

PROTÓTIPO DE UM PERMEÂMETRO DE CARGA CONSTANTE A PARTIR DA LEI DE DARCY

GUILHERME MEDINA CAMEU¹; VICTOR ARAUJO FIGUEREDO FISCHER²;
WATARU IWAMOTO³; RÔMULO HENRIQUE BATISTA DE FARIAS⁴

¹*Universidade Federal de Pelotas – guilhermecameu1@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – victor11fischer@hotmail.com*

³*Universidade Federal de Uberlândia – Iwamoto_taru@outlook.com*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – romulo.farias@ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo compor uma parte da avaliação da disciplina de Hidráulica dos meios porosos, no curso de Engenharia de Petróleo da Universidade Federal de Pelotas, onde o objetivo principal era medir propriedades físicas do solo de maneira prática, aplicando os conhecimentos adquiridos em sala de aula. Para a medição de uma das variáveis, a permeabilidade, foi projetado um protótipo de um permeâmetro de carga constante baseando-se no experimento de Darcy. A partir da disciplina de Hidráulica em meios porosos foi iniciado esse projeto que visa demonstrar todos os passos e validar o projeto do permeâmetro comparando os resultados medidos no mesmo com a literatura e, posteriormente, levar as amostras para testes em laboratório certificado, para ter a certeza de que o protótipo é preciso e os resultados estão compatíveis com os de laboratório.

2. METODOLOGIA

Para a elaboração do estudo dos índices físicos do solo, o projeto foi dividido em quatro etapas. Visando um desenvolvimento mais organizado, a primeira foi a construção do permeâmetro.

O custo do material dos experimentos foi um fator de elevada importância, pois a principal ideia era elaborar um sistema de baixo custo. No total foram gastos 46 reais e os materiais foram:

- 4m - Cano de PVC diâmetro 4 cm;
- 1m – Cano de PVC diâmetro 2,5 cm;
- 2 – Canto 90 grau PVC diâmetro 4 cm;
- 2 – Encaixe reto PVC diâmetro 4 cm;
- 1 – Lixa 100;
- 1 – Cola PVC;
- 1 – Cola Silicone;
- 1 – Serra;
- 1 - Peneira fina.

As próximas três etapas são integrantes da validação do protótipo. A segunda, coleta e medição da permeabilidade das amostras, ocorreu em três pontos diferentes da cidade, em cada ponto foram coletadas três amostras de solo (para testes em triplicatas). Até o presente momento foram coletas e medidas apenas as amostra do primeiro ponto (Parque Dom Antônio Zattera, localizado na Avenida Bento Gonçalves em Pelotas) devido o projeto ainda estar em desenvolvimento. As medições são feitas contando o tempo necessários para a agua preencher um

volume conhecido após escoar pelo meio poroso e o permeâmetro atingir um nível constante. A terceira etapa do projeto consiste na comparação dos resultados obtidos no permeâmetro com dados da literatura. E a quarta, e última, etapa do projeto é realizar os teste em laboratório certificado e assim, ter como comparar os resultados obtidos na segunda etapa para mensurar se os resultados serão compatíveis com os resultados de laboratório dando confiabilidade ao protótipo.

Henry Darcy em 1856 realizou um estudo sobre os problemas do tratamento de água utilizando filtros de areia, a partir desse estudo foi formulada uma equação para descrever o fluxo de fluidos em meios porosos.

Segundo Rosa, Carvalho e Xavier (2006), essa equação quando adaptada para exprimir o fluxo de fluidos viscosos pode ser assim expressa: “A vazão em um meio poroso é proporcional a área aberta ao fluxo e ao diferencial de pressão, e inversamente proporcional ao comprimento e à viscosidade”.

A figura abaixo mostra um esquema do experimento de Darcy e também a equação desenvolvida a partir do mesmo. Onde q representa a vazão de água através do cilindro de areia cuja seção transversal é igual a A ; L é a altura do meio poroso; h_1 e h_2 são as alturas da água em manômetros colocados nas faces de entrada e de saída do filtro (medidas a partir de um mesmo nível de referência) e representam o potencial hidráulico nesses dois pontos; e K é uma constante de proporcionalidade característica do meio poroso e do fluido.

Equação 1 - Equação da lei de Darcy.

$$Q = k \left(\frac{h_1 - h_2}{L} \right) A$$



Figura 1 - Experimento de Darcy.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira etapa os materiais citados na metodologia foram usados para a construção do permeâmetro, a partir dos cálculos das perdas de carga onde verificou-se que as mesmas eram insignificantes e não afetam o desempenho do protótipo.

Tabela 1 - Tabela das perdas de carga.

Rey	f	hf (m)	hfl (m)	hft (m)
646,395	9,90E-02	2,84E-04	2,78E-05	3,12E-04

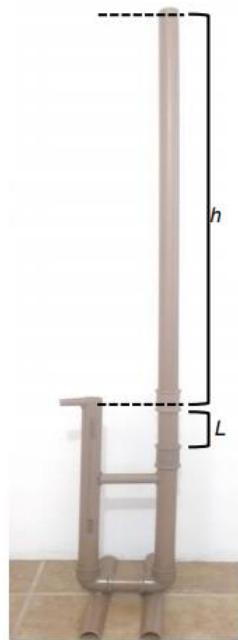


Figura 2 - Protótipo de permeâmetro de nível constante.

Na segunda etapa (etapa atual do projeto) após a coleta das amostras foram realizadas as medições.

Apresentando a equação original de Darcy em função do tempo foi possível calcular a permeabilidade das amostras.

Equação 2 - Equação original de Darcy em função do tempo (t).

$$k = \frac{q L}{A h t}$$

A equação acima foi utilizada para gerar os seguintes resultados para as amostras do primeiro ponto pois as amostras dos outros pontos não foram coletadas ainda.

Tabela 2 - Resultado das medições das amostras do primeiro ponto.

Amostra	L	A	h
1	8 cm	0,0962113 cm ²	103 cm
2	10 cm	0,0962113 cm ²	100 cm

$q = 500 \text{ ml}$	t_1	t_2
1	1650 s	1821 s
2	1990 s	2410 s

Amostra	κ_1	κ_2	κ_{med}
1	0,2446	0,2216	0,2331
2	0,2611	0,2156	0,2384

A terceira e quarta etapa não apresentam resultados pois ainda não foram realizadas.

4. CONCLUSÕES

Como o trabalho ainda está sendo executado é possível tirar poucas conclusões. A etapa de construção do protótipo foi simples e rápida, atendendo as expectativas, já na segunda etapa foi, possível concluir que o permeâmetro entrega resultados de forma prática, podendo ser usado para realizar medições em campo,

mas ainda sem confiança alguma. Só será possível saber se os resultados obtidos são confiáveis ou não quando a terceira e quarta etapa forem concluídas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEAR, J. **Dynamics of fluids in porous media**. New York: American Elsevier, 1993.
- BERKOWITZ, B. Charaterizing flow and transport in fractured geological media: a review. **Advances in Water Resources**, Rehovot, v. 25, n.8, p.861- 884, 2002.
- ROSA, A. J.; CARVALHO, R. S.; XAVIER, J. A. D. **Engenharia de reservatórios de petróleo**. Rio de Janeiro: Interciênciac, 2006.
- PORTE, R. M.; **Hidráulica Básica**. São Carlos: EESC-USP, 2006.