

III-307 – AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO BALANÇO HÍDRICO DE UM ATERRO SANITÁRIO EXPERIMENTAL

Cícero Antonio Antunes Catapreta⁽¹⁾

Eng. Civil (PUC-MG), Mestre e Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG), Engenheiro Sanitarista da Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte/MG, Professor Adjunto do Instituto UNA/MG de Tecnologia (UNATEC), Brasil.

Gustavo Ferreira Simões

Eng. Civil (UFMG), Mestre e Doutor em Engenharia Civil (PUC-Rio), Professor Associado do Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia da UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Endereço⁽¹⁾: Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte – SLU/BH. Departamento de Tratamento e Disposição Final de Resíduos. Rodovia BR 040 – Km 531 – Jardim Filadélfia - Belo Horizonte – MG, Brasil - Tel: (31) 3277-9808 – e-mail: catapret@pbh.gov.br.

RESUMO

A avaliação do balanço hídrico em aterros sanitários apresenta-se como ferramenta importante para estimar as quantidades de líquidos lixiviados a serem gerados, elemento importante para o projeto do sistema de drenagem e tratamento desses líquidos e para avaliação e definição de técnicas operacionais dos aterros, além de permitir a avaliação da quantidade de líquidos retidos no aterro e a previsão do desenvolvimento de poropressões na massa de RSU. Assim, o monitoramento das variáveis que influenciam o balanço hídrico pode levar a um maior controle das variações e razões que o regem, assim como possibilitar a avaliação do comportamento dos aterros sanitários, quanto ao gerenciamento dos líquidos lixiviados gerados em seu interior. Nesse sentido, o presente trabalho teve como finalidade avaliar qualitativamente o balanço hídrico de um aterro sanitário experimental por meio da relação entre os índices pluviométricos e a geração e o nível de líquidos lixiviados em seu interior (relação chuva-vazão-acumulação). Apesar da existência de uma camada de cobertura final compactada, os resultados indicaram uma relação clara entre o regime de chuvas, as vazões observadas e o acúmulo de líquidos no interior do aterro experimental. Este fato pode estar associado à falta de manutenção da camada de cobertura final, o que pode estar ocasionando o aparecimento de trincas e favorecendo a infiltração de águas de chuva.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos, Aterros Sanitários, Balanço Hídrico.

INTRODUÇÃO

O conhecimento dos volumes de líquidos lixiviados gerados em aterros sanitários é essencial para a definição dos sistemas de coleta e remoção desses líquidos e da implantação de sistemas de tratamento dos mesmos. Esses volumes são funções da precipitação na área do aterro, da evapotranspiração, da declividade e tipo de solo de cobertura utilizado no aterro, da capacidade da camada superficial de reter água, da capacidade de absorção em água dos resíduos sólidos e da capacidade de infiltração do solo de cobertura e dos resíduos sólidos dispostos em aterro sanitário (ROCCA, 1992).

A estimativa do balanço hídrico em aterros sanitários é a chave para o projeto de sistemas de cobertura final e de impermeabilização do fundo, significa também entender a variação de umidade no interior da massa de resíduos com o tempo, que tem importância fundamental na análise dos processos de degradação dos resíduos e na avaliação de propriedades geotécnicas dos mesmos, o que permite a avaliação da estabilidade estrutural dos aterros sanitários.

Quase a totalidade dos estudos envolvendo estimativa de balanço hídrico vem sendo realizada com o objetivo de possibilitar o dimensionamento de sistemas de tratamento de líquidos lixiviados. Destaca-se que a integração entre balanço hídrico e avaliação de estabilidade estrutural de aterros sanitários ainda não vem sendo devidamente investigada.

A regularidade na medição e sistematização dos dados de monitoramento do nível de líquidos no interior do aterro sanitário é estabelecida a partir da necessidade de obter um maior controle da estabilidade do maciço de resíduos, assim como das migrações que porventura venham a ocorrer nos taludes destes aterros, assim como de outros problemas detectados e atribuídos ao elevado nível de líquidos no interior do maciço de resíduos (Simões *et al.*, 2003).

O monitoramento do nível de líquidos também teve como objetivo acompanhar os níveis de pressões nos líquidos e gases e identificar a possível formação de bolsões de líquidos no interior das células de resíduos do Aterro Sanitário. Esta verificação é usualmente realizada em piezômetros e medidores de nível de líquidos instalados em diversos pontos do aterro. Também são utilizados como pontos de medição os drenos de gases e furos exploratórios executados nas células.

Correlações entre a precipitação, o nível de líquidos no interior do aterro e as vazões de líquidos lixiviados ainda não são conclusivas, o que reflete a complexidade da avaliação do balanço hídrico em aterros sanitários. A análise dos dados, associada à observação do comportamento dos sistemas de drenagem superficial em períodos chuvosos, podem ser indicativos da eficiência das camadas de cobertura executadas na redução da infiltração de águas pluviais. Do ponto de vista operacional, tal fato é extremamente importante, já que reduz a geração de líquidos lixiviados.

Este trabalho tem por objetivo avaliar qualitativamente o balanço hídrico de um aterro sanitário experimental por meio da relação entre os índices pluviométricos e a geração e o nível de líquidos lixiviados em seu interior.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Este estudo vem sendo realizado desde 2005 em um aterro sanitário experimental que se encontra implantado na Central de Tratamento de Resíduos Sólidos BR 040 (CTRS BR 040), onde também encontra-se implantado o aterro sanitário de Belo Horizonte/MG. O aterro sanitário experimental ocupa uma área de aproximadamente 5.262 m² e possui 3,8 m de altura e 71,5 m x 73,6 m de dimensões externas, enquanto que as internas são 51,80 m x 52,80 m. Foram dispostas cerca de 8.597 t (11.546 m³) de resíduos sólidos urbanos (RSU). Detalhes sobre a construção e instrumentação do aterro sanitário experimental encontram-se descritas em Catapreta *et al.* (2005) e Catapreta *et al.* (2006). Nas Figuras 1 e 2 podem ser observadas a localização e a visão atual do aterro sanitário experimental.



Figura 1 - Localização do aterro sanitário experimental



Figura 2 - Visão atual do aterro sanitário experimental (2013)

MONITORAMENTOS

POÇOS DE MONITORAMENTO

As leituras foram realizadas diretamente em 6 (seis) poços de monitoramento do nível de líquidos lixiviados, constituídos de tubo de PVC ($\phi = 2''$) perfurado, desde a base do aterro até o seu. Adicionalmente, foram realizadas leituras em outros 30 poços auxiliares, de mesmo diâmetro e comprimento de 2,0 (dois) metros e perfurados na ponta (0,50 cm).

A frequência de leituras foi de duas vezes por semana. Para a realização das leituras foi utilizado um medidor de nível d'água eletrônico, o qual permite aferir a profundidade do nível de líquidos por meio de uma fita métrica e emissão de sinal sonoro, que indica o nível de líquidos.

DADOS CLIMATOLÓGICOS

As precipitações foram registradas no início da manhã (7:00 h), em equipamento de propriedade da Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, instalado na área da CTRS BR 040, a uma distância aproximada de 300 metros do aterro experimental. O equipamento utilizado é composto por um pluviômetro, que mede a quantidade de chuva dentro de um determinado horário, e um pluviógrafo, que registra a intensidade e o horário da chuva. Outros dados climatológicos de interesse para o estudo e para avaliação do balanço hídrico do aterro experimental envolveram: temperatura ambiente do ar; temperatura média do ar; temperatura mínima do ar; temperatura máxima do ar; umidade relativa do ar; direção e velocidade dos ventos; pressão atmosférica; radiação solar. Estes dados climatológicos foram fornecidos por outra Estação Climatológica da Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, instalada na subestação do Barreiro, região sul de Belo Horizonte, a aproximadamente 30 km do aterro.

MEDIÇÃO DA PRODUÇÃO DE LÍQUIDOS LIXIVIADOS

A determinação da vazão de líquidos lixiviados foi realizada em uma caixa de alvenaria que recebe toda a contribuição da drenagem de base do aterro experimental. O controle foi realizado de forma sistemática, por meio de medições diárias utilizando o método da descarga livre.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o nível de líquidos no interior do aterro experimental foram comparados com os dados de precipitação e vazão, para se verificar a relação entre esses parâmetros. Esses resultados são apresentados nas Figuras 3 e 4. Os níveis de líquidos apresentados na Figura 4 tem como referência a base do aterro sanitário experimental.

Os registros observados sugerem que as vazões de líquidos lixiviados e os níveis destes no interior do aterro têm um comportamento que é influenciado diretamente pelo regime pluviométrico verificado na região onde se encontra implantado o aterro sanitário experimental.

Esse fato não era esperado, pois a camada de cobertura final do aterro foi construída com solo argiloso, conforme descrito em Simões *et al.* (2008) e, em princípio, desempenharia a função de minimizar a infiltração de águas pluviais para o interior do aterro.

Contudo, tal fato pode estar relacionado à falta de manutenção nesta camada de cobertura, que pode estar apresentando trincas que estejam possibilitando a infiltração das águas de chuva.

Notou-se também, em alguns pontos, formação de espuma no interior dos piezômetros, o que poderia estar afetando as leituras, tendo em vista a sensibilidade do sensor utilizado. Passou-se, então, a utilizar uma proteção para o medidor de nível, que reduziu esse efeito.

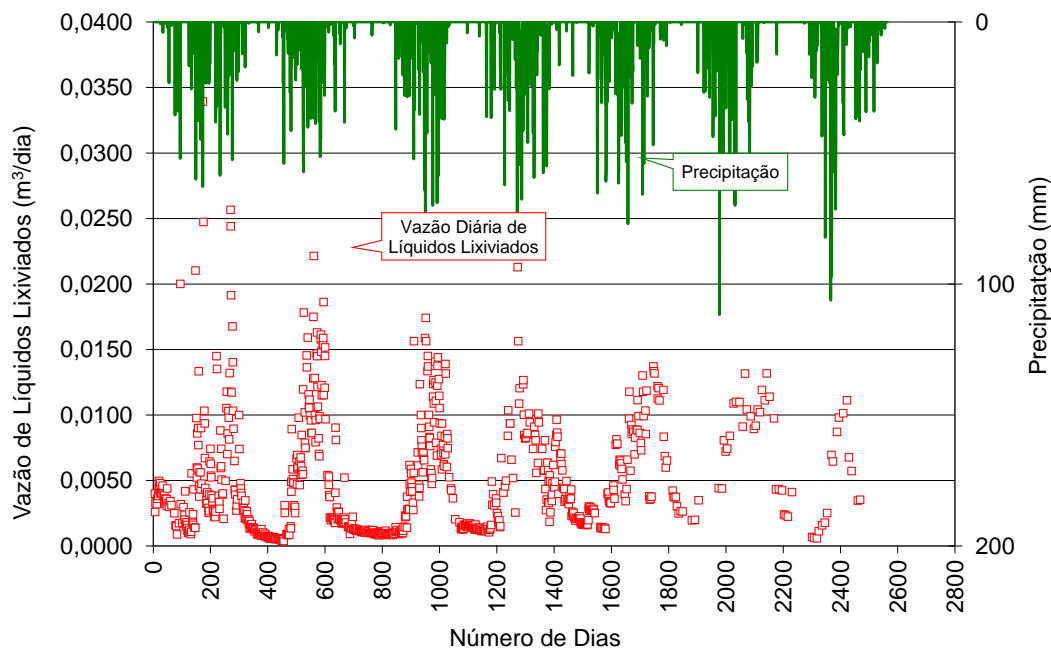


Figura 3 – Evolução da variação da vazão de líquidos lixiviados x precipitação

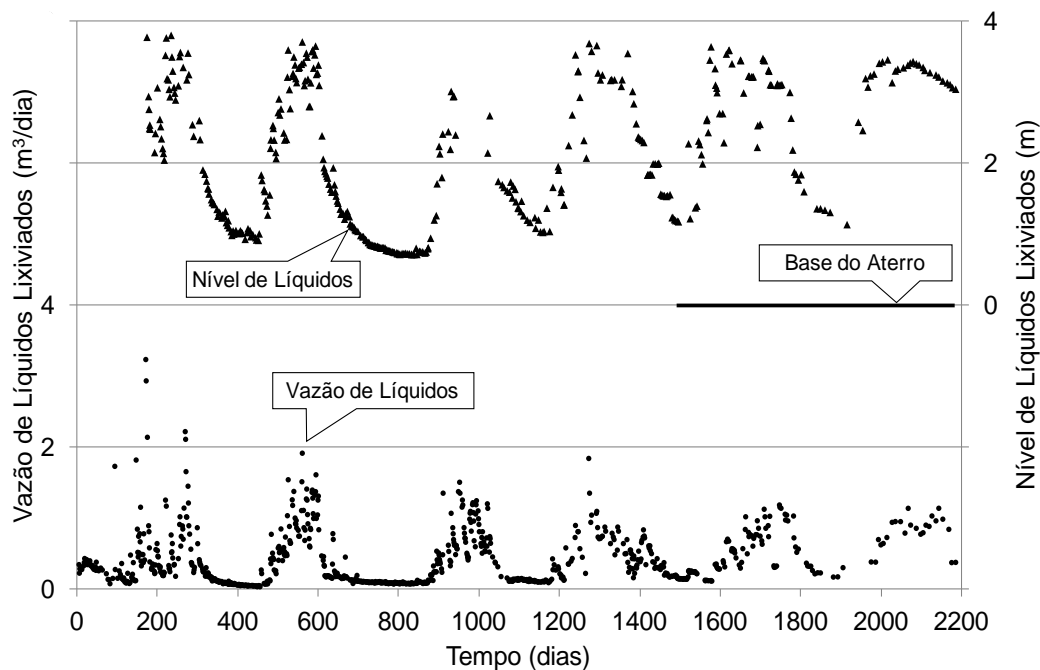


Figura 4 – Evolução da variação do nível de líquidos lixiviados x vazão de líquidos lixiviados

Na Figura 5 são apresentados os resultados da relação entre a precipitação diária e a vazão diária. Observa-se que a maioria dos valores situaram abaixo de 20%, demonstrando que a relação entre estes dois parâmetros sugere haver uma infiltração de águas de chuva no aterro, reforçando o comentado anteriormente.

O valor mediano foi 27%, sendo o menor valor observado igual a 2% e o maior valor observado foi de 86%. Essa ampla faixa de variação demonstra que a utilização dessa relação para previsão de geração de líquidos lixiviados em aterros sanitários deve ser considerada com cautela, pois pode levar a erros que impliquem em subestimar ou superestimar a quantidade a ser gerada, que no caso de projeto pode levar ao subdimensionamento ou superdimensionamento dos sistemas de drenagem e tratamento de lixiviados. Observou-se também que nos períodos chuvosos essa relação é mais elevada em relação aos períodos secos, apesar de em alguns momentos ter-se observados valores elevados no período seco.

Os coeficientes que ficaram acima de 1,0 não foram considerados, já que este valor é o limite máximo que eventualmente poderia ocorrer entre a precipitação e vazão observada no aterro sanitário experimental. Para os dias em que não houve precipitação, a relação precipitação x vazão não foi determinada, já que não era possível calculá-lo.

Ressalta-se que a simples relação entre vazão e precipitação não incorpora outras variáveis que influenciam o balanço hídrico e que podem afetar o comportamento dos aterros sanitários.

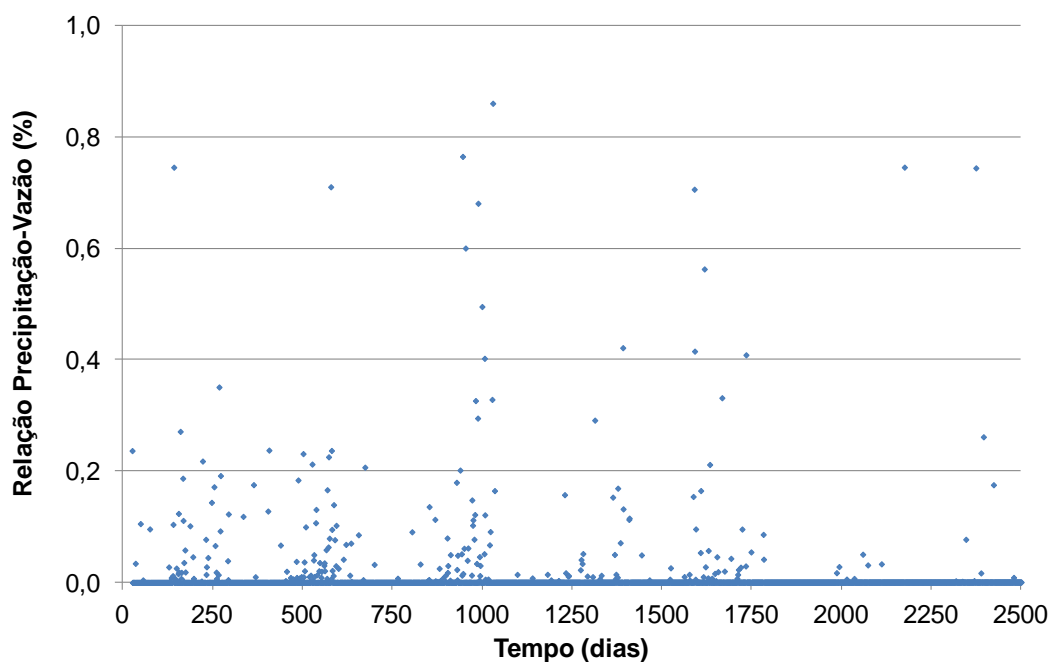


Figura 5 - Relação precipitação c Vazão

CONCLUSÕES

O trabalho apresenta uma análise qualitativa dos registros de monitoramento do balanço hídrico em um aterro sanitário experimental, envolvendo medidas de precipitação, vazões de líquidos gerados e acúmulo de líquidos no interior do aterro. Assim, com base nos resultados obtidos, conclui-se que, apesar da existência de uma camada de cobertura final compactada, verifica-se uma relação clara entre o regime de chuvas, as vazões observadas e o acúmulo de líquidos no interior do aterro experimental. Este fato pode estar associado à falta de manutenção da camada de cobertura final, o que pode estar ocasionando o aparecimento de trincas e favorecendo a infiltração de águas de chuva.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte – SLU, pelo apoio na realização dos trabalhos; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pelo contínuo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CATAPRETA, C. A. A., SIMOES, G. F., BARROS, R. T. V. (2006) Avaliação da densidade de resíduos sólidos urbanos dispostos em um aterro experimental. In: Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 30, 2006, Punta del Este, Uruguay. Anais... Punta del Este : AIDIS.
2. ROCCA, A.C.C. Resíduos sólidos industriais. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo, Brasil – 1992. 234p
3. SIMÕES, G. F., CATAPRETA, C. A. A., PASCELE, H. B., BATISTA, T. C. Concepção de um programa de monitoramento geotécnico para a Central de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos da BR-040 em Belo Horizonte – MG. In: Simpósio Ítalo-brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 6, Vitória/ES. Anais.... VI SIBESA - Simpósio Ítalo-brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 2002.
4. SIMÕES, G. F., CATAPRETA, C. A. A.; CAMPOS, F. Q. V. Avaliação Qualitativa do Desempenho de Dois Sistemas de Cobertura Final de um Aterro Sanitário Experimental. In: XIV Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2008, Búzios / RJ. Anais do XIV Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. São Paulo / SP: ABMS, 2008.