



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

III-055 - DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NA APLICAÇÃO DE LODO DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO DE ESGOTO NA AGRICULTURA

Nelson Luiz da Silva⁽¹⁾

Biólogo pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras Prof Carlos Pasquale, São Paulo. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos SP (EESC/USP). Brasil.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Nicolau Zarvos, 1140, Lins, Estado de São Paulo, Brasil CEP: 16.370-000 - Brasil - Tel: (14) 522-4933

e-mail nlsilva@sabesp.com.br.

Marcos Omir Marques⁽²⁾

Engenheiro Agrônomo. Doutor, Professor Adjunto da UNESP, Depto de Tecnologia.

Endereço: Via de Acesso Prof Paulo Donato Castelane, Campus – UNESP, Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil

e-mail omir@fcav.inesp.br

Valdir Schalech⁽³⁾

Engenheiro Químico. Doutor, Professor da Universidade de São Paulo USP, Departamento de Hidráulica e Saneamento Escola de Engenharia de São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil. Professor visitante da Universidade de Nebraska, U.S, de 1999 a 2000.

Endereço: Avenida Trabalhador São-carlense, 1465, CEP 13560-250, São Carlos, SP- Brasil.

e-mail vschalech@sc.usp.br

RESUMO

O resíduo gerado nas ETEs, Estações de Tratamento de Esgotos é o lodo, também denominado lodo de esgoto. Sua composição é muito variável devido às diferentes origens dos esgotos que o compõe, provindos de áreas residenciais urbanas, aéreas industriais e zona rural. Nele são encontrados todos os nutrientes considerados essenciais para o crescimento e produção das culturas, assim os elementos considerados úteis ao desenvolvimento das mesmas. Além dos nutrientes das plantas, o lodo de esgoto ainda apresenta na sua composição grande quantidade de matéria orgânica, não destruída durante a fase de tratamento. Apesar da possibilidade de causar impacto ambiental, por ser um resíduo, que apresenta organismos patogênicos, ovos de helmintos, metais pesados, de substâncias orgânicas diversas, e de alta porcentagem de nitrogênio, o lodo de esgoto tem mostrado eficiência quanto à melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, ao mesmo tempo em que os nutrientes das plantas presentes na sua constituição têm sido disponíveis para as plantas, com aumento na produção de matéria seca e na produtividade. Neste trabalho é feita uma avaliação dos efeitos positivos do lodo de esgoto como fertilizante, no plantio de sorgo granífero híbrido, em condições de casa de vegetação.

PALAVRAS-CHAVE: Estações de Tratamento de Esgotos; Sorgo Granífero; Lodo de Esgotos; Matéria Orgânica; Materiais e Métodos.

INTRODUÇÃO

A atividade humana é geradora de permanente de resíduos. Nos primórdios da humanidade, os resíduos se limitavam às sobras alimentares, aos dejetos humanos e aos restos de uma agricultura incipiente, sendo que a própria natureza cuidava de processar sua reciclagem.

Com o aumento populacional, as pessoas passaram a se concentrar em vilas, que foram se transformando em grandes centros urbanos. A necessidade de produzir grandes quantidades cada vez maiores de alimentos determinou o aparecimento de indústrias com os mais diferentes objetivos, agravando, de modo sensível, a produção de resíduos, que

então já não eram apenas as sobras alimentares, os dejetos e os resíduos da atividade agrícola, mas um complexo de produtos orgânicos e inorgânicos que passaram a se acumular em quantidade proporcional ao crescimento urbano.

Desta forma, a ação natural passou a não dar conta de reciclar os produtos lançados nos córregos e rios, que então se transformaram em verdadeiros esgotos a céu aberto, como ocorre com rios como Tietê, Tamanduatei, Piracicaba e outros nas proximidades dos grandes centros urbanos, causando grande impacto ambiental, que o homem somente agora está tomando consciência e tentando neutralizar. MELO et al. (1997).

Desta forma o saneamento básico deveria ser uma das grandes prioridades de qualquer governo, uma vez que garante as condições higiênicas necessárias da população. Estima-se que serão necessários R\$ 25 bilhões, em 15 anos, para atender toda a população urbana brasileira, com infra-estrutura de saneamento básico, mantidos inalterados os dados populacionais. CEEJ (1996).

A consciência ecológica, que vem crescendo dia a dia, não mais permite que os resíduos urbanos, sólidos ou líquidos, sejam lançados diretamente ao meio ambiente sem um prévio tratamento. O lixo urbano deve passar por uma coleta seletiva para que se possa proceder à reciclagem dos elementos nele contidos, seguindo-se o reaproveitamento dos produtos minerais e a compostagem do material orgânico. As águas servidas devem ser tratadas, de modo a remover sua carga de organismos patogênicos e a parte possível de seu material orgânico, somente então sendo devolvidas à natureza. do Tratamento do lixo sólido urbano e das águas servidas resultam dois novos resíduos, o composto e o lodo de esgoto, com potencial para uso agrícola, mas ainda contendo um potencial poluidor, cujo destino constitui grande desafio para o homem. No nosso caso, daremos enfoque especial ao lodo de esgotos. MELO et al. (1997).

Segundo MELO & MARQUES (1999), lodo de esgoto pode ser definido como sendo o resíduo gerado nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs). Na sua composição que é muito variável, em função da origem dos esgotos (áreas residenciais, áreas industriais, zona rural) e do processo utilizado no tratamento, são encontrados todos os nutrientes considerados essenciais para o crescimento e produção das culturas, assim como os elementos considerados úteis ao desenvolvimento das mesmas. Além dos nutrientes das plantas, o lodo de esgoto, também denominado biossólido, ainda encerra na sua composição grande quantidade de matéria orgânica, não destruída durante a fase de tratamento dos esgotos sanitários. O lodo é estabilizado biologicamente, após passar por processos de tratamento

Apesar da falta de investimento em tratamento de esgotos no Brasil, a produção de lodo tem aumentado consideravelmente, sobretudo nos centros mais desenvolvidos do País.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Localização

A experiência foi desenvolvida no sistema de plantio em vasos, em uma casa de vegetação instalada na chácara de propriedade do Curtume USIBRÁS no Município de Promissão - S.P. A duração dos trabalhos de pesquisa foi de quatro meses, tendo sido iniciado em 04 de julho, com o plantio do sorgo, o dia 23 de outubro de 2000, colheita.

5.2. Clima

Em termos de classificação climática, aplicando-se o sistema de Koppen, toda área estudada fica submetida ao tipo Cwa ou seja, clima mesotérmico de inverno seco. Pelo cálculo do balanço hídrico efetuado pelo método de THORTHWAITE & MATHER (1955) (125 mm de retenção de água no solo), a deficiência hídrica anual média é da ordem de 54 mm, concentrada a partir de meados de abril até o final de setembro. O período de máxima precipitação compreende os meses de novembro a março, com excedente máximo de 240 mm. Foram feitas considerações utilizando-se os dados de clima para o município de Penápolis (SP), local que possui maior número de informações de ordem climática para a região estudada.

5.3. Lodo

O lodo utilizado, foi retirado da lagoa anaeróbia aerada localizada no município de Urânia Estado de São Paulo, a qual apresenta os seguintes parâmetros de projeto: área média de 0,2432 há; volume útil de 2676 m³; Demanda Bioquímica de Oxigênio afluente de 509, mg/L; taxa de aplicação superficial de 1412 Kg de DBO/há/dia; tempo de detenção hidráulico de 3 dias pertencente à Cia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP. Antes de ser utilizado, o lodo foi seco ao ar livre, por dez dias, peneirado, antes de ser aplicado nos vasos.

As características químicas do lodo utilizado serão descritas a seguir: Carbono Orgânico: 194,11 g kg⁻¹, Nitrogênio

Kjeldahl: 23,69 kg⁻¹ , Fósforo total : 3,20 g kg⁻¹ , K total : 5,77 g kg⁻¹ , Ca 13,33 g kg⁻¹ , Mg : 3,00 g kg⁻¹ , S-sulfato : 1,55 g kg⁻¹ , Cobre : 61,33 mg kg⁻¹ , Zinco : 324,17 mg kg⁻¹ , Molibidênio : 1,43 mg kg⁻¹ , Ferro 27,63 g kg⁻¹ , Manganês : 395,00 , Crômio : 185,75 mg kg⁻¹ , Cádmio : 1,58 mg kg⁻¹ , Níquel : 25,83 mg kg⁻¹ , Chumbo : 1,43 mg kg⁻¹ , Umidade : 4,67 % , pH em água : 6,48.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados , constituído por cinco tratamentos em cinco repetições, perfazendo um total de 20 parcelas.

5.4 Cultura

A planta utilizada foi o sorgo (*Sorgum bicolor* L. Moench) híbrido granífero safra 1999, lote 291171, pureza mínima de 98 % , teste de germinação máxima de 80 % , validade até julho de 2000, produzido em Santa Cruz das Palmeiras – SP. AGROCERES.

Características principais : utilizado para silagem ou grão, 65 dias de florescimento; ciclo de 120 dias entre plantio e colheita; porte médio = 1,80 metros de tamanho adulto, resistente à traquinose e mela da panicula.

Foram aplicados os seguintes tratamentos: calcário calcinado para as plantas testemunhas (tratamento 1), fertilização mineral para o tratamento 2, e para os tratamentos 3, 4 e 5 foram aplicados lodos em quantidades de forma a fornecer 100, 200 e 300 % , respectivamente do

nitrogênio exigido pela cultura.

A tabela 04, mostra como foi aplicada a fertilização mineral.

TABELA 04 – Fertilização Mineral

Elemento	Fonte	ppm no Solo	mL ou g / Vaso
N*	A	310	300 mL
P**	ST	196	10,18 g
K***	B	158	45,0 mL
Ca	I	75	-----
Mg	I	15	-----
S	I	50	-----
B	C	0,5	30 mL
Cu	C	1,5	30 mL
Mn	C	3,0	30 mL
Mo	C	0,1	30 mL
Zn	C	9,4	30 mL
Fe	D	5,0	10 mL

FONTE: VITTI.; M.Silva.; SILVA, A.M.S. (1991) - Estudo das interações Sorgo x Rabelabe x Rizóbio. FCAVJ / UNESP. Jaboticabal – SP, p. 51. (Tese de Graduação).

* Foi aplicado 1/3 na semeadura e 1/3 30 dias após.

** Foi aplicado 1/3 30 dias após a semeadura.

*** Foi aplicado 1/3 na semeadura e 2/3 30 dias após.

5.5. Semeadura e Acompanhamento do Desenvolvimento das Plantas

A instalação do experimento ocorreu em 04 de julho de 2000, sendo que o mesmo foi conduzido até 23 de outubro de 2000.

Para o plantio foram feitos sulcos de 5 cm de profundidade, em cada vaso, onde foram colocadas as sementes, no total de cinco em cada vaso, já umedecidos, de acordo com o teste umidade realizado anteriormente. A seguir elas foram recobertas com terra dos próprios vasos.

Foram realizadas irrigações diárias dos vasos de forma a repor a água consumida na evapotranspiração. Procurou-se repor a água de tal forma a manter o solo com umidade próxima à capacidade de campo

A partir de 03 de setembro, com o aumento da temperatura externa, passou-se a realizar a terceira rega, sempre ao meio dia, dependendo das oscilações da temperatura. Neste período foi colocado o material sombrite, com 50 % de redução da luz solar sobre a casa de vegetação, para evitar o superaquecimento interno. Foi colocado um termômetro de precisão, para controle da temperatura, a qual se elevou consideravelmente, devido à falta de chuvas, nos meses de setembro e outubro.

A germinação foi satisfatória em todos os vasos, tendo ocorrido 10 dias após a semeadura com o nascimento de cinco plantas na maioria dos vasos, com exceção no 17 e 18, onde nasceram apenas duas plantas em cada um, tendo sido retiradas as plantas invasoras. Doze dias após a germinação, foram feitos os desbastes das plantas, mantendo-se apenas as duas mais vigorosas em cada vaso, três vasos não vingaram.

Periodicamente, foi realizada avaliação do crescimento das plantas, através de medições, conforme mostra a tabela 05.

TABELA 05– Altura das plantas em diferentes épocas, para os diferentes tratamentos testados.

Nº Vaso	Medições do crescimento das plantas (m)						
	12/08/00	20/08/00	27/08/00	02/09/00	23/09/00	30/09/00	23/10/00
1	0,70	0,70	1,00	1,25	1,12	1,41	1,70
2	0,72	0,72	0,92	1,07	1,10	-	-
3	0,52	0,52	0,90	1,00	1,24	1,30	1,68
4	0,63	0,63	0,89	0,85	1,00	-	-
5	-	-	0,53	0,58	0,47	0,50	1,38
6	0,55	0,55	0,68	0,70	0,63	0,89	1,32
7	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	0,83	1,14	1,24
9	0,66	0,66	0,90	1,10	1,10	1,30	1,55
10	0,68	0,68	0,93	1,08	1,20	1,53	1,77
11	0,73	0,73	0,89	1,10	1,10	1,38	1,60
12	0,65	0,65	0,76	1,00	1,18	1,35	1,38
13	0,61	0,61	0,84	1,00	1,20	-	-
14	0,50	0,50	0,70	-	1,15	1,30	1,43
15	0,50	0,50	0,75	0,75	0,61	0,87	1,34
16	0,58	0,58	0,73	0,78	0,84	1,00	1,47
17	0,59	0,59	0,88	1,00	1,14	-	-
18	0,74	0,74	0,80	1,00	1,34	1,38	1,61
19	0,46	0,46	0,92	1,05	1,25	-	-
20	0,73	0,73	0,98	1,10	-	1,02	1,28

Os resultados obtidos acima foram realizados através do acompanhamento do crescimento das plantas.

As primeiras panículas apareceram no dia doze de setembro, inicialmente nos vasos – 1, 10, 11, e 20 que tinham recebido a maior dose de biofertilizantes (1395 gramas). Em seguida nasceram nos vasos contendo doses de 465 g e 930 g, e fertilização mineral. Nos vasos testemunhas, a primeira panícula ocorreu somente no dia 26 de outubro, no vaso 16.

De maneira geral, todas as panículas apresentaram tamanhos que podem ser considerados normais, com exceção nos vasos testemunhas as quais não se desenvolveram a contento.

Não foi constatado o aparecimento de pragas durante o cultivo, foi notado a incidência de ferrugem em poucas folhas e fungos da cor branca em alguns caules. O ataque não foi intenso o suficiente para se tomar qualquer medida de combate.

A colheita das plantas foi realizada no dia 23 de outubro, sendo que primeiramente foram retiradas, em ordem sequencial, as panículas, as folhas e caules, e raízes, de cada um dos vasos, sendo todas essas partes identificadas, após terem sido lavadas com água comum, de poço artesiano, água destilada e desionizada, e colocados em repouso por uma noite em balcão. No dia seguinte o material foi colocado em sacos de papel, perfurados, e levados à estufa de secagem com aeração forçada (60 a 70 °C), até peso constante, durante uma semana

A seguir foram retiradas amostras de solo de todos os vasos. As amostras foram coletadas utilizando-se um tubo de PVC, de 2 polegadas, de diâmetro, o qual era introduzido no solo até a profundidade de 20 cm. Procedeu-se ao peneiramento dos mesmos de forma a recuperar o sistema radicular das plantas, e também as raízes. As raízes foram colocadas em frascos com capacidade de dois litros, contendo ácido sulfúrico na concentração de 5 %, lavadas e enxaguadas com água destilada e desionizada, até seu branqueamento. Após a retirada de toda a terra que sobrou nos vasos, essa foi peneirada, as raízes foram recuperadas, lavadas e colocadas em sacos plásticos e identificadas, e a seguir sofreram o mesmo procedimento empregado para as panículas e partes aéreas. Foi aplicado tratamento estatístico das análises de variância e teste de Tukey ao nível de 5 % de significância mínima.

5.6. Análises Laboratoriais do Material das Plantas e Solo

Após a secagem do material, até esse atingir o peso constante, as amostras de panículas, partes aéreas, raízes e solo foram enviadas, à Cooperativa Regional dos Cafeicultores de Guaxupé, COOXUPÉ, para que fossem analisados quanto aos teores de macro e micro nutrientes e metais pesados (Chumbo, Níquel, Cromo e Cádmiio) e também de macro e micronutrientes). Os resultados obtidos nessas análises serão abordadas devidamente na avaliação. Foram utilizadas as normas de procedimentos de acordo com LOON, J. C. V. (1985), GORANDER, L. (1979), A.O. A. C. (1991).

6. RESULTADOS

Na tabela 06 página 28, são apresentados os resultados de atributos do solo para os diferentes tratamentos realizados, ao final do experimento. Com relação aos teores de matéria orgânica no solo, observa-se que as parcelas que receberam lodo de esgoto não apresentaram diferenças entre si e daquelas correspondentes ao tratamento testemunha. Contudo seus teores foram superiores aos encontrados nas parcelas em que se aplicou fertilizantes minerais. Apesar de não ter sido detectado significância, a incorporação de lodo de esgoto proporcionou, em relação ao tratamento testemunha, um acréscimo de 4,45 a 4,75 g de matéria orgânica por kg de solo, o que corresponde a um aumento médio de 34,71 %.

Os resultados encontrados, de acordo com RAIJ et al. (1985), nas parcelas que receberam lodo acham-se dentro dos limites da normalidade : 16 a 30 kg⁻¹ . As parcelas correspondentes aos tratamentos testemunha e fertilização mineral ficaram abaixo do teor mínimo considerado normal para o Estado de São Paulo, segundo o boletim IAC 200.

Em relação às variáveis estatísticas, o coeficiente de variação apresentou valores que, com exceção dos dados de magnésio, situaram-se dentro dos limites de precisão aceitáveis. Para os valores de Mg, o valor excessivamente alto não foi suficiente para comprometer a sensibilidade da análise, uma vez que as médias obtidas apresentaram diferenças significativas.

A tabela 07 na página 30, apresenta a comparação dos resultados estatísticos para as análises de raízes entre a testemunha (T-1) e os demais tratamentos, evidenciando que houve efeito significativo para os nutrientes N, Ca, S, Cu, Mn, Fe, comprovando que o lodo de esgoto mostrou-se ser uma boa fonte de nutrientes. Com relação aos teores de P, ocorreu uma diminuição deste elemento.

O Mg e o Cu não sofreram alteração nos diferentes tratamentos.

A tabela 08 na pagina 32, apresenta resultados estatísticos da parte aérea, comparativos das médias obtidas do tratamento Testemunha (T-1) com os demais tratamentos com o lodo de esgoto, mostrando que houve efeito significativo para os elementos N, K, Ca, S, Mn e Fe, evidenciando que o lodo de esgoto aplicado no experimento apresentou fontes potenciais de nutrientes para o sorgo. Porém com o elemento P ocorreu uma diferença significativa negativa apenas no tratamento T -5 sendo que nos demais tratamentos quando comparados com o tratamento testemunha não houve variação. O teor de Mg e Cu permaneceram inalterados nos cinco tratamentos. Para os metais pesados (Cd, Pb, Cr), os mesmos não foram encontrados em todos os tratamentos, comprovando que não houve translocação destes elementos para as panículas.

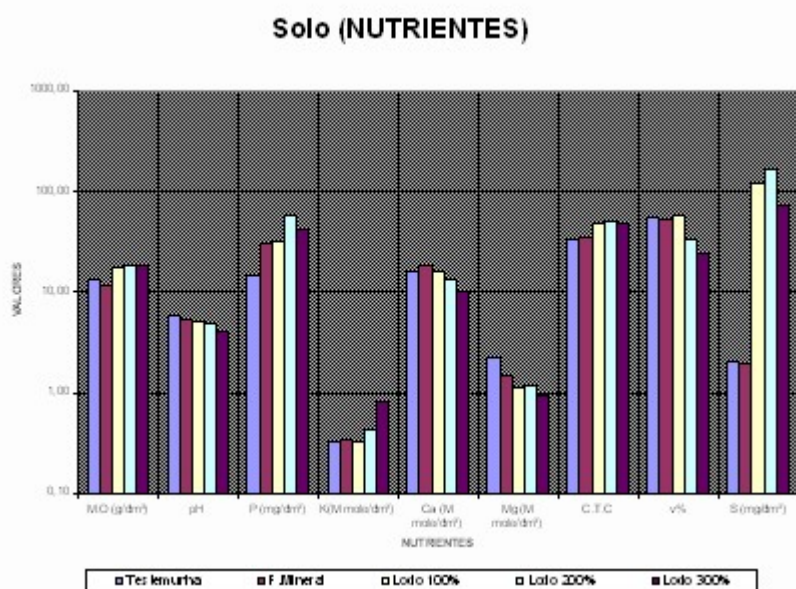
A tabela 09 na pagina 34, mostra resultados e comparações estatísticas das panículas, onde as variações entre N, P, Cu, Fe produziram efeito significativo em relação a testemunha T- 1, e ao T- 2; no entanto, somente com a maior dosagem de lodo (T 5), obteve-se concentrações superiores ao tratamento com fertilizante mineral (T – 2).

Com o K ocorreram diferenças significativas positivas em relação à testemunha T- 1 , em todos os tratamentos onde se aplicou lodo de esgoto: no entanto ocorreram diferenças significativas positivas, e negativas em relação aos tratamentos T- 2 e T – 5, e T-2 e T-4, respectivamente.

Com o elemento Ca ocorreram diferenças significativas positivas para todos os tratamentos com aplicação de lodo quando comparados com o Tratamento T – 2, a única diferença significativa positiva ocorreu no tratamento T- 4 .

Com o Mn ocorreram diferenças significativas positivas em todos os tratamentos com aplicação de lodo, comparando-se com os resultados do tratamento Testemunha T - 1. Em comparação o tratamento que recebeu fertilização químico (mineral) T –2 ocorreram diferenças significativas nos tratamentos T-3 e T- 4, sendo que n o último houve uma diferença bastante elevada.

TABELA 6 - Solo - Avaliações Estatísticas



Tratamentos	M.O	pH	pH SMP	P	K	Cálcio	Mg	Al	H + Al	S.B	C.T.C
T 1	13,25 AB	5,90 A	7,15 A	14,75 D	0,33 BC	15,67 AB	2,25 A	0,90 B	12,25 E	19,83 AB	33,10 B
T 2	11,70 B	5,32 AB	6,82 A	30,68 C	0,35 BC	18,74 A	1,47 AB	0,92 B	17,06 D	20,66 A	35,61 B
T 3	17,70 A	5,15 AB	6,72 AB	31,14 C	0,32 C	15,99 AB	1,15 B	0,96 B	29,39 C	17,48 AB	47,51 A
T 4	18,00 A	4,90 AB	6,58 AB	58,41 A	0,43 B	13,47 B	1,20 B	0,95 B	34,97 B	15,85 BC	50,88 A
T 5	18,00 A	4,03 B	6,13 B	42,38 B	0,83 A	10,19 C	0,93 B	4,25 A	42,91 A	11,67 C	48,65 A

Média seguida de letras maiúsculas diferem entre si pelo teste de tukey a 5%.

	M.O	pH	pH SMP	P	K	Cálcio	Mg	Al	H + Al	S.B	C.T.C
DMS (Tukey 5%)	4,89	1,44	0,61	4,65	0,13	3,14	1,02	0,29	4,19	4,36	8,37
F (Blocos)	1,32 NS	1,90 NS	2,61 NS	3,33 NS	6,33 **	2,86 NS	1,63 NS	1,81 NS	0,30 NS	2,37 NS	0,70 NS
F (Tratamento)	7,78 **	4,60 *	7,65 **	246,31 **	89,43 **	21,01 **	5,13 *	551,89 **	184,50 **	13,92 **	19,37 *
C.V. (%)	13,79	12,63	4,05	5,81	10,18	9,4	32,38	7,92	6,81	11,28	8,6

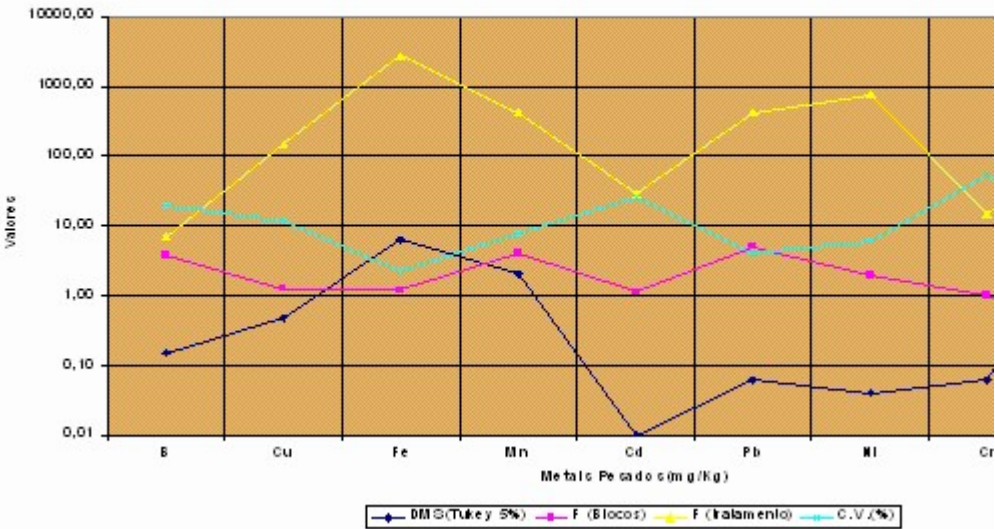
* Segnificativo ao nível de 5% - ** Segnificativo ao nível de 1% - NS Não significativo

Médias seguidas de letras diferentes, deferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tratamentos	V %	S	B	Cu	Fe	Mn	Cd	Pb	Ni	Cr	P Seco
T 1	55,50 A	2,00 D	0,20 B	0,65 D	33,94 E	1,35 D	0,01 C	0,45 C	0,04 D	0,00 B	270,15 C
T 2	53,82 A	1,99 D	0,38 A	0,75 D	67,62 D	3,07 D	0,01 C	0,38 D	0,05 D	0,00 B	253,45 C
T 3	58,32 A	120,99 B	0,43 A	1,32 C	167,93 B	193,07 B	0,02 BC	0,93 A	0,41 B	0,05 AB	163,12 D
T 4	33,13 B	164,25 A	0,38 A	2,50 B	153,38 C	14,08 C	0,03 B	0,84 B	0,34 C	0,10 A	348,50 B
T 5	24,50 B	72,38 C	0,43 A	3,60 A	208,63 A	21,45 A	0,05 A	0,97 A	0,53 A	0,10 A	449,38 A

Média seguida de letras maiúsculas diferem entre si pelo teste de tukey a 5%.

SOLO (Metais Pesados) Estatística



	V %	S	B	Cu	Fe	Mn	Cd	Pb	Ni	Cr	P Seco
DMS(Tukey 5%)	16,46	8,14	0,15	0,47	6,3	2,02	0,01	0,06	0,04	0,06	32,37
F (Blocos)	0,71 NS	2,60 NS	3,77 *	1,21 NS	1,20 NS	3,97 *	1,12 NS	4,96 *	1,92 NS	1,00 NS	0,32 NS
F (Tratamento)	17,39 **	1590,15 **	6,85 **	145,31 **	2721,12 **	418,42 **	28,81 **	408,56 **	746,05 **	15,00 **	225,19 **
C.V. (%)	16,2	4,99	19,22	11,87	2,21	7,6	24,94	3,89	5,99	51,64	4,84

* Segnificativo ao nível de 5% - ** Segnificativo ao nível de 1% - NS Não significativo

Médias seguidas de letras diferentes, deferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Matéria Seca Parte Aérea

Valores obtidos nos vasos contendo lodo apresentaram rendimento muito acima das testemunhas.

7. CONCLUSÕES

A CTC apresentou diferença significativa positiva entre a Testemunha e os tratamentos com lodo, o que indica uma maior capacidade do solo tratado em reter cátions em forma trocável, no entanto entre os tratamentos não houve diferença significativa.

O S apresentou aumentos significativos e bastante positivos em todos os tratamentos com aplicação de lodo, quando comparados com a testemunha, apesar da diminuição de S ocorrida no T- 5, disponível na solução do solo.

Houve um aumento no teor de micronutrientes (Cu, Fé, Mn) no solo, nos tratamentos que receberam lodo, mostrando que o mesmo é uma boa fonte destes elementos para a solução do solo.

Em relação aos metais pesados (Cd, Pb, Ni, Cr) verificou-se um efeito positivo significativo em relação à testemunha, e ao tratamento com adubo químico. Este fato mostra que pode-se ter um acúmulo destes elementos no solo, se forem feitas aplicações de lodo de esgoto em uma mesma área por vários anos seguidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A.O. A. C. (1991) - Official methods of analysis of association of official analytical chemists. 11.ed. Washington, p. 1075.
2. ANDREOLI, C.L. (1997) - Proposição de plano de monitoramento da reciclagem do lodo de esgoto no Estado do Paraná. 19º Congresso Brasileiro de Engª Sanitária - ABES, Fóz do Iguaçu - PR., setembro, 1997.
3. ANDREOLI, C.V.; LARA, A.I.; ILHENFELD, R.G.K. (1999) - Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura. PROSAB, Rio de Janeiro - RJ, p. 97, il
4. ARCEIVALA, S.J. (1981) - Wastewater Treatment and Disposal. Engineering and Ecology in Pollution Control. New York, Marcel Dekker. p. 892.
5. BERNARDES, L.F. (1982) - Efeitos da aplicação do lodo de esgoto nas propriedades físicas do solo. Jaboticabal. P. 50 (Trabalho apresentado à FCAVJ-UNESP, Campus de Jaboticabal para Graduação em Agronomia).
6. BETTIOL, W.; CARVALHO, P.C.T. (1982) - Utilização de lodo de esgoto primário e fertilizante organomineral IPT na cultura do milho. Fertilizantes, São Paulo - SP, v. 4, n. 1, p. 14-5.
7. BORNIAZI, W. (1965) - Microorganismos no tratamento de resíduos. Rev. D.A.E, São Paulo - SP, v. 57, p. 62-3.
8. CABRERA, D.; YOUNG, S.A.; ROWELL, D.L. (1988) - The toxicity of cadmium to barley plants as affected by complex formation with humic acid. Plant Soil, Dordrecht, v. 105, p. 195-204.
9. CARVALHO, P.C.T. (1982) - Utilização do lodo de esgoto na agricultura. In: Colóquio Regional sobre Matéria Orgânica do Solo, Rio de Janeiro - RJ. P. 223-6.
10. CARVALHO, P.C.T.; BARRAL, M.F. (1981) - Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante. Fertilizantes, São Paulo - SP, v. 3, n. 2, p. 1-4.

11. CHANYASAK, V. et al. (1983) - Effects of compost maturity on growth of lomatusma (Brassica rapa var. pervidis) in Neubauer's pot. I Comparison of growth in compost treatments with that in inorganic nutrient treatments as controls. Soil Sci. Plant. Nutr., Bunkyo-Ku, v.29, p. 239-50.
12. CHANYASAK, V. et al. (1983) - Effects of compost maturity on growth of lomatusma (Brassica rapa var. pervidis) in Neubauer's pot. II Growth inhibitory factors and assessment of degree of maturity by org. c/org. N ratio of water extract. Soil Sci, Plant Nutr., Bunkyo-Ku, v. 103, p. 191-7.
13. CHU, L.M.; WONG, M.H. (1987) - Heavy metals contents of vegetable crops treated with refuse compost and sewage sludge. Plant Soil, Dordrecht, v. 103, p. 191-7.
14. CIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP - Franca (1999) - manual de utilização do biossólido na agricultura.
15. CIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP (1999) - Jornal ligação, a. II, n. 8, março / maio de 1999.
16. CUNNINGHAM, J.D.; RYAN, J.A.; KEENEY, D.R. (1975) - Phytotoxicity in and metal uptake from soil treated with metal-amended sewage sludge. J. Environ. Qual., Madison, v. 4, p. 455-60.
17. DELELIPO, B.V. et al. (1991) - Eficiência Agronômica do lodo de esgoto proveniente de uma indústria siderúrgica. Rev. Bras. Cienc. Solo., Campinas - SP, v. 15 p. 389-93.
18. DELELIPO, B.V. et al. (1992) - Eficiência agronômica de um resíduo de indústria siderúrgica. Rev. Bras. Cienc. Solo, Campinas - SP, v. 16, p. 127-31.
19. EMANUEL, G (1997) - Acordo de cooperação técnica - SABESP , Brasil/Canada.
20. FERNANDES, F.; ANDREOLI, C.V. (1997) - Manual técnico para utilização de lodo de esgoto no Paraná Curitiba. SANEPAR, Curitiba - PR. p. 96 il.
21. FORESTI, E. (1989) - Sistemas de tratamento anaeróbio; tratamento biológico de resíduos orgânicos líquidos iv. instituto de pesquisas tecnológicas - IPT; São Paulo - SP, p. 62.
22. GALLOWAY, H.M.; JACOBS, L.W. (1977) - Sewage Sludge. 1- Characteristics and management. Utilization municipal sewage was and sludges on land for agricultural production. Washington: North Central Regional Extension Publication, p. 3-17.
23. GORANDER, L. (1979) - Método de análises. Varian Techtron Pty, p. 229.(Publication, n. 85.10031700).
24. HARADA, Y.; INOKO, A.; TODAKI, M.; IZAWA, T. (1981) - Maturing process of city refuse compost during piling. Soil Sci. Plant Nutr., Bunkejo-Kun, v. 27, p. 64-357.
25. HATTORI, H.; MUKAI, S. (1986) - Decomposition of sewage sludges in soil as affected by their organic matter composition. Soil Sci. Plant Nutr., Bunkejo-Ku, v. 32, n. 3, p. 421-32.
26. HENRY, C.L.; COLE, D.W. (1994) - Biosolids utilization in forest lands; SSSA Misc. Publication, 1994.
27. KIEHL, E.J. (1985) - Fertilizantes orgânicos. editora agronômica ceres Ltda; São Paulo -SP.
28. KIRKHAM, M.B. (1982) - Agricultural use of phosphorus in sewage sludge. Adv. Agron., Madison, v. 35, p. 129-63.
29. LOON, J. C. V. (1985) - Select methods of trace metal analysis. John Wiley & Sons, p. 289- 291.