



### III-357 - ESTUDO DE CASO: FORMAÇÃO DE BOLSÕES DE BIOGÁS SOB MANTA DE PEAD EM LAGOA DE TRATAMENTO DE LIXIVIADO EM ATERRO DE R.S.U.

**Eduarda de Queiroz Motta<sup>(1)</sup>**

Eng.<sup>a</sup> Civil pela Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP). Mestre em Geotecnia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutoranda em Geotecnia Ambiental da UFPE. Membro do Grupo de Resíduos Sólidos (GRS-UFPE).

**Tatyane Souza Nunes Rodrigues**

Eng.<sup>a</sup> Ambiental pela Universidade Católica de Brasília (UCB). Mestranda em Geotecnia Ambiental da UFPE. Membro do Grupo de Resíduos Sólidos (GRS-UFPE).

**Gustavo Adolfo Batista Nogueira**

Eng.<sup>o</sup> Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre em Eng. Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutorando em Geotecnia Ambiental da UFPE. Membro do Grupo de Resíduos Sólidos (GRS-UFPE).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Estrada das Ubaías, 332/601 - Casa Forte - Recife - PE - CEP: 52061-080 - Brasil - Tel: (81) 9991-1274 - e-mail: eduardaqmotta@gmail.com

#### RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de caso caracterizado por um problema de engenharia na Estação de Tratamento de Lixiviado do Aterro de Resíduos Sólidos de Aguazinha, localizado no Município de Olinda-PE. Na construção da lagoa facultativa, instalou-se uma manta de PEAD para sua impermeabilização. Após o início da operação, foi identificada a formação de bolsões de biogás sob a manta, que se uniram, formando um bolsão central. Para solucionar esta falha, foi implementado um sistema de captação e drenagem do biogás que permite o funcionamento adequado da lagoa facultativa e possibilita o monitoramento de vazamento na manta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biogás, Resíduos Sólidos, Estação de Tratamento, Lixiviado, Segurança Ambiental.

#### INTRODUÇÃO

Aterros sanitários configuram-se como a principal técnica de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Trata-se de uma técnica fundamentada em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permitindo um confinamento seguro dos resíduos em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública. A disposição final dos RSU em aterros sanitários tem como subprodutos o biogás e o lixiviado, provenientes do processo de decomposição da fração orgânica presente na massa de resíduos.

A geração de lixiviado constitui-se num dos principais fatores de preocupação quanto à degradação ambiental de áreas adjacentes ao local de disposição final dos resíduos, em função dos riscos de contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas. Tal fato deve-se à significativa variabilidade de suas características, dependentes de inúmeros fatores, quase sempre de difícil determinação, além da imprevisibilidade das vazões aplicadas e da elevada carga poluente.

Para MANNARINO (2006) um dos desafios nos projetos de aterros sanitários é o tratamento do lixiviado uma vez que sua qualidade é alterada em função das características dos resíduos dispostos no aterro, de fatores relativos à área, de fatores climáticos e, sobretudo, com a idade do aterro. Desta forma, é relevante o desenvolvimento de técnicas de tratamento eficientes na remoção da carga poluidora do lixiviado e que sejam compatíveis com a realidade técnica e econômica dos municípios.

Diversas técnicas podem ser empregadas no tratamento de lixiviado gerado em aterros, as principais são apresentadas na Tabela 1. A aplicação desses processos de tratamento tem por objetivo principal a redução das concentrações de compostos orgânicos e de N-amoniaco (BIDONE, 2007).

Tabela 1: Principais Processos e Tratamentos de Lixiviados

PROCESSO	TIPO DE TRATAMENTO
Canalização do Lixiviado	Recirculação de lixiviado
Processos Biológicos	Tratamento conjunto com águas residuais; Tratamento aeróbio; Tratamento anaeróbio
Processos Físico-químicos	Precipitação química; Oxidação química; Adsorção com carbono ativo; Filtração; Osmose inversa; Charcos artificiais
Tratamento Natural	Aplicação no terreno; Jardinagem com aplicação no terreno
Tratamento Misto	Diferentes combinações de vários

Fonte: JUCÁ, 2002

Segundo JUCÁ (2003), raras são as estações de tratamento de lixiviado que apresentam desempenho satisfatório no Brasil. Na ausência de melhores alternativas, as opções adotadas mais frequentemente são as lagoas de estabilização e o transporte do lixiviado às estações de tratamento de esgotos domésticos ou industriais.

Os sistemas de lagoas de estabilização constituem-se na forma mais simples para tratamento de esgotos e o seu principal objetivo é a remoção da matéria carbonácea (VON SPERLING, 1996). São usualmente classificadas como aeróbias, facultativas e anaeróbias. Esta classificação baseia-se na natureza da atividade biológica e de fatores de projeto como: profundidade, tempo de detenção, carga orgânica e a qualidade do efluente que variam para cada tipo de lagoa (QASIM & CHIANG, 1994 *apud* ROCHA, 2008).

Este trabalho apresenta um estudo de caso caracterizado por um problema de engenharia ocorrido no início da operação de uma Estação de Tratamento de Lixiviado (ETL) no Aterro Controlado de Aguazinha, localizado no município de Olinda, no Estado de Pernambuco. Durante a construção da lagoa facultativa da estação de tratamento de lixiviado, instalou-se uma manta de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) com 1 cm de espessura para sua impermeabilização. Foi identificada a formação de bolsões de biogás abaixo da manta, conforme apresentado na Figura 1.

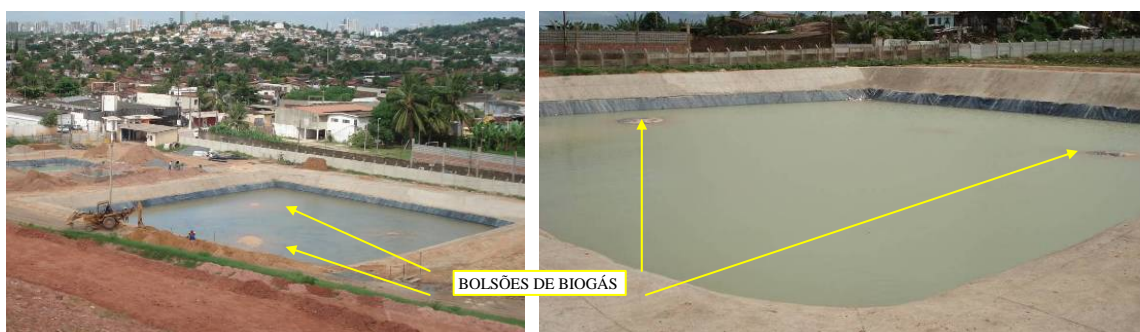


Figura 1: Formação de Bolsões de Biogás em Lagoa de Tratamento de Lixiviado de RSU.

Inicialmente, acreditava-se que a formação dos bolsões era produto do aprisionamento de ar durante a instalação da manta que havia se acumulado em função da entrada de água no início do funcionamento. No entanto, os bolsões se uniram, formando um bolsão central, que foi tomando proporções cada vez maiores, chegando a atingir aproximadamente 10 m de diâmetro. Trata-se de um evento atípico, que necessitava de medidas corretivas urgentes para o funcionamento correto da unidade de tratamento de lixiviado.



## DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Aterro de Aguazinha está situado no Município de Olinda, na zona norte da Região Metropolitana do Recife. Recebe uma média diária de 360 toneladas de sólidos regulares (resíduos domésticos), sólidos volumosos (entulhos e raspagens) e resíduos de poda. Possui uma área de 19 hectares e funcionou como depósito de lixo a céu aberto entre 1986 e 1998, quando foi iniciado um processo de transformação da área em aterro controlado. Em 2006, algumas ações foram implementadas para uma nova concepção do projeto de recuperação ambiental da área do aterro. Dentre estas ações está a implantação da Estação de Tratamento de Lixiviado (ETL), apresentada nas Figuras 2 e 3. A área destinada à estação está localizada na cota mais baixa do terreno, onde antes eram dispostos inadequadamente resíduos de diferentes fontes geradoras.

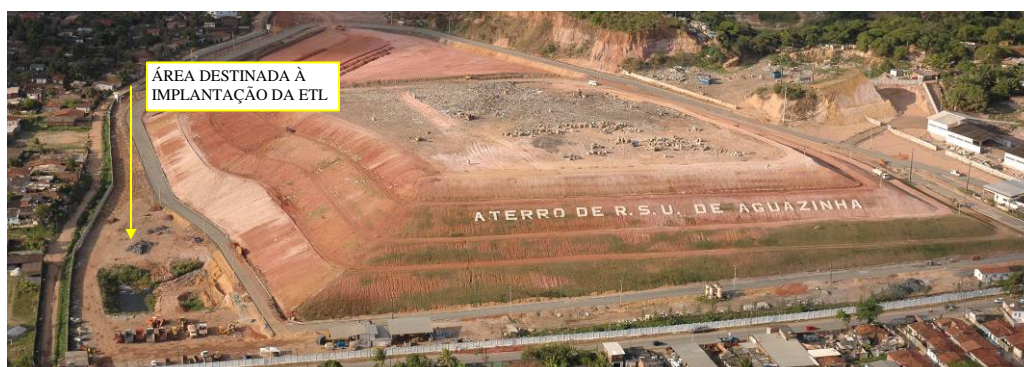


Figura 2: Aterro de R.S.U. de Aguazinha antes da construção da ETL



Figura 3: Estação de Tratamento de Lixiviado do Aterro de R.S.U. em construção

A Estação de Tratamento de Lixiviados do Aterro de Aguazinha tem como objetivo a redução da carga orgânica dos efluentes gerados no aterro de resíduos sólidos por meio do tratamento biológico, no intuito de obter um efluente final com baixas concentrações em termos de poluição orgânica, de acordo com os padrões estabelecidos pelos órgãos de fiscalização ambiental. Para o projeto da estação de tratamento, foi considerada a vazão de 190 m<sup>3</sup>/dia. Desta vazão, 50% são destinados à recirculação na célula e 50% à estação de tratamento propriamente dita. Desta forma, o tratamento do lixiviado é constituído por dois sistemas:

- Sistema 1 - que consiste na recirculação de 50% da vazão do lixiviado gerado nas células, com objetivo de:
  - a. Reduzir a vazão efetivamente a tratar, através do retorno do lixiviado para a célula de resíduos, permitindo manutenção da umidade interna ao longo dos anos, acelerando o processo de degradação anaeróbia dos resíduos aterrados, garantindo a estabilidade geotécnica da célula;
  - b. Reduzir a carga orgânica e de sólidos em suspensão no efluente a tratar;
- Sistema 2 - que consiste na Estação de Tratamento de Lixiviado propriamente dita, e tem o objetivo de efetuar o tratamento biológico através de um sistema composto por:
  - a. Poço de Acumulação: tem a finalidade de captar e acumular o lixiviado para destiná-lo à recirculação e à lagoa de equalização;

- b. Lagoa de Equalização: tem a finalidade de equalizar a vazão, bem como homogeneizar as concentrações do lixiviado que será tratado nos filtros anaeróbios e na lagoa facultativa;
- c. Filtros Biológicos: consiste em um reator biológico, onde o lixiviado é biodegradado por meio de microorganismos anaeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator, quanto aderidos nas superfícies do meio filtrante;
- d. Lagoa Facultativa: se caracteriza por possuir uma zona aeróbia superior e uma zona anaeróbia na camada de fundo. A camada intermediária entre essas duas zonas é dita facultativa, predominando os processos de oxigenação aeróbia e fotossintética.

O descarte do lixiviado tratado é realizado no Riacho Lava Tripa, localizado a aproximadamente 800 m da área do aterro. Segundo a classificação da Companhia Pernambucana de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH) este riacho apresenta qualidade da água péssima, com poluição muito elevada e que não se enquadra em nenhuma das classes da Resolução CONAMA 357/05. Portanto, o descarte do efluente tratado neste corpo d'água não causa danos ao meio ambiente.

## METODOLOGIA

Diante do evento, era necessária uma solução rápida e eficaz, visto que o local havia passado por transformações para minimização dos impactos ambientais negativos gerados pelo acúmulo irregular de resíduos sólidos. Logo, precisava-se de um tratamento adequado para seus efluentes, pois havia risco de contaminação de uma grande área no entorno do aterro, onde existem habitações e cursos d'água. Desta forma, foi implantada uma técnica para a drenagem do biogás sob a manta de impermeabilização da lagoa facultativa.

Foi projetado um sistema de captação do biogás composto por drenagem principal e secundária em forma de espinha de peixe, uma drenagem anelar e dois drenos transversais, apresentado nas Figuras 4 e 5. Os drenos foram preenchidos com pedra rachinha e envoltos com geotêxtil para evitar colmatagem. A drenagem principal, ainda conta com um tubo de PVC perfurado de 100 mm de diâmetro e 20 m de comprimento que permite a canalização do gás para um poço de monitoramento localizado na extremidade do dreno principal, após o talude da lagoa. Este sistema também funciona como dreno alarme, caso ocorra vazamento na manta de impermeabilização o lixiviado será rapidamente direcionado através dos drenos para o poço de saída do biogás.

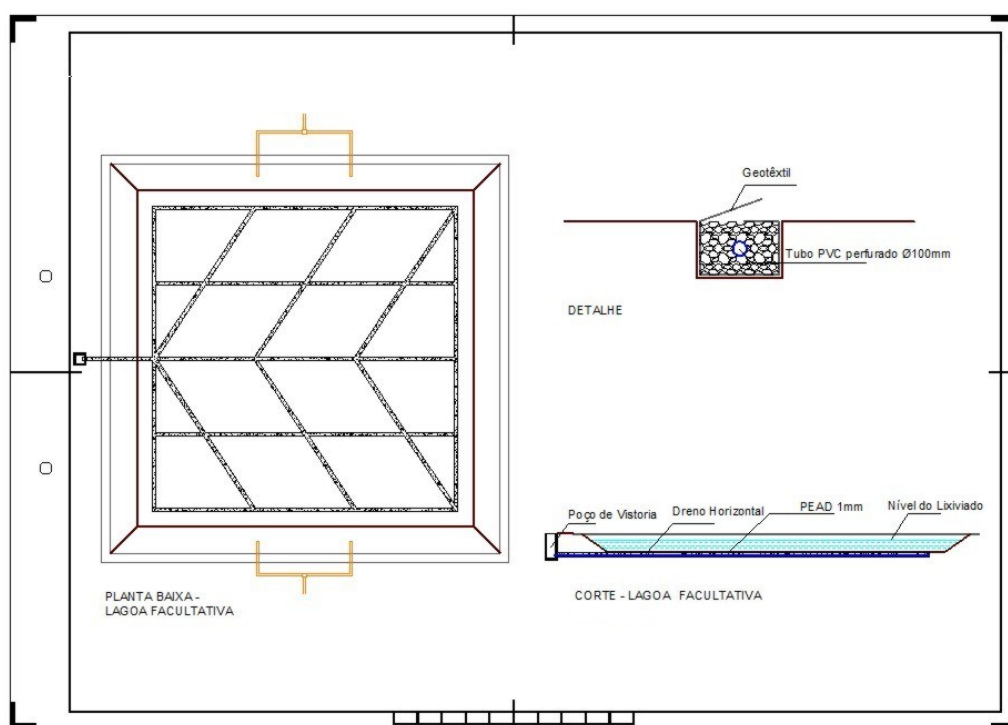


Figura 4: Layout, corte e detalhe do sistema de drenagem de biogás da base da lagoa facultativa.





**Figura 5: Etapas da execução do sistema de drenagem de biogás da base da lagoa facultativa.**

Para execução do sistema de drenagem de base, a manta foi cortada na dimensão externa da drenagem anelar. O sistema foi executado em duas etapas, transpondo a manta para o lado oposto da execução. Foi realizada uma proteção mecânica sobre os drenos para evitar danos ocasionados pela pedra rachinha à manta. Em seguida, foi aplicada uma nova manta de PEAD com 1 mm de espessura em toda lagoa sobre a manta existente, foi executado o engaste da manta e a tela argamassada, apresentado na Figura 6.



**Figura 6: Finalização da instalação da manta após execução do sistema de drenagem de biogás**

## RESULTADOS OBTIDOS

Após reinício da operação da lagoa facultativa, foi constatado que a formação do bolsão de biogás sob a manta de impermeabilização da base da lagoa ainda persistia. Observou-se através do poço de inspeção que esse fato ocorria devido à obstrução do sistema de drenagem de biogás de base da lagoa pelo excesso de água nos drenos.

Para a correção do sistema, a água foi bombeada através do poço de inspeção e o sistema de drenagem de biogás voltou a funcionar normalmente. Com isso, constatou-se que as medidas adotadas apresentaram resultados satisfatórios permitindo o bom funcionamento da lagoa facultativa e da ETL como um todo. Na Figura 7, pode-se observar o funcionamento adequado desta unidade.



**Figura 7: Aspecto atual da ETL com lagoa facultativa funcionando adequadamente.**

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com o emprego da técnica apresentada, pode-se concluir que:

A emissão de biogás em antigas áreas de disposição final de RSU, embora em pequenas proporções, deve ser considerada na implementação de projetos de reutilização da área.

A ausência de um sistema de captação e drenagem de biogás em antigas áreas de disposição de RSU pode resultar em problemas operacionais que demandam tempo e custos adicionais ao projeto.

A realização de sondagens do subsolo na área de construção de sistemas de tratamento de lixiviado é essencial para a elaboração de um projeto executivo de qualidade. No caso apresentado, as sondagens foram requeridas pelo projetista, porém não realizadas.

Através dos furos de sondagens em aterros de resíduos podem-se coletar amostras para determinação de pH, umidade, e sólidos voláteis que servem como indicativo do teor de matéria orgânica e sua fase de biodegradação. Além disso, as concentrações de gases ao longo da profundidade podem ser determinadas através de equipamentos portáteis, tipo detector multigás.

Devido ao elevado potencial poluente dos lixiviados proveniente de RSU e à necessidade de proteção das águas subterrâneas, recomenda-se a adoção de drenos em projetos futuros de lagoas de estabilização de tratamento de lixiviados com a função de alarme auxiliando o monitoramento ambiental da área.

## AGRADECIMENTOS

À Prefeitura de Olinda pelo convênio celebrado com o Grupo de Resíduos Sólidos da UFPE para a realização do Monitoramento Ambiental do Aterro de R.S.U. de Aguazinha-PE.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BIDONE, R. F. & POLVINELLI, J. Tratamento de Lixiviado de Aterro Sanitário por um Sistema Composto por Filtros Anaeróbios seguidos de Banhados Construídos: Estudo de Caso - Central de Resíduos do Recreio, Em Minas do Leão/RS, 2007.
2. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº. 357, Ministério do Meio Ambiente, 2005, 23p.
3. JUCÁ, J. F. T.; MONTEIRO, V. E. D.; MELO, M. C. Monitorio ambiental de la recuperaci3n Del Vertedero de Residuos S3lidos de Muribeca, Brasil – 1ª parte. Residuos: Revista T3cnica Meio Ambiente. Espanha: Alegrus. Ano 12, n. 64, ene/feb, pp. 100-106, 2002.
4. JUCÁ, J. F. T. Disposi33o Final dos Res3duos S3lidos Urbanos no Brasil. In: V Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental - REGEO, 2003, Porto Alegre. v. 1. pp. 10-24.



5. MANNARINO, C. F., FERREIRA, J. A., CAMPOS, J. C., RITTER, E. Wetlands Para Tratamento de Lixiviados de Aterros Sanitários – Experiências no Aterro Sanitário de Pirai e no Aterro Metropolitano de Gramacho, Universidade Estadual do Rio de Janeiro (RJ), 2006.
6. ROCHA, E. E. M. Característica Físico-Química e Microbiológica do Lixiviado do Aterro Controlado de Resíduos Sólidos de Aguazinha em Olinda-PE. Dissertação (Mestrado em Geotecnia Ambiental) Universidade Federal de Pernambuco, 2008.
7. VON SPERLING, M. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 2º ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.