

# **TRATAMENTO DE LIXIVIADOS DE ATERRO SANITÁRIO POR EVAPORAÇÃO NATURAL EM SISTEMA CONTROLADO: ESTUDO EM ESCALA PILOTO**

## **FENELON, Fernando Resende**

Possui graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (2008). Atualmente é bolsista CNPq do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (UFSC), atuando no Laboratório de Pesquisa em Resíduos Sólidos (LARESO) do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental.

## **CASTILHOS JÚNIOR, Armando Borges**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental. Doutor em Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos e Industriais. Pós Doutor em Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e Industriais. Atualmente é Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. É supervisor do Laboratório de Pesquisas em Resíduos Sólidos - LARESO e Chefe do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC.

Universidade Federal de Santa Catarina  
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental  
Campus Universitário – Trindade – C.P. 476  
88040-900 – Florianópolis –SC  
Tel.: (48) 3721-7754 / (48) 9613 1614  
[frfenelon@hotmail.com](mailto:frfenelon@hotmail.com)

• **Súmula**

Este trabalho objetiva proporcionar tratamento de lixiviados através de sistemas compactos, verificando a eficiência do fenômeno evaporativo com base nas características climáticas relevadas. A unidade experimental está sendo monitorada através dos seguintes procedimentos: a) caracterização física e química do lixiviado, sobretudo no que tange aos parâmetros de densidade do líquido, sólidos totais, fixos e voláteis, pH, temperatura, condutividade, cor, turbidez, DBO e DQO. b) Determinação da eficiência do processo evaporativo através dos seguintes parâmetros monitorados no piloto: temperatura, vazão de ar, vazão de lixiviados, relação de volumes de lixiviados que entram no sistema e que saem do sistema além da eficiência da evaporação (%). Por conseguinte, através da aplicação da evaporação como forma de tratamento de lixiviado de aterro sanitário auxiliar é possível na contribuição efetiva para a minimização de impactos ambientais, assim está se contribuindo para a adequada gestão dos efluentes de aterros sanitários. Desta maneira este trabalho visa também à proteção dos mananciais de águas superficiais e subterrâneas, e no desenvolvimento de sistemas de evaporação com adequada relação custo/eficiência, podendo ser proposto como alternativa aos sistemas de tratamento atualmente utilizados.

Palavras-chave: Aterro sanitário, lixiviados, evaporação.

• **Abstract**

This article aims to provide leachate treatment by compact systems, checking the efficiency of the evaporative phenomenon based on the climatic characteristics into prominence. The experimental unit is monitored through the following procedures: a) physical and chemical characteristics of leachate, especially in respect to the parameters of the liquid density, total solids, fixed and volatile, pH, temperature, conductivity, color, turbidity, BOD and COD. b) Determination of the efficiency of the evaporation process and the parameters monitored in the pilot are temperature, air flow, flow of leachate volume ratio of leachate entering the system and leaving the system plus the efficiency of evaporation (%). Therefore, by applying the evaporation as a treatment of landfill leachate is possible to assist in the effective contribution to minimizing environmental impacts, and is contributing to the proper management of waste from landfills sanitary. This work also aims to the protection of the sources of surface water and groundwater, and development of evaporation systems with appropriate cost-effective and can be proposed as an alternative treatment systems currently used.

Key words: Landfill sanitary, leachate, evaporation.

• **Introdução**

O aterro sanitário é um método para a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, através de seu confinamento em camadas cobertas com solo. A deposição dos resíduos urbanos em aterro sanitário é o método mais utilizado

e adequado, em função dos mecanismos de controle de impactos e de vetores, mas também pela sua capacidade de receber grandes volumes e seu relativo baixo custo e simplicidade de operação (IBAM, 2001).

Um dos principais problemas ambientais verificados na operação de aterros sanitários são as perdas do lixiviado por infiltração no local do aterro sanitário, resultando na contaminação do subsolo e das águas circunvizinhas (ROHERS; SILVA, 2007). Estão presentes na composição dos lixiviados elevadas concentrações de produtos orgânicos, inorgânicos, metais pesados, substâncias recalcitrantes de difícil degradabilidade e contaminantes microbiológicos, com alto potencial nocivo, tornando-se um efluente altamente tóxico e de difícil tratamento (JORGE, 2008) pelos processos biológicos e físico – químicos (JORGE, 2008).

Nesse contexto, o presente trabalho objetiva proporcionar tratamento de lixiviados através de sistemas compactos, verificando a eficiência do fenômeno evaporativo com base nas características climáticas relevadas. Esta proposta visa também avaliar a interação do sistema de evaporação com o meio onde o mesmo encontra-se inserido, a fim de proporcionar fundamentos para criações de futuras normas e estudos relativos ao assunto.

#### • **Objetivo geral**

Avaliar o desempenho de um sistema de tratamento de lixiviado de aterro sanitário em um sistema de evaporação natural controlado, na redução de volumes e atenuação do potencial poluidor deste efluente.

#### • **Objetivos específicos**

Propor alternativas de tratamento de lixiviados através de sistemas compactos, comparados a métodos que exigem grandes áreas para implantação;

Verificar a eficiência do fenômeno evaporativo com base nos parâmetros de controle do sistema de evaporação;

Realizar uma análise ambiental da interação do sistema de evaporação com o meio onde o mesmo encontra-se inserido;

#### • **Metodologia**

A unidade experimental foi construída a partir de uma torre de resfriamento utilizada na indústria de trocadores de calor adaptando seu uso ao projeto de evaporação e às características dos lixiviados de aterro sanitário. A torre ao ser comprada apresentava apenas um ventilador na parte superior e um painel evaporativo, com volume de 0,2 m<sup>3</sup>, ocupando uma área projetada ao solo de cerca de (0,36) m<sup>2</sup>, na parte central. A torre foi totalmente modificada acoplando-se a ela os seguintes itens (Figura 1).

- Dois dutos, um de entrada e outro de saída do ar;
- Duas resistências logo após o duto de entrada, para simular as temperaturas desejadas;

- Sensores de umidade e temperatura nos dois dutos, logo após as resistências, no painel evaporativo e na saída dos bicos aspersores;
- Uma bomba, para a recirculação do lixiviado sobre o painel evaporativo;
- Um reservatório superior sobre uma balança;
- Um computador para armazenamento de dados.



Figura 1 – Foto do experimento piloto

Com esta nova configuração, o lixiviado é despejado no reservatório superior através de baldes, até completar o reservatório inferior e atingir algum volume no reservatório superior que dê para monitorar durante as oito horas de batelada do experimento. Quando o sistema entra em operação a bomba faz recircular o lixiviado do reservatório inferior para o painel evaporativo através de bicos aspersores. Ao mesmo tempo o ventilador, localizado na parte superior da torre, faz com que o ar seja sugado para dentro da torre passando pelo painel evaporativo arrastando o lixiviado e assim o evaporando.

A unidade experimental é monitorada através dos seguintes procedimentos: a) caracterização física e química do lixiviado, sobretudo no que tange aos parâmetros de densidade do líquido, sólidos totais, fixos e voláteis, pH, temperatura, condutividade, cor, turbidez, DBO e DQO. b) Determinação da eficiência do processo evaporativo e os parâmetros monitorados no piloto são temperatura, vazão de ar, vazão de lixiviados, relação de volumes de lixiviados que entram no sistema e que saem do sistema além da eficiência da evaporação (%).

Para alcance de maior eficiência do processo, os seguintes parâmetros estão sofrendo variação no decorrer do estudo: temperatura de evaporação no interior da unidade experimental (30, 35 e 40 °C) e velocidade de ar introduzido no sistema (1,0 - 3,0 - 6,0 m<sup>2</sup>/s). O cálculo da eficiência, a partir da repetição dos ensaios em condições operacionais distintas, é expresso em m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de superfície de contato e em m<sup>3</sup> por unidade de tempo (minutos ou hora).

Os estudos realizados no ambiente circunstante ao experimento piloto são: análise dos compostos orgânicos voláteis no ar, análise microbiológica por deposição passiva e a análise olfatométrica. Os monitoramentos acima citados estão sendo, em grande parte, realizados com a colaboração de alunos no âmbito de um Trabalho de Conclusão de Disciplina de Controle de Poluição

Atmosférica e de um Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, ambos realizados na UFSC.

• **Atividades desenvolvidas**

Primeiramente foram feitos 9 ensaios preliminares com água, combinando as três temperaturas desejadas (30 – 35 – 40°C) com as três velocidades do ar desejadas (1,0 – 3,0 – 6,0 m<sup>2</sup>/s). Os resultados foram satisfatórios e estão expressos no item a seguir. O sistema funcionando com o lixiviado do aterro sanitário está em fase de operação, estando os resultados satisfatórios. A análise ambiental no entorno do sistema também está sendo analisada.

• **Resultados obtidos e esperados**

Os ensaios preliminares com água confirmaram a hipótese de maior eficiência com as maiores temperatura e velocidade do ar, 40°C e 6,0 m<sup>2</sup>/s respectivamente. Este ensaio, denominado de número 1, chegou a evaporar, em média, 50,5 litros em oito horas de funcionamento. A Tabela 1 mostra a configuração dos ensaios e a média do evaporado acumulado nas oito horas de batelada.

ENSAIO	T_pós_R_(°C)	Vel_(m/s)	Evap_Acum_(L)
1	40	6,0	50,5
2	35	6,0	36,3
3	40	3,0	27,3
4	30	6,0	24,5
5	35	3,0	17,9
6	30	3,0	16,2
7	40	1,0	12,2
8	35	1,0	9,9
9	30	1,0	8,4

Tabela 1: Configuração dos ensaios

Observou-se que para uma mesma temperatura e velocidade do ar diferente a discrepância é grande quando comparados o volume evaporado podendo até ser superior a 100%, como no caso de se comparar os ensaios 4 e 9. A Figura 2, que mostra o gráfico do evaporado acumulado pela temperatura, visualiza bem essa questão.

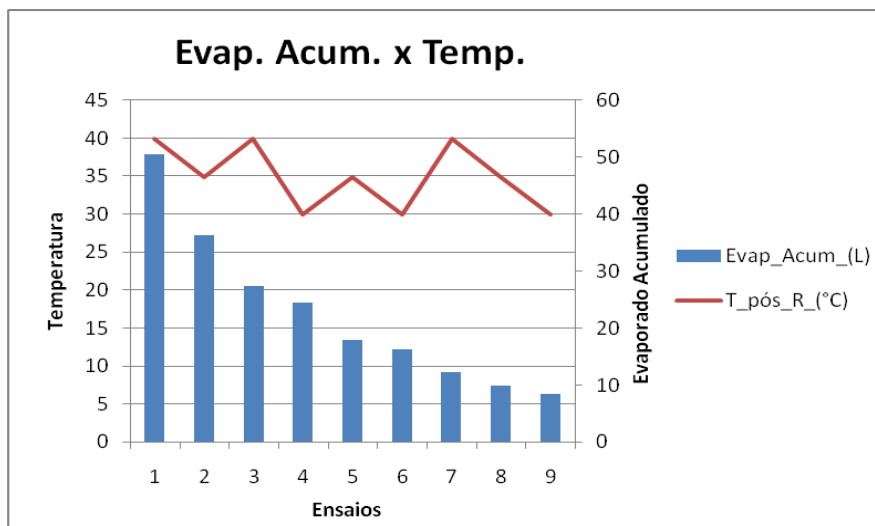


Figura 2: Gráfico Evaporado Acumulado x Temperatura

Outro fator relevante na eficiência do processo evaporativo é, sem dúvida, a umidade, que quanto menor, maior a eficiência do processo, ou seja, são grandezas inversamente proporcionais.

Os trabalhos com o lixiviado estão sendo feitos apenas nas condições dos ensaios 1 e 2 por estes apresentarem a maior eficiência. O sistema com lixiviado vem sendo operado nas condições do ensaio 1 e 2, pois foram os que apresentaram maior eficiência nos ensaios preliminares, e estão sendo realizadas análises estatísticas para correlacionar os parâmetros que regem o fenômeno evaporativo, ou seja, temperatura, velocidade do ar e umidade.

#### • Conclusões/Recomendações

Por conseguinte, através da aplicação da evaporação como forma de tratamento de lixiviado de aterro sanitário, os resultados alcançados podem auxiliar na contribuição efetiva para a minimização de impactos ambientais derivados da inadequada gestão dos efluentes de aterros sanitários, visando à proteção dos mananciais de águas superficiais e subterrâneas e no desenvolvimento de sistemas de evaporação com adequada relação custo/eficiência, podendo ser proposto como alternativa aos sistemas de tratamento atualmente utilizados.

#### • Referencias Bibliográficas

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL – IBAM. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.

JORGE, J. A. S. C. **Análise em instalação piloto da dispersão de microrganismos, compostos orgânicos voláteis e aspectos toxicológicos no tratamento de lixiviados de aterros sanitários**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

ROHERS, F. Tratamento Físico-Químico de Lixiviado de Aterro Sanitário por Filtração Direta Ascendente, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SILVA, J. D. **Tratamento de lixiviados de aterro sanitário por lagoas de estabilização em série: estudo em escala piloto**. 2007. 199 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.