



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

COMPOSTAGEM DE BIODÉTRITO PARA OBTENÇÃO DE FERTILIZANTE ORGANOMINERAL: FRACIONAMENTO DE MATÉRIA ORGÂNICA E EFEITO DA SALINIZAÇÃO EM ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS

Catarina Celeste **Duque**¹; Marcio Koiti **Chiba**²

Nº 14144

RESUMO – *Este projeto buscou obter dados sobre a compostagem de lodo de esgoto na produção de um fertilizante organomineral. Foram realizados dois ensaios: um para avaliação de diferentes proporções de lodo e materiais estruturantes na distribuição das frações da matéria orgânica e um segundo, sobre o efeito salino resultante da adição de fertilizantes minerais em lodo de esgoto puro na sobrevivência de microrganismos potencialmente patogênicos. No caso das diferentes proporções de lodo, verificou-se que os tratamentos com maiores quantidades de restos de poda urbana resultaram nas maiores concentrações de carbono orgânico, o que é ótimo para a fertilidade do solo. Já o efeito salino resultou na diminuição, de fato, dos agentes patogênicos e aumentou os teores de potássio e de fósforo no lodo. Há indicação de que o cromo pode afetar a formação de ácidos fúlvicos, porém há a necessidade de se realizar outros experimentos complementares. A compostagem do lodo de esgoto com ramassor e poda urbana, bem como a mistura de lodo puro com fertilizantes minerais resultou em um material de boa qualidade e passível de ser utilizado como fonte de carbono e de nutrientes.*

Palavras-chaves: Carbono / Matéria-orgânica / Nutriente de planta.

ABSTRACT- *This project aimed to obtain data about the composting of sewage sludge on the production of an organic-mineral fertilizer. Two tests were made: one for the evaluation of different proportions of sludge and composting organic materials on the distribution of the organic carbon fractions, and a second one, about the saline effect due to the mixture of mineral fertilizers in pure dewatered sewage sludge on the survival of potentially pathogenic microorganisms. In the case of different proportions of composting materials, the result was that the usage of high proportions of*

1 Autora, Bolsista CNPq (PIBITI): Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental, FATEC-JD, Jundiaí-SP; cathy.cele@gmail.com

2 Orientador: Pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas-SP; mkchiba@iac.sp.gov.br



residues of trimmed urban trees increased the concentration of organic carbon, which is optimal for its usage as soil fertility conditioner. The saline effect, diminished microbial pathogenic agents, and also increased concentration of potash and phosphate in the sewage sludge. A possible effect of chromium on the fulvic acids fraction was devised but still need to be better investigated. The composting of sewage sludge, ramassor and the residue from trimmed urban trees as well as the mixture of pure sewage sludge with inorganic fertilizers resulted in a material that can be used to fertilize soils adding carbon and nutrients.

Key-words: *Carbono / Organic matter / Plant nutrient.*

1 INTRODUÇÃO

Lodos resultantes do tratamento de esgotos podem atuar como fornecedores de nutrientes de plantas. Outros efeitos desse material em atributos físicos e biológicos do solo também foram documentados (Melo et al., 2004; De Maria et al., 2007). A compostagem do LE com material estruturante com relação C/N mais elevada tende a estabilizar a matéria orgânica e, por efeito de diluição, reduzir a disponibilidade imediata do nitrogênio. A compostagem de LE e resíduos de poda urbana (PU) incrementou a atividade microbiana do composto, reduziu a solubilidade de sais de N-NO_3^- e aumentou as concentrações de fósforo lábil (P) (Belyaeva et al., 2012). Outra forma para aumentar a eficiência do LE na agricultura é sua combinação com fontes inorgânicas de nutrientes. Como a maioria desses materiais está na forma de sal, espera-se que a sua adição no LE reduza a microbiota presente. No caso do LE, isso seria duplamente desejável porque pode permitir a obtenção de um material com composição mais equilibrada em termos de nutrientes (p.ex. K) e com menor risco. Especificamente no caso do LE, a matriz orgânica do resíduo já traz incorporados alguns macronutrientes (e.g. N, P) e quase todos os micronutrientes em quantidades, inclusive, acima das necessidades da maioria das culturas agrícolas. Kiehl (1999) observou que devido à liberação lenta dos nutrientes, os fertilizantes organominerais, ao contrário dos inorgânicos, podem ser aplicados de uma só vez no solo, reduzindo custos operacionais. Há indicações de efeitos positivos do uso de fertilizantes organominerais nas culturas do melão (Fernandes & Testezlaf, 2002), da banana (Rivera-Cruz et al., 2008), da soja e do trigo (Wietholter et al., 1994). O objetivo desse trabalho foi estudar o efeito da compostagem de lodo de esgoto de ETE com poda urbana e outra fonte de C na distribuição das frações húmicas e de adição de fertilizantes com potencial salino na população de microrganismos de LE.



2 METODOLOGIA

2.1. Ensaio 1: Compostagem com diferentes proporções de biossólido: material estruturante e qualidade da matéria orgânica.

Um lote do biossólido produzido pela ETE de Jundiaí/SP foi desaguado e dividido em cinco alíquotas. Cada alíquota foi misturada com resíduo orgânico proveniente da mistura de restos de poda urbana e um resíduo orgânico da fabricação de papel, denominado *ramassor*. O ramassor apresentou, entre outras características, pH = 5,7; Umidade = 72% (m/m) e relação C:N = 78. Os tratamentos constituíram de proporções (v/v) de LE: ramassor (R): poda urbana (PU), iguais a: 1,00:0,50:0,75 (Tratamento 1); 1,00:0,75:1,00 (Tratamento 2); 1,00:0,75:1,50 (Tratamento 3); 1,00:1,00:2,00 (Tratamento 4) e 1,00:0,50:2,50 (Tratamento 5). Após a mistura do LE, PU e ramassor os respectivos tratamentos foram distribuídos em leiras cobertas e incubados por 75 dias, com revolvimento constante. Ao final do período de compostagem, de cada leira foram coletadas 10 amostras simples para formar uma amostra representativa. Essa amostra foi fracionada em peneiras com aberturas de malha de 4x4mm; 6x6mm e 8x8mm, para que o material resultante apresentasse padrão granulométrico para ser classificado como fertilizante organomineral. Essa amostra peneirada foi acondicionada em recipiente refrigerado e destinada para análise de fracionamento das formas de carbono. O fracionamento da matéria orgânica do composto em extrato húmico total, fração ácidos húmicos e fração ácidos fúlvicos foi realizado conforme metodologia descrita na Instrução Normativa nº 28 (Brasil, 2007). Cada determinação analítica foi conduzida em triplicata.

2.2. Ensaio 2: Salinização e higienização do composto organomineral

O efeito da salinização na higienização do biossólido foi estudado adicionando fontes comerciais de fertilizantes minerais (KCl, superfosfato triplo) simulando a mistura realizada na preparação de fertilizantes organominerais. Um lote do mesmo LE utilizado no ensaio 1 foi desaguado e separado em duas porções: uma amostra representativa foi imediatamente retirada para análise de parâmetros microbiológicos (coliformes termotolerantes, ovos viáveis de helmintos e *Salmonella* sp) segundo a IN nº 27 (Brasil, 2006) e constitui o controle. A outra porção recebeu os seguintes tratamentos: secagem ao ar, com revolvimento por, por 25 dias (testemunha); tratamento 2 - secagem ao ar com revolvimento por 25 dias + 10%K + 5%P; tratamento 3 -secagem ao ar com revolvimento por 25 dias + 20%K + 10%P; 4 - secagem ao ar com revolvimento por 50 dias + 10%K + 5%P e tratamento 5 - secagem ao ar com revolvimento por 50 dias + 20%K + 10%P. Foram



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

realizadas análises de parâmetros microbiológicos (coliformes termotolerantes, ovos viáveis de helmintos e *Salmonella* sp) segundo a IN 27 (Brasil, 2006).

2.3. Análise dos dados

Os dados foram interpretados apoiando-se em análise estatística descritiva (AED) para os momentos estatísticos referentes a média aritmética, mediana, variância e desvio padrão. A dispersão dos dados foi analisada com auxílio de gráficos box-and-wisker-plot. O teste de Ryan-Joiner para a normalidade para os dados de HS, FA, HA foi significativo ($P < 0.010$) para todos os três parâmetros testados indicando que não se ajustavam a esse tipo de distribuição. Transformações do tipo $(x)^{0,5}$ e $\log(x)$ foram realizadas mas os dados não se ajustaram a uma distribuição do tipo normal, inviabilizando a realização da ANOVA, com base no teste F. Dessa forma, optou-se em analisar os dados quantitativos de HS, HA, FA a partir da média e do erro padrão da média (SEM) calculado como sendo a relação entre o desvio padrão da amostra e número de medições ($SEM = \sigma/\sqrt{N}$). Foram calculadas estimativas de contrastes entre pares de tratamentos e adicionados os respectivos SEM. Quando $média \pm SEM$ abrangeu o valor zero, considerou-se a igualdade entre as médias do contraste ($\mu_1 = \mu_2$). A utilização dessa metodologia, infelizmente não permitiu testar estatisticamente a interação entre os tratamentos (proporções x peneiras) ficando restrito aos efeitos dos fatores principais isoladamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de carbono orgânico total – COT, no tratamento 5 e para as peneiras 6 e 8 mm, foi maior que o observado para os demais tratamentos (Tabela 1). Aparentemente a utilização dessas peneiras concomitante ao maior aporte de PU resultou na maior quantidade de material orgânico pouco decomposto (p. ex. ramos e folhas). A presença desse material afetou o conteúdo de C-org determinado por oxidação ácida à quente com dicromato de potássio. A presença de teores elevados de C-org no lodo de esgoto é um fator importante, uma vez que, este se constitui em uma ferramenta eficiente para incrementar a fertilidade do solo. Uma vez adicionado no sistema o C-org reduz a densidade do solo e auxilia na formação dos agregados com efeitos diretos na estruturação e capacidade de suporte físico.

A dispersão dos dados de HS, HA e FA mostrou-se elevada para os tratamentos 1, 2 e 3 em comparação com os tratamentos 4 e 5 (Figura 2a, 2d, 2g). Possivelmente, a adição de uma proporção maior de um material relativamente fresco (PU), de decomposição mais lenta tenha



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

auxiliado na estabilização das reações de síntese de ácidos húmicos e fúlvicos. Isto refletiu nas frações do C-org presentes no composto (Figura 2b, 2e, 2h).

Para a maioria das comparações efetuadas o tratamento 4 (LE:R:PU 1:1:2) mostrou-se superior em relação ao teor de extrato húmico total (Figura 2b), fração ácidos húmicos (Figura 2e) e fração ácidos fúlvicos (Figura 2h). A exceção ocorreu para o contraste com tratamento 5 (c54) na fração ácidos húmicos (Figura 2e). Isso pode ser um indicativo de que nas condições experimentais proporções de poda urbana superiores a duas vezes a de LE e R, na compostagem, não agregam resultados positivos quanto a formação de HA e FA. O efeito das peneiras foi mais nítido (Figura 2c, 2f, 2i) e em todas as combinações estudadas houve predomínio da peneira de 6mm de abertura caracterizado pelos valores positivos dos contrastes c68 e negativos de c46. Diante desses resultados, pode-se inferir que para a compostagem de lodo de esgoto, ramassor e poda urbana seria interessante utilizar a proporção 1:1:2 de LE:R:PU com posterior fracionamento em peneira de abertura de malha de 6x6 mm.

A correlação linear simples entre HS, HA e FA e os parâmetros do LE: pH; nitrogênio total; CTC; Al; Cd e Pb não foi estatisticamente significativa ($\rho > 0,10$). A correlação entre FA x Cr ($r = -0,447$; $\rho = 0,095$) precisa ser investigada para outras combinações de material compostado e/ou condições experimentais para que maiores inferências possam ser feitas.

Com relação ao efeito da incubação de LE com fertilizantes minerais, estes elevaram a condutividade elétrica aos 50 dias em comparação com o controle (Tabela 3). Não houve diferença entre 10 e 20% de KCl+P já aos 25 dias para coliformes e helmintos (Tabela 2). Houve diferença para coliformes entre os tratamentos que receberam 10 ou 20% de KCl+P e o controle (Tabela 2) indicando que esta prática é promissora, mas também precisa ser validada para outras condições experimentais. Os níveis de Salmonela já estavam baixos desde o início do ensaio e se constitui em características do LE da ETE de Jundiaí/SP e não dos tratamentos testados. Seguindo a legislação vigente, (Brasil, 2006), o material testado nesta pesquisa apresenta as menores restrições de uso para aplicação em solos agrícolas.

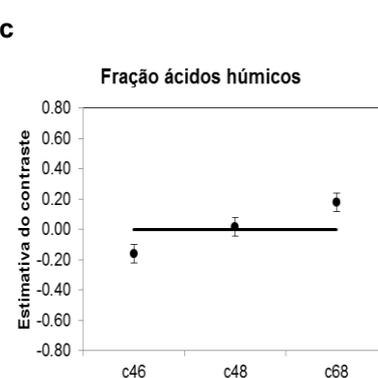
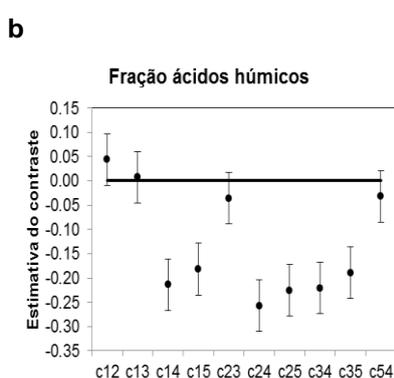
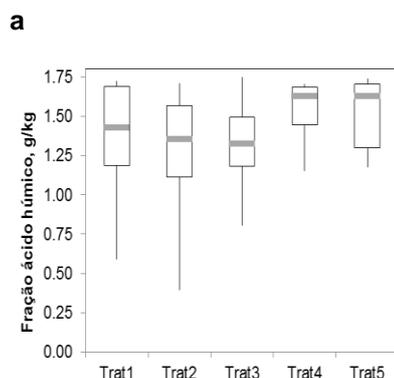
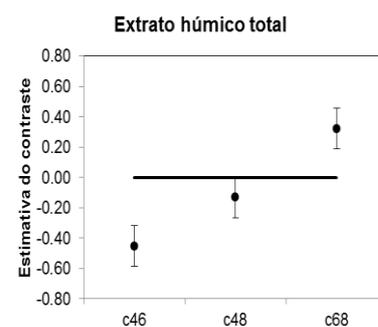
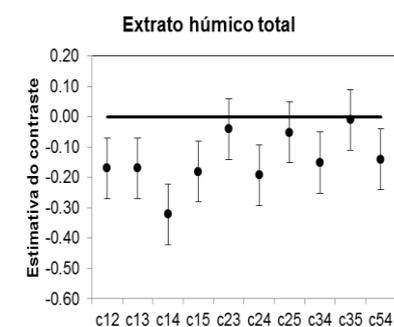
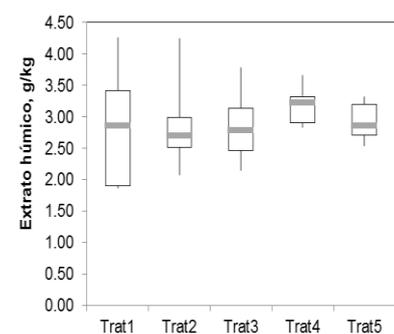
Pode-se concluir que tanto a compostagem do LE com ramassor e poda urbana na proporção 1:1:2 (v/v), quanto a incubação do lodo puro desaguado com KCl e superfostao triplo incrementaram a qualidade do material resultante. Como sugestão para a continuidade dessa pesquisa seria a utilização da mistura de LE+KCl+fósforo na compostagem com PU já peneirada em abertura de malha de 6mm.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

Tabela 1 – Médias do efeito dos tratamentos (N=9) e das peneiras (N=15) no carbono orgânico total, no extrato húmico total e nas frações ácido húmico e ácido fúlvico de composto de lodo de esgoto.

Peneira	Tratamento ^a	Carbono orgânico total			
		Extrato húmico total	Fração ácido húmico	Fração Ácido fúlvico	g/kg
4x4	1	221	1.45	0.89	0.55
	2	205	2.43	1.09	1.34
	3	194	3.05	1.46	1.60
	4	209	3.25	1.66	1.59
	5	229	2.87	1.68	1.19
		212	2.61	1.36	1.25
6x6	1	209	3.43	1.70	1.73
	2	197	2.58	1.26	1.32
	3	184	2.68	1.34	1.34
	4	237	3.32	1.66	1.66
	5	305	3.30	1.63	1.67
		226	3.06	1.52	1.54
8x8	1	205	2.85	1.41	1.44
	2	206	2.97	1.53	1.44
	3	231	2.48	1.19	1.29
	4	219	2.76	1.33	1.43
	5	304	2.65	1.24	1.41
		233	2.74	1.34	1.40



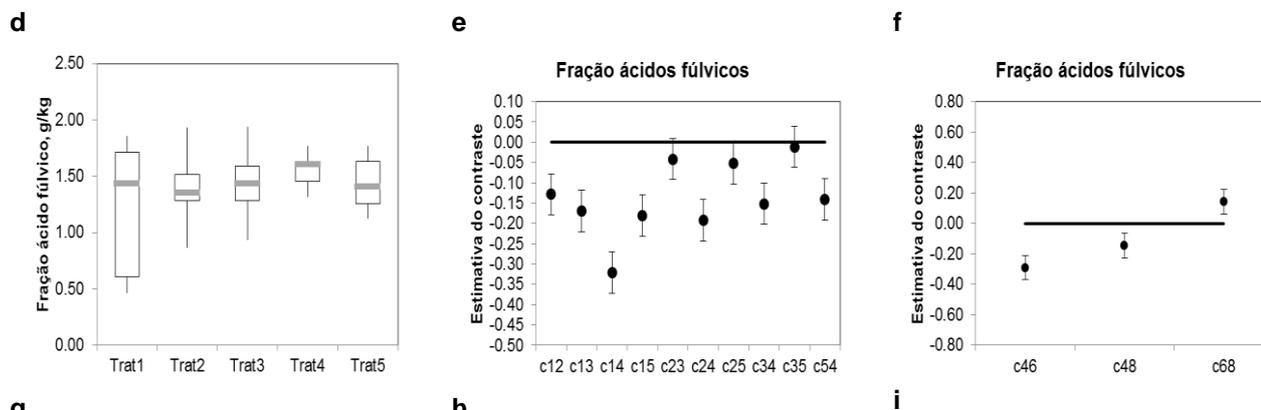


Figura 1 – Box-Plot (a, d, g), estimativa de contrastes das diferentes proporções de LE:R:PU (b, e, h) e das peneiras (c, f, i) no extrato húmico e nas frações húmicas e fúlvicas do composto de lodo de esgoto. Barras verticais nos símbolos da média são os erros padrão da média (SEM). Trat1 = (LE:R:PU) 1,00:0,50:0,75; Trat2 = (LE:R:PU) 1,00:0,75:1,00; Trat3 = (LE:R:PU) 1,00:0,75:1,50; Trat4 = (LE:R:PU) 1,00:1,00:2,00; Trat5 = (LE:R:PU) 1,00:0,50:2,50. A linha horizontal cinza (a, d, g) representam a mediana dos dados. A linha horizontal nos gráficos das estimativas dos contrastes representa o valor zero do contraste entre as médias e indica a situação na qual $\mu_1 = \mu_2$.

Tabela 2. Níveis de potássio (KCl) e fósforo (superfosfato triplo) em parâmetros microbiológicos do lodo de esgoto.

Tempo (dias)	Tratamentos	Coliformes termotolerantes (NMP/g)	Salmonella sp. (NMP/10g)	Ovos viáveis de Helminhos (Ovos/g) de ST
0		352,42	Ausente	0,15
	10% K+ 5% P	0	Ausente	0,04
25	20% K + 10% P	0	Ausente	0,07
	Controle	842,99	Ausente	0,07
50	10% K + 5% P	0	Ausente	0,11
	20% K + 10% P	0	Ausente	0,14
	Controle	0	Ausente	0,14

Tabela 3. Incubação de lodo de esgoto por 50 dias com fertilizantes minerais na condutividade elétrica e nos teores de potássio e de fósforo.

Tratamentos	Condutividade Elétrica (dS/m)	K (g/kg)	P (g/kg)
Lodo Puro	32,1	26,8	22,7
10% K + 5% P	65,1	109,6	68,2
20% K+ 10% P	80,3	134,1	70,5



4 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro de Solos e Recursos Ambientais do Instituto Agronômico de Campinas, pela oportunidade de estágio, ao CNPq pela concessão da bolsa PIBITI e a TeraAmbiental, operadora da ETE Jundiaí/SP, pelo fornecimento do lodo de esgoto e do auxílio na realização do ensaio de compostagem.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEYAEVA, O.N.; HAYNES, R.J.; STURM, E.C. **Chemical, physical and microbial properties and microbial diversity in manufactured soils produced from co-composting green waste and biosolids.** Waste Management v.32, p.2248–2257, 2012.

Brasil, Instrução Normativa nº 27 de 05 de junho de 2006. **Estabelece as concentrações máximas admitidas para agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas em fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes.** Disponível em <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 01 de setembro de 2013.

Brasil, Instrução Normativa nº 28 de 27 de julho de 2007. **Aprova os Métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organo-minerais e corretivos.** Disponível em <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 01 de setembro de 2013.

De Maria, I.C.; Kocssi, M.A.; Dechen, S.C.F. **Agregação do solo em área que recebeu lodo de esgoto.** Bragantia, v.66, p.291-298, 2007.

Fernandes, A.L.T.; Testezlaf, R. **Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, n.1, p.45-50, 2002.

Kiehl, E.J. **Fertilizantes orgânicos.** Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492p.

Melo, V.P.; Beutler, A.N.; Souza, Z.M.; Centurion, J.F.; Melo, W.J. **Atributos físicos de Latossolos adubados durante cinco anos com biossólido.** Pesq. Agropec. Bras., v.39, p.67-72, 2004.

Rivera-Cruz, M.C.; Narcía, A.T.; Ballona, G.C.; Kohler, J.; Caravaca, F.; Roldán, A. **Poultry manure and banana waste are effective biofertilizer carriers for promoting plant growth and soil sustainability in banana crops.** Soil Biology & Biochemistry, v.40, p.3092–3095, 2008.

Tsutiya, M.T.; Comparini, J.B.; Alem Sobrinho, P.; Hespanhol, I; Carvalho, P. de C.T. de; Melfi, A.J.; Melo, W.J.; Marques, M.O. (Ed.) **Biossólidos na Agricultura.** São Paulo. Sabesp, 2001, 468p.

Wietholter, S.; Siqueira, O.J.F.; Peruzzo, G.; Ben, J.R. **Efeito de fertilizantes minerais e organominerais nos rendimentos de culturas e em fatores de fertilidade do solo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.29, n.5, p.713-724, 1994.