

PRESENÇA DE METAIS PESADOS EM SOLO COM LODO DE ESGOTO APÓS A COLHEITA DE TAPETES DE GRAMA

Alessandro José Marques Santos (*), Clarice Backes, Lucas Matheus Rodrigues, Roberto Lyra Villas Bôas

* Universidade Estadual de Goiás, Câmpus São Luís de Montes Belos/GO, E-mail: alessandro.santos@ueg.br

RESUMO

Objetivou-se com o trabalho avaliar disponibilidade de metais pesados presentes no solo adubado com lodo de esgoto após a colheita de tapetes de grama esmeralda. O experimento foi instalado e conduzido em uma propriedade comercial de grama esmeralda, localizada na cidade de Itapetininga - SP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de lodo (0, 10, 20, 30 e 40 Mg ha⁻¹, base seca) mais um tratamento com adubação química nas quantidades de 300, 70 e 200 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A aplicação superficial de lodo de esgoto até a dose de 40 Mg ha⁻¹, não aumentou a disponibilidade no solo dos metais pesados Cd, Cr, Hg, As e Ni extraídos pelo DTPA quando aplicado em superfície em áreas de produção de gramas. Áreas de produção de grama podem receber o lodo de esgoto com maior frequência do que outras áreas agrícolas pelo fato de que quase todo o lodo de esgoto aplicado será levado com o tapete.

PALAVRAS-CHAVE: *Zoysia japonica*, sustentabilidade, resíduos urbanos.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the availability of heavy metals in the soil fertilized with sewage sludge after zoysiagrass sod harvest. The experiment was arranged and conducted in a commercial property of zoysiagrass, located in Itapetininga - SP. The experimental design was randomized blocks with four replications. The treatments consisted of five sludge doses (0, 10, 20, 30 and 40 Mg ha⁻¹, dry basis) and a treatment with chemical fertilizer in quantities of 300, 70 and 200 kg ha⁻¹ of N, P₂O₅ and K₂O, respectively. The surface application of sewage sludge to the dose of 40 Mg ha⁻¹, did not increase the availability of soil heavy metals Cd, Cr, Hg, As and Ni extracted by DTPA when applied to surface in areas of grass production. Areas of grass production can receive the sewage sludge more frequently than other agricultural areas by the fact that almost all the sewage sludge will be applied to the sod.

KEY WORDS: *Zoysia japonica*, sustainability, municipal wastes.

INTRODUÇÃO

A geração de volumes cada vez maiores de lodo de esgoto e as evidências científicas do aumento na produtividade de diferentes culturas, resultante de sua aplicação têm incentivado o aproveitamento agrícola desses materiais como fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas (TRANNIN et al., 2008).

Todavia o lodo de esgoto é um resíduo de baixo teor de nutrientes e de composição extremamente variável, comparado aos fertilizantes químicos tradicionais, embora as diferenças desfavoráveis aos lodos, inerentes aos custos de transporte, manuseio, aplicação e monitoramento, decresçam ao longo dos anos, em virtude do incremento dos custos da energia necessária à produção dos fertilizantes comerciais (GELLINGS; PARMENTER, 2004).

Doses de até 200 Mg ha⁻¹, incorporados ou aplicados em superfície para a produção de gramas melhoraram a taxa do estabelecimento das plântulas e aumentaram o pH do solo, CTC, agregação, matéria orgânica, e a retenção de água (MURRAY, 1981). Em comparação, a densidade do solo e o peso do tapete por unidade de área foram reduzidos, e consequentemente os custos com transporte.

Entretanto, as maiores limitações para o emprego do lodo de esgoto em área agrícola são os riscos de contaminação do solo com metais pesados (LOPES et al., 2005).

Wolejko et al. (2013) com objetivo de avaliar o acúmulo de metais pesados em gramados observaram nas doses de 75 e 150 Mg ha⁻¹ aumento nas concentrações de Cd, Cu, Ni, Pb e Zn no solo e na planta, que essas são correlacionadas e que as doses promovam acréscimo à produção de massa.

A presença de metais pesados restringe sua aplicação no solo, à medida que o acúmulo desses elementos pode causar maior absorção pelas plantas e provocar sua entrada na cadeia alimentar. As quantidades de lodo a serem aplicadas e os seus efeitos no sistema solo-planta dependem, entre outros fatores, da sua própria qualidade e da planta cultivada (MARTINS et al., 2003). Nogueira et al. (2013) indicam utilizar o N como parâmetro para estipular a dose aplicada, preconizando concentrações inofensivas de metais pesados na planta e no solo.

Objetivou-se com o trabalho avaliar a disponibilidade de metais pesados presentes no solo após a colheita de tapetes de grama esmeralda adubada com lodo de esgoto.

METODOLOGIA

O experimento foi instalado e conduzido em propriedade comercial 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. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, de textura argilosa conforme nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013).

Os dados de precipitação indicaram 277 mm de chuva entre no período do experimento, e sendo notado déficit hídrico nos meses de novembro, janeiro e maio avaliado através da relação precipitação evapotranspiração. A temperatura média ficou em 23 °C, sendo a mínima em maio de 18 °C e a máxima nos meses de janeiro e março de 26 e 25 °C.

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%.

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, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de lodo (0, 10, 20, 30 e 40 Mg ha⁻¹, base seca) mais um tratamento com adubação mineral nas quantidades de 300, 70 e 200 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. As parcelas experimentais tinham 2,2 x 5,0m com 0,5m de cada extremidade como bordadura.

O lodo de esgoto utilizado foi proveniente da estação de tratamento de esgoto da cidade de Jundiá/SP, que utiliza o processo de lagoas aeradas de mistura completa, seguida de lagoa de decantação para sua higienização. O lodo de esgoto foi aplicado superficialmente na área e o espalhamento foi realizado a lanço manualmente com auxílio de pás e enxadas.



Figura 1: Aspecto do lodo de esgoto utilizado no experimento. Fonte: Autor do trabalho.

Antes da instalação do experimento, procedeu-se à coleta de amostra do lodo na qual foram quantificados a umidade, relação C/N, pH e as concentrações de macro, micronutrientes e metais pesados (Tabela 1).

Tabela 1: Composição química do lodo de esgoto (com base na matéria seca) utilizado no experimento e valores de concentração máxima permitida (CMP) pela legislação.

Parâmetro	Unid. ¹	Conc.	Parâmetro	Unid. ¹	Conc.
N	g kg ⁻¹	32	Cu	mg kg ⁻¹	722
P	g kg ⁻¹	18	Fe	mg kg ⁻¹	28800
K	g kg ⁻¹	2,1	Mn	mg kg ⁻¹	674
Ca	g kg ⁻¹	13,1	Zn	mg kg ⁻¹	500
Mg	g kg ⁻¹	2,8	As	mg kg ⁻¹	0,59
S	g kg ⁻¹	24	Cd	mg kg ⁻¹	7,21
MO	g kg ⁻¹	520	Cr	mg kg ⁻¹	152,7
Umidade	%	68	Hg	mg kg ⁻¹	<0,1
Relação C/N	-	9	Ni	mg kg ⁻¹	34,5
pH	-	5,9	Pb	mg kg ⁻¹	184,4
Na	mg kg ⁻¹	1880			

⁽¹⁾ Os valores de concentração são dados com base na matéria seca.

Após a retirada dos tapetes de grama da área, procedeu-se às amostragens de solo nas camadas de 0-0,05 e 0,05-0,10 m de profundidade, para determinação de metais disponíveis. Para a extração dos metais (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn) utilizou-se o DTPA, e a determinação foi feita por espectrofotometria de emissão em plasma (ICP-AES).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância para a observação da existência ou não da diferença entre tratamentos. Para as doses de lodo de esgoto foi utilizado a regressão. Os dados amostrados foram analisados utilizando-se o programa Sisvar 4.2.

RESULTADOS

Com base na maior dose de lodo de esgoto aplicada no solo (40 Mg ha⁻¹), foi adicionado aproximadamente 0,023; 0,30; 29; 6,11; 0,004; 1,38; 7,38 e 20 kg ha⁻¹ de As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb e Zn, respectivamente.

Os metais Cd, Cr e Hg, nas duas profundidades analisadas apresentaram-se em concentrações abaixo do limite de determinação do método analítico empregado. Apesar disso é impróprio afirmar que esses metais não estavam presentes nas amostras de solo. As concentrações no extrato foram menores que 0,002 mg dm⁻³ para Cd, 0,004 mg dm⁻³ para Cr e 0,02 mg dm⁻³ para Hg, sendo os teores trocáveis menores que 0,02, 0,04 e 0,2 mg dm⁻³, respectivamente para Cd, Cr e Hg.

Pigozzo et al. (2004) aplicando até 80 Mg ha⁻¹ de lodo, também utilizando o extrator DTPA, verificaram que os elementos Cd, Cr, Ni, Co e Pb não foram detectados, isto é, suas concentrações estavam abaixo do limite de detecção do equipamento usado.

Wu et al. (2012) ao trabalharem com doses de 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de lodo, por um período de 12 anos, evidenciaram incremento significativo de P e dos metais pesados Cu, Zn, Cd e Pb na camada de 0 - 0,15 m, esses detectados pelo método DTPA, em que a viabilidade biológica observada desses foi entre 20 e 40%, 8 e 20%, 5 e 11%, 1 e 16%, respectivamente.

Para As, Cu, Ni, Pb e Zn verificou-se pequenas quantidades disponíveis no solo, após o corte dos tapetes de grama, sendo observada diferença para o Cu e Zn nas camadas de 0-0,05 e 0,05-0,10 m e para o Pb na camada de 0-0,05 m (Tabela 2 e 3). Para os demais metais, a adição de 40 Mg ha⁻¹ de resíduos, aplicados sobre a superfície do solo, não diferem dos teores disponíveis de metais pesados onde esses não foram aplicados (dose zero).

Ao avaliar a camada de 0-0,05 m verifica-se que houve aumentos de 0,9 mg dm⁻³ de Cu, 0,212 mg dm⁻³ de Pb e de 3,9 mg dm⁻³ de Zn, em relação ao tratamento sem lodo, quando aplicada a dose de 40 Mg ha⁻¹ de lodo. No caso do Pb a adubação química proporcionou quantidades semelhantes de metais pesados ao solo quando comparados aos tratamentos que receberam o lodo de esgoto. Nos solos cultivados, os fertilizantes minerais também podem ser possíveis fontes de metais pesados (SU et al., 2014).

Apenas a disponibilidade de Cu e Zn foram maior que 1 mg dm⁻³ quando adicionadas às doses de lodo. Silva et al. (2001), também utilizando o DTPA como extrator, verificaram que a aplicação, no solo, de 40 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto provocou

aumentos nos teores de Cd, Cr e Pb extraídos. Os teores aumentaram de 0,05 e 0,06 para 0,2 mg dm⁻³ para Cd e Cr, e de 0,97 para 2,5 mg dm⁻³ para Pb, pois adicionaram-se ao solo 0,4 kg ha⁻¹ de Cd, 9,8 kg ha⁻¹ de Cr e 4,0 kg ha⁻¹ de Pb.

Tabela 2: Teores de As, Cu, Ni, Pb e Zn no solo após a colheita da grama esmeralda em função de doses de lodo de esgoto, na profundidade de 0-0,05 m.

Dose de LE (Mg ha ⁻¹)	Profundidade de 0-0,05 m				
	As	Cu	Ni	Pb	Zn
	(mg dm ⁻³)				
0	0,180	4,8	0,122	0,531	0,4
10	0,143	5,1	0,112	0,579	1,4
20	0,189	5,3	0,155	0,718	2,0
30	0,131	5,5	0,163	0,713	2,2
40	0,139	5,7	0,155	0,743	4,3
Regressão	ns	L*	ns	L**, Q**	L**
AQ	0,191	4,7	0,129	0,706	0,6

*, **, ns – significativo a 5 e 1% de probabilidade, não significativo. L, Q – Linear, Quadrática. AQ – Adubação química.

Tabela 3: Teores de As, Cu, Ni, Pb e Zn no solo após a colheita da grama esmeralda em função de doses de lodo de esgoto, na profundidade de 0,05-0,10 m.

Dose de LE (Mg ha ⁻¹)	Profundidade de 0,05-0,10 m				
	As	Cu	Ni	Pb	Zn
	(mg dm ⁻³)				
0	0,225	4,6	0,117	0,518	0,1
10	0,270	4,7	0,116	0,595	0,7
20	0,269	4,8	0,132	0,570	0,9
30	0,241	4,8	0,153	0,700	1,2
40	0,243	5,4	0,144	0,616	2,5
Regressão	ns	L*	ns	ns	L**
AQ	0,237	4,6	0,139	0,678	0,4

*, **, ns – significativo a 5 e 1% de probabilidade, não significativo. L, Q – Linear, Quadrática. AQ – Adubação química.

Nascimento et al. (2014) ao avaliarem os teores de metais pesados em solo adubado com lodo de esgoto e solo cultivado com girassol apontaram que a adição desse até a dose de 29 t ha⁻¹, implicou no aumento de Cu, Ni e Pb nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40. Junio et al. (2011) estudando doses de lodo de esgoto em solo cultivado com milho evidenciaram aumento nos teores de Cu, Zn e Pb no solo em função das aplicações, concluíram ainda que em solos sem adubação prévia com lodo, pode-se utilizar doses de até 75 Mg ha⁻¹ sem incrementos superiores nos teores de Cu, Zn, Pb, Cd, Ni e Cr.

A utilização do lodo de esgoto como fertilizante é uma alternativa sustentável, promove benefícios socioeconômicos e ambientais, além de melhores condições químicas e físicas do solo, todavia o uso em excesso e continuado leva a contaminação do solo e cultura com metais pesados (RANGEL et al., 2004; WU et al., 2012). Porém em sistema de produção de tapete de grama, onde uma pequena camada de solo e praticamente todo o lodo aplicado são levados juntamente com o tapete, a aplicação prolongada nestas áreas pode não ser um problema, visto que a quantidade de metais disponíveis que ficaram neste solo é muito baixa.

Em sistema de produção de tapete de grama, onde uma pequena camada de solo e praticamente todo o lodo aplicado são levados juntamente com o tapete, a aplicação prolongada nestas áreas pode não ser um problema, visto que a quantidade de metais disponíveis que ficaram neste solo é muito baixa. E como não foi verificado nenhum efeito tóxico às plantas e a cultura não é utilizada para alimentação humana, os metais pesados acumulados na grama não causam perigo à cadeia trófica.



Figura 2: Tapete de grama colhido, demonstrando a remoção do lodo de esgoto da área. Foto: Clarice Backes.

CONCLUSÕES

A aplicação superficial de lodo de esgoto até a dose de 40 Mg ha⁻¹, não aumentou a disponibilidade no solo dos metais pesados Cd, Cr, Hg, As e Ni extraídos pelo DTPA quando aplicado em superfície em áreas de produção de gramas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 3ed, Brasília, Brasil: Embrapa, 2013, 353p.
2. FERREIRA, D. F. **Sisvar** versão 4.2. Lavras: DEX/UFLA. 1 CD-ROM. 2003.
3. GELLINGS, C. W.; PARMENTER, K. E. Energy efficiency in fertilizer production and use. In: GELLINGS, W.; KORNELIS, B. (ed). **Efficient use and conservation of energy**. Oxford: EOLSS publishers; 2004. 14 p. Available from: <http://www.eolss.net/Sample-Chapters/C08/E3-18-04-03.pdf>.
4. JUNIO, G. R. Z.; SAMPAIO, R. A.; SANTOS, G. B.; NASCIMENTO, A. L.; PRATES, F. B. S.; FERNANDES, L. A. Metais pesados em milho fertilizado com fosfato natural e composto de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 10, p.1082-1088, 2011.
5. LOPES, J. C.; RIBEIRO, L. G.; ARAÚJO, M. G.; BERALDO, M. R. B. S. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 143-147, 2005.
6. MARTINS, A. L. C.; BATAGLIA, O. C.; CAMARGO, O. A. de. Copper, nickel and zinc phytoavailability in an oxisol amended with sewage sludge and liming. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 747-754, 2003.
7. MURRAY, J. J. Utilization of composted sewage sludge in sod production. P. 544. In R.W. Sheard (ed) proc. 4 Int. Turfgrass Research Conf., Univ: of Guelph. P.544, 1991.
8. NASCIMENTO, A. L.; SAMPAIO, R. A.; JUNIO, G. R. Z.; CARNEIRO, J. P.; FERNANDES, L. A.; RODRIGUES, M. N. Teores de metais pesados no solo em girassol adubado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 294-300, 2014.
9. NOGUEIRA, T. A. R.; FRANCO, A.; HE, Z.; BRAGA, V. S.; FIRME, L. P.; ABREU-JUNIOR, C. H. Short-term usage of sewage sludge as organic fertilizer to sugarcane in a tropical soil bears little threat of heavy metal contamination. **Journal of Environmental Management**. v. 114, p. 168 - 177, 2013.
10. PIGOZZO, A.T.J.; GOBBI, M.A.; SCAPIM, E.L.; JUNIOR, J.L.; BREDA, C.C.B. Disponibilidade de metais de transição no solo tratado com lodo de esgoto. **Acta Scientiarum**, v.26, n.4., p.443-451, 2004.
11. RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; BETTIOL, W.; GUILHERME, L. R. G.; DYNIA, J. F. Acúmulo de Cu, Mn, Ni, Pb E Zn em latossolo vermelho adubado com fontes de lodo de esgoto e cultivado com milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 15-23, 2004.
12. SILVA, F. C.; BOARETTO, A. E.; BERTON, R. S.; ZOTELLI, H. B.; PEXE, C. A.; BERNARDES, E. M. Efeito de lodo de esgoto na fertilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.5, p.831-840, 2001.
13. SU, C.; JIANG, L.; ZHANG, W. A review on heavy metal contamination in the soil worldwide: Situation, impact and remediation techniques. **Environmental Skeptics and Critics**, v. 3, n. 2, p. 24-38, 2014.
14. TRANNIN, I. C. B.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Atributos químicos e físicos de um solo tratado com biossólido industrial e cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.3, p.223-230, 2008.



1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

GRAMADO-RS

12 a 14 de junho de 2018

15. WOLEJKO, E.; WYDRO, U.; BUTAREWICZ, A.; LOBODA, T. Effects of sewage sludge on the accumulation of heavy metals in soil and in mixtures of lawn grasses. **Environment Protection Engineering**. v. 39, n. 2, p. 67 – 76, 2013.
16. WU, L.; CHENG, M.; LI, Z.; REN, J.; SHEN, L.; WANG, S.; LUO, Y.; CHRISTIE, P. Major nutrients, heavy metals and PBDEs in soils after long-term sewage sludge application. **Journal of Soils and Sediments**, v. 12, n. 4, p. 531-541, 2012.