

ECOS DA SARDINIA 2010



TRATAMENTO COMBINADO DE LIXIVIADOS DE ATERROS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

João Alberto Ferreira - Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Camille Ferreira Mannarino - Doutoranda, Escola Nacional de Saúde Pública - ENSP/FIOCRUZ

Daniele Maia Bila - Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Elisabeth Ritter - Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Raquel Simões O. Franco - Universidade do Estado do Rio de Janeiro

INTRODUÇÃO

O tratamento combinado de lixiviados de aterros sanitários com esgoto doméstico em estações de tratamento de esgotos é adotado em muitos países como forma de reduzir os elevados custos de tratamento de lixiviados, que pode ser necessário durante muitos anos (décadas) após o aterro ter sido encerrado. Há uma tendência de crescimento desta forma de tratamento de lixiviados no Brasil, sendo provável em pouco tempo que os parâmetros para este tratamento estejam definidos em resolução do CONAMA.

Alguns exemplos de locais com tratamento combinado no Brasil: aterros Bandeirantes, São João, Vila Albertina e Santo Amaro em São Paulo (Estado de São Paulo), Extrema em Porto Alegre (Rio Grande do Sul), Salvaterra em Juiz de Fora e CTR – BR040 in Belo Horizonte, (Minas Gerais), Morro do Céu em Niterói, Adrianópolis em Nova Iguaçu (Rio de Janeiro).

Do ponto de vista operacional dos aterros, o tratamento combinado pode ser a solução para dificuldades encontradas para o tratamento separado do lixiviado.

Mas para a operação das estações de tratamento de esgotos, coloca-se a questão das interferências que o lixiviado pode causar no processo de tratamento, considerando as diferenças do mesmo com o esgoto doméstico tais como elevadas concentrações de compostos orgânicos recalcitrantes, de nitrogênio amoniacal e de salinidade.

Vale observar que na Europa onde o tratamento combinado foi (e ainda é) muito utilizado a tendência é que o mesmo sofra restrições com exigências de pré-tratamento antes do lançamento nas ETEs.

**Exemplo: (JÖNSSON et al. – Sardinia 2009)
Aterro de Sysav Spillepeng na Suécia – estudos de laboratório e em escala piloto para tratar o lixiviado até padrões que possam ser descartado no sistema público de tratamento de esgotos.**

A busca de soluções para o tratamento de lixivados tem aumentado no Brasil – o PROSAB 5 da FINEP na linha resíduos sólidos foi todo ele dedicado ao tema. O Edital recentemente lançado pela FINEP – Saneamento e Habitação tem uma linha (de resíduos sólidos) dedicada exclusivamente a estudos de tratamento de lixiviado.

Nesta apresentação vamos mostrar alguns resultados dos estudos que realizamos no PROSAB 5.

OBJETIVO

O objetivo dos estudos foi de avaliar a eficiência do tratamento combinado de lixiviado de um aterro de resíduos sólidos urbanos:

Em uma planta de tratamento em operação com monitoramento de parâmetros físico – químicos e através testes ecotoxicológicos.

Em uma planta piloto de lodos ativados através avaliação dos parâmetros físicos químicos.

*Tratamento Combinado em Planta de
tratamento em operação com
monitoramento de parâmetros físico –
químicos e através testes
ecotoxicológicos.*

TESTES ECOTOXICOLÓGICOS

- **Podem ser importantes ferramentas para um controle mais completo de fontes de poluição de águas. É possível determinar o potencial tóxico de um componente químico ou de uma mistura de componentes.**
- **Os efeitos dos poluentes sendo medidos pelas respostas de organismos vivos.**
- **As técnicas mais comuns de tratamento de efluentes nem sempre garantem um efluente final sem toxicidade.**

MÉTODOS

- **Monitoramento do tratamento combinado do lixiviado do aterro do Morro do Céu com esgoto doméstico na estação de tratamento de Icaraí.**
- **O Aterro do Morro do Céu em Niterói recebe cerca de 750 t/dia de resíduos. Todo o lixiviado produzido é enviado para a estação de tratamento de esgotos de Icaraí através uma tubulação, por bombeamento (3 estações elevatórias)**
- **Configuração da ETE Icaraí: tratamento primário quimicamente assistido (gradeamento, caixa de areia, tanque de mistura, tanque de decantação e secagem de lodo). O efluente é lançado em emissário submarino.**



Monitoramento consistiu de:

- **Relação de volume de lixiviado e esgoto**
- **Testes de toxicidade aguda**
- **Caracterização físico – química**

- **Testes ecotoxicológicos e análises físico-químicas foram feitas em amostras do afluente e do efluente da ETE carai, do esgoto puro e do lixiviado do Aterro do Morro do Céu.**
- **Organismos testes – *Danio rerio* (zebrafish) e *Daphnia similis* (microcrustaceo).**
- **Os testes foram feitos utilizando como referência as normas da CETESB (1990) e da ABNT (2003) com adaptações. O tempo de exposição para cada teste foi de 48 horas. As amostras foram coletadas entre novembro de 2006 e fevereiro de 2008, num total de onze grupos de testes.**

Testes estatísticos foram feitos utilizando o software Minitab 15 para comparar os resultados obtidos nos testes ecotoxicológicos e para avaliar a existência de remoção efetiva (ou não) de DQO e Nitrogênio Amoniacal na ETE.

RESULTADOS

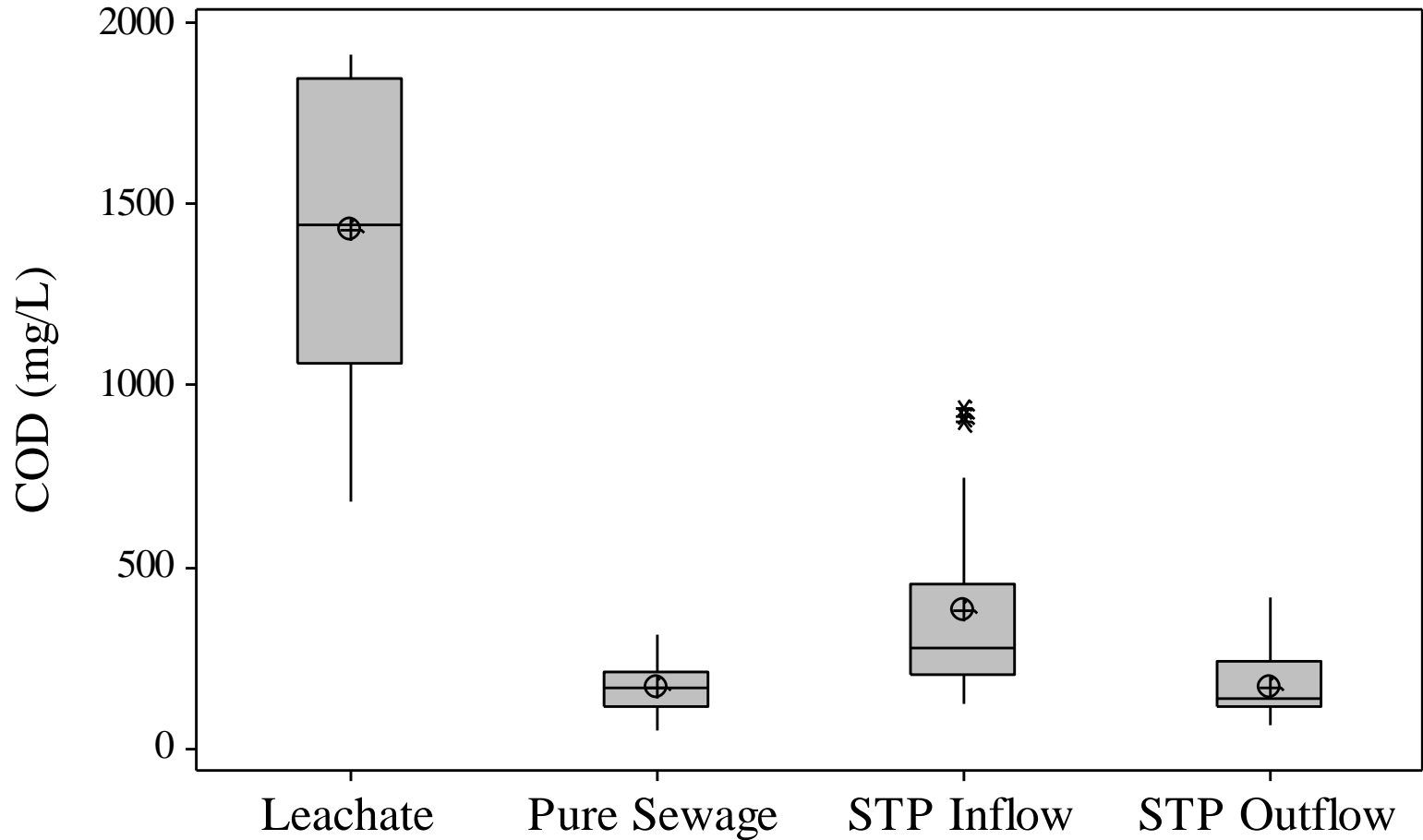
Year	Month	Sewage (m ³ /day)	Leachate (m ³ /day)	Leachate Volume/ Sewage Volume Ratio (%)
2007	January	73115.4	471.6	0.65
	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----
	September	81354.2	302.3	0.37
2008	-----	-----	-----	-----
	November	80880.2	497.5	0.62
	December	74660.8	559.5	0.75
	-----	-----	-----	-----
	January	74550.5	513.6	0.69
	February	69462.0	703.1	1.01
2008	April	65830.4	798.1	1.22
	-----	-----	-----	-----
	August	75662.0	408.6	0.54
	September	78400.3	418.1	0.54
Average		74326.6	494.7	0.68

Table 2. Characterisation of leachate from Morro do Céu, contributing sewage, Icarai STP inflow and outflow.

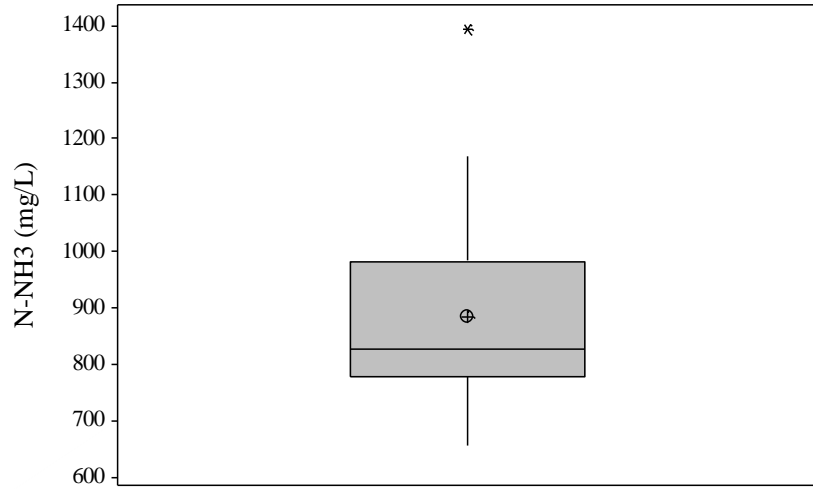
Parameter	Unit	Morro do Céu landfill / Icarai STP - Niterói (Rio de Janeiro State)							
		Leachate (N=25)		Pure Sewage (N=25)		STP inflow (N=29)		STP outflow (N=29)	
		Average	Variation	Average	Variation	Average	Variation	Average	Variation
pH	-	7.9	7.5 - 8.5	7.2	6.7 - 7.6	7.1	6.3 - 7.5	7.1	6.5 - 7.4
Turbidity	UNT	21.3	2.0 - 70.5	99.0	11.0 - 328.4	167	20.6 - 584.2	61	11.4 - 155.8
Real colour	CU	3145	1148 - 6200	170	67 - 298	274	86 - 655	165	76 - 445
BOD ₅	mg O ₂ /L	421	158 - 815	103	74 - 141	185	105 - 553	96	22 - 173
COD	mg O ₂ /L	1428	685 - 1913	172	53 - 316	381	124 - 936	169	69 - 417
Chlorides	mg/L	2095	247 - 5727	68	28 - 163	117	49 - 563	174	33 - 984
Total dissolved solids	mg/L	5677	4590 - 7623	368	187 - 603	475	293 - 940	389	20 - 840
Total suspended solids	mg/L	114	40 - 473	169	100 - 250	279	87 - 500	129	58 - 570
Ammonia nitrogen	mg N- NH ₃ /L	904	522 - 1394	31	11 - 70	32	17 - 63	33	20 - 51
Phosphorus	mg/L	5.5	5.4 - 5.5	3.8	2.7 - 4.9	3.8	3.8 - 3.9	3.8	3.7 - 3.9

Comment: N= number of samplings.

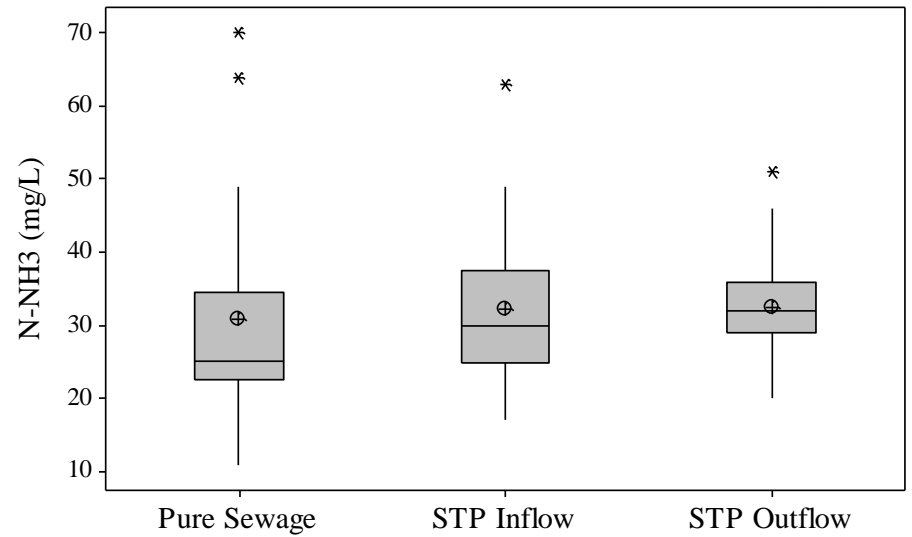
COD - Morro do Céu Landfill Leachate and Icaraí STP



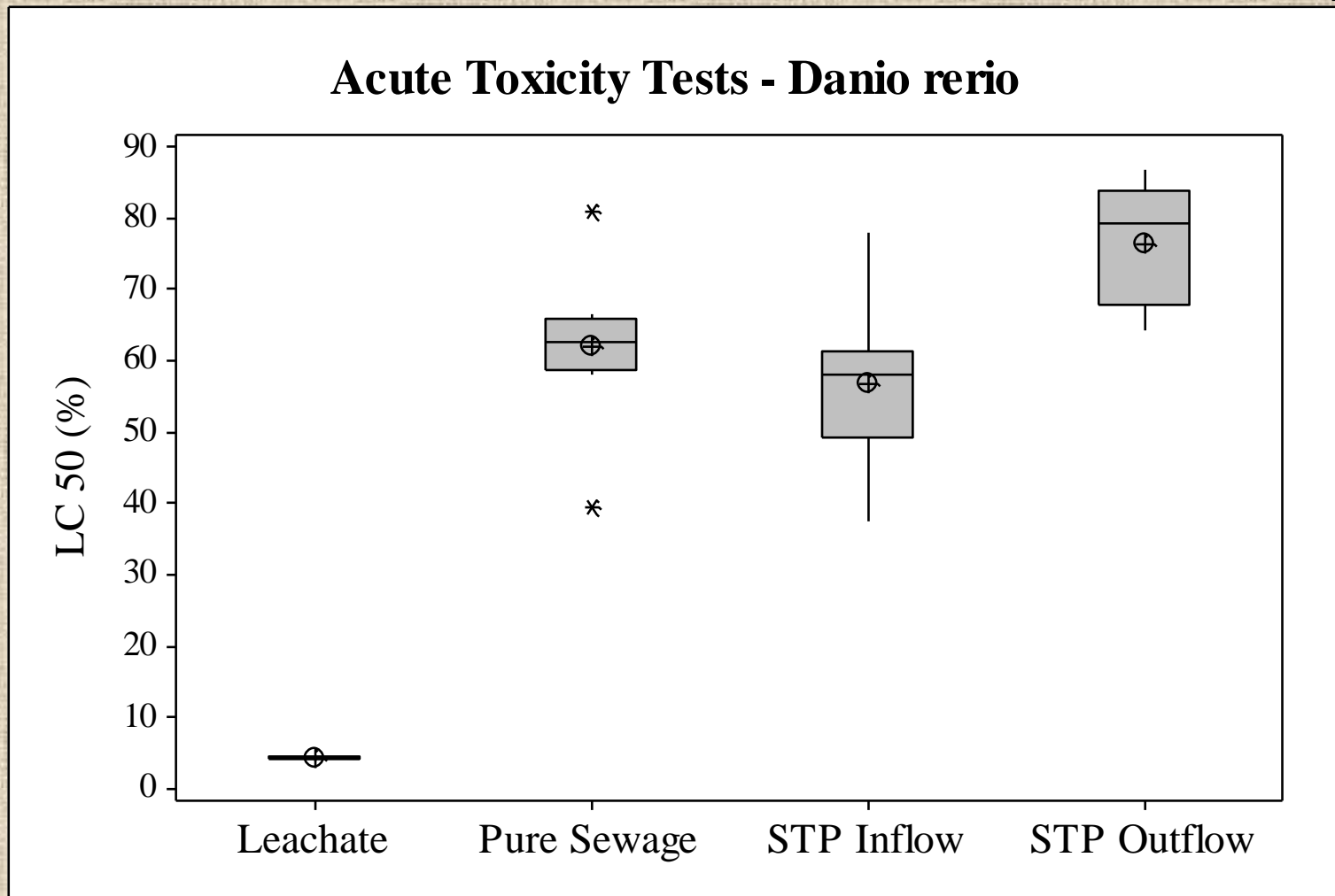
N-NH₃ - Morro do Céu Landfill Leachate



N-NH₃ - Icaraí STP

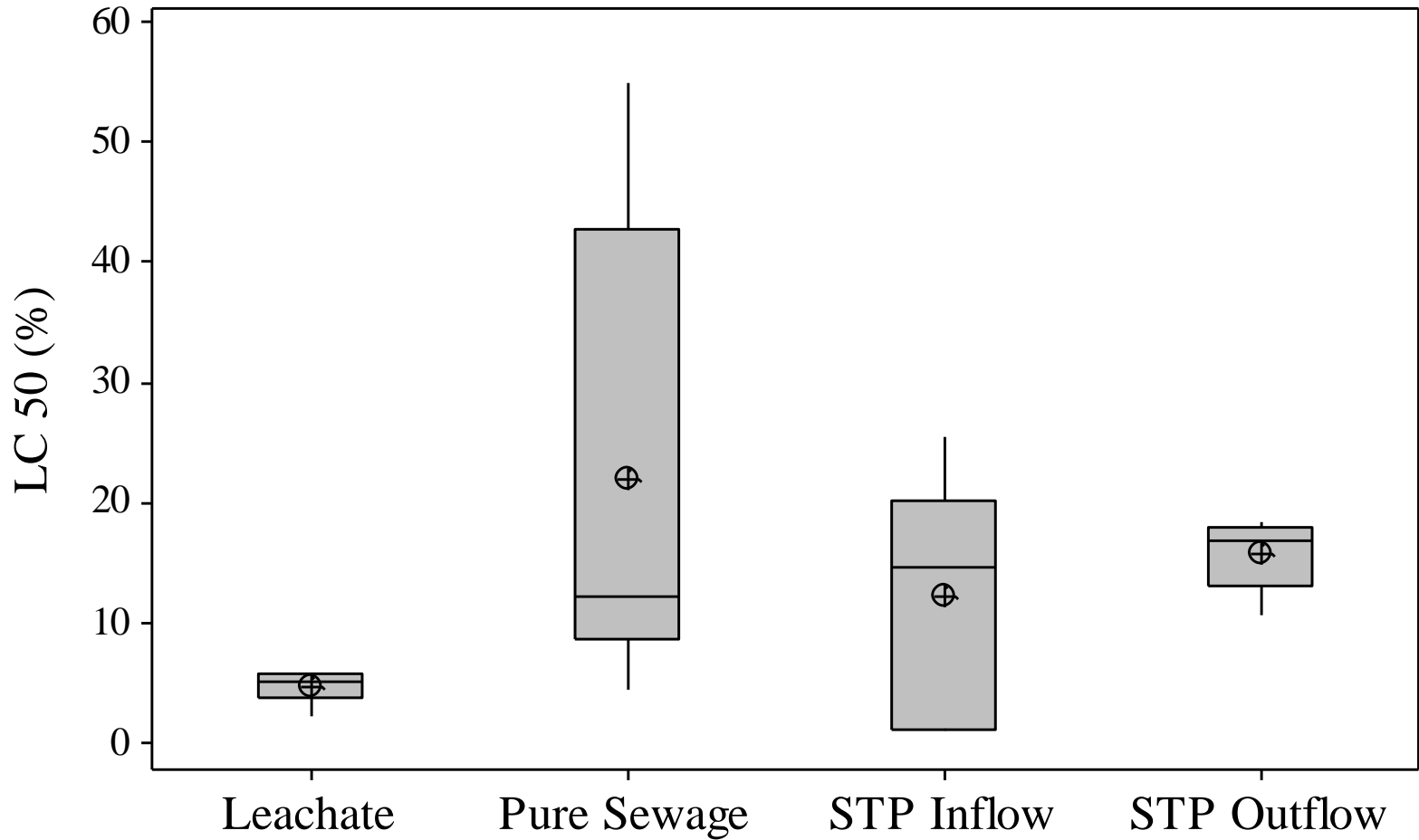


Nos testes de toxicidade, os fatores de toxicidade (FT) foram determinados para os organismos *Danio rerio* and *Daphnia similis*, que correspondem à menor diluição da amostra em que não ocorreu morte ou imobilidade em mais de 10% dos organismos (CEO – Concentração de Efeito Observado). Foram também determinadas as concentrações letais a 50% dos organismos nos ensaios (CL50) que representa a concentração necessária da amostra analisada para causar a morte em 50% nos organismos testes .



Fator de toxicidade variando entre 2 e 4 unidades de toxicidade (UT) para amostras do afluente da ETE e variando entre 1,3 e 2 UT para amostras do efluente.

Acute Toxicity Tests - *Daphnia similis*



CONCLUSÕES - 1º ESTUDO

- **O monitoramento do tratamento combinado do lixiviado na ETE de Icarai por cerca de 20 meses mostrou que a eficiência do tratamento sofreu pouca interferência do volume de lixiviado misturado. Tanto para os resultados de toxicidade aguda como para os resultados das análises físico-químicas**
- **A contribuição do lixiviado nunca excedeu 1,3% do volume total de entrada da ETE.**

➤ Os testes de toxicidade aguda com peixes e microcrustáceos mostraram que embora o lixiviado tivesse toxicidade elevada a mistura lixiviado-esgoto doméstico não aumentou a toxicidade da entrada da ETE. O efluente da ETE apresentou baixa toxicidade no período de monitoramento, atendendo os padrões estabelecidos pela legislação estadual.

➤ Os resultados mostraram que o tratamento combinado pode ser uma alternativa viável para o tratamento de lixiviados de aterros de resíduos sólidos urbanos.

*Estudo em Planta Piloto - Tratamento
combinado de lixiviado de aterros de
resíduos sólidos urbanos e esgoto
doméstico pelo processo de lodos ativados*



A Planta Piloto, instalada na ETE de Icaraí (Niterói/RJ), é composta por um tanque de aeração, com volume de 1150L seguida de um decantador circular, cujo volume é de aproximadamente 100 L (Figura 1). O aerador utilizado foi do tipo superficial, flutuante, que realiza a mistura mecânica do líquido pela rotação de um eixo e injeta ar no tanque. O retorno do lodo para o tanque de aeração é feito por um sistema de *air lift*, onde o lodo sedimentado é arrastado para o tanque de aeração quando o compressor de ar é acionado. Durante o período de operação do sistema, adotou-se o acionamento do retorno do lodo com intervalos de 30 minutos, por um período de 2 minutos

A operação da Planta Piloto foi realizada em três etapas. Na **primeira e na terceira**, o sistema foi alimentado com **mistura de lixiviado e esgoto na proporção de 2 a 2,5%** de lixiviado. Na **segunda etapa** a alimentação da planta foi o **próprio efluente da entrada da ETE de Icarai**, após passagem pela caixa de areia da própria Estação. Este efluente consiste em uma mistura de esgoto e lixiviado na proporção de **0,5 a 1,0%** de lixiviado.

Vazão média:

Etapa 1: 68 L/h

Etapas 2 e 3: 60 L/h

TDH: 17 a 19 horas

OD tanque de aeração: 2,0 mg/L

Tabela 1. Caracterização das misturas de alimentação da planta piloto de lodos ativados nas fases I, II e III de operação

	<i>pH</i>	<i>DQO</i> * (mg/ L)	<i>SST</i> * (mg/ L)	<i>DBO</i> 5 * (mg/ L)	<i>N-</i> <i>NH₃</i> * (mg/ L)	<i>COD</i> * (mg/L)	<i>Cloreto</i> * (mg/L)	<i>Alcalinidad</i> <i>e</i> * (mg de <i>CaCO₃</i> /L)
I (2,5%)	7,5	368	161	-	96	-	183	244
II (1,0%)	7,5	379	208	243	36	59	171	195
III (2,5%)	7,5	356	76	-	42	46	188	152

- **Em termos de carga de DQO, os percentuais foram de 1,9 a 8,7% de carga equivalente ao lixiviado adicionado.**
- **Na Planta Piloto foram alcançadas reduções de DQO acima de 90%.**
- **Valores médios de DQO remanescente no efluente da planta piloto variaram de 43 a 134mg/L.**
- **Quanto às remoções de nitrogênio amoniacal foram obtidos valores médios de 80 a 97%.**

Nos Anais do Congresso – Sardinia 2009 existem alguns poucos trabalhos sobre tratamento combinado de lixiviados. Um dos trabalhos também parte do PROSAB 5, é o da UFRJ (Santos et al.) que apresenta os resultados dos estudos com lagoas em duas sequencias – linha 1: lagoa facultativa seguida de lagoa de maturação e linha 2: lagoa de aeração mais lagoa de sedimentação). Foram utilizados esgoto da UFRJ e lixiviado de Gramacho e Gericinó.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FINEP e à Caixa Econômica Federal pelo financiamento, ao apoio do CNPq, à Companhia Municipal de Limpeza Urbana de Niterói – CLIN e à empresa Águas de Niterói pelos dados cedidos e apoio operacional. Esse trabalho foi desenvolvido no escopo de um projeto de pesquisa integrante do Programa de Pesquisas em Saneamento Básico – PROSAB, Edital 5, Tema 3 – Resíduos Sólidos.

QUERO DESTACAR AINDA QUE OS ESTUDOS DO PROSAB 5 ENVOLVERAM NOVE UNIVERSIDADES BRASILEIRAS E FOI PRODUZIDO UM LIVRO DO TEMA 3

Resíduos Sólidos – Estudos de Caracterização e Tratabilidade de Lixiviados de Aterros Sanitários para as Condições Brasileiras

Obrigado

joaf@uerj.br