

# APLICAÇÃO DE SEEPAGE PARA DETERMINAÇÃO DO APORTE FREÁTICO EM TRECHO MARGINAL DA REPRESA DE GUARAPIRANGA

Flávio Augusto Ferlini Salles<sup>1</sup>, Uriel Duarte<sup>2</sup> e  
Vinícius Ishimine<sup>3</sup>

**Resumo** - A implantação do teste para determinação do aporte freático na zona de exudação da represa de Guarapiranga, em faixa compreendida por indústria química poluidora, permite a custos reduzidos a calibração de modelos de fluxo e principalmente de transporte dos contaminantes estudados. Além disso, o método em si constitui ferramenta importante para estudos visando determinar a extensão de contaminação em áreas próximas a corpos d'água, fornecendo subsídios suficientes à adoção de medidas que atinjam unicamente os níveis de contaminação identificados. A determinação do aporte freático em corpos d'água próximos à áreas contaminadas permite o planejamento técnico das medidas a serem adotadas em função do tempo e do posicionamento da frente de contaminação. A característica do método de permitir a análise qualitativa e quantitativa da contaminação presente no local de amostragem otimiza a adoção de medidas a serem tomadas de acordo com as metodologias de avaliação e remediação baseadas em análises de risco.

**Palavras-chave** - Seepage, teste do tambor, hidrogeologia.

## INTRODUÇÃO

<sup>1</sup> Pós Graduação/Mestrado - Instituto de Geociências - USP. Rua do Lago, 562, Butantã, São Paulo. (011) 9951-9556.

<sup>2</sup> Professor Dr. Titular do Instituto de Geociências - USP. Rua do Lago, 562, Butantã, São Paulo. (011) 818-4226.

<sup>3</sup> Geólogo - HIDROPLAN - Hidrogeologia e Planejamento Ambiental S/C Ltda. Rua José Félix de Oliveira, 828, cj 17, Granja Viana, Cotia - SP, CEP 06700-000. Fone/Fax (011) 7922-0480.

Inserida em um plano de trabalhos que visam apresentar modelos de fluxo e transporte da água subterrânea na área de uma indústria química situada às margens da represa de Guarapiranga, a metodologia ora descrita constitui ferramenta importante para calibração dos modelos e para determinação imediata da chegada de contaminantes à zona de exudação da represa.

O emprego dos tambores para determinação do fluxo ascendente de água na represa possui a vantagem de ser um método pouco dispendioso, com confiabilidade elevada em dependência da correta implantação do sistema no local de estudos.

No corrente trabalho, a metodologia descrita por Lee (1978) foi aplicada em duas situações distintas, sendo adaptada às condições de terreno alagadiço na direção preferencial de perfilagem dos poços de monitoramento utilizados para modelagem do fluxo de água subterrânea e transporte dos contaminantes avaliados para o local.

## **METODOLOGIA**

Segundo Lee (1978), a utilização de seção transversal de um tambor metálico padrão com capacidade interna total aproximada de  $0,208 \text{ m}^3$ , permite a determinação de fluxos ascendentes de água subterrânea da ordem de  $0,001 \text{ cm}^3/\text{m}^2\text{s}$ .

No caso estudado, foi utilizada seção de tambor (Figura 1) com 0,20 m de comprimento, 0,05 m a mais do que o proposto na descrição do método, em virtude do fato de ser encontrada no local de estudos uma cobertura de lodo sob a lâmina d'água que dificulta a fixação do sistema e ainda pode mascarar o resultado obtido.



**Figura 1** – Tambores utilizados

O diâmetro do tambor obedeceu ao indicado na descrição do método, possuindo 0,57 m, sendo ainda utilizado tambor metálico, previamente esterilizado.

Para coleta de amostras de água, foi utilizado recipiente plástico acoplado à tubo metálico com diâmetro interno aproximado de 0,8 cm e soldado lateralmente ao tambor. A posição lateral do sistema coletor se deu pela equiparação entre as cargas hidráulicas no tubo coletor e na superfície superior do tambor.

Na porção superior do sistema, foi instalado dreno vertical com 0,30 m de comprimento, com o intuito de permitir a saída de ar durante a fixação do tambor, evitando desta forma alagamento do tubo coletor de amostras.

O tambor deve ser fixado no substrato, sob a lâmina d'água, observando sempre a manutenção da horizontalidade da superfície superior do tambor, certificando-se ainda da não penetração de quaisquer volumes de água no interior do tubo de coleta instalado lateralmente, mantendo aberta a saída de ar do dreno vertical (Figura 2).



Figura 2 – Instalação de tambor

Após a fixação do tambor, deve ser fechada a saída do dreno vertical de forma a evitar infiltração de águas superficiais e consequente contaminação do sistema e mascaramento dos dados.

A partir das informações obtidas, determina-se o fluxo de água subterrânea, de acordo com a relação derivada da lei de Darcy, esta última descrita em Freeze (1979):

$$Q = \frac{(\Delta v) \cdot 0,0643}{\Delta t}$$

onde,

Q = velocidade de fluxo ( $\mu\text{m/s}$ )

$\Delta v$  = volume coletado no tubo ( $\text{cm}^3$ )

$\Delta t$  = tempo de exposição do sistema (min)

0,0643 = fator de conversão de unidade

## RESULTADOS

Foram delimitadas duas áreas principais na represa para instalação dos tambores. A área I, situada na porção sul da indústria, é caracterizada pela presença de vegetação aquática, com lâmina d'água média de 0,30 m nas margens da represa e ainda com presença de substrato orgânico com espessura média de 0,10 m no local.

A área II, situada a SE da indústria, é caracterizada por vegetação arbustiva típica de zonas alagadiças com raízes pouco penetrativas, sendo o solo constituído por material argiloso com grande porcentagem de matéria orgânica.

A definição das áreas citadas, de acordo com as suas características, implicou na adoção de duas metodologias diferentes de instalação do sistema.

Na área I, a presença de lâmina d'água espessa permitiu a instalação direta do sistema, ficando a superfície superior do tambor sob uma coluna d'água de aproximadamente 0,25 m, ou seja, mantendo-se o dreno vertical superior exposto 0,05 m para fora d'água (Figura 3).

Três tambores foram instalados nesta área, denominados Tambores 01, 02 e 03.

Na área II, a sudeste da indústria, foram instalados 04 tambores, numerados de 04 a 07.

O processo de instalação nesta área necessitou de preparação prévia do local, uma vez que não foi encontrada lâmina d'água aflorante e suficiente para encobrir o tambor de forma a permitir a coleta de amostras de água.

Foram escavadas 04 regiões com dimensões suficientes à instalação dos tambores (Figura 4), tendo sido preservado um período mínimo de 24 horas para estabilização do nível d'água nos locais escavados, sendo que esta estabilização se deu no nível do solo, caracterizando a posição sub aflorante da água.

Os tambores foram instalados sob coluna d'água de aproximadamente 0,10 m.

Dos tambores 01 a 07, foram coletadas amostras de água, cujo volume foi utilizado na determinação do fluxo freático local.

A tabela 1 apresenta os resultados obtidos a partir de cada tambor.



**Figura 3**—Tambor instalado na área I



**Figura 4**—Tambor instalado na área II

**Tabela 1** - Resultados obtidos com os testes

Tambor	Tempo de Exposição (h)	Volume de Água Obtido (mL)
T1	96	22

T2	96	24,4
T3	96	0
T4	72	5,0
T5	72	3,5
T6	72	13,3
T7	72	27,7

A inexistência de água no recipiente de coleta acoplado ao tambor 3, se deve ao fato deste ter sido instalado sobre substrato orgânico muito espesso, impedindo a correta fixação do tambor e propiciando a entrada de ar no sistema, o que inibiu a migração de água para o interior do tubo coletor.

Para cada tambor instalado, foram calculadas as velocidades de fluxo de acordo com a metodologia apresentada:

**Tabela 2** - Fluxo calculado para os tambores amostrados

Tambor	Q ( $\mu\text{m/s}$ )
T1	$2,45 \times 10^{-4}$
T2	$2,72 \times 10^{-4}$
T3	N.A.
T4	$7,44 \times 10^{-5}$
T5	$5,2 \times 10^{-5}$
T6	$1,98 \times 10^{-4}$
T7	$4,12 \times 10^{-4}$

N.A. - não aplicável

As amostras de água coletadas foram enviadas ao laboratório para serem analisadas de acordo com o método 8020 da EPA, sendo determinadas as concentrações de BTX.

Todas as amostras apresentaram concentrações de BTX abaixo do limite de detecção do aparelho, que é de 5,0 ppb, indicando que a frente de contaminação ainda não chegou a atingir a zona de exudação da represa nas duas áreas pesquisadas.

Descarta-se neste caso a hipótese de evaporação dos compostos orgânicos analisados, uma vez que as amostras coletadas referem-se diretamente ao aporte freático no local.

## CONCLUSÕES

O modelo aplicado foi satisfatório na determinação do aporte freático à zona de exudação da represa indicando a condição de área de descarga local.

Dos testes executados na represa de Guarapiranga foram obtidos valores de fluxo relativamente homogêneos, variando entre  $4,12 \times 10^{-4}$  e  $5,2 \times 10^{-5}$   $\mu\text{m/s}$ .

A ausência de contaminação nas amostras de água analisadas indicam que a frente de contaminação não atingiu os pontos ensaiados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**FREEZE, R.A. & CHERRY, J.A.** (1979) *Groundwater*. Prentice Hall, Inc. New Jersey. 604 p.

**LEE, D.R. & CHERRY, J.A.** (1978) *A Field Exercise on Groundwater Flow Using Seepage Meters and Mini-piezometers*. Journal of Geological Education, v.27. p.06-10.