



Universidade: presente!



XXXI SIC

21.25. OUTUBRO. CAMPUS DO VALE

AVALIAÇÃO DO EFEITO DE ESCALA NA DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DE QUEDA DE GRÃOS

Caren Camila de Christo Morais¹ Eduardo Puhl²

Instituto de Pesquisas Hidráulicas - Núcleo de estudos de correntes de densidade (NECOD)

¹Autor ²Orientador

INTRODUÇÃO

O conhecimento da velocidade de queda de grãos é importante para a definição dos materiais a serem utilizados em modelos físicos do laboratório, pois através desta velocidade pode-se fazer a semelhança entre os fenômenos hidráulicos modelados no laboratório e na natureza. Como também é essencial para avaliação do transporte de sedimentos em diferentes ambientes naturais, tais como: rios, estuários ou oceanos.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é determinar a velocidade de queda de diferentes grãos, analisar se há ou não efeito de escala na determinação deste fenômeno (com o uso do tubo de Griffith em dois diferentes tamanhos) e validar os resultados obtidos experimentalmente através de dados estatísticos para comparar com equações teóricas utilizadas na literatura.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização dos ensaios foram utilizados dois aparatos experimentais em tamanhos distintos, conhecidos como Tubo de Griffith. Esses equipamentos possuem diferentes diâmetros no tubo, porém ambos com a mesma altura. O equipamento menor possui um tubo com 65 mm de diâmetro interno, uma bandeja giratória com 700 mm de diâmetro interno e 19 bandejas para coleta. Já o equipamento maior possui 290 mm de diâmetro interno, uma bandeja giratória com 1170 mm de diâmetro interno e 9 bandejas para coleta. O método se baseia em preencher a coluna de água e introduzir uma amostra de sedimento no topo da coluna. A partir do tempo que cada bandeja recebe os sedimentos, sabendo a altura do tubo e a distância que foi percorrida, obtêm-se a velocidade de queda dos grãos.

Foram escolhidas duas amostras de areia (média e fina) em diferentes quantidades (20g e 80g). Ambas possuem D50 diferentes (Tabela 1), sendo a areia fina com o D50 = 196,88µm e a areia média com D50 = 264,48µm.

O cálculo do coeficiente de uniformidade (CU) foi necessário para obter uma maior precisão na diferença da curva granulométrica dos sedimentos. Sendo obtido a partir da razão entre o D60 e o D10 das amostras. Obteve-se para areia fina um CU de 2,3 e para a areia média 3,3. Todas as amostras coletadas foram caracterizadas através uso de um analisador de partículas por difração à laser (marca CILAS - 0,04 µm a 2000 µm).

% Sedimento	Fina	Média
%Areia	2,34	2,14
%Silte	5,53	5,00
%AreiaMFina	7,18	5,98
%Areia Fina	60,27	3,45
%Areia Média	24,43	53,50
%Areia Grossa	0,25	1,93

Tabela 1 – Tabela da caracterização granulométrica dos sedimentos

RESULTADOS

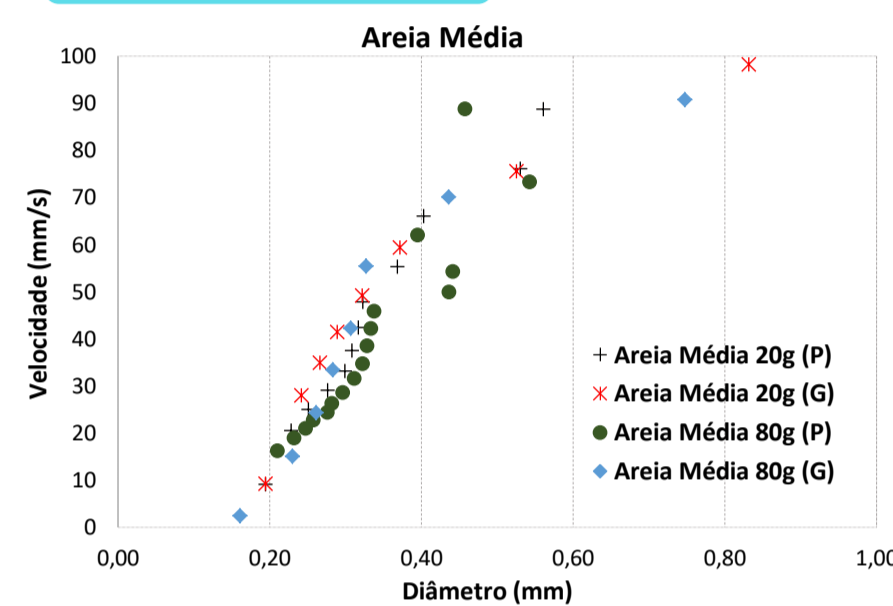


Figura 2 – Velocidade de queda da areia média nos dois tubos de Griffith.

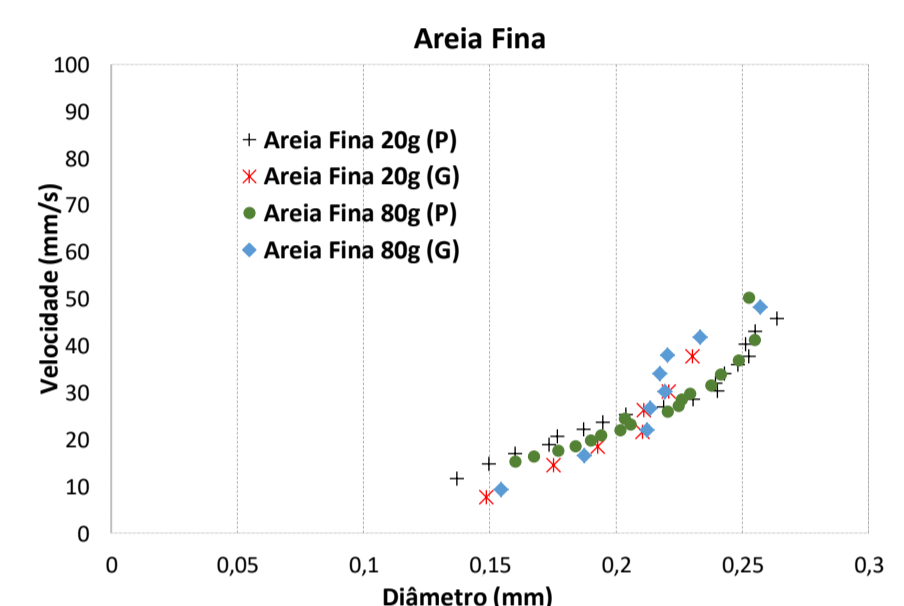


Figura 3 – Velocidade de queda da areia fina nos dois tubos de Griffith.

Os gráficos acima representam a velocidade de queda (mm/s) em função do D50 (mm) de oito amostras de areia: quatro amostras de cada material, amostradas com massas diferentes nos dois tamanhos de tubos de queda – menor (P) e maior (G). Na Figura 2, vê-se que, para diâmetros inferiores a 0,2 mm, existe uma diferença de ordem de grandeza de 3 mm/s nas velocidades medidas com 20g e 80g. Já para diâmetros maiores que 0,2 mm observa-se que para ambos os materiais (Figura 2 e 3) há maior dispersão dos valores.

Os resultados experimentais foram comparados com fórmulas de velocidades teóricas de outros autores como Stokes (1851), Rubey (1933), Cheng (1997) e Ferguson (2004). Contando com o percentual de erros experimentais e uma banda de confiança de aproximadamente 10%, utilizando uma análise estatística (Tabela 2), percebe-se que para a areia fina a equação de Rubey (1933) se ajustou melhor em ambos equipamentos e quantidades de material (20g e 80g). No entanto, o comportamento da areia média se ajustou a diferentes equações, segundo o tipo de amostra, como pode-se observar nas Figuras 4 e 5.

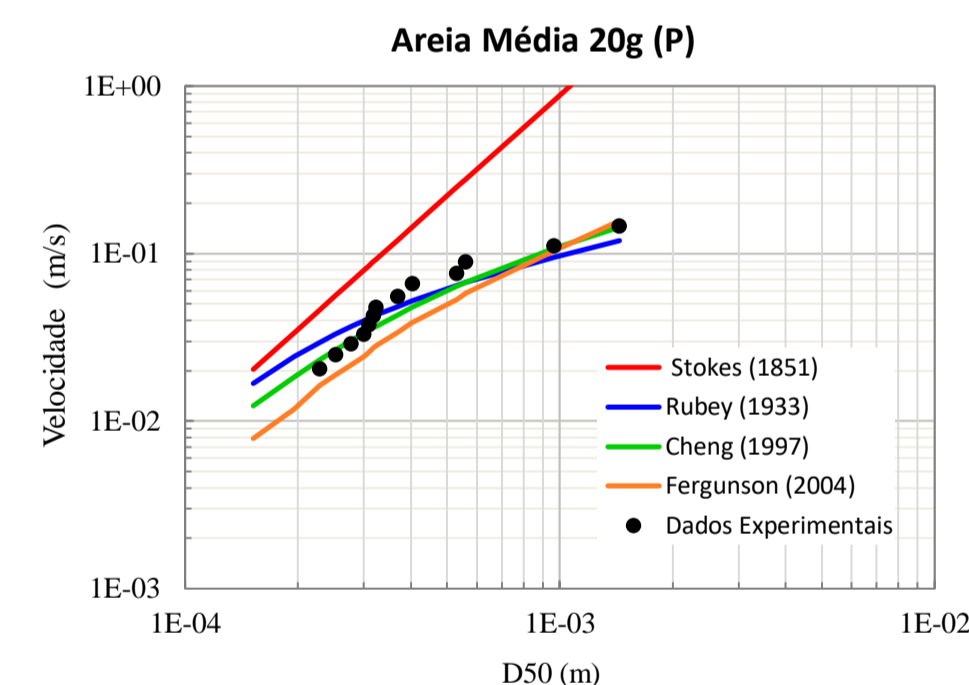


Figura 4 – comparação da velocidade de queda teórica com a velocidade experimental da areia fina.

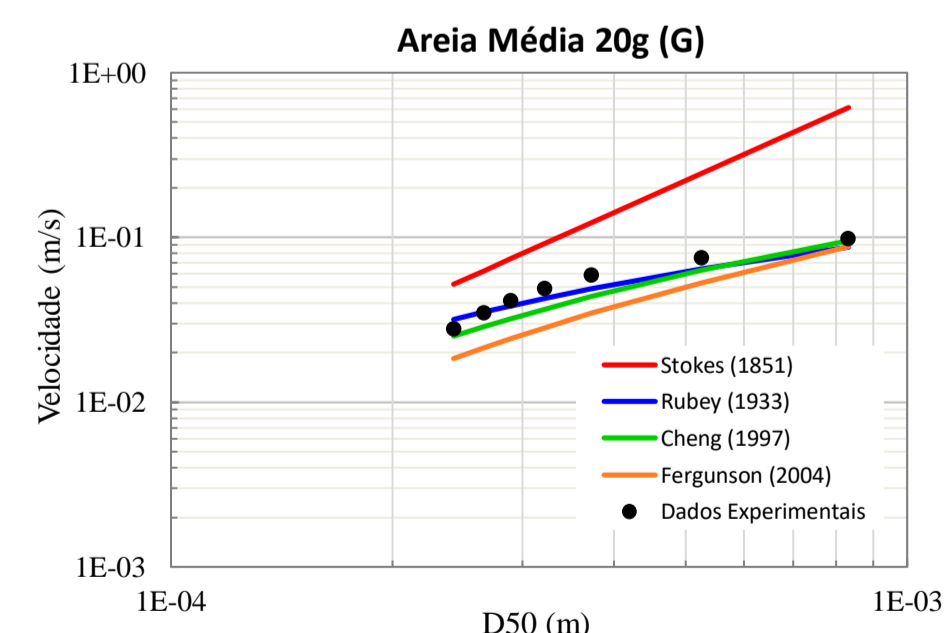


Figura 5 – comparação da velocidade de queda teórica com a velocidade experimental da areia média.

Material	Tubo de Griffith	Amostra	Equação de melhor ajuste
Areia Média	Grande	20g	Rubey
		80g	Rubey
	Pequeno	20g	Cheng
		80g	Cheng
Areia Fina	Grande	20g	Rubey
		80g	Rubey
	Pequeno	20g	Rubey
		80g	Rubey

Tabela 2 – Comparação entre resultados experimentais e teóricos.

CONCLUSÃO

Ao final, conclui-se que para grãos com tamanhos até 0,2 mm as amostras não sofreram diferenças significativas na velocidade de queda. No entanto, pode-se associar a variação de valores em diâmetros maiores que 0,2 mm ao choque entre as partículas, concluindo que há efeito de escala entre os grãos.

Além disso, a areia fina se ajustou melhor com a equação de Rubey (1933) em ambos equipamentos; já para a areia média os dados se ajustaram segundo a escala do equipamento: a equação de Cheng (1997) para menor escala e a equação de Rubey (1933) com o maior escala.

A - Introdução da amostra
B - Tubo de queda
C - Bandeja coletora
D - Bandeja giratória

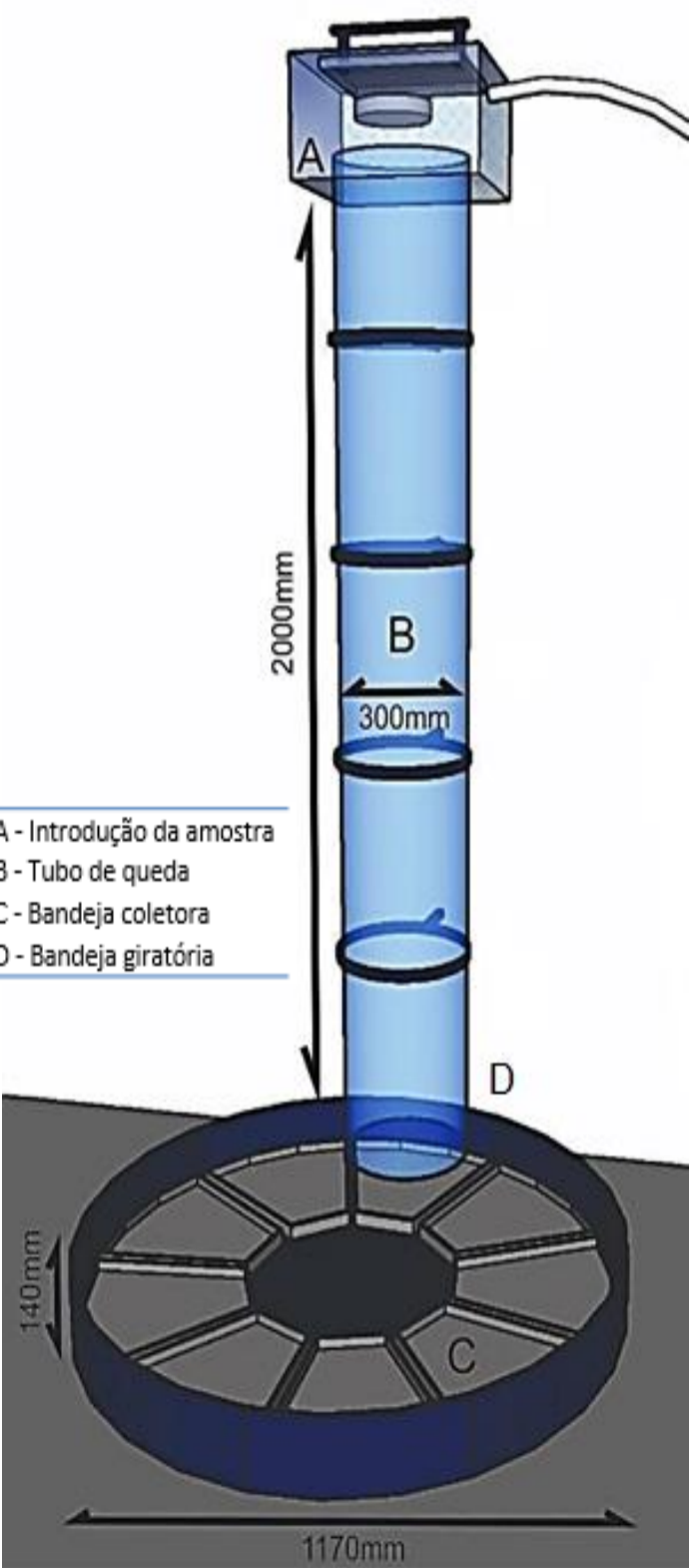


Figura 1 – Tubo de Griffith Grande

REFERÊNCIAS

- * Cheng, N. S. 1997. A simplified settling velocity formula for sediment particle. Journal of hydraulic engineering J. Hydraul. Eng., 123 (2):149-152.
- * Ferguson, R. I., Church, M. 2004. A simple universal equation for grain settling velocity. Journal of Sedimentary Research , 74 (6):933-937.
- * Rubey, W. W. 1933. Settling velocity of gravel, sand and silt particles American Journal of Science, 5 (25):325-338.
- * Stokes, G. 1851. On the effect of internal friction of fluids on the motion of pendulums. Trans. Cambridge Philos. Soc., 9, 8-106.