$u(ES) = 51,442$

ATERROS SANITÁRIOS DE RSU - MÉTODOS EMPÍRICOS PARA EXTIMATIVA DE GERAÇÃO DE LIXIVIADO - CÁLCULO DA INCERTEZA DE MEDIÇÃO ASSOCIADA AO MÉTODO DO BALANÇO HÍDRICO

Laura Caiaffo Valdez*, *Paulo Smith Schneider

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - LETA

1. OBJETIVO

Aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos produzem um resíduo líquido — o chorume. O tratamento do chorume é um dos principais problemas associados aos aterros. Obterva-se, através da propagação de incertezas relacionadas a um modelo matemático, a incerteza de medição associada ao Método do Balanço Hídrico, método empírico para medição indireta da vazão de lixiviado de aterros .

2. MÉTODO DO BALANÇO HÍDRICO

O Método do Balanço Hídrico se baseia na quantidade de água livre presente no solo e tem por objetivo estimar a taxa de volume de chorume (lixiviado) produzido mensalmente por um aterro sanitário. Para isso o método estabelece uma relação entre o volume de lixiviado produzido em um mês pelo aterro, a área do aterro, e o tempo, isto é, a quantidade de segundos existentes em um mês. A área do aterro e os segundos mensais são pré-estabelecidos. Por outro lado, para a obtenção do volume de lixiviado produzido mensalmente (PER), o próprio método indica como fazê-lo.

2.1 PARÂMETROS DO BALANÇO HÍDRICO

Taxa mensal de lixiviado (*Qm*) :

$$Q_m = \frac{PER\ AREA_{Aterro}}{2592000}\ \{L/s\}$$

Onde

$$PER = P - ES - ER - AS$$

• *P (índice de precipitação volumétrica) :* obtido a partir de boletins pluviométricos

• *ES (escoamento superficial) :* quantidade de água que escoa da área de interesse (área do aterro) para além dela.

$ES = C' \times P$ onde C': coeficiente de escoamento superficial

• *ER (evapotranspiração/evaporação real) :* depende do sinal da "diferença entre a água que infiltra *(I)* e a água que evapora *(EP)*" [GOMES, 2005].

$(I - EP) > 0 \longrightarrow ER = EP$ $\qquad (I - EP) < 0 \longrightarrow ER = EP + (I - EP) - \Delta AS$

onde ΔAS : diferença entre água armazenada no solo de um mês para o outro

EP : evapotranspiração potencial

I = P - ES

• *AS (armazenamento de água no solo) :* Quantidade de água que pode ser retida no solo e que influencia no fluxo de percolado [GOMES, 2005].

$$AS = \sum_{i=1}^{n} \theta_i$$

θ : umidade da camada do solo
i : camada do aterro
n : camada mais profunda do aterro

3. INCERTEZA DE MEDIÇÃO

A modelagem matemática é amplamente utilizada na engenharia e permite determinar o valor de uma grandeza de desconhecida a partir de grandezas conhecidas, ou seja, associa grandezas de entrada à grandezas de saída. Relações matemáticas incorrem em um erro associado que provém de incertezas de medições e das aproximações necessárias ao modelo. Tal incerteza de medição se propaga das grandezas de entrada para as grandezas de saídas. Assumi-se neste trabalho que a correlação entre as grandezas de entrada e saída podem ser desprezada**.**

Defini-se entao uma incerteza padrão *u* tal que:

$$u^2(y) \cong \left[\frac{\partial f}{\partial x_1}\right]^2 u^2(x_1) + \left[\frac{\partial f}{\partial x_2}\right]^2 u^2(x_2) + \cdots + \left[\frac{\partial f}{\partial x_n}\right]^2 u^2(x_n)$$

Obtida tendo como base que $y = f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ relação proposta por um certo modelo matemático.

4. RESULTADOS

A presente análise considerou incertezas de ±10% para os parâmetros de entrada, sendo eles P: 1350 mm ; C': 0,22 ; EP: 70,1 ; AS: 94 e ΔAS foi desprezada. Utilizando esses dados foram obtidas incertezas de 135; 51,441; 9,4; 7,01 e 145,019 para o índice de precipitação volumétrica, escoamento superficial, armazenamento de água no solo, evaporação real para infiltração maior que a evaporação de água e para infiltração menor que a evaporação de água, respectivamente. Assim, a incerteza do Método do Balanço Hídrico ficou em torno de 19,13% para o primeiro caso citado da evaporação real e, para o segundo caso, mais de quatro vezes maior ou menor que o valor esperado.

5. CONCLUSÃO

Através do uso dos valores aproximados para as variáveis envolvidas no Método do Balanço Hídrico foi possível estimar a taxa mensal de lixiviado produzido por um aterro e a incerteza associada. De acordo com as análises feitas tem-se que tal incerteza, no caso de uma diferença positiva entre a água que infiltra (I) e a água que evapora (EP), é de **19,13%**. Por outro lado, no caso tal diferença ser negativa, tem-se uma incerteza muito alta, em torno de quatro vezes para mais ou para menos do valor obtido através dos cálculos. Devido a tais resultados, quando a evaporação da água for maior que sua infiltração no aterro, não é recomendado o uso do Método do Balanço Hídrico. Já em situações opostas a essa recomenda-se sim o uso do método, uma vez que o erro não é alto e também pelo método utilizar parâmetros, caracteríscos do aterro, que possibilitam uma boa modelagem do mesmo.

6. REFERÊNCIAS

FIRTA, Iolanda Nicoleta ; CASTILHOS JR., Armando Borges de. **Método do Balanço Hídrico**. Sem local, sem ano.

GOMES, Tiago Luis. **Avaliação Quali-Quantitativa Do Percolado Gerado No Aterro Controlado De Santa Maria – RS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Santa Maria, RS: 2005.

GOMES, Tiago Luis; SILVA, Carlos Ernando da. **Avaliação Quali-Quantitativa Do Percolado Gerado no Aterro da Caturrita em Santa Maria – RS**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL, 23º, set 2005, Campo Grande, MS: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

LIMA JUNIOR, P.; SILVA, M.T.X.; Silveira. **Mecânica experimental**. APÊNDICE 02 Instruções para o professor. F.L. 98. UFRGS, sem ano.

LIMA JUNIOR, P.; SILVA, M.T.X.; Silveira. **Medições indiretas e propagação da incerteza**. Sem local, sem ano.

TOMASELLA, Javier; ROSSATO, Luciana. **Balanço Hídrico**. Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas. São José dos Campos, SP: INPE. 2005.

25 anos

MODALIDADE DE BOLSA

BIC - UFRGS