

## **IX-010 - AVALIAÇÃO DA TAXA MÉDIA DE INFILTRAÇÃO PARA BACIA DO IGARAPÉ URIBOQUINHA NA REGIÃO DO ATERRO SANITÁRIO DE MARITUBA-PA**

**Moisés Marçal Gonçalves<sup>(1)</sup>**

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará.

**Giovanni Chaves Penner<sup>(2)</sup>**

Engenheiro sanitarista pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Professor Adjunto da Universidade Federal do Pará.

**Rubens Takeji Aoki Araujo Martins<sup>(3)</sup>**

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará.

**Gabriel Lisboa Brito<sup>(4)</sup>**

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Augusto Corrêa, 1 - Guamá, cep: 66075-110, Belém - PA, Brasil - Tel: (91) 3201-8139 - E-mail: moisesg9410@gmail.com;

### **RESUMO**

O presente trabalho consistiu na determinação da taxa de infiltração na zona não saturada do solo na região do Aterro Sanitário de Marituba, localizado no município de Marituba-PA. A metodologia adotada para a pesquisa foi proposta pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) no ano de 1996, tal metodologia consiste na perfuração de um furo de sondagem no solo a uma profundidade que varia de 20 a 30 centímetros. Primeiramente satura-se o furo de sondagem em seguida com auxílio de uma régua graduada acompanha-se o rebaixamento do nível de água no furo de sondagem. Foram executados 3 ensaios em pontos distintos haja vista que é uma bacia de pequeno porte de aproximadamente 5 Km<sup>2</sup> e estes pontos foram selecionados nas redondezas do empreendimento. No primeiro ponto (Ponto 01) obteve-se uma taxa de infiltração de  $7,35.10^{-6}$  cm/s, para o Ponto 02 de  $9,52.10^{-5}$  cm/s e para o Ponto 3 de  $1,10.10^{-4}$  cm/s. A taxa de infiltração média determinada através da média geométrica foi de  $4,25.10^{-5}$  cm/s.

**PALAVRAS-CHAVE:** Taxa de Infiltração, Igarapé Uriboquinha, Marituba-PA.

### **INTRODUÇÃO**

A condutividade hidráulica saturada no solo apresenta-se como um parâmetro chave para a análise de intensidade e deslocamento de água no solo (MARQUES et al, 2008). Segundo (GONÇALVES & LIBARDI, 2013) esse parâmetro é uma propriedade do solo que expressa a facilidade com que a água percola sobre o mesmo, para se determinar a condutividade hidráulica é utilizada a lei experimental de Darcy. A equação de Darcy estabelece que a quantidade de água que passa por unidade de tempo e de área pelo meio poroso saturado é proporcional ao gradiente de potencial (entende-se gradiente de potencial como gradiente hidráulico) da água nesse meio.

O projeto contemplou a determinação da taxa de infiltração média medida em campo para a bacia hidrográfica do Igarapé Uriboquinha/Pau Grande na região do Aterro Sanitário no município de Marituba no estado do Pará. A metodologia utilizada foi proposta pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE, 1996). A taxa de infiltração média na bacia permitiu realizar diversas discussões acerca do assunto, dentre elas temos, o tipo de solo predominante na região, a facilidade com o que a água infiltra no solo e também discutir sobre a vulnerabilidade e/ou fragilidade do lençol freático na região.

Estas informações podem ser de extrema importância na área do empreendimento em Marituba-PA para realizar tomadas de decisão, tendo em vista a quantidade de volume produzido de chorume. A presente pesquisa possui como principal finalidade a determinação da taxa de infiltração média na bacia e a partir das concepções geradas discutir sobre a temática que envolve o contexto do Aterro Sanitário de Marituba-PA.

Este trabalho focou na avaliação da taxa de infiltração do solo da zona não saturada, realizando ensaios de campo, onde foi acompanhado o rebaixamento do nível da água em função do tempo até que a taxa de infiltração, controlada pela condutividade hidráulica ( $K$ ), sofra a menor variação em função do tempo ( $t$ ) e atinja o regime permanente ou estado estacionário.

## OBJETIVOS

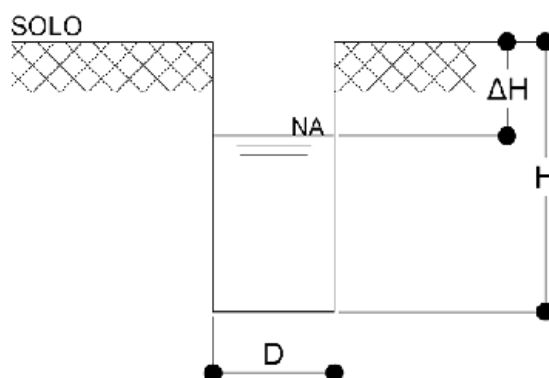
O objetivo principal da pesquisa é a determinação da taxa de infiltração média com o solo saturado na bacia do Igarapé Uriboquinha para a região do empreendimento, como objetivos específicos temos:

- Avaliar a capacidade de infiltração de água no solo;
- Avaliar a vulnerabilidade do lençol freático;
- Identificar o tipo de solo predominante na bacia.

## METODOLOGIA UTILIZADA

O tipo de ensaio estabelecido para a determinação da taxa de infiltração é considerando um nível ou carga de água variável. Primeiramente perfura-se o solo com um trado mecânico ou manual e depois deve-se fornecer água no furo. A metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa foi proposta pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) em seu Boletim 04 no ano de 1996, onde deve-se inicialmente fornecer água no furo de sondagem perfurado e esperar a saturação do mesmo, determinou-se o ensaio com o solo saturado em virtude dos altos índices pluviométricos da região com isso o solo mantém-se com sua capacidade completamente preenchida no maior período do ano.

A metodologia proposta é realizada com a carga de água variável, ou seja, após a saturação inicial do solo deve-se observar o rebaixamento do nível de água no furo em função do tempo. O ensaio é realizado sem revestimento no poço, desta forma contempla-se a infiltração vertical e horizontal. A Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) padronizou no Boletim 04 (ABGE, 1996) ensaios de infiltração de água em solo saturado a carga variável (ensaio de rebaixamento), conforme demonstrado na **Figura 1**.



**Figura 1: Ensaio ABGE (1996)**

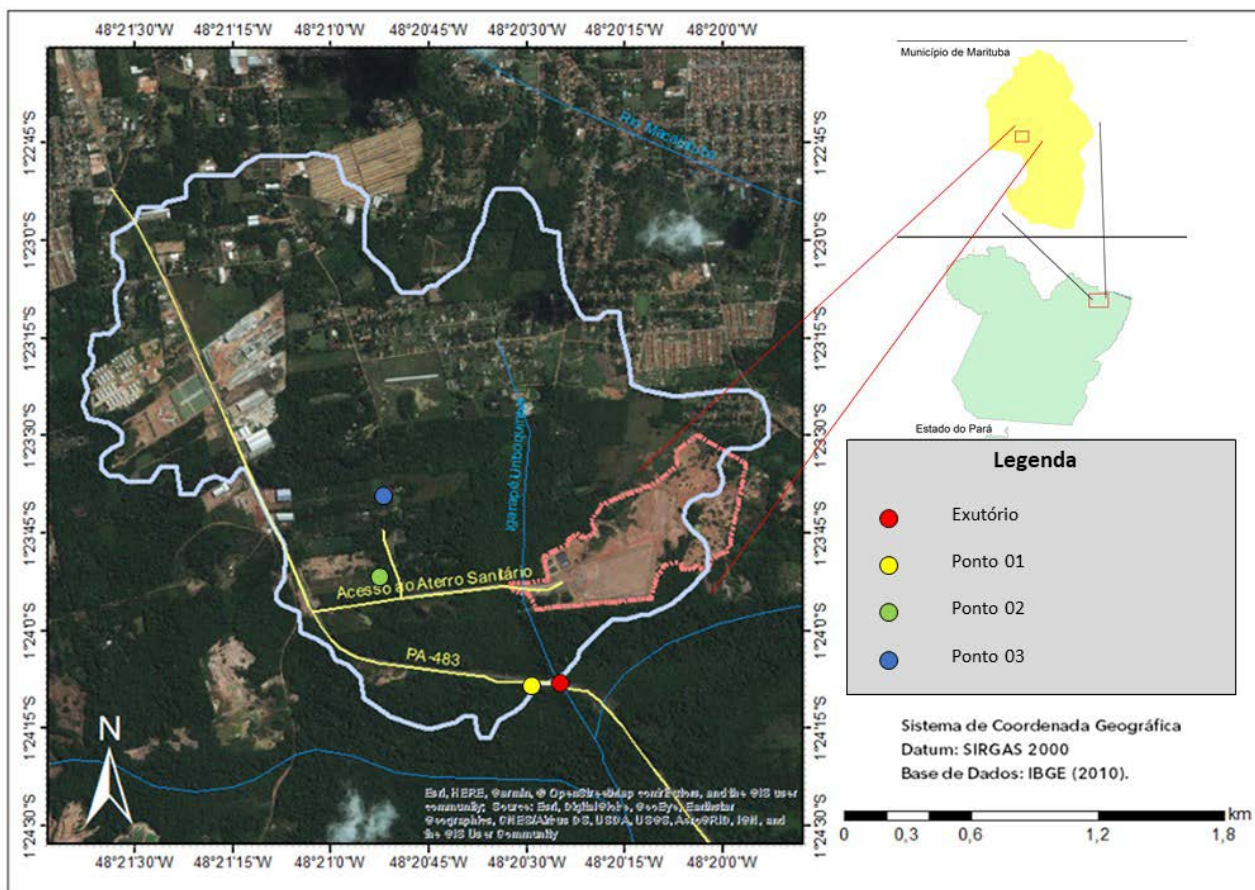
Para se determinar a taxa de infiltração basta utilizar a **Equação 1**, os parâmetros dispostos para o ensaio são: condutividade hidráulica ( $K$ ), rebaixamento do nível de água ( $\Delta H$ ), variação do tempo ( $\Delta t$ ), profundidade do poço ( $H$ ), raio do poço ( $r$ ) e parâmetro proposto por Ródio SA (i, 1960). Para o ensaio devem ser adotados a profundidade do furo ( $H$ ) entre 0,20 a 0,30 m e para o parâmetro  $i$  variando de 3 a 5 (parâmetro adimensional).

$$k = \frac{\Delta H}{\Delta t} * \frac{1}{i * \left( \frac{2 * H}{r} - 1 \right)} \quad (\text{Equação 1})$$

O ensaio proposto pela ABGE é de baixo custo, para a realização do ensaio basta ter um trado manual e uma régua graduada para fazer a leitura do rebaixamento do nível de água em função do tempo que foi cronometrado.

## RESULTADOS OBTIDOS

Ao longo da bacia do Igarapé Uriboquinha foram selecionados três pontos para a realização do ensaio de infiltração. Estes pontos foram selecionados de modo que fiquem bem distribuídos na bacia e próximos ao empreendimento para que as informações extraídas sejam as mais representativas possível, conforme apresentado na **Figura 2**.



**Figura 2: Localização dos pontos de ensaio.**

Os ensaios foram realizados em campo com auxílio de trado manual para a perfuração dos poços apresentado na **Figura 3**. Primeiramente saturou-se o solo e depois acompanhou o rebaixamento do nível de água, cada ensaio teve duração de 40 minutos. Foram realizadas as leituras do rebaixamento do nível de água com a auxílio de uma régua graduada de alumínio inox em cada intervalo de tempo selecionado.

Os cálculos foram feitos a partir do método proposto pela ABGE (1996) apresentado na **Equação 1**, observou-se uma taxa de infiltração média de  $K_{média}$  de  $4,25 \cdot 10^{-5}$  cm/s. A **Tabela 1** apresenta as informações geradas nos ensaios nos três pontos.

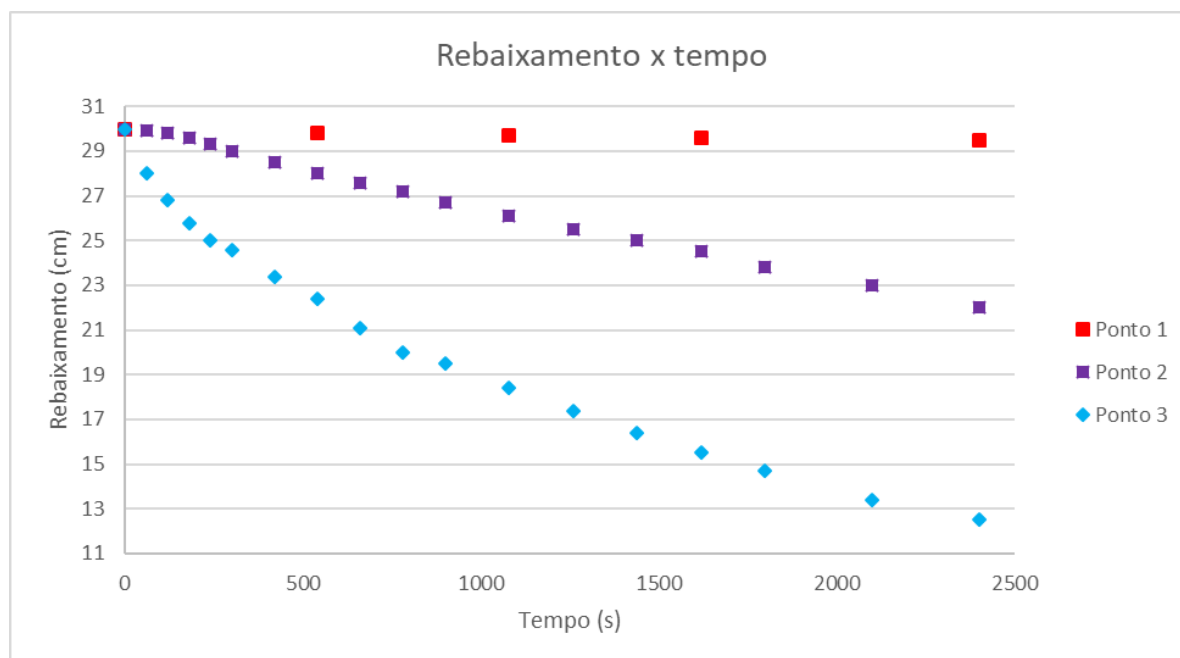


**Figura 3 – A, Perfuração do solo e B, Leitura de dados.**

**Tabela 1 - Dados de taxa de infiltração**

Ponto	H (cm)	$\Delta t$ (min)	$\Delta H$ (cm)	D (cm)	r (cm)	i	K (cm/s)
01	30	40	0,5	18	9	5	$7,35 \cdot 10^{-6}$
02	30	40	8	15	7,5	5	$9,52 \cdot 10^{-5}$
03	30	40	17,5	17	8,5	5	$1,10 \cdot 10^{-4}$

Conforme apresentado na **Tabela 1** nota-se que o Ponto 3 apresentou a maior variação de nível d'água e consequentemente maior taxa de infiltração, em contrapartida, o Ponto 1 apresentou a menor variação no nível de água e consequentemente menor taxa de infiltração. Foram geradas curvas de comportamento referentes a cada ensaio realizado, estas estão apresentadas no **Figura 4**. O rebaixamento do nível de água no furo de sondagem foi observado em função do tempo.



**Figura 4: Ensaio de rebaixamento**

Observa-se na **Figura 4** que o comportamento dos ensaios de infiltração obteve curvas completamente diferentes. Isso demonstra que o solo na bacia não é uniforme ou que as características hidráulicas variam bastante. O Ponto 1 quase não teve volume de água infiltrado, isto pode ser em função de o mesmo estar com a sua capacidade de infiltração completamente preenchida. Pois, a capacidade de infiltração do solo é entendida como a quantidade máxima de água que um solo, sob uma dada condição, pode absorver na unidade de tempo por unidade de área horizontal, considerando que o solo assume o comportamento de um reservatório.

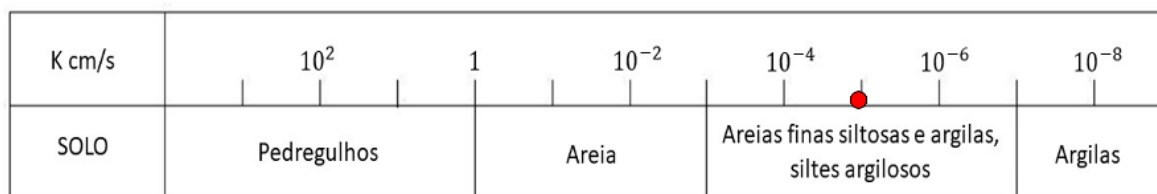
Para os pontos 2 e 3 a água encontrou maior facilidade para percolar no solo. Sendo o Ponto 3 o de maior taxa de infiltração, este ponto pode ter apresentado maior facilidade de penetração de massa de água em função de sua capacidade não estava completamente preenchida e também em função de raízes de árvores que provavelmente funcionaram como caminho preferencial de escoamento de água.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Notou-se que o Ponto 1 possui maior resistência a infiltração, portanto possui menor taxa de infiltração e o Ponto 03 é o possui maior taxa de infiltração. Esses dados demonstram que pode haver vulnerabilidade aos aquíferos livres na região com essa taxa de infiltração média na ordem de grandeza de  $10^{-5}$ . Segundo PENNER et al (2017) o solo na bacia do Igarapé Uriboquinha estaria classificado como areais finas *siltosas e argilas*,



*siltos argilosos*, conforme apresenta-se na **Figura 5**. Essa avaliação traduz que qualquer massa líquida proveniente da carga poluidora do aterro ou outra fonte poluidora tem potencial para contaminar os aquíferos livres do local.



**Figura 5: Caracterização do solo na bacia do Igarapé Uriboquinha (Adaptado de ABGE, 1996)**

## CONCLUSÕES OU RECOMENDAÇÕES

A pesquisa foi desenvolvida e foram alcançados dados satisfatórios. A determinação da taxa de infiltração média na bacia permitiu determinar o solo predominante dentro da mesma. Outras análises também foram feitas com os resultados obtidos, a taxa média de infiltração teve ordem de grandeza de 10<sup>-5</sup> cm/s e pode indicar vulnerabilidade para as águas subterrâneas, sobretudo em virtude do lençol freático muito baixo na região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. Ensaio de Permeabilidade em Solos: Orientações para sua execução no campo. São Paulo, 1996.
2. ABGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. Ensaio de Permeabilidade em Solos: Orientações para sua execução no campo. São Paulo, 2013.
3. GONÇALVES, A. D. M. A.; LIBARDI, P. L. Análise da determinação da condutividade hidráulica do solo pelo método do perfil instantâneo. R. Bras. Ci. Solo. V.37: 1174 – 1184, Viçosa, set./out, 2013.
4. GOMES, T.A.T; COSTA, K.S. Estudo do coeficiente de permeabilidade em ensaios de poço pelo padrão ABGE: complexo alcalino carbonatítico do barreiro (cacb). Araxá-MG.
5. MARQUES et al. Avaliação da condutividade hidráulica do solo saturada utilizando dois métodos de laboratório numa topossequência com diferentes coberturas vegetais no Baixo Amazonas. ACTA Amazonica. Petrópolis, v. 38, p. 193-206, 2008.
6. MERCADANTE, R. Avaliação da condutividade hidráulica do solo por meio do ensaio de rebaixamento variando o diâmetro do furo. 2014. 35p. Universidade Católica de Brasília;
7. MESQUITA, M. G.B. F; MORAES, S. O. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. Ciência Rural, Santa Maria, n.3, 2004, p. 963-969.
8. PENNER et al. Avaliação da capacidade de infiltração na bacia hidrográfica do Igarapé Sapucajuba (Belém-PA). XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Florianópolis, 2017.