

PROTEÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO

Geraldo Antônio Reichert ¹, Adriane Alves Silva ¹ e
Eduardo Fleck ¹

Resumo - O tratamento do volume crescente de resíduos sólidos é um dos principais problemas urbanos ainda a espera de soluções adequadas. A disposição dos resíduos em aterro sanitário é hoje a forma mais utilizada no mundo (mais de 80%). O principal impacto ambiental causado pela implantação de aterros sanitários é a emissão de lixiviado ou chorume. No Aterro Sanitário da Extrema, em Porto Alegre, uma série de cuidados foram tomados para proteção das águas subterrâneas: rebaixamento do nível do lençol freático sob toda a base do aterro; impermeabilização composta, argila compactada e geomembrana de PEAD, na base e taludes; e drenagem e tratamento do lixiviado. Seis piezômetros foram instalados para verificar a eficácia do sistema, sendo a saída do sistema de rebaixamento do nível do lençol freático o principal ponto de monitoramento. O monitoramento dos pontos iniciou um ano antes da entrada em operação do aterro, e após um ano de operação, nenhuma alteração foi constatada nos pontos de amostragem.

Palavras-chave - proteção de águas subterrâneas, aterro sanitário, monitoramento

INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas urbanos modernos é a geração crescente de resíduos sólidos. Cada cidadão brasileiro produz, em média, 500 g de resíduos sólidos por dia, sendo que nas grandes cidades este valor sobe para 700 a 900 g/pessoa.dia. Em Porto

¹ Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU), Prefeitura de Porto Alegre; Av. da Azenha, 631 – 90.160-001 – Porto Alegre, RS, Tele-Fax: (051)217.91111; e-mail: gareichert@cpovo.net

Alegre, temos verificado um aumento na geração de resíduos domiciliares da ordem de 15% ao ano, nos últimos 4 anos.

Segundo dados do IPT & CEMPRE (1995), temos o seguinte quadro de destinação de resíduos no Brasil: 76% ficam dispostos a céu aberto (lixões), 13% em aterros controlados, e apenas 10% em aterros sanitários. Temos ainda, 0,9% que são encaminhados para usinas de compostagem e 0,1% para incineração.

RESÍDUOS SÓLIDOS E POLUIÇÃO

A disposição no solo é hoje o método mais utilizado para destinação de resíduos sólidos. Aproximadamente 80% dos resíduos do planeta Terra são assim dispostos (Hogland, 1995). Nos Estados Unidos, 73% dos resíduos domiciliares são dispostos em aterros sanitários (Qasin & Chiang, 1994).

Aterro sanitário é um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente os resíduos domiciliares, que fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite uma confinamento segura, em termos de controle da poluição ambiental e proteção ao meio ambiente. Embora os aterros sanitários sejam projetados para minimizar os impactos ambientais, estes impactos existem, e podem ser agravados por erros de projeto e, principalmente, por falhas de implantação e operação. O principal impacto ambiental de um aterro é a emissão de líquidos lixiviados – também chamados de chorume. A quantidade de lixiviado produzido em um aterro sanitário é função do clima local (principalmente do regime de precipitações), do tipo e periodicidade da cobertura dos resíduos, e do grau de compactação dos resíduos. As características físicas e químicas do lixiviado evoluem e se modificam com o tempo. O pico de DQO (Demanda Química de Oxigênio) do lixiviado de aterros jovens (menos de 2 anos) pode chegar até 80.000 mg O₂/litro, ficando a média em torno de 30.000 mg O₂/litro; que é um valor 100 vezes maior que a DQO média de esgotos sanitários.

Quando a base do aterro não for devidamente isolada e o lixiviado produzido não for drenado e tratado convenientemente, este lixiviado pode comprometer a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, podendo a pluma de poluição do lençol freático, causada por uma disposição inadequada, atingir vários quilômetros de distância do sítio de disposição.

As medidas projetadas a fim de limitar os impactos potenciais devido ao lixiviado devem conduzir à redução máxima de sua produção e à drenagem e tratamento com eficácia.

DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS ELEMENTOS DE PROJETO DO ATERRO DA EXTREMA

CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA ÁREA DO ATERRO

O Aterro Sanitário da Extrema, o mais novo aterro do município de Porto Alegre, teve os primeiros estudos iniciados em 1992. As obras de implantação começaram no final de 1995, e o início da operação efetiva ocorreu em 16 de junho de 1997. Descrições mais detalhadas sobre o empreendimento podem ser encontradas em PROJESUL (1994) e Reichert & Anjos (1997).

O projeto está sendo implantado em antiga área de extração de saibro (saibreira), que devido a retirada desordenada deste material apresenta taludes verticais de até 40 m de altura. Nas sondagens e trincheiras realizadas no interior da cava, constatou-se que o lençol freático varia de 1 a 2 m em várias partes do local.

Os ensaios de permeabilidade natural “*in situ*” realizados apontaram a seguinte faixa de variação: de $6,3 \times 10^{-3}$ a $5,6 \times 10^{-5}$ cm/s, bem acima da permeabilidade mínima de 10^{-6} cm/s requerida para aterros sanitários.

PROTEÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A escolha do local para implantação do aterro sanitário foi baseada em detalhado estudo de áreas, sendo localizado na região conhecida como Extrema por esta ter apresentado as melhores condições. No entanto, pela ocorrência de solo com alta permeabilidade e por apresentar elevado nível de lençol freático em alguns locais, no momento da elaboração do projeto executivo, no intuito de proteger as águas subterrâneas, os seguintes aspectos mereceram atenção especial: o rebaixamento do nível do lençol freático; a impermeabilização da base do aterro, e a drenagem e o tratamento do lixiviado.

O rebaixamento do nível do lençol freático foi projetado sob toda a base do aterro, de modo a garantir a distância mínima de 1,5 m entre este e os resíduos sólidos dispostos. Em função da permeabilidade natural do solo a distância horizontal mínima entre drenos foi definida como sendo de 45 m. Ao total são 2.130 m lineares de drenos constituídos de tubos perfurados de concreto envolto em brita nº 2. A vazão de saída calculada de todo sistema é de 0,84 l/s; sendo o deságüe por gravidade.

Uma vez realizado o rebaixamento do freático, é construído o sistema de impermeabilização da base do aterro, que visa impedir a infiltração e percolação do lixiviado produzido no aterro para as camadas subjacentes de solo, prevenindo assim a poluição das

águas freáticas. Este sistema de impermeabilização consiste de uma camada de 1,0 m de argila compactada mais uma geomembrana de PEAD (polietileno de alta densidade) de 2,0 mm de espessura. Esta dupla camada de impermeabilização garante total confinamento do lixiviado no interior do aterro.

O lixiviado produzido é drenado, através de drenos horizontais de brita e conduzido para um sistema de tratamento. Primeiramente o lixiviado sofre um pré-tratamento anaeróbio no próprio aterro. No patamar de cotas mais baixas do aterro, um leito de brita nº 5 com 0,40 m de altura e com área de 10.000 m² foi construído, funcionando como filtro biológico, com eficiência superior a 70% de redução de DQO. O polimento final do lixiviado é feito conjuntamente com esgoto sanitário em uma Estação de Tratamento de Esgotos – ETE. O lixiviado é transportado até a ETE por caminhão tanque.

PLANO DE MONITORAMENTO

O Plano de Monitoramento estabelecido, e que está sendo posto em prática, tem por objetivo verificar a eficácia dos sistemas de prevenção da poluição provocada pelo aterro. Neste trabalho, apenas o monitoramento das águas subterrâneas será abordado, embora o sistema seja monitorado como um todo.

Para amostragem e análise da qualidade das águas subterrâneas, foram definidos seis piezômetros, sendo um à montante e cinco à jusante (Fig.1). O piezômetro de montante é denominado de ESU5; os três de jusante, ao Sudeste e ao Sul do Aterro, de ESU1, ESU2 e ESU3. Os piezômetros denominados de ESU4 e ESU6, respectivamente ao Sudoeste e ao Norte, também de jusante, foram localizados nestes locais pela dificuldade de definição do fluxo de águas subterrâneas, uma vez que o aterro encontra-se sobre um divisor de águas. O ponto mais importante, que atesta ou não, a eficácia de todo sistema de proteção da águas subterrâneas, é o ESU7, que nada mais é do que a saída do sistema de drenagem do rebaixamento do lençol freático.

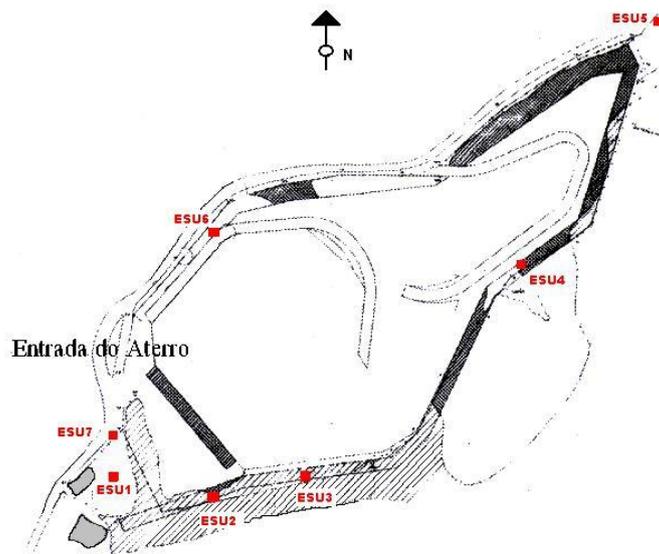
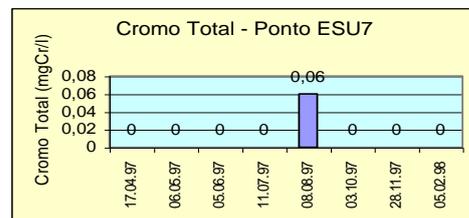
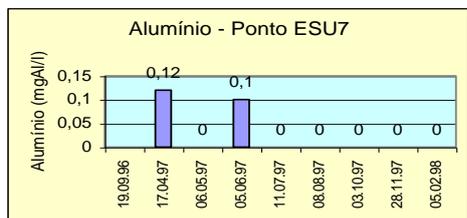
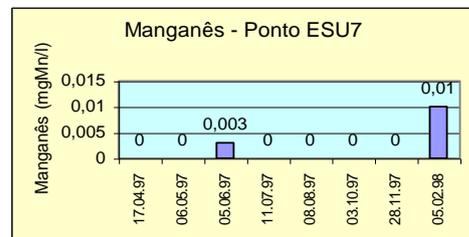
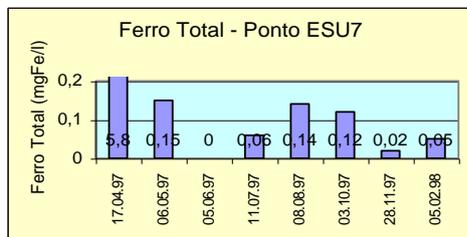
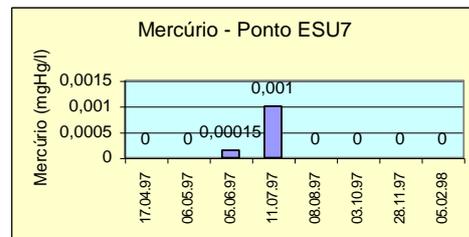
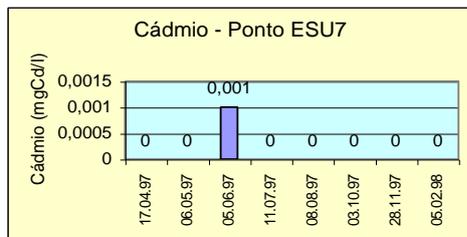
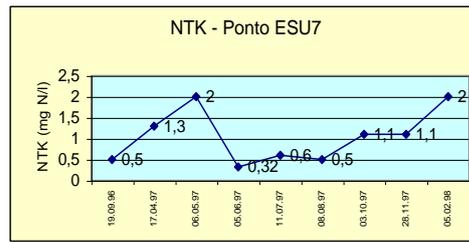
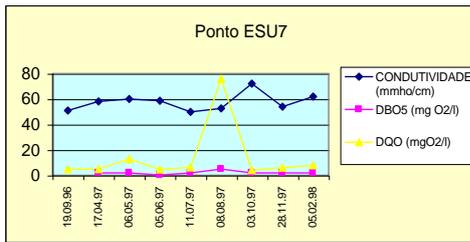


Figura 1 – Aterro Sanitário da Extrema com localização dos piezômetros e da saída do dreno do freático (ESU7)

Os parâmetros propostos no projeto obedecem aos critérios definidos pela FEPAM (Órgão Ambiental do Estado do RS), sendo eles: alcalinidade, cloretos, condutividade, DBO, DQO, fosfato, N_{amoniaco} , NTK (Nitrogênio Total de Kjeldhal), $N_{\text{orgânico}}$, nitrato, OD, pH, resíduos total, alumínio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo, ferro, manganês, mercúrio e níquel. Embora a FEPAM exija periodicidade semestral nas coletas, optou-se por periodicidade bimestral no projeto durante a implantação e no primeiro ano de operação do aterro. No segundo ano, a amostragem será trimestral e no terceiro em diante será semestral. Para o segundo ano de operação, que se iniciou em junho de 1998, o custo semestral de monitoramento dos sete pontos é R\$ 2.600,00.

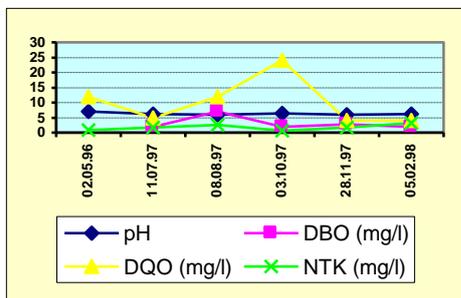
RESULTADOS DO MONITORAMENTO ATÉ O PRIMEIRO ANO DE OPERAÇÃO

O início da operação do aterro (recebimento de resíduos) ocorreu em junho de 1997, mas a amostragem das águas subterrâneas iniciou um ano antes, com o objetivo de verificar as condições ambientais antes da implantação do aterro. Nos gráficos a seguir são apresentados os resultados do ponto ESU7 (dreno do freático), deste período de monitoramento, para condutividade, DBO, DQO, NTK e alguns metais.

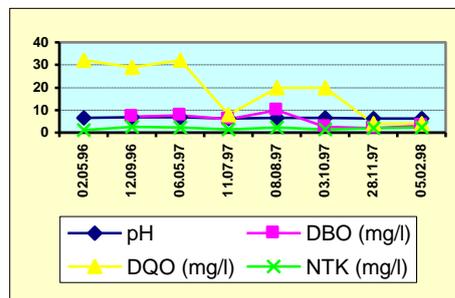


Os piezômetros ESU4, ESU5, e ESU6 ainda não foram amostrados, pois na primeira construção a profundidade de perfuração foi insuficiente, em função do equipamento utilizado, não atingindo o nível d'água. Nos mesmos locais foram construídos novos poços com profundidades de 20 a 40 m. Os piezômetros ESU1, ESU2 e ESU3, nas cotas mais baixas ao sul do aterro, de profundidades bem menores, dispõem de dados de maio de 1996, que são apresentados nos gráficos a seguir. Tanto os resultados dos piezômetros quanto do dreno do freático (ESU7) não apresentam qualquer alteração nas características físico-químicas das águas, atestando assim o perfeito funcionamento dos sistemas de proteção das águas subterrâneas adotados.

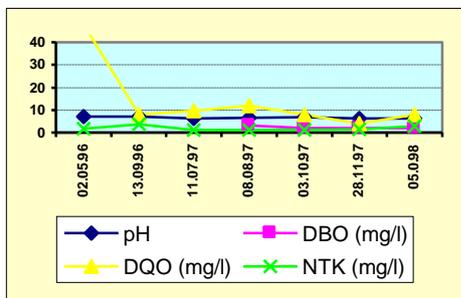
ESI11



ESI12



ESI13



REFERÊNCIAS

- Hogland, W. 1995. Landfill methods. In: *Latin American–Swedish Seminar on Solid Waste Management*, Rio de Janeiro, pp. 45–56.
- IPT & CEMPRE. 1995. *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. IPT, São Paulo, 278 p.
- PROJESUL. 1994. Projeto Executivo do Aterro Sanitário da Extrema. Porto Alegre.
- Qasin, S.R. & Chiang, W. 1994. *Sanitary landfill leachate: generation, control and treatment*. Lancaster: Technomic, 339 p.
- Reichert, G.A. & Anjos, I. 1997. Aterro sanitário da Extrema: Porto Alegre: concepção de projeto. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 19, Foz de Iguaçu, ABES, pp. 1852–1862.