.

O trabalho foi realizado em um Latossolo Vermelho eutroférico (teor de argila variando de 760 a 820 g kg⁻¹ entre 0 – 0,40 m), localizado em Londrina (PR), coordenadas geográficas 23°23' de latitude S e 51° 11' de longitude W, altitude média 566 m e clima subtropical úmido, segundo classificação de Köppen, do tipo Cfa.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 3 tratamentos e 3 repetições, totalizando 9 parcelas experimentais (240 m² cada parcela). Os seguintes tratamentos foram testados: T1 – testemunha; T2 – 12 t ha⁻¹ ano⁻¹ de lodo caleado (uma aplicação anual); T3 – 12 t ha⁻¹ ano⁻¹ de lodo caleado (dividido em duas aplicações: antes da cultura de verão e antes da cultura de inverno).

O lodo utilizado foi digerido anaerobicamente, produzido em estação do tipo Reator Anaeróbico de Lodo Fluidizado – RALF, e tratado pela cal (dolomítica) na concentração de 50% do peso seco de lodo (denominado lodo caleado após este tratamento), com umidade média de 60%. A Matéria Orgânica Total encontrada no lodo foi de 362,0 g kg⁻¹.

Após o preparo inicial do solo e aplicação da complementação mineral para a cultura do milho, o solo foi gradeado (0 – 20cm) e, aplicou-se manualmente o lodo de esgoto nas doses indicadas pelos tratamentos. As doses foram aplicadas anualmente durante 2 anos consecutivos. Após cada aplicação do lodo de esgoto caleado (início do verão e início do inverno), efetuou-se uma segunda gradagem para incorporação do mesmo. Durante 2 anos procedeu-se como indicado acima e foram implantadas as culturas de aveia e milho nas safras de inverno e verão, respectivamente. Após este período, cessou-se a aplicação de lodo de esgoto e avaliou-se a resistência do solo à penetração.

A resistência do solo à penetração foi determinada utilizando-se o penetrômetro de Impacto Modelo IAA/Planalsucar – STOLF, a partir da superfície do solo até a profundidade de 0,50 m, segundo a metodologia descrita em Stolf (1991). Foram coletadas amostras não deformadas para as análises de densidade e porosidade total do solo, segundo metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (1997).

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente por meio da análise de variância e teste t de Student para contrastes ortogonais.

Os resultados de resistência do solo à penetração em Latossolo Vermelho eutroférico são apresentados na Tabela 1. Observa-se que, ao comparar a testemunha com os tratamentos que receberam o lodo de esgoto caledo (T1 vs T2+T3), a resistência do solo à penetração foi significativamente menor na profundidade de 0,20m onde se aplicou o lodo, mas na comparação dos tratamentos que receberam lodo (T2 vs T3) entre si, não foi possível verificar, estatisticamente, diferença em nenhuma profundidade.

Tabela 1. Resistência do solo à penetração com umidade entre 0,30 a 0,35 m³ m⁻³ em um

Tratamentos	Profundidade (m)				
	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
	Resistência do solo à penetração (MPa)				
T1 ⁽¹⁾	2,83	3,91	3,40	2,82	2,86
T2	2,43	2,84	3,02	2,56	2,85
T3	2,72	3,00	3,28	2,88	3,06
T1 vs (T2 +T3)	0,554 ⁽²⁾	0,014	0,059	0,384	0,797
T2 vs T3	0,564	0,717	0,844	0,937	0,630
CV%	39,41	28,28	15,84	25,45	30,72

(1) T1 = testemunha; T2 = 12 t ha⁻¹ ano⁻¹ de lodo caledo (uma aplicação anual); T3 = 12 t ha⁻¹ ano⁻¹ de lodo caledo (dividido em duas aplicações anuais).

(2) p-valor do teste t para contrastes ortogonais;

Contraste T1 vs (T2 +T3) = comparação de sem lodo com lodo;

Contraste T2 vs T3 = comparação de 1 aplicação com 2 aplicações de lodo.

Souza et al. (2005) trabalharam com doses de lodo de esgoto de até 50 t ha⁻¹, incorporado na camada de 0-0,10 m em Latossolo Vermelho e verificaram que a aplicação deste resíduo não influenciou sobre a resistência do solo à penetração. Resultados semelhantes foram encontrados por Smith, Johnston e Lorentz (1997).

Em relação à densidade e porosidade total do solo, os resultados (Tabela 2) demonstraram que na comparação da testemunha com os tratamentos que receberam o lodo (T1 vs T2+T3), houve diminuição dos valores de densidade do solo e aumento na porosidade total, o mesmo não ocorrendo quando comparado somente os dois tratamentos com lodo (T2 vs T3).

Tabela 2. Efeito da aplicação do lodo de esgoto sobre a densidade do solo (Ds) e porosidade

Tratamentos	Densidade (kg dm ⁻³)	Porosidade total (m ³ m ⁻³)
T1 ⁽¹⁾	1,32	0,49
T2	1,25	0,52
T3	1,25	0,52
T1 vs (T2 +T3)	0,051 ⁽²⁾	0,054
T2 vs T3	0,908	0,972
CV%	6,36	7,56

(1) T1 = testemunha; T2 = 12 t ha⁻¹ ano⁻¹ de lodo caledo (uma aplicação anual); T3 = 12 t ha⁻¹ ano⁻¹ de lodo caledo (dividido em duas aplicações anuais).

(2) p-valor do teste t para contrastes ortogonais.

Como a incorporação do lodo de esgoto foi realizada com a grade na camada de 0,0 a 0,20m, antes do plantio do milho, esse efeito do revolvimento do solo da camada superficial pode ter influenciado nos valores encontrados na resistência do solo à penetração, na redução da densidade do solo e no aumento da porosidade total. Aggelides e Londra (2000) também verificaram menor resistência do solo à penetração utilizando 78 t ha⁻¹ ano⁻¹ com uma mistura de 62% de lixo doméstico, 21% lodo de esgoto e 17% de serragem na profundidade de 0,15m em solo argiloso.

Alguns autores verificaram que a redução da densidade do solo e aumento da porosidade total indica a melhor estrutura do solo em função da aplicação do lodo de esgoto caledo apresentando melhor desenvolvimento das raízes (BOTTEGA; NASCIMENTO, 1999; SOPPER, 1993), pois o aumento da matéria orgânica no solo reduz a plasticidade e aumenta a capacidade de retenção de água (CASTRO FILHO; MUZILLI; PODANOSCHI, 1998; BAYER; MIELNIZUCK, 1997), melhora a aeração e diminui a resistência do solo à penetração de raízes (LETEY, 1985).

De acordo com os resultados obtidos concluiu-se que a dose de 12 t ha⁻¹ ano⁻¹ de lodo caledo diminuiu a resistência do solo à penetração, a densidade do solo e aumentou na porosidade total.

Referências

- AGGELIDES, S. M.; LONDRA, P. A. Effects of compost produced from town waster and sewage sludge on the physical properties of a loamy and clay soil. *Bioresource Technology*, Essex, v.71, p.253-259, 2000.
- ASKAR, F. A.; MAREI, S.; ELZAHHER, H. Sewage sludge as natural conditioner for newlyreclaimed soils. *Egyptain Journal of Soil Science*, Cairo, v.34, n.1, p.67-77, 1994.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21, p.105-112, 1997.
- BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J.; FONSECA, I. C. B. Avaliações de propriedades físicas de um latossolo vermelho eutroférico tratado com lodo de esgoto por dois anos consecutivos. *Sanare*, Curitiba, v.17, n.17, p.94-101, 2002.
- BORGES, E. N.; LOMBARDINETO, F. L.; CORREA, G. F.; BORGES, E. V. S. Alterações físicas introduzidas por diferentes níveis de compactação em Latossolo Vermelho-Escuro textura média. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.9, p.1663-1667, 1999.
- BOTTEGA, J. C.; NASCIMENTO, E. B. Utilização do lodo de esgoto em pequenas propriedades agrícolas. In: ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; FERNANDES, F. (Org.). *Reciclagem de biossólidos: transformando problemas em soluções*. Curitiba: SANEPAR/FINEP, 1999.
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo de amostras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.22, p.527-538, 1998.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997.
- FIEST, L. C.; ANDREOLI, C. V.; MACHADO, M. A. M. Efeitos da aplicação do lodo de esgoto nas propriedades físicas do solo. *Sanare*, Curitiba, v.9, n.9, p.48-57, 1998.
- JORGE, J. A.; CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S. Condições físicas de um latossolo vermelho-escuro 4 anos após a aplicação de lodo de esgoto e calcário. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.15, p.237-240, 1991.
- LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. *Advances in Soil Sciences*, New York, v.1, p.277-294, 1985.
- MELO, W. J.; MARQUES, M. O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A., (Ed.). *Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto*. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p.109-141.
- ORTEGA, E.; NOGALES, R. & DELGADO, M. Modification en la prosidad de um suelo por lá adición de um compost de basura urbana. *Anales de Edafologia Y Agrobiologia*, Madrid, v.15, p.1735-1747, 1981.
- PAGLIAI, M.; GUIDI, G.; LA MARCA, M.; GIACHETTI, M.; LUCAMANTE, G. Effects of sewage sludge and compost on soil porosity and agregation. *Journal Environmental Qualit.*, Madison, v.10, p.556-561, 1981.
- REZENDE, M. O. O. O ciclo do carbono na natureza e a qualidade do solo no ponto de vista químico. *A importância da matéria orgânica do solo no ciclo do carbono*. 2003. p.96.
- SALTON, J. C.; MIELNICZUK, R. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho Escuro de Eldorado do Sul – RS. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, p.213-224, 1995.
- SMITH, C. W.; JOHNSTON, M. A.; LORENTZ, S. The effect of soil compaction and soil physical properties on the mechanical resistance of South African forestry soils. *Geoderma*, Amsterdam, n.8, p.93-111, 1997.
- SOPPER, W.E. *Municipal sludge use in land reclamation*. New York: Lewis, 1993.
- SOUZA, Z. M.; BEUTLER, A. N.; MELO, V. P.; MELO, W. J. Estabilidade de agregados e resistência à penetração em Latossolos adubados por cinco anos com biossólido. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.29, p.117-123, 2005.
- STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.15, p.229-235, 1991.
- WATANABE, S. H.; TORMENA, S. A.; ARAUJO, M. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; PINTRO, J. C.; COSTA, A. C. S.; MUNIZ, A. S. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico influenciadas por sistemas de preparo do solo utilizados para implantação da cultura de mandioca. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.24, p.1255-1264, 2002.