

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DE UM SOLO APÓS A COLHEITA DE TAPETES DE GRAMA ESMERALDA ADUBADA COM LODO DE ESGOTO

Soil chemical and physical characteristics after zoysiagrass harvest fertilized with sewage sludge

Alessandro José Marques Santos¹, Mauricio Roberto de Oliveira², Clarice Backes³, Leandro José Grava de Godoy⁴, Leonardo Theodoro Büll² Tammy Aparecida Manabe Kiihl⁵

RESUMO

Objetivou-se com o trabalho avaliar características do solo após a colheita dos tapetes de grama esmeralda adubadas com lodo de esgoto. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas principais foram constituídas de cinco doses de lodo, mais um tratamento com NPK, e as subparcelas de dois sistemas de manejo. Após o corte dos tapetes de grama verificou-se efeito das doses de lodo apenas para algumas características químicas do solo. Não houve influência das doses de lodo de esgoto e dos sistemas de manejos utilizados na resistência mecânica do solo a penetração.

PALAVRAS-CHAVE: Zoysia, fertilização, teores de nutrientes, resistência a penetração.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the soil characteristics after zoysiagrass harvest fertilized with sewage sludge. The experimental design adopted was a randomized blocks with split plot design and four replications. The main plots consisted of five doses of sewage sludge, plus a treatment with NPK, and the subplots of two management systems. After zoysiagrass harvest there was effect of sludge application only for some soil chemical properties. There was no influence of the doses of sewage sludge and management systems used in the soil mechanical resistance to penetration.

KEY WORDS: Zoysia, fertilization, nutrient content, resistance to penetration.

¹ Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, CP 237, 18610-907, Botucatu, SP; ² Departamento de Recursos Naturais, Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, CP 237, 18610-907, Botucatu, SP; ³ Faculdade de Engenharia Agronomia e Engenharia Florestal de Garça, FAEF, Rua das Flores, 740 Garça, SP; ⁴ Campus Experimental de Registro, UNESP, Registro, SP; ⁵ Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, CAPTA Grãos e Fibras. Campinas, SP, Caixa Postal 28, CEP 13012970.

1. INTRODUÇÃO

O lodo é um resíduo que se acumula nos pátios das Estações de Tratamento de Esgoto, podendo constituir mais uma ameaça ao ambiente. A utilização do lodo de esgoto via utilização agrônômica, em suas diversas modalidades é a forma que apresenta um dos potenciais, graças à sua atuação como condicionador de solos (SILVA et al., 2002a, VAZ e GONÇALVES, 2002).

A utilização de lodo de esgoto em terras agrícolas pode ser justificada pela necessidade de encontrar destino apropriado para sua destinação final (CANELLAS et al., 2001). A disposição final deste resíduo no solo representa não somente um sistema apropriado, mas também a oportunidade para o manejo do mesmo com o mínimo de efeitos sobre o ambiente, podendo potencialmente, gerar vários benefícios químicos, físicos e biológicos. No entanto, caso esses efeitos não sejam corretamente avaliados, podem acarretar danos ao sistema solo-planta.

O interesse pelo lodo de esgoto como fertilizante não decorre apenas da presença de nutrientes em sua composição, principalmente nitrogênio, fósforo e micronutrientes, mas também do seu teor de matéria orgânica (SANEPAR, 1997). Dentre as propriedades físicas do solo, condicionadas principalmente pela adição da matéria orgânica, destacam-se a melhoria no estado de agregação das partículas do solo, com conseqüente diminuição da densidade e aumento na aeração e retenção de água (MELO e MARQUES, 2000).

O nitrogênio é o nutriente requerido em maiores quantidades pelas gramas (BOWMAN

et al., 2002) e também está presente em maior concentração no lodo de esgoto.

Vaz e Gonçalves (2002) analisando o efeito do lodo de esgoto sobre atributos químicos do solo verificaram que, seis meses após a aplicação do mesmo, não foram notadas alterações do pH e dos teores de P, Mg, Zn, Cu e B trocáveis na camada analisada. Foi observada elevação dos teores de K, Ca e S, bem como a tendência na redução das concentrações de matéria orgânica, Al, Fe e Mn.

Objetivou-se com o trabalho avaliar alterações químicas e físicas do solo após a colheita dos tapetes de grama esmeralda adubadas com lodo de esgoto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em propriedade de grama no município de Itapetininga-SP, localizada nas coordenadas geográficas 23°91' de latitude sul e 48°03' de longitude oeste de Greenwich e altitude média de 636 m. A área vinha sendo utilizada para a produção comercial de grama, colhida mecanicamente em tapetes, há cerca de 10 anos, e o início do experimento se deu em outubro de 2005 em uma área onde os tapetes haviam sido colhidos há 20 dias. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2006). Os dados de precipitação, evapotranspiração real e temperatura média do ar no município de Itapetininga durante a condução do experimento encontram-se na Figura 1.

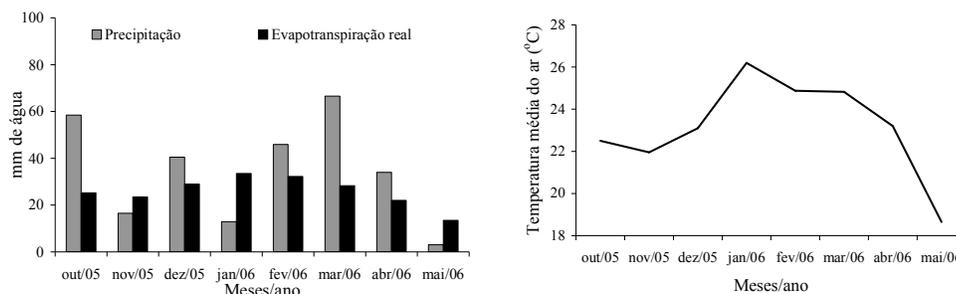


Figura 1. Precipitação, evapotranspiração real e temperatura média do ar no município de Itapetininga, durante o período de outubro de 2005 a maio de 2006.

De acordo com o resultado da análise o solo possuía as seguintes características químicas, antes da instalação do experimento: pH (CaCl₂) de 4,6; 38 g dm⁻³ de M.O.; 3 mg dm⁻³ de P (resina); 54; 0,9; 26 e 7 mmol_c dm⁻³ de H⁺+Al³⁺, K, Ca e Mg, respectivamente; saturação por bases (V) de 36%. A composição granulométrica do solo foi de 90, 671 e 239 g kg⁻¹ de areia, argila e silte, respectivamente.

Foi utilizada a espécie *Zoysia japonica* Steud. conhecida como grama esmeralda que tem hábito de crescimento rizomatoso e, portanto, pode ser colhida em área total, visto que após a colheita ficam rizomas subsuperficiais capazes de brotarem e cobrir novamente o solo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas principais foram constituídas de cinco doses de lodo (0, 10, 20, 30 e 40 Mg ha⁻¹, base seca), mais um tratamento com fertilizante misto NPK, de acordo com as necessidades da cultura, e as subparcelas de dois sistemas de manejo (com e sem o uso de escarificador superficial). O escarificador superficial denominado “estrelinha” consiste de grade de discos recortados em forma de estrela, contendo 10 discos distanciados entre si em 10 cm, que acoplada a um trator é utilizada para romper uma camada superficial compactada. Foram realizadas quatro passagens do escarificador nas parcelas que receberiam este tratamento, a uma profundidade de, aproximadamente, 2,0 cm, em um único sentido. As parcelas experimentais foram de 2,2 x 5 metros, e bordadura de 0,5 m em cada extremidade da parcela.

O lodo de esgoto utilizado foi proveniente da estação de tratamento de esgoto da cidade de Jundiaí/SP, apresentando a concentração de 32; 18; 2,1; 13,1; 2,8; 24; 520 e 289 g kg⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg, S, M.O. e carbono orgânico, respectivamente; 722; 28.800; 674; 500; 0,59; 7,21; 152,7; <0,1; 34,5 e 184,4 mg kg⁻¹ de Cu, Fe, Mn, Zn, As, Cd, Cr, Hg, Ni e Pb, respectivamente, umidade de 68%; relação C/N 9; e pH 5,9. As doses de lodo aplicadas correspondem a 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de nitrogênio disponível, calculadas com base no teor de N presente no lodo, umidade do lodo, taxa de mineralização

de 30% ao ano e necessidade da cultura (dose de N de 300 kg ha⁻¹, segundo GODOY, 2005).

A calagem foi realizada na área total, aplicando-se sobre a superfície do solo, 1,2 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT de 91%) considerando a saturação por bases desejada igual a 60%. O lodo de esgoto foi aplicado em uma única vez, 20 dias após a colheita dos tapetes, espalhado sobre a superfície do solo, imediatamente após a aplicação do calcário. Nas parcelas que receberam a adubação química, aplicou-se 500 kg ha⁻¹ do fertilizante misto de fórmula 04-14-08, 35 dias após a colheita dos tapetes e o restante do nitrogênio do potássio foi parcelado em três vezes, sendo a dose total aplicada de 300 kg ha⁻¹ de N. A fonte de N utilizada foi a uréia, aplicada manualmente, na superfície do solo nos dias 17/12/05, 01/02/06 e 13/03/07.

Devido ao baixo teor de potássio presente no lodo de esgoto, foi aplicado a dose de K₂O de 200 kg ha⁻¹, forma de KCl, parcelado em três vezes.

O corte dos tapetes foi realizado mecanicamente através de colhedora acoplada ao trator. Um dia antes do corte, a área foi irrigada e passado rolo compactador sobre a área experimental por três vezes até que se conseguisse um tapete com características de comercialização.

Para a caracterização química do solo foram coletadas ao final do experimento (após o corte dos tapetes), cinco amostras simples por parcela nas profundidades aproximadas de 0 a 5, 5 a 10, 10 a 20 e 20 a 35 cm, com a utilização de um trado tipo holandês. Essas amostras foram homogeneizadas em balde e acondicionadas em sacos plásticos identificados. Após seco e passado em peneira de 2 mm, as amostras de solo foram enviadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônomicas, para determinação de nutrientes segundo a metodologia adaptada de Raij et al., (2001).

A avaliação da resistência mecânica do solo à penetração foi realizada com um penetrômetro hidráulico-eletrônico, desenvolvida no NEMPA, Núcleo de Ensaios de Máquinas e Pneus Agrícolas do Departamento de Engenharia Rural, da FCA/UNESP, Campus de Botucatu/SP. A grade amostral do índice de cone (IC) foi feita

com 6 amostras por parcela, nas profundidades

de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os índices de pH do solo não houve diferença significativa em função das doses de lodo aplicadas, apresentando em média os índices de 4,5; 4,6; 4,7 e 4,7 nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-35, respectivamente. Quando utilizado o adubação químicas estes valores foram de 4,7; 4,7; 4,8 e 4,8.

O uso do lodo de esgoto na correção da acidez do solo, elevando o valor de pH e neutralizando o Al tóxico foi constatado em vários trabalhos conduzidos por Carmo et al. (2000); Corrêa, (2001); e Melfi et al. (2001). Mas segundo Oliveira et al. (2002) a ação neutralizante do lodo é essencialmente devido à sua alcalinidade intrínseca, pois no processo de tratamento do lodo são adicionadas elevadas quantidades de CaO, uma base forte, com o objetivo de eliminar patógenos e facilitar o processo de neutralização. Neste caso o lodo de esgoto utilizado não recebeu a adição de cal.

Vale ressaltar que foi feita a correção inicial do solo em área total, aplicando-se o calcário em superfície e mesmo assim não houve alteração nos valores de pH. Este fato pode ser explicado pela retirada da camada superficial do solo juntamente com o do tapete de grama e também pela baixa mobilidade do calcário quando aplicado em superfície, principalmente em sistemas de produção de tapetes de grama, onde o solo é altamente compactado.

Para a matéria orgânica, houve efeito significativo das doses de lodo apenas na camada superficial (0-5 cm) (Figura 2). O aumento do teor de matéria orgânica no solo pelo tratamento com o lodo de esgoto, é razão de sua composição, constituídos de 52% de matéria orgânica na massa de matéria seca do resíduo e pela presença de raízes e rizomas já que na adubação química também houve aumento da matéria orgânica. Houve efeito linear crescente com o aumento das doses de lodo de esgoto.

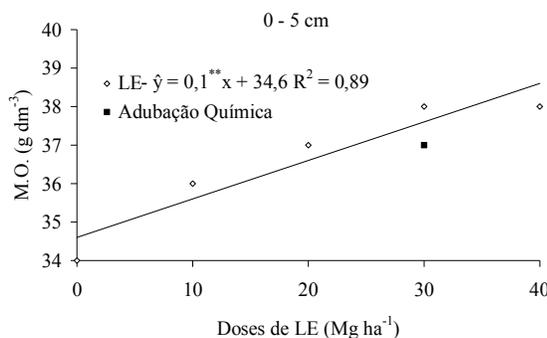


Figura 2. Teor de M.O. no solo após a colheita da grama esmeralda em função de doses de lodo de esgoto (LE) e da adubação química (AQ), na profundidade de 0-5 cm.

O uso de lodo de esgoto na agricultura é uma prática de manejo vantajosa por este se tratar de material rico em matéria orgânica. Simonete (2001) avaliando os efeitos da aplicação de doses de lodo sobre as propriedades químicas de um Argissolo Vermelho amarelo, em casa de vegetação, tratado com 0; 10; 20; 30; 40 e 50 Mg ha⁻¹ (base seca), verificou incrementos significativos nos teores de matéria orgânica de

6% para cada dose aplicada. Rocha et al. (2004), em experimento com eucalipto, verificaram que nas camadas 5-10 e 10-20 cm, após 32 meses da aplicação de lodo de esgoto no solo, houve aumento nos teores de C orgânico. Vários são os trabalhos que observaram expressivos aumentos nos teores de matéria orgânica no solo em razão da aplicação de lodo de esgoto (NASCIMENTO et al., 2004; MARCIANO et al., 2001;

BARBOSA et al., 2004), porém nenhum relacionado à produção de grama, que é uma situação muito diferente da agricultura convencional.

Para os teores de P, houve efeito linear crescente nas quatro profundidades avaliadas (Figura 3). Pode-se verificar que os teores foram diminuindo de acordo com a profundidade do solo, sendo os maiores teores encontrados na camada superficial.

Para os tratamentos que receberam a adubação química (80) os teores de P foram inferiores quando comparados aos tratamentos que receberam o lodo de esgoto. Esse aumento de fósforo no solo pela adição de doses de lodo também pode ser atribuída à

decomposição de raízes e estolões que absorveram maior quantidade do nutriente em função do aumento da quantidade aplicada.

Aumento de fósforo disponível no solo em função da aplicação de lodo de esgoto foi demonstrado por vários trabalhos, entre eles Marques (1997), Berton et al. (1989 e 1997), Silva et al. (1998 e 2002a) Nascimento et al. (2004) e Galdo et al. (2004), em razão do lodo de esgoto diminuir a adsorção do nutriente no solo, devido a matéria orgânica presente nesse resíduo fornecer íons orgânicos que competem com o fosfato pelos sítios de adsorção, bem como a formação de complexos e quelatos, aumentando assim sua disponibilidade (HUE, 1995).

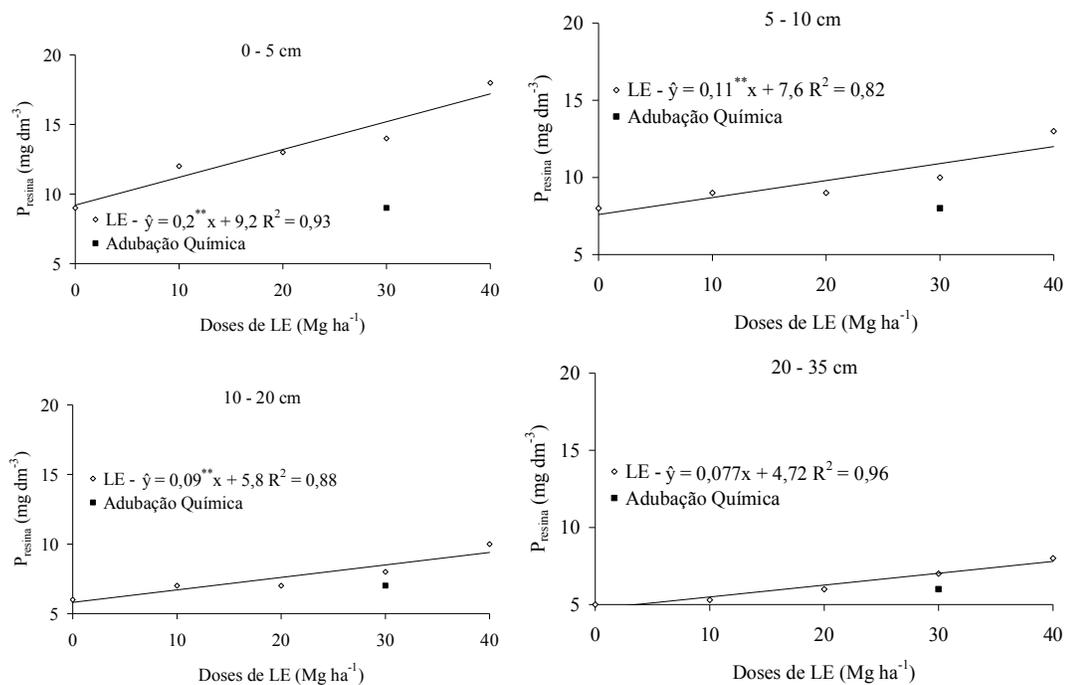


Figura 3. Teor de P no solo após a colheita da grama esmeralda em função de doses de lodo de esgoto (LE) e da adubação química (AQ), nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-35 cm.

O K foi influenciado pelas doses de lodo de esgoto aplicadas apenas na camada de 0-5 cm. Houve ajuste linear crescente com a aplicação das doses de lodo (Figura 4). Esse aumento não foi muito elevado, pois o lodo é um material pobre neste nutriente e todos os

tratamentos, exceto a testemunha, receberam uma complementação potássica na mesma dose. Nascimento et al. (2004) também encontraram aumento nos teores de K no solo com a aplicação de lodo de esgoto.

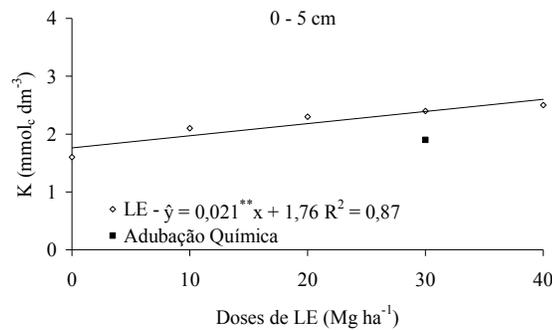


Figura 4. Teor de K no solo após a colheita da grama esmeralda em função de doses de lodo de esgoto (LE) e da adubação química (AQ), na profundidade de 0-5 cm.

Os teores de Ca e Mg no solo não foram influenciados pelas doses de lodo de esgoto e pelos sistemas de manejo, não apresentando também diferença entre as camadas de solo avaliadas. Os teores médios de Ca e Mg no solo foram de 21 e 6 mmolc dm⁻³, respectivamente. Para os teores de S na forma de sulfato houve significância das doses de lodo nas quatro profundidades avaliadas, apresentando efeito linear crescente com o aumento das doses (Figura 5). Observa-se também que os maiores teores foram

encontrados na camada de 20-35 cm, mostrando a mobilidade desse ânion no perfil do solo, podendo ser facilmente lixiviado. Geralmente o S fica mais em subsuperfície devido à sua carga negativa e a sua mobilidade no solo.

Para a CTC, as doses de lodo aplicadas influenciaram apenas nas camadas de 0-5 e 5-10 cm. Houve efeito linear crescente com o aumento das doses, sendo este efeito mais pronunciado na camada de 0-5 cm (Figura 6).

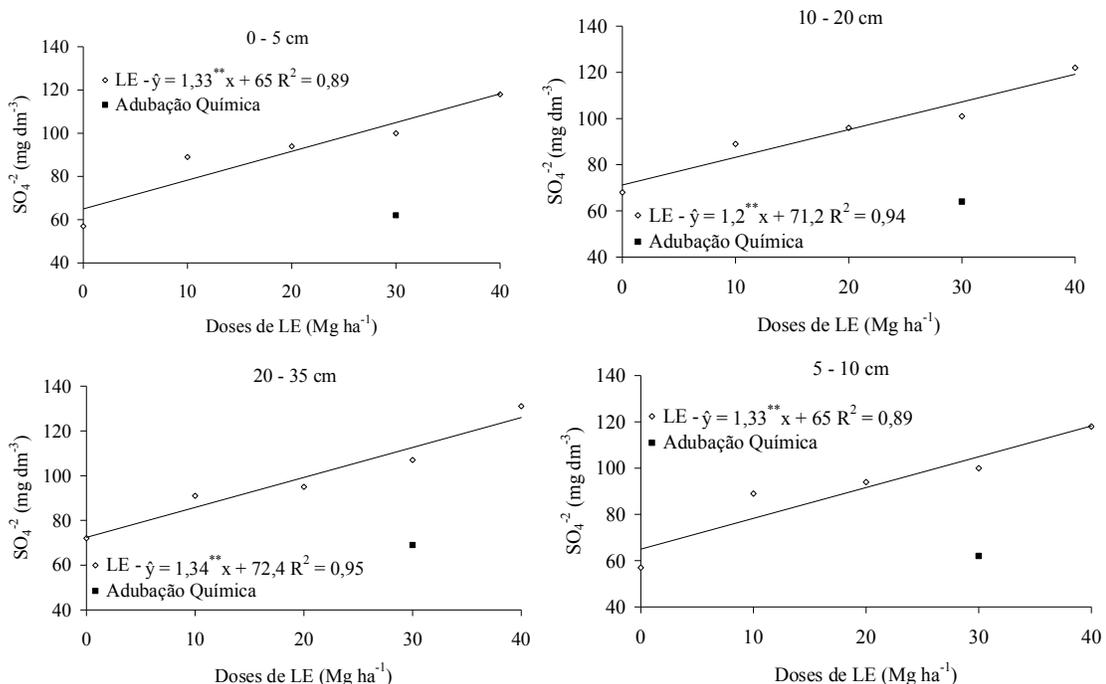


Figura 5. Teor de SO₄²⁻ no solo após a colheita da grama esmeralda em função de doses de lodo de esgoto (LE) e da adubação química (AQ), nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-35 cm.

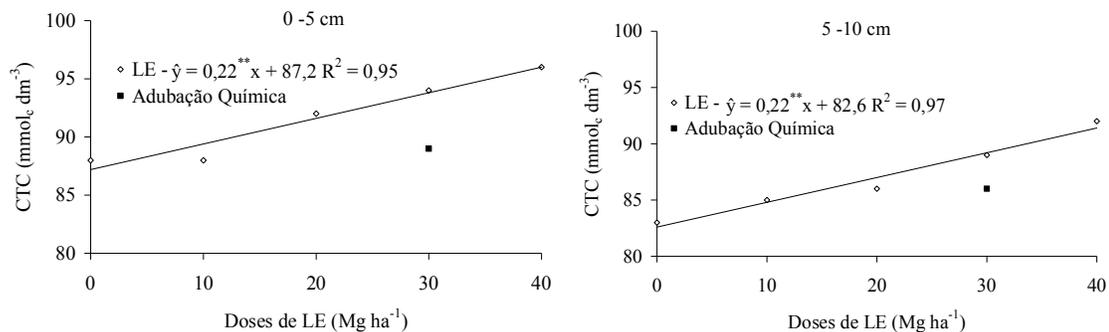


Figura 6. Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do solo após a colheita da grama esmeralda em função de doses de lodo de esgoto (LE) e da adubação química (AQ), nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm.

Como sendo uma fonte de matéria orgânica o lodo influenciou na CTC do solo, pois segundo Rajj (1969) responde por grande parte da CTC do solo, cerca de 52 a 82% nos solos tropicais.

Nascimento et al. (2005) estudando as alterações químicas de um solo tratado com lodo de esgoto verificaram que a adição de lodo aumentou a capacidade de troca de cátions (CTC) da camada superficial do solo, atribuindo esse aumento à matéria orgânica adicionada. A saturação por bases (V%) não foi influenciada pelas doses de lodo de esgoto e pelos sistemas de manejo. Verifica-se que os valores encontrados são muito baixos, isso devido a retirada da camada superficial do solo juntamente com o tapete, deixando o solo com o mesmo V% encontrado na análise inicial do solo antes da instalação do experimento.

Verifica-se na Tabela 2 que não houve influência das doses de lodo de esgoto e dos sistemas de manejos utilizados na resistência mecânica do solo a penetração. No entanto, vale ressaltar os altos índices de compactação

nas camadas avaliadas. São observados resultados médios de compactação de 3,955; 10,155; 9,475 e 4,990 MPa nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm, respectivamente. A menor compactação na camada de 0-5 cm se deve a presença de rizomas e raízes que permaneceram no solo após o corte dos tapetes. Bonnin et al. (2006) em área comercial puderam verificar que na superfície (0-10 cm de profundidade), não houve qualquer sinal de compactação, com os valores do IC variando entre 0 e 1000 kPa. Para as camadas mais profundas, (10-20 cm e 20-30 cm de profundidade) surgiram valores de IC bastante acentuados, com predominância de valores entre 2000 a 4000 kPa e na camada de 30-40 cm um IC de 2200 kPa. Neste experimento a camada mais compactada foi a de 5-10 cm atingindo valor médio de 10.155 kPa ou 10,155 MPa. O teor médio de água no solo estava em torno de 20%, pois essa análise foi realizada no mês de julho de 2006, período de baixa precipitação, conforme pode-se observar na Figura 1.

Tabela 2. Média da resistência do solo a penetração após a colheita da grama *Z. japonica* (esmeralda) em função de doses de lodo de esgoto e de dois sistemas de manejo (com e sem o uso do escarificador superficial), na grade amostral do índice de cone (IC) foi feita com 6 amostras por parcela, nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm e 20-40.

Doses de LE	Resistência do solo							
	Profundidade do IC (cm)							
	0-5		5-10		10-20		20-40	
	Manejo							
	1	2	1	2	1	2	1	2
-----Mg ha ⁻¹ -----	-----Pressão MPa-----							
0	3,66	3,93	10,46	9,77	9,67	9,00	4,89	5,23
10	3,91	4,11	10,61	8,83	10,04	8,83	5,52	5,70
20	3,99	4,19	10,46	10,22	9,92	9,71	4,95	4,95
30	3,91	4,28	10,03	10,51	9,01	9,85	4,58	5,41
40	3,79	4,09	10,33	10,31	9,13	9,61	4,26	4,41
Adubo Químico	3,89	4,02	10,25	9,48	9,48	9,30	4,90	5,10

ns, *, ** - não significativo, significativo a 5 e 1% pelo teste F. 1 – sistema de manejo com o uso do scarificador; 2 – sistema de manejo sem o uso do escarificador.

Os níveis críticos de resistência do solo para o crescimento das plantas variam com o tipo de solo e com a espécie cultivada. De acordo com Canarache (1990) e Silva et al. (2002b), solos com IC acima de 2000 kPa indicam uma possibilidade de compactação, limitando o crescimento radicular para a maioria das culturas. Possivelmente estes limites não podem ser incluídos para a grama, visto que ocorre a formação de tapetes com essa compactação.

De acordo com Lanças (2000), a compactação do solo não é uma propriedade do solo e sim o efeito da variação de algumas de suas propriedades, devido à ação de cargas externas, tais como o tráfego de máquinas e a ação de ferramentas agrícolas. Segundo Godoy e Villas Bôas (2003) no sistema de produção de tapetes de grama ocorre compactação das camadas superficiais que é desejada para facilitar no corte dos tapetes. Esta compactação é realizada pela passagem de um rolo compactador na área onde serão cortados os tapetes e que, normalmente, é irrigada anteriormente a este processo. Além da utilização do rolo compactador, o tráfego de máquinas é intenso e as áreas de produção são utilizadas por vários anos após sua implantação, sem que se mobilize o solo de modo efetivo.

4. CONCLUSÕES

Após o corte dos tapetes de grama verificou-se efeito das doses de lodo apenas para algumas características químicas do solo, pois boa parte do material adicionado foi levado juntamente com o tapete cortado.

Houve aumento da matéria orgânica, capacidade de troca catiônica e potássio apenas na camada superficial.

Os teores de fósforo foram diminuindo de acordo com a profundidade e o sulfato apareceu em maior quantidade na camada de 20-35 cm.

Não houve influência das doses de lodo de esgoto e dos sistemas de manejos utilizados na resistência mecânica do solo a penetração.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio financeiro concedido.

6. REFERÊNCIAS

BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J.; FONSECA, I. C. B. Condutividade hidráulica saturada e não saturada de Latossolo Vermelho eutroférico tratado com lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.28, p.403-407, 2004.

- BARCELAR, C. A.; ROCHA, A. A.; LIMA M. R.; POHLMANN, M. Efeito residual do lodo de esgoto alcalinizado em atributos químicos e granulométricos de um cambissolo húmico. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.2, p.1-5, 2002.
- BERTON, R. S.; CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S. Absorção de nutrientes pelo milho em resposta à adição de lodo de esgoto a cinco solos paulistas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.13, p.187-192, 1989.
- BERTON, R. S.; VALADARES, J. M. A. S.; CAMARGO, O. A.; BATAGLIA, O. C. Peletização do lodo de esgoto e adição de CaCO₃ na produção de matéria seca e absorção de Zn, Cu e Ni pelo milho em três Latossolos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.21, p.685-691, 1997.
- BONNIN, J. J.; LANÇAS, K. P.; PEREIRA, F. J. Análise de mapas de isocompactação do solo para diagnóstico da necessidade de subsolagem de uma área comercial. In: 2º Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão. **Anais...**, São Pedro, SP, 2006.
- CANARACHE, A. Penetrometer a generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. **Soil Till. Res.**, v.16, p.51-70, 1990.
- CANELLAS, L.P.; SANTOS, G. A.; RUMJANEK, V. M.; MORAES, A. A.; GURIDE, F. Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.36, n.12, p.1529-1538, 2001.
- CARMO J. B. DO, LAMBAIS, M. R. Impacto da aplicação de biossólidos na atividade microbiana dos solos. In: FERTBIO 2000, **anais...**Santa Maria – RS,2000.
- CORRÊA, J. C. **Utilização de resíduos industriais e urbanos na composição de substratos para mudas de café**. 2001, 198P. Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências agrônômicas de Botucatu. 2001.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa – SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 2006. 306 p.
- GALDO, M. V.; DE MARIA, I. C.; CAMARGO, O. A. Atributos químicos e produção do milho em um Latossolo Vermelho eutroférico tratado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciências do solo**, v.28, p.569-577, 2004.
- GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Nutrição de gramados. In: SIGRA – Simpósio sobre Gramados I. 2003. Produção Implantação e Manutenção: **anais...**, Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade estadual Paulista, 2003. 1 CD-ROM.
- GODOY, L. J. G. **Adubação nitrogenada para produção de tapetes de grama santo Agostinho e esmeralda**. 2005, 106p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, SP, 2005.
- HUE, N. V. Sewage aludge In: RECHCIGL, J. E. (Ed) Soil amendments and environmental quality. Boca Raton: Lewis Publishers, 1995, p.199-247.
- LANÇAS, K. P. Diagnóstico e controle localizado da compactação do solo. IN: Congresso Internacional Do Agronegócio Do Algodão/Seminário Estadual Da Cultura Do Algodão, 5. 2000. Cuiabá, **Anais**. Cuiabá: Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso, 2000. P.25-32.
- MARCIANO, C. R.; MORAES, S. O.; OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E. Efeito do lodo de esgoto e do composto de lixo urbano sobre a condutividade hidráulica de um Latossolo Amarelo saturado e não saturado e não saturado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.25, p.1--, 2001.
- MARQUES, M. O. **Incorporação de biossólidos em solos cultivados com cana de açúcar**. Jaboticabal, 1997, 11p. Tese de Livre docência (Agronomia/Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômica e Veterinária, Universidade Estadual Paulista.
- MELFI, A. J., MONTES, C. R. **Impacto dos biossólidos sobre o solo**, cap.9 In: TSUTIYA, M. T.; COMPARINI, J. P.; SOBRINHO, P. A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. C. T.; MELFI, A. J.; MELO, W. J.; MARQUES, M. O. Biossólidos na Agricultura. 1º Ed., São Paulo: SABESP, 2001. 468p.
- 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.
- NASCIMENTO, C. W. A.; BARROS, D. A. S.; MELO, E. E. C.; OLIVEIRA, A. B. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.28, p.385-392, 2004.
- NASCIMENTO, C. W. A.; BIONDI, C. M.; ACCIOLY, A. M. A. Alterações químicas em argissolo tratado com lodo de esgoto. **CAATINGA**, v.18, n.3, p.185-194, 2005.
- OLIVEIRA, F. C.; MARTTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; ROSSETO, R. Efeito das aplicações sucessivas de lodo de esgoto em Latossolo Amarelo distrófico cultivado com cana de açúcar: carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.505-519, 2002.
- ROCHA, G. N.; GONÇALVES, J. L. M.; MOURA, I. M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com

biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.623-639, 2004.

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná: **Manual Técnico para Utilização Agrícola do lodo de esgoto no Paraná**, 1997, 96p.

SILVA, J. E.; RESCK, S. V. S.; SHARMA, R. D. Alternativa agronômica para o biossólido produzido no distrito federal. I – Efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em Latossolo no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.487-495, 2002a.

SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; IMHOFF, S Intervalo hídrico ótimo. In: MORAES, M. H.; MULLER, M. M. L.; FOLONI, J. S. S. **Qualidade física do solo: métodos de estudo-sistemas de prepare e manejo do solo**. Jaboticabal: Funep, 2002b, p.1-18.

SILVA, F. C., BOARETT, A. E., BERTON, R. S., ZOTELLI, H. B., PEIXE, C. A., MENDONÇA, E. Cana de açúcar cultivada em solo adubado com biossólido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.1-8, 1998.

SIMONETE, M. A.; KIEHL, J. C.; ANDRADE, C. A.; TEIXEIRA, C. F.A. Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.10, p.867-874,2003.