

ESTUDO COMPARATIVO DO BALANÇO HÍDRICO EM LISÍMETRO COM O MÉTODO SUÍÇO

Débora A. S. Guedes^{1}; João G. C. Callejas²; Eduarda da C. Oliveira³; Karytany U. D. Costa³; Marcella R. do N. Scarassatti³; Aldecy de A. Santos⁴ & Wellitom T. P. da Silva⁴*

Resumo – As células experimentais, também conhecidas como lisímetros, são alternativas para conhecimento e aprimoramento do tratamento de resíduos sólidos em escala mundial. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi comparar o balanço hídrico do aterro de RSU em escala experimental com o Método Suíço. O estudo foi realizado em um lisímetro de formato cilíndrico com volume interno de aproximadamente $0,565 \text{ m}^3$, construído no Centro Experimental da Hidráulica e Saneamento Ambiental na Universidade Federal do Mato Grosso, na cidade de Cuiabá/MT. Efetuou-se o preenchimento do lisímetro com resíduos provenientes de cinco bairros situados na cidade de Cuiabá. No lisímetro foram instaladas placas de recalque, drenos de gases, piezômetro e sistemas de drenagens de líquidos. Dessa forma, obteve-se o balanço hídrico observado. E por meio do Método Suíço calculou-se o mesmo empiricamente. A geração de lixiviado calculado pelo método Suíço foi de 98,62 L, sendo 108,19% maior que a geração real. O comportamento biodegradativo dos resíduos e as deformações ocorridas na célula devem ser considerados nos cálculos de geração de lixiviados para que não haja uma superestimação dos valores e encareça os projetos de aterros sanitários.

Palavras-Chave – Aterro sanitário. Célula experimental. Lixiviado.

COMPARATIVE STUDY OF WATER BALANCE IN LYSIMETER WITH THE SWISS METHOD

Abstract – Experimental cells, also known as lysimeters, are alternatives for the knowledge and improvement of solid waste treatment worldwide. Thus, the aim of this study was to compare the water balance of the MSW landfill in experimental scale with the Swiss Method. The study was carried out in a cylindrical format lysimeter with internal volume of approximately 0.565 m^3 , built at the Experimental Center of Hydraulics and Environmental Sanitation at the Federal University of Mato Grosso, in the city of Cuiabá / MT. The lysimeter was filled with residues from five districts located in the city of Cuiabá. In the lysimeter were installed pressure plates, gas drains, piezometer and liquid drainage systems. In this way, the observed water balance was obtained. And by the Swiss Method the same was calculated empirically. The leachate generation calculated by the Swiss method was 98.62 L, being 108.19% higher than the actual generation. The biodegradation behavior of the residues and the deformations occurring in the cell should be considered in the calculations of leachate generation so that there is no overestimation of the values and make the landfill projects more expensive.

Keywords – Landfill. Experimental cells. Leachate.

¹ Mestranda no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental – PPGEA na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá – MT.

² Engenheiro Civil. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá – MT.

³ Mestranda no Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos – PPGRH na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá – MT.

⁴ Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá – MT.

INTRODUÇÃO

As células experimentais, lisímetro, são alternativas para conhecimento e aprimoramento do tratamento de resíduos sólidos em escala mundial. O principal inconveniente relacionado ao processo de decomposição dos resíduos sólidos é a geração de lixiviado, mesmo nos aterros sanitários. O principal fator responsável pelo volume de lixiviado gerado pode ser atribuído à percolação das águas de chuvas. No processo de formação, a água percolada é enriquecida pela matéria orgânica e inorgânica, original ou oriunda da biodegradação dos resíduos (GANDHI *et al.*, 2011).

De acordo com Catapreta (2008) existem diversos métodos, para avaliar o balanço hídrico e explicar a movimentação de umidade de um aterro sanitário e, por conseguinte estimar a geração de lixiviado. Os modelos de balanço hídrico que levam em consideração os elementos de hidrologia, hidrogeologia e meteorologia, estimam de maneira bastante pontual a quantidade de água que se infiltra no aterro. Portanto, são bons para a estimativa da quantidade de percolado gerado. Os elementos mais importantes são: precipitação, evapotranspiração, escoamento superficial, infiltração, armazenamento de umidade nos resíduos e a quantidade de percolado gerado (MONTEIRO *et al.*, 2006). Tem-se também métodos empíricos, como o Método Suíço. O cálculo da vazão média do lixiviado por este método leva em consideração, o peso específico inicial dos resíduos, os dados de precipitação volumétrica sobre a cobertura, bem como a área do aterro (CATAPRETA, 2008).

O processo de monitoramento nos lisímetros auxilia na compreensão das fases de degradação dos resíduos e das rotas metabólicas de degradação dos produtos orgânicos. Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo comparar o balanço hídrico do aterro de resíduos sólidos urbanos (RSU) em escala experimental com o Método Suíço no Centro Experimental da Hidráulica e Saneamento Ambiental na Universidade Federal do Mato Grosso, na cidade de Cuiabá/MT.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A célula experimental (Figura 1) foi construída por Oliveira *et al.* (2016) no Centro Experimental de Hidráulica e Saneamento Ambiental (CEHISA), localizada nas coordenadas 15°36'33,18" S e 56°4'3,39"O da Universidade Federal de Mato Grosso, município de Cuiabá/MT. É composta por duas manilhas de concreto armado superpostas, com altura total de 2 metros, diâmetro interno de 0,6 metros e volume aproximado de 0,565 m³, com uma camada de base.

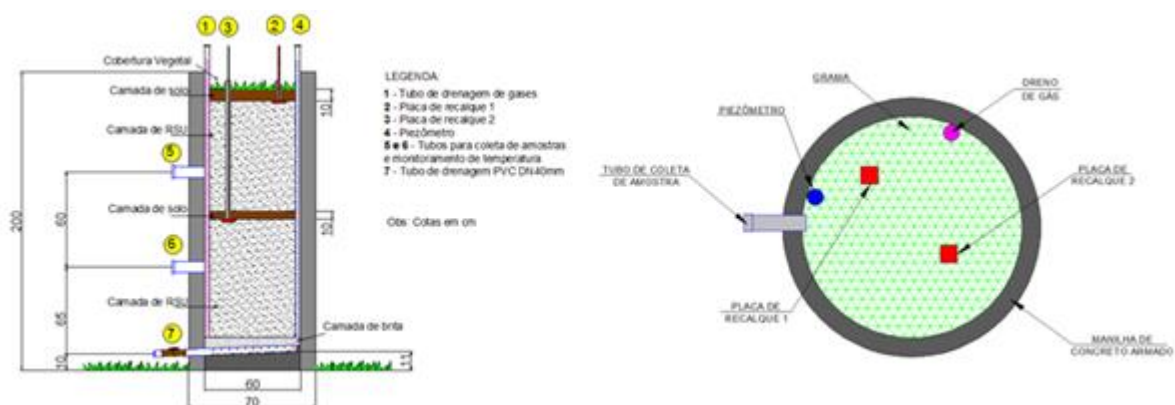


Figure 1 – Corte vertical e planta da célula experimental.

Fonte: OLIVEIRA *et al.*, 2016.

O lisímetro é dotado de tubos de drenagem, piezômetro para medição do nível de líquidos e placas de recalque (superfície e profundidade). A camada de cobertura e intermediária foi realizada com solo provindo de um aterro industrial, localizado no município de Cuiabá-MT.

Balanco hídrico

O período de análise do balanço hídrico no lisímetro foi de 26 de novembro de 2014 a 31 de julho de 2015, com um total de 246 dias. Para a determinação da quantidade de lixiviado gerado foram realizadas coletas mensalmente com o auxílio de uma proveta graduada. As coletas foram efetuadas por meio da drenagem da base e do registro de controle do lixiviado, conforme a Figura 2.



Figura 2 – Drenagem de base e Registro de controle do lixiviado.

Método Suíço

Para a verificação e comparação do volume total gerado mensalmente foi utilizado o método Suíço, que relaciona o escoamento de percolado com dados da precipitação pluviométrica, por se tratar de um modelo simples de previsão da vazão média de lixiviados, cuja fórmula é apresentada na equação 01.

$$Q = \frac{P \cdot A \cdot K}{T} \quad (1)$$

Sendo Q a Vazão média do lixiviado (l/mês); P a Precipitação média mensal (mm); A a Área total do aterro (m²); T o Tempo (mês); K o Coeficiente que depende do peso específico inicial dos RSU (Tabela 1).

Tabela 1 - Valor de coeficiente K.

Resíduos	Peso Específico do lixo (t/m ³)	K
Fracamente compactados	4 a 7	0,25 a 0,50
Fortemente compactados	Acima de 7	0,15 a 0,25

Fonte: Capelo Neto *et al.*(1999).

Os dados de precipitação foram obtidos na Estação Climatológica Mestre Bombled localizada no Campus da UFMT e no INMET/Cuiabá.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo Alcântara (2007) existe vários fatores que governam a quantidade de lixiviado gerado durante o processo de degradação dos resíduos. O Volume a ser produzido depende da umidade do lixo, de água de fontes externas e dos líquidos gerados pelo processo de decomposição biológica.

A Figura 3 apresenta a produção de lixiviado durante o período de monitoramento deste estudo. Os maiores volumes registrados foram durante os primeiros 150 dias de monitoramento. Nesse período de análise foi registrado a estação chuvosa da região.

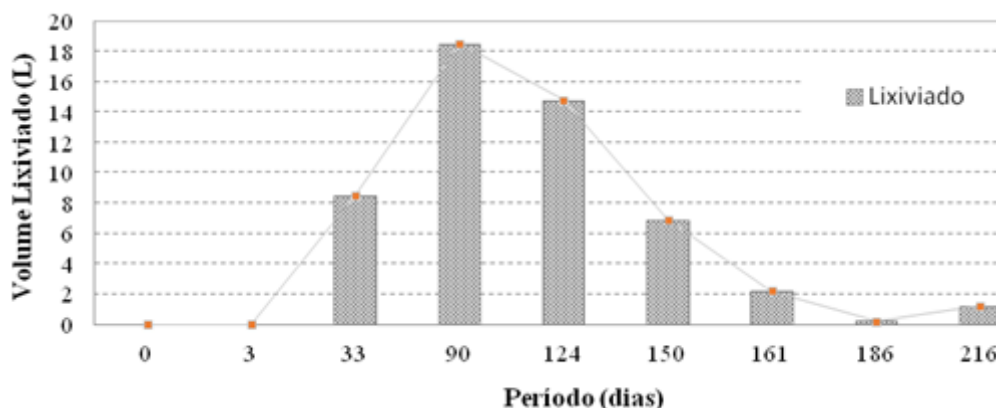


Figura 3 - Volume de lixiviado gerado.
Fonte: Elaboração Própria, 2015.

Observou-se também que durante os primeiros 33 dias de monitoramento houve uma produção de 8,5 L de lixiviado, o que equivale a uma taxa de 0,26 L/dia, portanto uma baixa produção de lixiviado.

Na Figura 4 pode ser observada a interação da precipitação com o volume de lixiviado para o período de monitoramento.

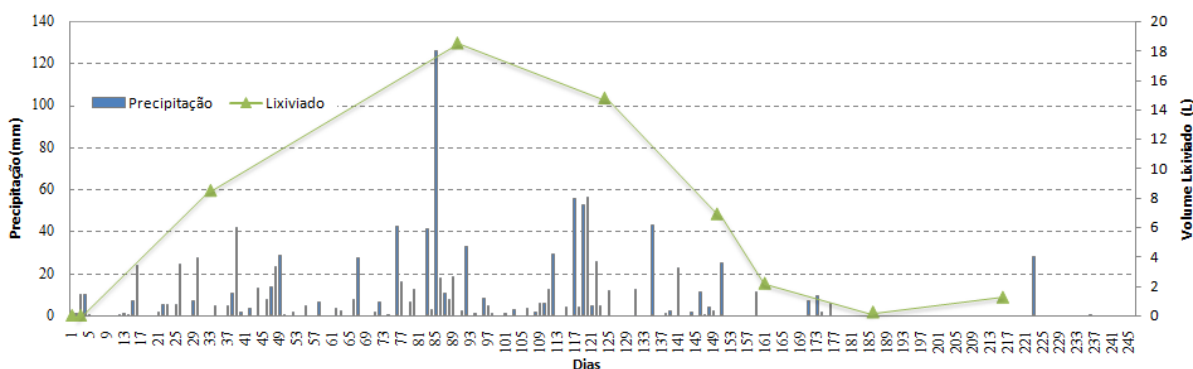


Figura 4 - Relação precipitação x volume de lixiviado.
Fonte: Elaboração Própria, 2015.

A geração de lixiviado aumentou proporcionalmente com a precipitação, conforme também verificado por Alcântara (2007) e Santos (2012). Após 150 dias de monitoramento (maio a julho), período de seca na região, ocorreu a redução da produção de lixiviado com valores de volume próximos de zero. O maior volume registrado foi 18,5 L de lixiviado, essa verificação ocorreu no 90º dia de monitoramento. Cinco dias anteriores à medição ocorreu uma precipitação intensa de 126,3 mm o que influenciou significativamente na produção de lixiviado.

A Figura 5 apresenta a evolução da geração de lixiviado no lisímetro pelo Método Suíço. Este método estimou um valor de 108,19% superior ao lixiviado produzido no lisímetro, mostrando não ser um método adequado para avaliar o balanço hídrico em aterros sanitários. Tal comportamento, deve-se ao fato do método não considerar diversos fatores, como o tipo e características do solo empregado na camada de cobertura, biodegradação do RSU, fatores como escoamento superficial, evaporação e infiltração.

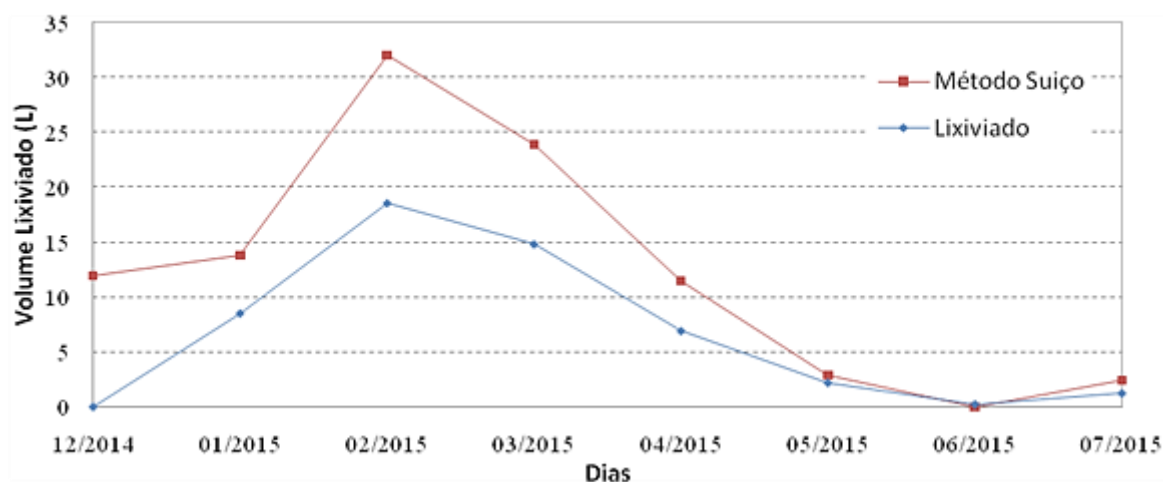


Figura 5 - Estimativa da produção de lixiviado pelo método Suíço.
Fonte: Elaboração Própria, 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método Suíço apresentou-se 108,19% maior que a geração ocorrida durante o monitoramento, sendo um método precário que superestima o volume gerado. Percebeu-se que as precipitações influenciam na geração de lixiviado, inferiu-se que existem outros fatores que podem interferir nessa produção, tais como o comportamento biodegradativo dos resíduos e as deformações ocorridas na célula, devendo ser considerados nos cálculos de geração de lixiviados para que não haja uma superestimação dos valores e encarecimento dos projetos de aterros sanitários.

Recomenda-se para posteriores trabalhos, a utilização de métodos mais criteriosos para a estimativa do balanço hídrico em células experimentais de aterro sanitário, com o intuito de analisar um maior número de variáveis, proporcionando análises mais robustas.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial aos professores do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMT, pelo apoio e incentivo.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, P. B. *Avaliação da Influência da Composição de Resíduos Sólidos Urbanos no Comportamento de Aterros Simulados*. 2007. 364p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco. UFPE. Recife. 2007.

CATAPRETA, C. A. A. *Comportamento de um aterro sanitário experimental: Avaliação da influência do Projeto, Construção e Operação*. Belo Horizonte: UFMG, 2008, 316 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CAPELO NETO, J.; MOTA, S.; SILVA, F. J. A. (1999) Geração de Percolado em Aterro Sanitário no Semi-Árido Nordestino: Uma Abordagem Quantitativa. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*. Rio de Janeiro. Jul./Set. Vol. 4. No 3 e Out./Dez. Vol. 4. No 4. p.160-167.

GANDHI, G. BARBOSA FILHO, O. CARVALHO, R. J. (2006) *Processos físico-químicos para tratamento do chorume de aterros de resíduos sólidos urbanos*. Rio de Janeiro: COAMB / FEN / UERJ. (Série Temática: Tecnologias Ambientais - Volume 4) 178 p.

MONTEIRO, V. E. D. et al., (2006). Estudo do comportamento de RSU em uma célula Experimental e suas correlações com aspectos Microbiológicos, físicos e químicos. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*. Vol.11 - Nº 3 - jul/set, 223-230.

SANTOS, A. A. (2012) *Avaliação d um sistema alternativo utilizando wetland construído como pós-tratamento de lixiviado de reator UASB*. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco. UFPE. Recife.

OLIVEIRA, E. C. et al. (2016). Estudo de recalques em lisímetro experimental. In *Anais do XIV Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental*, Brasília, Out, 2016, v.3, pp. 19-26.

OLIVEIRA, E. C. et al. (2016). Caracterização físico-química de lixiviado produzido em um aterro em escala experimental. In *Anais do XIV Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental*, Brasília, Out, 2016, v.3, pp. 843-852.