



## II-425 - PRÉ CARACTERIZAÇÃO DE INDICADORES PATÓGENOS DO LODO GERADO EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO EM FEIRA DE SANTANA, BA (AGOSTO 2008)

**Joelande Esquivel Correia<sup>(1)</sup>**

Bióloga. Especialista em Educação Ambiental para sustentabilidade/ UEFS. Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental (área Saneamento Ambiental)/ UEFS. Funcionária DCBio/ UEFS.

**Sandra Maria Furiam Dias**

Engenheira Civil. Doutora em Saúde Pública. Professora Adjunta do DTEC/UEFS. Integrante da Equipe de Estudo e Educação Ambiental da UEFS.

**Elisa Teshima**

Engenheira de Alimentos. Doutora em Ciências e Tecnologia de Alimentos Professora Adjunta do DTEC/UEFS

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Transnordestina, s/n – Novo Horizonte. CEP 44036-900, Feira de Santana – BA., Brasil. Tel.: (75) 3224 8314 – Fax (75) 3224 8105. Caixa Postal 252 e 294, e-mail: [joelande@ig.com.br](mailto:joelande@ig.com.br)

### RESUMO

A presença de microrganismos patogênicos no lodo de esgoto representa um risco potencial para saúde humana e ambiental, principalmente quando a escolha de destino final é o cultivo agrícola. Neste sentido, esta pesquisa teve como objetivo realizar uma pré-caracterização do lodo gerado na Estação de Tratamento de Esgoto de Feira de Santana, BA, através da identificação da presença de microrganismos indicadores patogênicos, para sua possível utilização na agricultura. A Estação de Tratamento de Esgoto Contorno pertencente ao município de Feira de Santana, BA, opera com sistema de lodo ativado com aeração prolongada. O lodo gerado segue para desidratação ao ar em leito de secagem. Duas amostras compostas do lodo foram coletadas, num período de sete dias, diretamente do leito de secagem para identificação de *Salmonellas spp*, Coliformes Termotolerantes e *Enterococcus spp*. Parâmetros físicos como temperatura, pH e os teores de sólidos totais e sólidos voláteis foram determinados em paralelo com as análises microbiológicas. Os resultados mostram presença de *Salmonella spp.*, uma redução da concentração do NMP/g de ST de Coliformes Termotolerantes igual a dois ciclos logarítmicos e manutenção da concentração inicial de *Enterococcus spp*. A temperatura de 26° C e o pH de 6,8 não afetaram a sobrevivência destes microrganismos, influenciando apenas no crescimento e no desenvolvimento destes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lodo de esgoto, indicadores patogênicos, uso na Agricultura.

### INTRODUÇÃO

O lodo de esgoto é usado como fertilizante por causa do seu alto conteúdo de matéria orgânica e nutrientes como N e P. Todavia, dependendo da origem e do tratamento dado ao esgoto este pode conter microrganismos patogênicos e metais pesados, representando um risco para saúde humana e ambiental.

Microrganismos patogênicos são organismos capazes de causar doenças ao homem e aos animais por várias vias de infecção como a ingestão, a inalação e o contato dérmico. Os quatro maiores grupos que afetam a saúde humana, as bactérias, os vírus, os protozoários e os helmintos estão presentes no lodo de esgoto sanitário numa densidade que depende do quadro epidemiológico da comunidade local e do tratamento dado ao esgoto e ao lodo numa estação de tratamento de esgoto (ETE).

A exposição dos patógenos do lodo ao homem pode ocorrer por contato direto e indireto por meio do uso do lodo, imprópriamente tratado, em melhoramentos de solos, em pastagens e no plantio, dentre outros usos. No entanto, uma combinação de fatores como, a resistência de patógenos ao tratamento de esgotos e as condições ambientais; dose infectiva; patogenicidade; susceptibilidade e grau de exposição humana aos focos de transmissão podem representar um risco real da contaminação por lodo de esgoto (AGUSTINI; ONOFRE, 2007).



No lodo de esgoto, os patógenos estão primariamente associados aos sólidos insolúveis concentrado durante o tratamento primário do esgoto. O lodo bruto, não tratado apresenta altas densidades de patógenos. Todavia, os tratamentos dado aos esgotos como, sistema de lagoas, filtros biológicos e lodo ativado, podem reduzir substancialmente o número de patógenos no lodo de esgoto, pois, promove condições adversas a sobrevivência destes microrganismos durante o tratamento do esgoto (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA, 1989).

A pesquisa de agentes patogênicos no lodo é importante quando a alternativa de reuso é a Agricultura. Esta se dá a partir da identificação de indicadores de contaminação fecal. A família *Enterobacteriaceae*, com os gêneros *Salmonella spp* e *Enterococcus spp*, e o grupo dos Coliformes são considerados bons indicadores de contaminação fecal, pois, em geral são lançados na rede em grandes quantidades; não estão presentes em solos e águas não poluídas; estão presentes no lodo de esgoto sanitário; e são resistentes as condições adversas.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 375 de 29 de agosto de 2006 estabelece critérios para o uso do lodo e seus derivados com finalidade agrícola. Dentre estes critérios classifica o lodo de esgoto segundo à presença de agentes patogênicos em classe A e classe B. Assim, os lodos classificados como A poderão ser utilizados em quaisquer culturas e os classificados como classe B obedecerão as restrições desta resolução (BRASIL, 2006).

Este trabalho teve como objetivo realizar uma pré-caracterização do lodo gerado na Estação de Tratamento de Esgoto de Feira de Santana, BA, através da identificação da presença de microrganismos indicadores patogênicos, para sua possível utilização na agricultura.

Esta pesquisa contou com apoio da Empresa Bahiana de Águas e Saneamento (EMBASA) e dos Laboratórios de Saneamento e Qualidade de Alimentos da Universidade Estadual de Feira de Santana.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### • CAMPO DE ESTUDO

A Estação de Tratamento de Esgoto Contorno está localizada próxima ao Bairro Pedra do Descanso, em Feira de Santana, Bahia. E entre as demais estações do município é a única que utiliza a tecnologia do lodo ativado. Esta unidade foi projetada para tratar esgoto doméstico, porém além deste, recebe resíduos de clínicas, de hospitais, do comércio, de órgãos públicos e de indústrias.

Atende atualmente 187.510 habitantes (70,76%), da população assistida pelo sistema de esgotamento sanitário. Gera em média uma vazão de 156 L/s, em um tempo de retenção total de aproximadamente 4 dias.

As operações unitárias da Estação de Tratamento Contorno são constituídas de tratamento preliminar (gradeamento e desarenador); seguido de tratamento primário e secundário através de duas lagoas aeradas funcionando em paralelo; esse conjunto opera em série com uma lagoa de decantação e uma lagoa facultativa. O efluente é lançado no Riacho principal, afluente da bacia de acumulação da barragem Pedra do Cavalo.

Da lagoa de decantação, 1/3 do lodo é captado para recirculação. E o restante é distribuído para lagoa e leito de secagem. O leito de secagem é construído com paredes em alvenaria apresentando as seguintes dimensões: 17,80 x 9,70 x 50 cm, Figura 1. Do qual após secagem natural ao ar, por um período que varia de 40 a 90 dias, é transportado para o aterro sanitário municipal.



Figura 1: Secagem ao ar do lodo gerado na ETE Contorno.



A temperatura ambiente nos dias da coleta foram 22 e 26°C, respectivamente para os dias 11/08/08 e 18/08/08. E o índice pluviométrico para o mês de agosto em média 45,6mm (dados fornecidos pela Estação Climatológica da UEFS).

#### • A COLETA DO LODO

Antes da descarga do lodo que foi utilizado na pesquisa, o leito de secagem da ETE Contorno foi drenado e limpo. Foram realizadas duas coletas do lodo no leito de secagem da ETE, em estudo, seguindo as recomendações da resolução nº 375/2006 do CONAMA, que estabelece a NBR 10007/1987 como base para amostragem e preservação das amostras (BRASIL, 2006). A densidade inicial do lodo foi de 1,008.

A composição amostral foi obtida dividindo inicialmente o leito de secagem em uma rede quadriculada imaginária. De cada quadrícula foi retirada, com auxílio de uma concha coletora, quatro subamostras representativas da área, formando uma amostra composta de 1000g / peso úmido.

O transporte e o acondicionamento das amostras até os laboratórios para análise foram realizados conforme a norma da NBR 10007/97 (BRASIL, 2006).

#### • OS INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO FECAL

Foram usados alguns indicadores de contaminação fecal para identificação de microrganismos patogênicos no lodo: *Salmonella spp*; Coliformes termotolerantes e *Enterococcus spp*.

O isolamento e a identificação de *Salmonella spp* foram realizados baseando-se na norma da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB – L 5.218 (ANDRAUS et al., 2000) e AMERICAN WATER AND WASTEWATER ASSOCIATION, AWWA, (1998).

A determinação do Número Mais Provável (NMP) de Coliformes Fecais foi por tubos múltiplos (AWWA, 1998) e o NMP de *Enterococcus spp* foi determinado pela técnica descrita na norma técnica L5.205 do CETESB, 1984 (HIGASKINO et al., 2000).

Os resultados para Coliformes Termotolerantes e *Enterococcus spp* foram expressos em NMP de mg/kg de ST. O Cálculo da Estimativa da Densidade Bacteriana foi realizado usando o Bacteriological analytical Manual on line: Most probable Number for serial dilutions, proposto por Blodgett (2006). A transformação em base seca (g/kg de ST) foi determinada pela fórmula 1:

$$NMP_{(mg/Kg)} = \frac{NMP_{(mL)}}{\%ST} \quad \text{fórmula (1)}$$

A temperatura, o pH e os teores de sólidos totais e sólidos voláteis também foram realizados nas amostras do lodo, em triplicata L1, L2 e L3, em paralelo com as análises microbiológicas (AWWA, 1998).

#### • MÉTODO DE ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos, a partir da pesquisa experimental, foram tabulados em categorias de dados físico-químicos e dados microbiológicos. Para a realização das análises físico-químicas foram aplicadas medida de tendência central (média aritmética) e medidas de variação (desvio padrão). Os valores obtidos com as análises microbiológicas foram correlacionados com parâmetros físico-químicos, utilizando-se de análise estatística descritiva para caracterizar microbiologicamente o lodo da ETE.

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### • ANÁLISES FÍSICAS DO LODO

Os resultados das análises físicas do lodo gerado na ETE Contorno de Feira de Santana, BA encontra-se na Tabela 1.

**Tabela 1 Características físicas do lodo gerado na estação de tratamento de esgoto de Feira de Santana, BA (Ago/2008)**

Data	11/ago			Média	Desvio Padrão	18/ago			Média	Desvio Padrão
	L1	L2	L3			L1	L2	L3		
<b>Análises</b>										
<b>Temperatura do lodo (°C)</b>	26	26	27	<b>26</b>	0,58	26	26	26	<b>26</b>	0,0
<b>pH do lodo</b>	6,94	6,9	6,9	<b>6,9</b>	0,02	6,7	6,8	6,8	<b>6,8</b>	0,06
<b>Sólidos Totais (%)</b>	0,60	0,60	0,60	<b>0,60</b>	0,0	4,1	4,1	4,1	<b>4,1</b>	0,0
<b>Sólidos Voláteis Totais (%)</b>	64	64	64	<b>64</b>	0,0	79	80,5	79	<b>80</b>	0,8
<b>Umidade (%)</b>	----	----	----	<b>98,4</b>	----	----	----	----	<b>95,9</b>	----

A temperatura do lodo não variou entre as coletas, permanecendo a 26°C. A sobrevivência de patógenos à temperatura ambiente é em função de sua estirpe específico, das condições locais e da natureza do meio que estão suspensos. E, por causa de muitas variáveis incontornáveis, não deve ser possível produzir lodo livre de patógenos a temperatura ambiente (CARRINGTON, 2001).

O pH encontrou-se numa média de 6,9, no primeiro dia de coleta e 6,8 no último. Os valores iniciais de pH para o lodo demonstram que ao ser descarregado no leito de secagem possui semelhanças nas características físicas do efluente oriundo das lagoas de aeração, como apresentada por Almeida (2008).

O teor de sólidos totais de 4,1% no dia 18 de agosto encontra-se dentro da faixa de 2,0-5,0%, estabelecida por Metcalf e Eddy (2003), para lodo digerido. Entretanto o teor de sólidos voláteis totais de 64 e 80% nas amostras são superiores ao relatado pelos autores (30-60%). A relação entre os sólidos voláteis totais e sólidos totais implica na instabilidade biológica do lodo e produção de maus odores.

A alta umidade do lodo sugere a permanência deste no leito de secagem da ETE Contorno, a fim de reduzi-la níveis compatíveis com a sua remoção para tratamento e destino final. Além de contribuir com a manutenção de microrganismos no lodo de esgoto.

#### • ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DO LODO

Os resultados das análises microbiológicas do lodo gerado na ETE Contorno de Feira de Santana, BA encontra-se na Tabela 2.

O NMP de Coliformes Termotolerantes/g ST do lodo reduziu dois ciclos logarítmicos de uma semana à outra. A concentração do NMP de Coliformes Termotolerantes  $< 6 \log_{10}$ , ou seja,  $6,4 \times 10^4$ , classifica este lodo como classe B, segundo Brasil (2006).

Não houve alteração na concentração de *Enterococcus spp.* Segundo Costa, Vaz-Pires e Bernardo (2006), a resistência de espécies de *Enterococcus spp.* é devida à riqueza de nutrientes tanto no esgoto, quando no lodo e as relações ambientais local, que também favorecem o desenvolvimento destes microrganismos.

O gênero *Salmonella spp.* esteve presente nas duas amostras de lodo dada as condições ambientais e locais favoráveis a sua manutenção no lodo de esgoto.

As condições de temperatura e pH, apresentada na Tabela 1, além do fator alta umidade (permanecendo acima de 95%), favoreceram o desenvolvimento destas enterobactérias.



Os resultados mostram a presença de microrganismos indicadores patogênicos em elevada concentração no lodo gerado na ETE Contorno. Estes dados indicam a necessidade de avaliação da sobrevivência destas enterobactérias no lodo de esgoto, por um período de tempo maior e/ou a higienização deste lodo antes do seu uso agrícola.

**Tabela 2 Características microbiológicas do lodo gerado na estação de tratamento de esgoto de Feira de Santana, BA (Ago/2008).**

Data da coleta	Indicadores de contaminação fecal		
	Coliformes Termotolerantes (NMP/g de ST)	<i>Salmonella spp</i> (identificação/g de ST)	<i>Enterococcus spp</i> (NMP/g de ST)
11/08	$4,1 \times 10^6$	Presença	$2,8 \times 10^6$
18/08	$6,4 \times 10^4$	Presença	$6,5 \times 10^6$

É recomendado pela Resolução nº 375/2006 do CONAMA que as análises devem ser realizadas por um período de três meses para percepção da manutenção destes microrganismos no lodo até a sua secagem final e, que a análise parasitológica do lodo seja incluída, visto que a presença de helmintos seja mais um indicador microbiológico, devido ao tempo de sobrevida destes no ambiente, mesmo em condições adversas.

## CONCLUSÕES

De acordo os resultados obtidos, concluiu-se que:

O lodo da ETE Contorno possui como características iniciais uma concentração de Coliformes Termotolerantes igual a  $6,4 \times 10^4$  NMP/ g de ST, presença de *Salmonella spp* e Concentração de *Enterococcus spp* de  $6,5 \times 10^6$  NMP/ g de ST;

O conhecimento das características microbiológicas do lodo de estações de tratamento de esgotos é essencial para a escolha do seu tratamento e destino final;

O tempo de retenção do lodo no leito de secagem deve ser levado em consideração, para fins de remoção do lodo, principalmente na avaliação de fatores físicos como relação de sólidos voláteis totais e sólidos totais; a redução da umidade. E durante a determinação de indicadores patogênicos, na avaliação da manutenção e/ou da destruição de microrganismos indicadores patogênicos no lodo de esgoto;

Entretanto, recomenda-se a inclusão da pesquisa ovos de helmintos às análises microbiológicas, devido ao tempo de sobrevivência destes às condições adversas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUSTINI, D.; ONOFRE, S. B. Caracterização físico-química e microbiológica do lodo de esgoto produzido pela estação de tratamento de esgoto (ETE) de Pato Branco – PR. Revista de Biologia e Saúde da UNISESP: Biology & Health Journal. v.1, n.1, 2. 2007.
2. ALMEIDA, P. R. M. de. Microfauna de protozoários como indicador de eficiências da Estação de Tratamento de Esgoto do tipo lodo ativado, em Feira de Santana-BA. 2008. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) Programa de Pós-graduação de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, BA. 2008.
3. AMERICAN WATER AND WASTEWATER ASSOCIATION (AWWA) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20 th. Editors Lenore S. Clesceri; Arnold E. Greenberg; Andrew D. Eaton: AWWA, 1998.
4. ANDRAUS, S.; BORGES, J.C.; HIGASKINO, C. E. K.; TAKAMATSU, A. A. Pesquisa de *Salmonella spp*. em amostras de lodo de esgoto e solo: isolamento e identificação. In: ANDREOLI, C.V.; BONNET, B.R.P. (Coord.). Manual de métodos para análises microbiológicas e parasitológicas em reciclagem agrícola de lodo de esgoto. 2 ed. rev. e ampl. Curitiba: Sanepar, 2000. p. 65-67.
5. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 375 de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola d lodos em estações de tratamento de esgoto



- sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 2006.
6. BLODGETT, R. Most probable number from serial dilutions. (2006). In.: Bacteriological Analytical Manual on line. Analytical Chemistry Association. Disponível em: <[www. Cfsan.fda.gov/~toc.html](http://www.cfsan.fda.gov/~toc.html)> Acesso em: dez/2008.
  7. COSTA, P. M da.; VAZ-PIRES, P.; BERNARDO, F. Antimicrobial resistance in *Enterococcus spp.* isolated in inflow, effluent and sludge from municipal sewage water treatment plants. Science Direct. Water Research. v.40, p. 1735-1740. 2006. Disponível em <http://www.elsevier.com/locate/watres>. Acesso em: jan. 2009.
  8. CARRINGTON, E. G. Evaluation of sludge treatments for pathogen reduction: final report. Study contract nº B4-3040/2001/322179/MAR/A2. European Commission. Set/2001. p.42.
  9. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Technical support document for pathogen reduction in sewage sludge. Springfield, VA: National Technical Information Service. 1989
  10. HIGASKINO, C. E. K.; TAKAMATSU, A. A.; BORGES, J. C.; BALDIN, S.M. Determinação de *Escherichia coli* fecais em amostras de lodo de esgoto In: ANDREOLI, C.V.; BONNET, B.R.P. (Coord.). Manual de métodos para análises microbiológicas e parasitológicas em reciclagem agrícola de lodo de esgoto. 2 ed. rev. e ampl. Curitiba: Sanepar, 2000. p. 57-64.
  11. METCALF, L.; EDDY, H. P. Wastewater engineer treatment disposal, reuse. 4ªed. New York: McGraw- Hill Book, 2003, 1729 p.