



II-043 – ESTUDO DA VIABILIDADE DA ESTABILIZAÇÃO DO LODO DE LIMPA-FOSSA E LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO ATRAVÉS DE COMPOSTAGEM

Claudia Rocha⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Coordenadora das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) da Cia Águas de Joinville - SC. Doutoranda em Ecologia e Conservação pela UFPR.

Ismael Welter

Graduando do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE). Estagiário da Coordenação de ETE na Cia Águas de Joinville - SC.

Dieter Klostermann

Engenheiro Agrônomo pela UFPR. Especialista em Produção de Sementes de Arroz Irrigado pela Universidade Federal de Pelotas. Mestre em Agroecossistemas pela UFSC. Professor de Ensino Técnico do Colégio Cenecista José Elias Moreira e Engenheiro Agrônomo da Fundação Municipal do Meio Ambiente (FUNDEMA).

Endereço⁽¹⁾: Rua Coronel Procópio Gomes, 790 - Bucarein - Joinville - SC - CEP: 89202-300 - Brasil - Tel: (47) 3481-1400 - e-mail: claudia.rocha@aguasdejoinville.com.br

RESUMO

As Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) de todas as cidades se deparam com os desafios da disposição final do lodo gerado em seu processo. Atualmente seu destino são os aterros industriais, elevando os custos operacionais das unidades de tratamento, já que o transporte e disposição do resíduo podem representar aproximadamente 60% dos custos operacionais. Em Joinville, a maior parcela de lodo gerado na ETE Jarivatuba se deve ao recebimento de lodo de caminhões limpa-fossa, que após passarem por um pré-tratamento, são dispostos em leitos de secagem e posteriormente destinados ao aterro industrial existente no próprio município. O lodo, por outro lado, poderia ser utilizado se tratado adequadamente após sua geração, na adubação do solo, pois trata-se de uma matéria orgânica de alta qualidade. Procurando oferecer soluções sustentáveis ao saneamento para a melhoria das condições ambientais do município de Joinville, este trabalho de conclusão de estágio descreve o tratamento do lodo proveniente de uma estação de tratamento de esgoto por meio da compostagem, integrando ao seu meio resíduos vegetais. Ao final do processo o composto gerado apresentou inviabilidade para a adubação do solo em virtude do aumento dos parâmetros sanitários analisados em decorrência da instalação inadequada da composteira.

PALAVRAS-CHAVE: Compostagem; Lodo Biológico; Estação de Tratamento de Esgotos.

INTRODUÇÃO

Segundo JORDÃO & PESSOA (1995) e ANDREOLI (2001) os resíduos sólidos provenientes de tanques sépticos são considerados lodo primário, por serem produtos de uma decantação primária, permanecendo no sistema por tempo suficiente para favorecer sua digestão anaeróbia em condições controladas.

FIÚZA JÚNIOR (2003), PHILIPPI (1992) e CASSINI (2003), a composição deste tipo de resíduo é extremamente variável, o que foi confirmado por um estudo realizado por ROCHA & SANT'ANNA (2001) onde a DBO variou de 60 mg/L a mais de 8000mg/L.

De acordo com TACHINI (2002), a variação das concentrações confirma que apesar das águas residuárias apresentarem características semelhantes, as variações ocorrem em função do tipo ocupacional do imóvel, hábitos culturais, condições sócio-econômicas, existência de micromedidores de água de consumo, clima entre outros.

A Companhia Águas de Joinville recebe cerca de 800m³/mês de resíduos de caminhões limpa-fossa, com baixo teor de sólidos. Os efluentes passam por um pré-tratamento, sendo que o líquido é encaminhado ao sistema de tratamento de esgotos e o sólido encaminhado ao aterro industrial da cidade.



A destinação adequada dos resíduos sólidos provenientes de estações de tratamento de esgotos tem se mostrado como um dos maiores desafios operacionais do setor, em função da pressão dos órgãos ambientais. A opção mais difundida é a desidratação e destinação final em aterros industriais. Entretanto, os custos em torno de R\$ 180,00 a tonelada, têm motivado o estudo de alternativas mais econômicas e ambientalmente corretas.

O tratamento adequado do lodo de esgoto, para fim agrícola e florestal mostra-se como uma das mais apropriadas, pois esse material tem um potencial fertilizante que não pode ser desprezado. Entretanto, a aplicação desse lodo no solo deve ser monitorada para que não ocorram problemas posteriores, visto que podem sofrer alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além da possibilidade de contaminação por agentes patogênicos (Bower e Idelovitch 1987; Evans et al., 1991). Em função disto, previamente à sua disposição no solo, o lodo deverá receber um tratamento capaz de eliminar os organismos patogênicos.

Dentre as formas de condicionamento e higienização do lodo podemos destacar a calagem, que nada mais é que a elevação do pH através da adição de cal virgem (óxido de cálcio); e a compostagem.

A compostagem pode ser definida como uma biooxidação aeróbia exotérmica de um substrato orgânico heterogêneo, no estado sólido, caracterizado pela produção de CO₂, água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável.

Como resultado da compostagem são gerados dois importantes componentes: sais minerais, contendo nutrientes para as raízes das plantas, e húmus, como condicionador e melhorador das propriedades físico-químicas e biológicas do solo.

Comprovada a eficiência do processo e a qualidade do lodo tratado a partir da compostagem, o mesmo passa a ter valor agregado, podendo ser utilizado para cultivo de plantas ornamentais para ajardinamento urbano, e produção de espécies nativas para reflorestamento.

Este estudo se propõe a avaliar a eficiência da fermentação natural em leiras no condicionamento e higienização do lodo proveniente de caminhões limpa-fossa e da operação de lagoas de estabilização com material vegetal oriundo da roçada e varrição das instalações da estação de tratamento de esgotos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente foi preparada a área destinada ao experimento, tendo sido nivelada com areia e impermeabilizada com geomembrana. A drenagem do chorume foi direcionada para bombonas plásticas, enterradas. Este líquido será armazenado e utilizado na manutenção da umidade da leira.

Previamente a montagem da leira, o lodo a ser utilizado foi caracterizado quanto à concentração de parâmetros selecionados com base na Resolução Conama 375/2006 – Requisitos Mínimos de Qualidade de Lodo de Esgoto ou Produto Derivado Destinado a Agricultura.

A leira foi montada alterando-se uma camada de material orgânico composto por grama, folhas, casca de frutas, galhos de árvore e uma camada de lodo, seção triangular com base de 1,70 m e altura de 0,80 m e base com 3,40 m de comprimento. Posteriormente foi coberta com lona plástica durante a noite e em períodos de chuva.

A temperatura foi monitorada duas vezes ao dia em dois pontos distintos, sendo considerada a temperatura média. A cada dez dias aproximadamente a leira foi revirada e após a estabilização da temperatura, o que ocorreu após 105 dias de experimento, o material foi peneirado, tendo uma amostra coletada para nova caracterização.

Os resultados foram comparados com os níveis limites constantes na Resolução Conama 375/2006. A comparação dos resultados das duas análises indicou a eficiência do tratamento do lodo utilizando-se a técnica da compostagem.



Figura 1. Preparo inicial do solo. A) Nivelamento; B) Impermeabilização com Geomembrana e Drenagem do chorume.



Figura 2. Leira montada.



RESULTADOS

O teor de umidade no primeiro dia foi de 71% e ao final de experimento reduziu-se a 38,4, ou seja, aproximadamente 46% de redução de umidade. A figura 1 mostra a variação da temperatura ao longo do experimento. As quedas de temperatura observadas nos dias 10, 18, 24, 42, 50 e 76 ocorreram em função da revirada da leira.

No entanto foram observadas quedas bruscas da temperatura nos dias 61, 81 e 95, coincidindo com dias chuvosos e/ou com temperaturas amenas.

A ação metabólica dos microrganismos na degradação da matéria orgânica eleva a temperatura, ou seja, a intensa atividade biológica dos microrganismos na fase termófila, que compreende uma faixa de temperatura de 45 a 60 °C eleva naturalmente a temperatura promovendo então, a eliminação dos microrganismos patogênicos, aqueles que agem de forma maléfica a saúde humana.

Apesar de ter sido alcançada a temperatura máxima de 61°C durante o experimento, a curva de elevação da temperatura se mostrou menos acentuada que o previsto na literatura, que considera uma elevação exponencial da temperatura nos primeiros dias, seguida de uma fase de declínio e estabilização da temperatura.

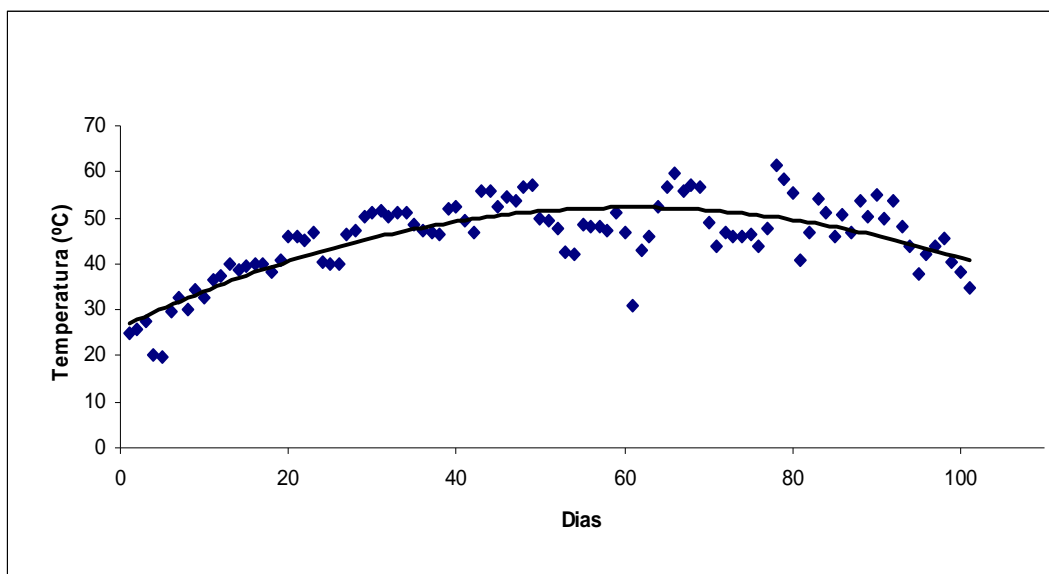


Figura 3. Variação da temperatura durante o experimento

Provavelmente este fato ocorreu em função da cobertura com lona, diretamente sobre a leira, de modo que o vapor de água gerado durante as altas temperaturas se condensava na lona e retornava na forma líquida, resfriando a leira. Assim que esta falha foi identificada, foi construída uma cobertura suspensa, e observou-se um aumento considerável na temperatura, permitindo ainda uma melhor aeração da leira.

Ao final de 120 dias, o material resultante foi peneirado e submetido à nova análise, conforme ilustrado na figura 4.

Foram gerados 210 litros de chorume, os quais foram totalmente reaproveitados durante o experimento, tendo sido utilizados na umidificação da leira quando necessário.

As tabelas 1 a 4, seguem os resultados das análises de qualidade do lodo, antes e depois do experimento, bem como a eficiência do processo e os limites impostos pela legislação aplicável.



Figura 4. Peneiramento do material após o período experimental.

Tabela 1. Substâncias Potencialmente Tóxicas

	Antes	15/12/08	19/02/09	CONAMA 375/2006
Arsênio	<0,5mg/kg	< 0,6mg/kg	< 0,6mg/kg	41mg/Kg
Cádmio	0,5mg/ kg	< 0,6mg/kg	< 0,062mg/kg	39 mg/Kg
Chumbo	41mg/kg	25 mg/kg	23 mg/kg	300 mg/Kg
Mercúrio	0,21mg/kg	0,94 mg/kg	0,61 mg/kg	17 mg/Kg
Cobre	88mg/kg	67 mg/kg	58 mg;kg	1500 mg/Kg
Molibdênio	2,5mg/kg	0,9 mg/kg	1,3 mg/kg	50 mg/Kg
Zinco	348mg /kg	276 mg/kg	247 mg/kg	2800 mg/Kg
Níquel	36mg/kg	53 mg;kg	49 mg/kg	420 mg/Kg
Selênio	<0,5mg/kg	<0,6 mg/kg	< 0,6 mg/kg	100 mg/Kg

Tabela 2. Macro e micronutrientes

	Antes	15/12/08	19/02/09	CONAMA 375/2006
Nitrogênio Amoniacal	51mg/ kg	128 mg/kg	91 mg/kg	-
Nitrato (como N)	<3,6mg/kg	<3 mg/kg	156 mg/kg	-
Nitrito (como N)	<0,7mg/kg	< 0,6 mg/kg	<0,6 mg/kg	-
Nitrogênio total Kjeldahl	4423mg/kg	7826 mg/kg	9281 mg/kg	-
Cálcio	10914mg/kg	10777 mg/kg	13486 mg/kg	-
Enxofre	0,12% p/p	< 0,05 mg/kg	-	-
Magnésio	1903mg/kg	2150 mg/kg	1667 mg/kg	-
Fósforo Total	6544mg/kg	1760 mg/kg	5353 mg/kg	-
Potássio	583mg/kg	967 mg/kg	931 mg/kg	-
Carbono Orgânico Total	12% p/p	14 % p/p	-	-



Tabela 3. Parâmetros Analíticos

	Antes	15/12/08	19/02/09	CONAMA 375/2006
Carbono	18% p/p	20 % p/p	-	-
Hidrogênio	9,2% p/p	5,8 % p/p		-
Nitrogênio	<0,05 % p/p	1,4 % p/p		-
Manganês	156 mg/kg	251 mg/kg	316 mg/kg	-
Ferro	15538 mg/kg	11150 mg/kg	12844 mg/kg	-
% de Sólidos	44,7% p/p	69,7 % p/p	62,5% p/p	-
Sólidos Voláteis	21,7% p/p	24,4 % p/p	20,4% p/p	-
pH	5,4	7,8	8,4	-

Tabela 4. Parâmetros Sanitários

	Antes	15/12/08	19/02/09	CONAMA 375/2006
<i>Escherichia coli</i>	<0,7 NMP/g ST	126 NMP/100mL	< 0,4 NMP/100mL	1000 NMP/g ST
<i>Salmonella</i>	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
Ovos viáveis de Helminthos	0,39 ovos/g ST	972 ovos/g ST	2536 ovos/g ST	0,25 ovos/g ST

CONCLUSÕES

Apesar da maioria dos parâmetros já estarem de acordo com a legislação mesmo antes do início do experimento, chamou-nos a atenção o fato de que, apesar de terem sido atingidas altas temperaturas, os ovos viáveis de helmintos aumentaram significativamente, apesar de todo controle contra interferentes externos. Decidiu-se por repetir as análises, porém a concentração de ovos viáveis de helmintos aumentou ainda mais.

Não foi encontrado na literatura nenhum comportamento similar com a devida explicação para o fato observado. Uma das hipóteses consiste em ter havido contaminação do material utilizado como fonte de matéria orgânica (galhos e folhas), apesar de que as temperaturas alcançadas deveriam ser suficientes para eliminação deste patógenos.

Em função das dúvidas que pairam sobre os resultados, decidiu-se por repetir o experimento, identificando com detalhe todos os possíveis interferentes externos, e neutralizando-os, de forma que não venham comprometer os resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDREOLI, C. V. Lodo de Esgotos: Tratamento e Disposição Final. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG; Companhia de Saneamento do Paraná, 484p., 2001.
2. BOWER, H.; IDELOVITCH, E. Quality requirements for irrigation with sewage water. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, New York, v. 113, n. 4, p. 510-535, 1987.
3. EMBRAPA Instrumentação Agropecuária (São Carlos, SP). Wilson Tadeu Lopes da Silva, Antônio Pereira de Novaes, Ladislau Martin-Neto, Débora Marcondes Bastos Pereira Milori, Marcelo Luiz Simões, Renata Natsumi Haneda, Lucimar Lopes Fialho Fabiana Cunha Viana Leonelli. Relatório Técnico. Método de Aproveitamento Biossólido Proveniente de Lodo de Esgoto Residencial Através de Processo de Compostagem Seguido de Biodigestão Anaeróbia, 2004. 50p.
4. EVANS, D. R. et al. Water reuse: Manual of practice. Alexandria-EUA: Water Pollution Control Federation, 1991. 243p.
5. JORDÃO, E. P. & PESSÔA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos, 3ª Ed., Rio de Janeiro: ABES, 683p., 1995.
6. ROCHA, C & SANT'ANNA, F. S. P. Regulamentação para Despejos de Caminhões Limpa-Fossas na Ete-Jarivatuba, Joinville-Sc.XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Campo Grande – MS. 2005



7. TACHINI, M. Avaliação de Tratamento Integrado de Esgoto Sanitário e de Lodo de Tanque Séptico em um Reator Anaeróbio RALF. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Blumenau: FURB. 2002.
8. _____. Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.