

## **II-407 - TRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO POR MEIO DE EVAPORAÇÃO VIA DESTILAÇÃO SIMPLES EM ESCALA DE BANCADA**

**Ricardo Angelim da Silva<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFPA (PPGEC-UFPA).

**Luana Cristina Pedreira Lessa<sup>(2)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. Mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (PPGEC/UFPA).

**Hélio da Silva Almeida<sup>(3)</sup>**

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Engenharia Civil com área de concentração em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia pela Universidade Federal do Pará (PRODERNA/UFPA).

**Wagner Monteiro Lucena<sup>(4)</sup>**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFPA (PPGEC-UFPA).

**Nélio Teixeira Machado<sup>(5)</sup>**

Engenheiro Químico pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). Doutor em Engenharia de Materiais pela Universidade Técnica de Hamburgo. Pós-Doutor em Engenharia de Bioenergia pelo Instituto Leibniz de Engenharia Agrária em Potsdam (Alemanha).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Passagem Saldanha Marinho, 165- Pedreira - Belém - PA - CEP: 66083-650 - Brasil - Tel: (91) 9989384057 - e-mail: [ricardoangelimesa@hotmail.com](mailto:ricardoangelimesa@hotmail.com)

### **RESUMO**

O lixiviado de aterro sanitário consiste em um efluente rico em matéria orgânica de difícil biodegradabilidade, cujo tratamento pode exigir a aplicação de métodos físico-químicos e até mesmo processos térmicos, para que sejam obtidas eficiências de remoção que atendam as normas ambientais. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência da aplicação do processo de evaporação forçada, para a remoção de matéria orgânica de amostras de lixiviado de um aterro sanitário localizado no município de Marituba-PA. A evaporação do lixiviado ocorreu em escala de bancada, por meio de destilação simples e os resultados obtidos constataram que a técnica de evaporação forçada é uma alternativa promissora para a remoção de matéria orgânica deste efluente, pois foram obtidas eficiências médias de remoção de DQO de aproximadamente 90%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lixiviado, Destilação, Aterro sanitário, Evaporação, Matéria orgânica.

### **INTRODUÇÃO**

O tratamento do lixiviado proveniente da decomposição de resíduos sólidos, consiste em um dos principais desafios encontrados durante a gestão e operação de aterros sanitários. Por ser um composto rico em matéria orgânica de difícil biodegradabilidade, este efluente necessita passar por tratamentos que exigem combinações de processos de alta complexidade, para atender as normas ambientais de lançamento de efluentes (MOURA, 2008).

Uma característica marcante do lixiviado gerado em aterros sanitários é a forte presença de matéria orgânica não biodegradável, expressa em valores de DQO. Tal característica inviabiliza o uso isolado de processos biológicos para o tratamento deste efluente e exige a adoção de processos físico-químicos de tratamento (AMOR *et al.*, 2015).

Segundo Cheibub *et al.*, (2014) O teor de matéria orgânica recalcitrante em lixiviados aumenta, de acordo com o avanço da idade de operação do aterro sanitário.

Diante das complexas características de lixiviados de aterro sanitário, é fundamental a realização de experimentos em escala de bancada, para determinar os métodos mais eficientes a serem adotados no processo de tratamento deste efluente.

Uma técnica passível de ser utilizada para tratamento de lixiviado de aterro sanitário é a evaporação. Ensaios de evaporação, em escala de bancada, realizados por Bahé (2008) apresentaram uma eficiência acima de 90% para remoção de sólidos totais e matéria orgânica.

Experimentos de evaporação em escala de bancada podem ser realizados por meio de destilação simples, que consiste em um processo pelo qual substâncias com diferentes pontos de ebulição, presentes no efluente, são separadas através dos mecanismos de aquecimento, ebulição e condensação.

A evaporação tem como objetivo separar o lixiviado em duas fases: Uma fase clarificada de maior volume com menores concentrações de contaminantes e um rejeito de aspecto pastoso, com maior concentração de substâncias contaminantes, porém com menor volume (RANZI, 2009).

No processo de evaporação via destilação, o lixiviado é aquecido, e seus vapores são condensados e capturados. Após o processo, o lixiviado tem seu volume reduzido em até 95%, restando um rejeito de aspecto pastoso e de menor volume (BAHÉ, 2008). Nos ensaios de tratamento realizados por Bahé (2008) foi obtida uma eficiência média de remoção de DQO acima de 90%.

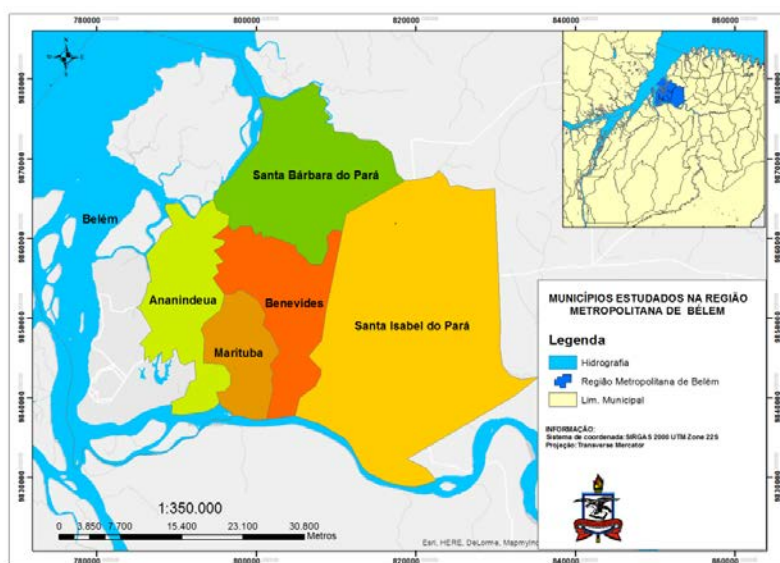
Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência da aplicação de evaporação forçada, para a remoção de matéria orgânica de lixiviado de aterro sanitário. A eficiência será avaliada através de análise de DQO nos efluentes bruto e tratado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento deste trabalho seguiu um plano de monitoramento e envolveu as seguintes etapas: coleta de amostras de lixiviado, caracterização do lixiviado bruto, tratamento em escala de bancada, caracterização do efluente tratado.

## COLETA DE LIXIVIADO

A primeira etapa deste trabalho na coleta de lixiviado em um aterro sanitário, localizado na região metropolitana de Belém, a uma distância de 11 Km da capital paraense (Figura 1).



**Figura 1: Região metropolitana de Belém**

Foram realizadas 2 campanhas de coleta, uma no mês de março e outra em maio, com o objetivo de avaliar as variações sazonais da composição do lixiviado.

### DESTILAÇÃO EM ESCALA DE BANCADA

Após a coleta e caracterização prévia, as amostras do lixiviado coletado no aterro sanitário foram submetidas ao processo de destilação simples, em escala de bancada, no laboratório de separações térmicas da UFPA (TERMTEK - UFPA).

As amostras de lixiviado coletadas em março e maio foram destiladas separadamente. No total foram destiladas 1250 ml do lixiviado coletado em março e 1250 ml do lixiviado coletado em maio.

O conjunto utilizado na destilação é composto pelos seguintes equipamentos e vidrarias: balão destilador 500 ml, tubo condensador, banho frio, termômetro de fundo, termômetro de topo, erlenmeyer 500 ml e manta de aquecimento (Figura 2).



**Figura 2: Equipamentos e vidrarias utilizadas para a destilação do lixiviado.**

A destilação das amostras ocorreu em uma temperatura máxima de 100 °C, verificada por meio de sensores de temperatura instalados no fundo e no topo do balão de destilação.

### CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

As amostras do efluente bruto e do efluente tratado foram submetidas a caracterização físico-química no Laboratório Multiusuário de Tratabilidade da Água da Universidade Federal do Pará (LAMAG/UFPA). Os parâmetros analisados foram pH e DQO.

As análises físico-químicas foram realizadas obedecendo os métodos padrões determinados pelo Standard Methods for the Examination for Water and Wastewater (APHA, 2005) (Quadro 1).

**Quadro 1: Métodos utilizados para caracterização das amostras.**

Parâmetros	Métodos analíticos – Equipamentos
pH	Potenciométrico – Method 4500-H <sup>+</sup> B – Peagômetro com eletrodo combinado NOVA NI PHM (APHA, 2005)
DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	Método Colorimétrico – Method 5220 D – Espectrofotômetro HACH 3900 (APHA, 2005)

A caracterização físico-química do efluente tratado ocorreu por meio de análises em triplicata

## RESULTADOS

### CARACTERIZAÇÃO DO LIXIVIADO BRUTO

As amostras de lixiviado bruto coletadas em março e maio apresentaram pH com valores superiores a 7,0.

A DQO do lixiviado bruto, apresentou significativa variação entre os meses de março e maio, atingindo valores máximos de 925 mg/l e 5.450 mg/l respectivamente (Tabela 1).

**Tabela 1: Caracterização do lixiviado bruto.**

Variável	Março/2018			Maio/2018		
	1ª alíquota	2ª alíquota	3ª alíquota	1ª alíquota	2ª alíquota	3ª alíquota
pH	8,23	8,24	8,23	8,31	8,24	8,20
DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	725	925	725	5450	3950	750

No dia 15/03 foi realizada a coleta de lixiviado correspondente ao mês de março. No entanto, neste dia foi registrada uma precipitação pluviométrica de 67,6 mm.

Desta forma, levanta-se a hipótese de que o volume de chuvas ocorridos em neste mês, contribuiu para a diluição do lixiviado do aterro sanitário disposto nas lagoas de armazenamento, resultando em amostras com reduzidos valores de DQO.

### CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE TRATADO

Os ensaios de destilação tiveram como produtos finais, um efluente clarificado com maior volume e uma fração de borra residual em menor quantidade (Figura 3).



**Figura 3: Lixiviado bruto, lixiviado tratado por destilação e borra residual.**

As destilações das amostras de lixiviado coletadas em março e maio proporcionaram a obtenção de um efluente tratado com volume equivalente a 90% e 85% do volume da amostra bruta, respectivamente (Tabela 2).

**Tabela 2: Balanço de massa da destilação.**

FRAÇÕES DE AMOSTRAS	AMOSTRA COLETADA EM MARÇO		AMOSTRA COLETADA EM MAIO	
	Volume (ml)	Massa (g)	Volume (ml)	Massa (g)
Lixiviado bruto submetido a destilação	1250	1210,2	1250	1223
Efluente tratado pós-destilação	1150	1161,4	1080	1045,35
Borra residual pós-destilação	100	58,05	170	133,6

Ressalta-se que a diluição da amostra coletada em março contribuiu para obter um maior volume de efluente clarificado por meio do processo de destilação.

A eficiência média de remoção de DQO, alcançada por meio da destilação de lixiviado foi de 89,01% para as amostras de março e 96,35% para as amostras de maio (Tabela 3).

**Tabela 3: Caracterização parcial do efluente tratado por destilação.**

PARAMETROS	AMOSTRA CLARIFICADA - MARÇO			AMOSTRA CLARIFICADA MAIO		
	1ª alíquota	2ª alíquota	3ª alíquota	1ª alíquota	2ª alíquota	3ª alíquota
pH	9,4	9,4	9,4	9,32	9,32	9,32
DQO	75	77	109	120	105	145

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Os resultados obtidos demonstram que a evaporação de lixiviado de aterro sanitário pode ser uma alternativa tecnológica para o tratamento deste efluente, visando a remoção de matéria orgânica, visto que proporcionou uma remoção de DQO de aproximadamente 90% nas amostras submetidas a este processo.

Neste trabalho foi avaliada a eficiência de tratamento do lixiviado somente em termos de DQO, desta forma recomenda-se uma avaliação mais aprofundada do uso desta tecnologia para remoção de outras substâncias presentes neste efluente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMOR, C., TORRES-SOCÍAS, E., PERES, J.A., MALDONADO, M.I., OLLER, I., MALATO, S., LUCAS, M.S. Mature landfill leachate treatment by coagulation/flocculation combined with Fenton and solar photo-Fenton processes. *Journal of Hazardous Materials*, v. 286, p. 261-268, 2015.
- APHA, AWWA, WEF. *Standards Methods for the Examination of Water e Wastewater*, 21º ed. Washington. D.C, 2005.
- BAHÉ, J. M. C. F. Estudo da evaporação de lixiviados de aterros sanitários como alternativa tecnológica de tratamento: testes em bancada. Recife, 2008. Dissertação de mestrado-Centro de tecnologia e geociências-escola de engenharia de Pernambuco, 2008.

4. CHEIBUB, A.F., CAMPOS, J.C, FONSECA, F.V. Removal of COD from a stabilized landfill leachate by physicochemical and Advanced Oxidative Process. Journal of Environmental Science and Health, Part EN: Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering, v. 49, n. 14, p. 1718-1726, 2014.
5. KJELDSSEN, P., BARLAZ, M.A., ROOKER, A.P., BAUN, A., LEDIN, A., CHRISTENSEN, T.H. Present and long-term composition of MSW landfill leachate: a review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, v. 32, n. 4, p. 297-336, 2002.
6. MOURA, D.G. Remoção de amônia por arraste com ar de lixiviados de aterros sanitários. Rio de Janeiro, 2008. Dissertação de mestrado-Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.
7. RANZI, B. D. Tratamento de lixiviados de aterro sanitário por evaporação natural com painéis: estudo em escala piloto. Florianópolis, 2009. Dissertação de mestrado-Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.