

O USO DE ANALOGIAS COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE RISCO

UM EXEMPLO DA SUA APLICAÇÃO A PILARES DE PONTES

VITOR SILVA e MÁRIO TALAIA^{1,2}

¹ISCIA – Instituto Superior de Ciências da Informação e da Administração, Aveiro

²Departamento de Física, Universidade de Aveiro

Os pilares de pontes podem apresentar diferentes formas de secção recta.

A adopção de certa figura geométrica condiciona o movimento das linhas de corrente do fluido que limitam o pilar.

A quantidade de água que atravessa no tempo a secção recta do leito de rio ou vala é factor determinante para avaliar esforços (de corte ou de pressão) que afectam os elementos envolvidos.

O perfil vertical da velocidade da corrente é fundamental para a avaliação de esforços. Uma técnica simples de medição de velocidade é apresentada por recurso ao tubo de pitot.

A equação de Bernoulli

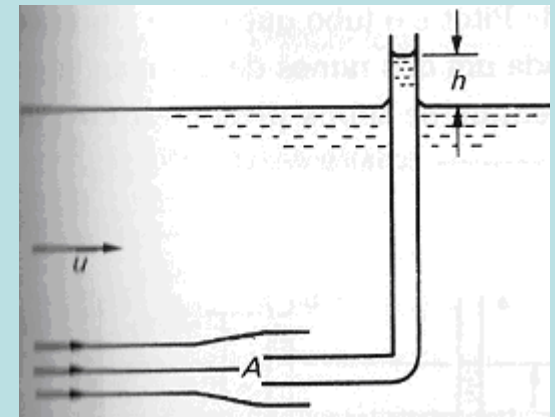
$$p + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2$$

é constante ao longo de uma linha de corrente, para escoamento permanente e não viscoso de fluido, de massa volúmica constante.

Henri Pitot adoptou este princípio, em 1732, para medir a velocidade da água no rio Sena.

Numa corrente de fluido em escoamento, chama-se ponto de estagnação a um ponto onde a velocidade é reduzida a zero.

$$h = \frac{\Delta p}{\rho g} \left(= \frac{\frac{1}{2} \rho v^2}{\rho g} = \frac{v^2}{2g} \right)$$



Tubo pivot

O recurso a analogias continua a ser uma via muito interessante para se investigar inúmeros fenómenos físicos. Quando estamos no areal de uma praia podemos observar a influência do movimento da água do mar sobre as areias. Esta analogia foi investigada e diferentes imagens obtidas foram analisadas para demonstrar várias situações que se verificam na *base de pilares de pontes*.





Aveiro

Instituto Superior de Ciências da Informação e da Administração

II Congresso Internacional e
VI Encontro Nacional
de **RISCOS**

Auditorio da Faculdade
de Engenharia da Universidade de Coimbra

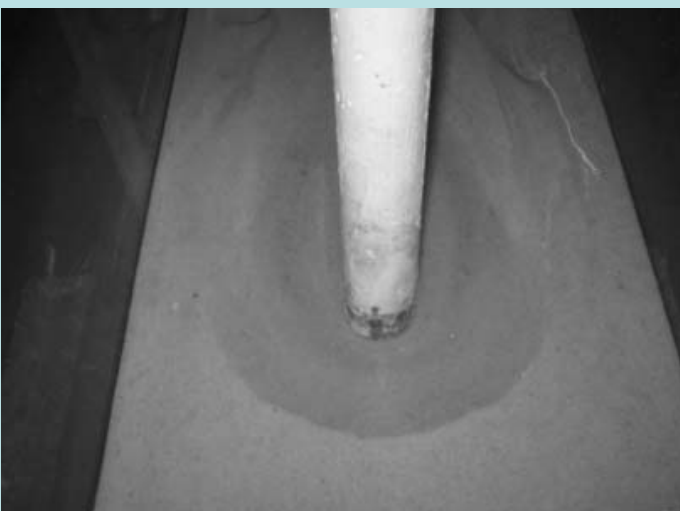
22 a 25 de Maio de 2010

Devido à complexidade e ao número de parâmetros envolvidos na dinâmica do transporte de sedimentos em rios, ao longo dos anos surgiu uma grande quantidade de métodos e equações (muitas desenvolvidos a partir da experimentação em canais de laboratório e em condições muito diferentes daquelas encontradas na natureza).

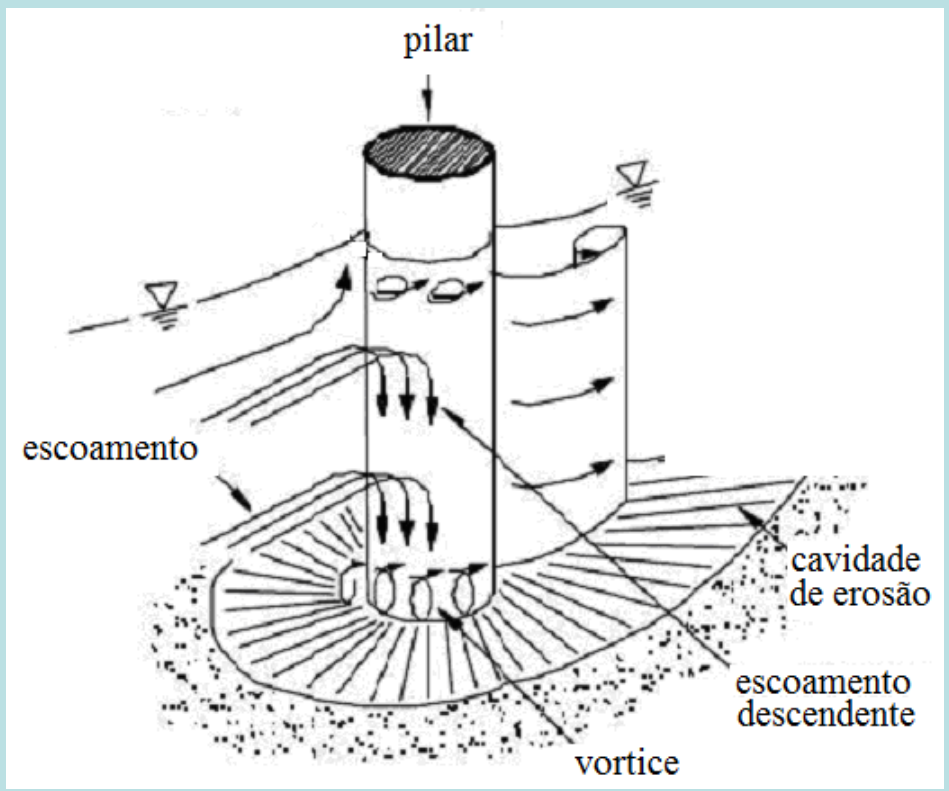
Os equipamentos e técnicas de medições em rios foram sendo aprimoradas e desenvolvidas, no entanto persistem algumas incertezas. *Que modelo ou equação a usar?*

Apresenta-se neste trabalho uma técnica usando uma ferramenta poderosa a partir de uma

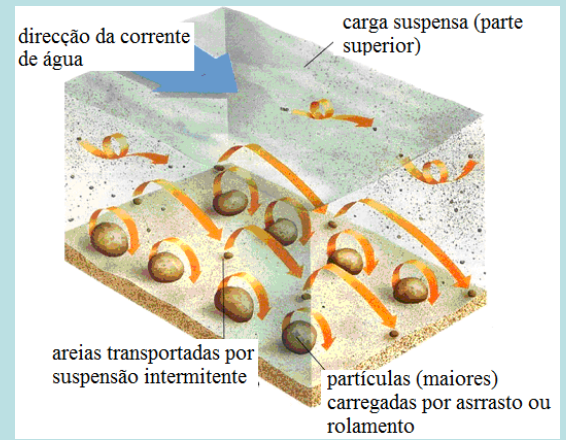
ANÁLISE ADIMENSIONAL.



Escoamento e erosão localizada em torno do pilar vista de montante



Escoamento e erosão localizada em torno do pilar vista de jusante



ANÁLISE ADIMENSIONAL

$$\tau = \tau(\gamma, \mu_l, \rho_l, \Delta\rho, g, d, v)$$

$$\Delta\rho = \rho_p - \rho_l$$

Tem-se oito variáveis, sendo três fundamentais L , M e T .

Logo há 5 números adimensionais a determinar. Para adimensionar considerou-se a escolha: $\rho_l v d$

$$\Pi_1 = \frac{\tau}{\rho_l v^2} \quad \Pi_2 = \frac{\gamma}{d} \quad \Pi_3 = \frac{\mu_l}{\rho_l v d} \left(= \frac{1}{Re} \right) \quad \Pi_4 = \frac{\Delta\rho}{\rho_l} \quad \Pi_5 = \frac{gd}{v^2}$$

$$\Pi_1 = \phi(\Pi_2^{-1} \Pi_3)$$

$$\frac{\tau}{\rho_l v^2} = k_1 \frac{\mu_l}{\gamma v \rho_l} \Leftrightarrow \tau = k_1 \mu_l \frac{v}{\gamma}$$

$$\frac{\tau}{\rho_l v^2} = k_2 \Leftrightarrow \tau = k_2 \rho_l v^2$$

$$k_2 = f(C_D, Re)$$

$$\frac{\mu_l}{\rho_l v d} = k_3 \frac{\Delta\rho}{\rho_l} \frac{gd}{v^2} \frac{\gamma}{d}$$

$$\frac{v^2}{d} = k_3 g \frac{\Delta\rho}{\rho_l} \frac{v \rho_l d}{\mu_l} \frac{\gamma}{d} \Leftrightarrow v^2 = k_3 g \gamma \frac{\Delta\rho}{\rho_l} Re$$

$$v^2 = k_3 \frac{\Delta\rho}{\rho_l} \gamma g Re \Leftrightarrow v^2 = k_3 \frac{\rho_p}{\rho_l} \gamma g Re - k_3 \gamma g Re$$

$$v = \sqrt{k_3 \frac{\rho_p}{\rho_l} \gamma g Re - k_3 \gamma g Re}$$

Re depende das propriedades físicas do líquido, da dimensão da partícula e da velocidade

A teoria mostra que o peso de uma areia é dada pela relação $P=mg$.

Interessa conhecer o tamanho da areia. Esta avaliação é feita através de crivagem (usando peneiros de diferentes malhas). Numa primeira aproximação pode considerar-se a areia de forma esférica. Os interstícios facilitam o aparecimento da força resistente. A massa volúmica da areia pode ser assumida como sendo cerca de 2600 kg/m³. A massa volúmica da água é cerca de 1000kg/m³. Ou seja entre a água e a areia existe um factor multiplicador de 2,6. Sendo assim, a força resistente ou de arrasto é muito importante no deslocamento de uma partícula

$$\left(F_d = \frac{1}{2} C_d \rho_f A v^2 \right) \geq (P = mg)$$
$$\frac{1}{2} C_d \rho_f \frac{\pi d^2}{4} v^2 \geq \rho_p \frac{\pi d^3}{6} g$$
$$v \geq \sqrt{\frac{2 \rho_p d}{3 \rho_f C_d} g}$$

Considerações finais

Este trabalho não está terminado, pois os modelos ou expressões apresentadas ainda não foram aplicados em contexto real. São modelos teóricos.

Contudo, os modelos teóricos parecem indicar interpretação física correcta. É uma vantagem.

Serão testadas diferentes situações, que permitirão determinar como varia k_1 e k_2 .

A configuração do escoamento em torno de um pilar não difere substancialmente da observada em torno de um pilar usando a analogia de bota (houve vantagem em ter a sensação do escoamento).

As incertezas serão avaliadas em contexto real.

O USO DE ANALOGIAS COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE RISCO

UM EXEMPLO DA SUA APLICAÇÃO A PILARES DE PONTES

VITOR SILVA e MÁRIO TALAIA^{1,2}

¹ISCIA – Instituto Superior de Ciências da Informação e da Administração, Aveiro

²Departamento de Física, Universidade de Aveiro