CARACTERIZAÇÃO DE LODO E EFLUENTE DE ETE E ÁGUA DE RIO A PARTIR DE AVALIAÇÃO QUÍMICA E ECOTOXICOLÓGICA

Hugo de Melo SANTOS (PG), Andréa Fernandes ARRUDA (PQ), Maria Gizelda de Oliveira TAVARES (PQ), Roger Cardoso MOREIRA (IC)

*Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, C.P. 131, cep 74001-970,
Goiânia-GO*

E-mail: hugomellos@hotmail.com

Palavras-chave: lodo, efluente, ecotoxicologia

INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado e o avanço tecnológico no Brasil traz a necessidade de instalação de estações de tratamento de esgotos (ETE), que tem como objetivo minimizar a poluição dos sistemas aquáticos reduzindo as concentrações de matéria orgânica presente nos esgotos domésticos. Porém, nota-se que estas tecnologias são ineficientes para a eliminação de patógenos e substâncias tóxicas das águas residuárias. Durante a etapa de tratamento, os esgotos são submetidos a diversos processos, físicos, químicos e biológicos, e nessa etapa metais podem ser removidos da fase líquida e concentrados na fase sólida denominada lodo de esgoto ou simplesmente lodo.

O lodo de esgoto apresenta-se tipicamente com 98 % de água. Dos sólidos contidos, 70 a 80 % são matéria orgânica incluindo óleos e graxas. Podem ser encontradas quantidades apreciáveis de contaminantes, refletindo as características do esgoto bruto do qual ele foi derivado (SORME, 2002).

Uma das alternativas existentes para disposição de lodo de ETE é sua utilização em áreas agrícolas, proposta esta que é uma das mais promissoras principalmente do ponto de vista econômico, já que esse material contém em sua composição concentrações consideráveis de matéria orgânica e de nutrientes. No entanto a presença de metais tóxicos constitui uma das principais barreiras ao uso de lodo de esgoto na agricultura, já que a concentração de metais tóxicos no lodo, de um modo geral, é muito maior do aquela encontrada naturalmente nos solos.

Dessa forma surge-se então a necessidade de caracterizar lodo e efluente de ETE's, que uma vez caracterizados são cadastrados e classificados sendo possível identificar a solução mais adequada para sua disposição final.

Os metais tóxicos (cádmio, chumbo, cromo, cobre, níquel e mercúrio) têm

efeito cumulativo nas cadeias alimentares pelo fato de não serem biodegradáveis. A contaminação por estes metais é um problema público em diversos países, uma vez que eles podem provocar distúrbios relacionados à saúde, incluindo danos aos rins, fígado, sistema vascular, aumento da pressão arterial e desordens metabólicas. O descarte no ambiente de metais tóxicos causa toxicidade aguda em organismos e microrganismos aquáticos e plantas, além de reduzir a atividade microbiológica, afetando assim processos de autodepuração biológica que descontaminam o meio ambiente (SORME et.al. 2002).

A Contaminação aquática decorrente de efluentes domésticos e industriais pode ser avaliada com maior complexidade quando utilizamos além de métodos químicos sensíveis, bioensaios ecotoxicológicos. Testes ecotoxicológicos estabelecem o efeito potencial negativo do poluente (substâncias químicas) mediante bioensaios com organismos indicadores. O bioensaio pode ser usado para investigar tanto água como matrizes sólidas (BARROSO, 2001; COSTA, 2003).

O objetivo deste trabalho é caracterizar lodo e efluente de Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários, bem como a água do rio onde este efluente é lançado, por meio de análise química e testes ecotoxicológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de lodo, efluente e água de rio serão coletadas na Estação de Tratamento de Esgoto de Esgoto Dr. Hélio Seixo de Brito, localizada à Avenida Perimetral Norte, Área GLT, Setor Goiânia II, Goiânia-GO.

A análise de metais tóxicos, cádmio, chumbo, cromo, níquel, cobre, manganês, ferro e zinco foram realizadas após digestão das amostras coletadas em sistema de refluxo com H_2SO_4/H_2O_2 por Espectrometria de Absorção Atômica por Chama.

A avaliação de riscos ecotoxicológicos do lodo da ETE foi realizada a partir de um eluato, que foi preparado segundo método descrito na norma DIN 38 414-4(S4) (FATMA, 2004). O material preparado simula processos naturais de lixiviação de materiais sólidos, pastosos e lamacentos.

Cerca de 250 g do material-teste seco foi colocado em recipiente de vidro de boca larga, ao qual posteriormente se adiciona água destilada para um volume final de 1 litro. A solução é agitada vagarosamente por 24 horas, à temperatura de 20 a 25° C. A amostra deve ficar sempre em suspensão, de maneira que as partículas não sejam esmiuçadas e trituradas. Em seguida, o sobrenadante é centrifugado por

30 minutos a 2.000 g, a uma temperatura de cerca de 20 °C. O sobrenadante deste processo deve ser filtrado sob pressão com microfiltro de fibra de vidro com porosidade de 0,45 µm.

Testes de toxicidade aguda do efluente e eluato foram realizados em um sistema estático com peixes *Danio rerio*, conforme NBR 15088 (2004) - ABNT e CETESB L5. 019(1990). A CL₅₀ - Concentração Letal; 50% - 48h foi determinada pelo método estatístico de Spearman- Karber-Trimmed, utilizando a mortalidade dos peixes neste período.

Testes adicionais realizados: DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio), nutrientes (compostos nitrogenados e fosforados), dureza total da água (teor de íons de cálcio e de magnésio), pH (fator limitante à sobrevivência dos organismos), Oxigênio Dissolvido, Temperatura, Turbidez, Salinidade, Condutividade, Sólidos Totais Dissolvidos (TDS).

Os testes de toxicidade tem como objetivo avaliar os danos causados a organismos aquáticos, onde organismos representativos da biota aquática são submetidos a várias concentrações de uma ou mais substâncias poluidoras, durante um determinado período de tempo (PAWLOWSKY,1994).

O peixe *Danio rerio* é utilizado como bioindicador aquático nos testes de toxicidade, pois é uma espécie disponível, facilmente cultivável em laboratórios, suporta grandes variações de temperatura, de pH e de dureza da água, mostra sensibilidade satisfatória para ampla gama de substâncias químicas e é internacionalmente reconhecido como espécie para uso em testes ecotoxicológicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A digestão do lodo desidratado da ETE-Goiânia ofereceu percentagem de recuperação entre 83 e 94%. Os Limites de Detecção obtidos para os metais foram em torno de uma magnitude menores que os níveis mínimos estabelecidos pelas agências reguladoras. Considerando os limites permitidos pela legislação brasileira de LEI Nº 3.581 (12/05/2005) de concentração máxima de metal para disposição de lodo em solos, as concentrações dos metais nas amostras da ETE-Goiânia estão abaixo destes limites (tabela 1). Assim, o lodo produzido na ETE pode ser considerado como de boa qualidade. A única exceção foi o Pb no efluente, que apresentou valor próximo dos limites de padrão de potabilidade vigente estabelecido pela Portaria 518/2004. A concentração de Pb é uma alerta para monitoramento rotineiro dos níveis deste metal tanto no lodo como no efluente, assim como a

concentração de ferro, que mesmo com baixa toxicidade pode afetar o pH do solo onde este lodo for depositado.

Tabela 1: Concentração de metais tóxicos identificados nas amostras da ETE-Goiânia

	lodo (mg/kg)	RSD%	eluato (mg/L)	RSD %	efluente (mg/L)	RSD %
Cd	n.d.	---	n.d.	---	n.d.	---
Cr	n.d.	---	n.d.	---	n.d.	---
Cu	123,0	0,2	0,04	1,2	0,05	0,6
Fe	4153,8	0,3	20,46	1,8	1,05	1,1
Ni	92,6	1,9	0,22	0,2	0,17	1,7
Sn	23,4	0,9	0,08	0,9	0,03	1,3
Pb	278,9	1,1	0,03	2,8	0,07	2,7

Os resultados dos testes de toxicidade aguda com o peixe *Danio rerio* realizados para eluato do lodo da ETE ofereceram CL_{50} 48h estimada em 10,26 % v/v com intervalo de confiança (95%) entre 9,52 % e 11, 07 % v/v. Os dados demonstram que o lodo bruto tem uma toxicidade elevada, que é explicada por sua complexa composição. A CL_{50} 48h em ensaio com efluente da ETE foi estimado em 79,67% v/v com intervalo de confiança (95%) entre 69,91% v/v e 90,78% v/v. Apesar da baixa toxicidade, os organismos mostraram movimentos mais lentos e alguma letargia, que pode ser um sintoma de intoxicação que pode ser causado pela presença de substâncias tóxicas solubilizadas no efluente.

A avaliação dos parâmetros físicos químicos nas águas dos aquários em 0, 24 e 48 horas do início dos testes buscou observar mudanças significativas nestas águas. A análise de variância (ANOVA) dos dados obtidos para o eluato do lodo mostrou que apenas o oxigênio dissolvido durante o teste teve diferenças amostrais significativas (significância = 5.669). Podemos sugerir que a oxigenação dos aquários em altas concentrações não foi suficiente, pois o excesso de matéria orgânica no eluato demanda grande quantidade de oxigênio. As relações das variâncias entre e dentro dos grupos analisados para os parâmetros avaliados,

constante F, não tiveram variação significativa ao longo do teste.

Uma relação entre os parâmetros físico químicos foi determinada pelo cálculo do Coeficiente de Correlação de Pearson ajustado (R^2), observou-se correlação forte e positiva entre os parâmetros e a concentração (%v/v) do eluato do lodo, que variou entre 0,97 e 0,77.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados pode-se observar que o lodo da ETE-Goiânia apresenta carga de metais tóxicos dentro do limite mais restrito da legislação brasileira para utilização no solo. A possibilidade de utilização de lodo de esgoto sanitário na agricultura pode ser considerada, desde que acompanhado de monitoramento periódico quanto às quantidades máximas a serem acumuladas no solo, evitando contaminação tanto do solo como do aquífero.

Podemos concluir que o tratamento usado pela ETE de Goiânia mostrou-se eficiente, devido à redução da toxicidade antes do efluente ser lançado nos corpos de água, o que mostra que esta ETE segue a Resolução nº 357/05 implementada pela Resolução nº 397/08, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA-MMA). Assim, o processo utilizado vem contribuir para a redução de despejo de poluentes no meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROSO, M. M.; Cordeiro, J.S. Metais e Sólidos: *Resíduos de Estação de Tratamento de água*. In **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, João Pessoa: ABES, 2001.
- COSTA, A.B.; LIMA, L. R.; Lobo, E. A.; Brentano, D.M. *Avaliação Física, Química e Toxicológica do Sedimento produzido em Estações de Tratamento de Água (ETAs) para Abastecimento Público*. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, 22, 2003.
- FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA – FATMA. ***Relevância de parâmetros de qualidade das águas aplicados à águas correntes. Parte I***. Florianópolis: FATMA/GTZ, 2004. P. 108.
- PAWLOWSKY, U. ***Tratabilidade de Efluentes de Fabricação de Herbicidas***. Curitiba, 1994. 318f. Controle de Poluição Hídrica Industrial – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.
- SORME, L., LAGERKVIST, R., Sources of heavy metals in urban wastewater in Stockholm **Sci. Total Environ.** 2002, 298 131–145.