

# ESTUDO DAS FORMAS DE FUNDO GERADAS POR CORRENTES DE DENSIDADE



Carolina Dal Agnol Dalazen (BOLSISTA) - dd\_carol@hotmail.com  
Professor Eduardo Puhl (ORIENTADOR)

NECOD – Núcleo de Estudos de Correntes de Densidade – IPH/UFRGS



## Introdução

### Contextualização

Na natureza, são vistas movimentações de fluidos, com diferentes densidades, distintas composições, concentrações e que se deslocam sob ação da gravidade. Este movimento é regido pela diferença de densidade entre a corrente e o fluido ambiente que o cerca (Simpson, 1982), chamado de Corrente de Densidade. Além da interação entre fluidos, o estudo da hidrodinâmica possibilita compreender o arrancamento, o transporte e a deposição do sedimento que compõe o leito por onde passam essas correntes.

### Formas de Fundo

Através da interação dinâmica do sedimento, do escoamento e do leito móvel, geram-se padrões de geometrias no fundo, as quais são chamadas formas de fundo. Estas formas podem ser associadas ao estado do escoamento, vindo a auxiliar na previsão do seu comportamento. Em ambientes fluviais, podem ser encontradas diversas formas de fundo entre elas: ondulações, dunas, leito plano de transição, antidunas, quedas e piscinas (Simons e Richardson, 1961).

### Exemplo de Correntes de Densidade Salinas Simuladas em Laboratório

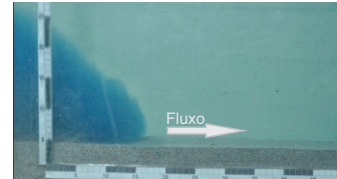


Fig.1.1: Ensaio 17.

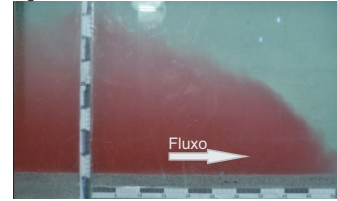


Fig.1.2: Ensaio 19. Formas de Fundo Geradas por Correntes de Densidade

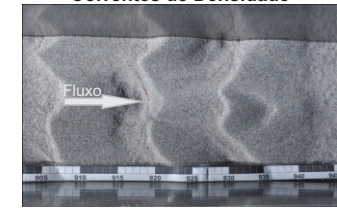


Fig.1.3: Ensaio 19.

### Objetivo

Este trabalho visa estudar a geometria destas formas de leito geradas por correntes de densidade, procurando comparar os resultados obtidos com os obtidos para escoamentos fluviais.

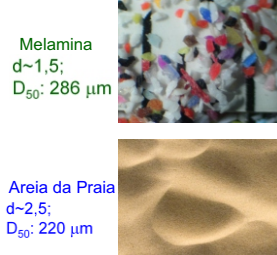
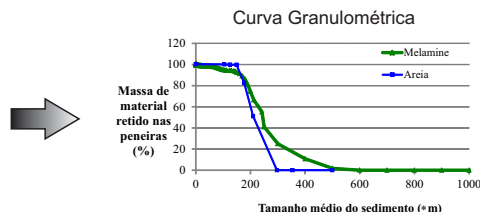
### Importância para a Sociedade

No Oceano, importantes quantidades de sedimento arenoso são transportadas para região do marinho profundo por correntes de densidade. Estes depósitos sedimentares tornam-se relevantes rochas reservatório de petróleo, com significativa importância econômica. A correlação entre as formas de fundo observadas na natureza e o escoamento que as gerou pode auxiliar no processo de exploração do petróleo.

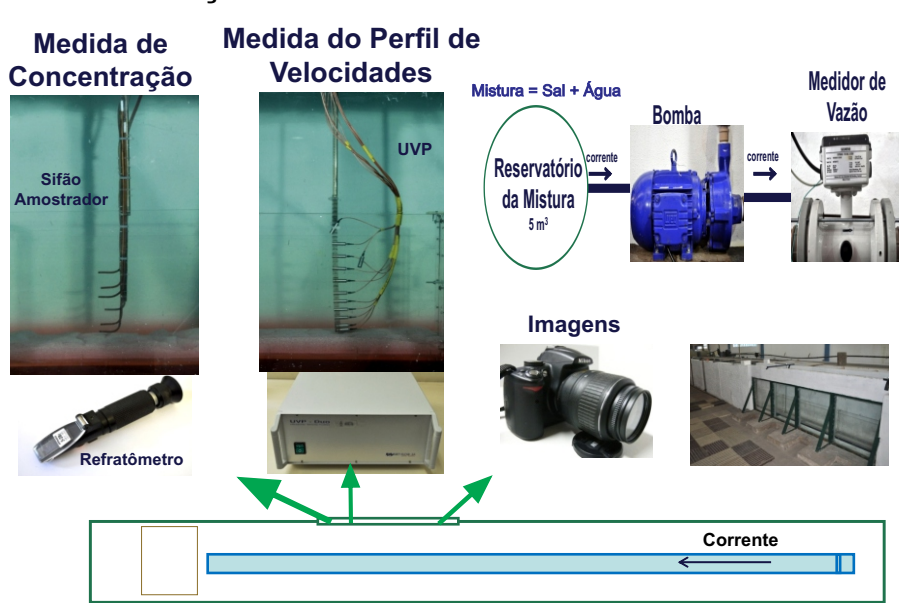
## Materiais e Métodos

### Caracterização dos Sedimentos do Leito Móvel

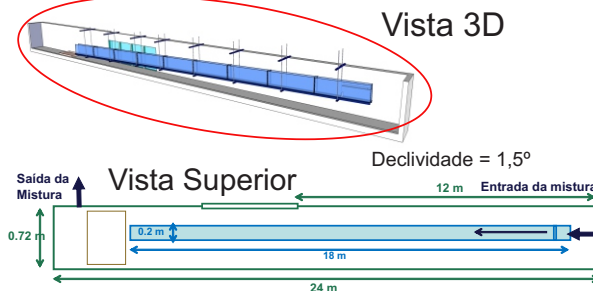
Analizador de Partículas a Laser



### Instrumentação dos Ensaios



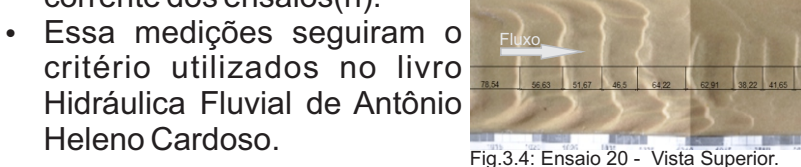
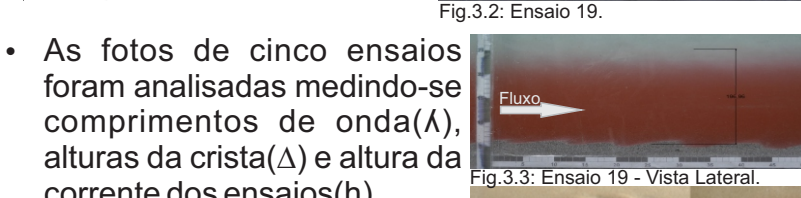
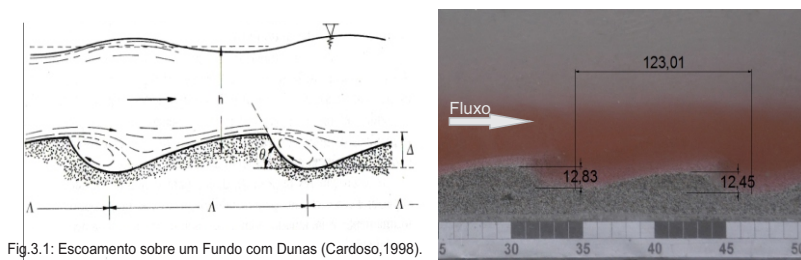
### Ensaios



### Propriedades dos Experimentos Analisados

Ensaio	Vazão [L/min]	Volume [L]	Massa de Sal [kg]	Concentração [g/L]	Sedimento do Leito
17	519	3981	275	69,0	Melamina
18	383	4029	250	62,1	Melamina
19	382,7	4012	175	43,6	Melamina
20	516,2	4019	150	37,3	Areia
21	460,6	4014	275	68,5	Areia

## Resultados



## Conclusões

As formas de fundo observadas tiveram, normalmente, alturas de alguns milímetros (~5 - 15 mm) e comprimentos de onda da ordem de centímetros (~ 50 - 180 mm).

A partir dos resultados dos modelos de previsão utilizados constatou-se um melhor ajuste no uso dos modelos de Rugas. Por outro lado, os modelos de previsão de Dunas apresentaram parâmetros superestimados em relação aos observados.

De acordo com a descrição de formas de fundo fluviais (Cardoso, 1998) e o uso dos modelos mesmo nos ensaios onde ocorreram as maiores geometrias das formas de fundo (Ensaio 18 e 19), conclui-se que as geometrias não se assemelham a Dunas. Portanto as configurações de fundo podem ser classificadas como Rugas.

### Uso de Modelos de Previsão de Formas de Fundo

As formas de fundo têm sido estudadas tendo em vista a caracterização da resistência ao escoamento. Por isso, o cálculo das dimensões dessas configurações de fundo foi objeto de estudo de diversos autores entre eles: Yalin, Baas e Raudkivi. Esses autores propuseram modelos de previsão dessas dimensões a partir de parâmetros característicos do fenômeno.

#### Modelos Utilizados para Rugas

##### Yalin (1977)

$$\lambda = 1000D_{50}$$

##### Raudkivi (1997)

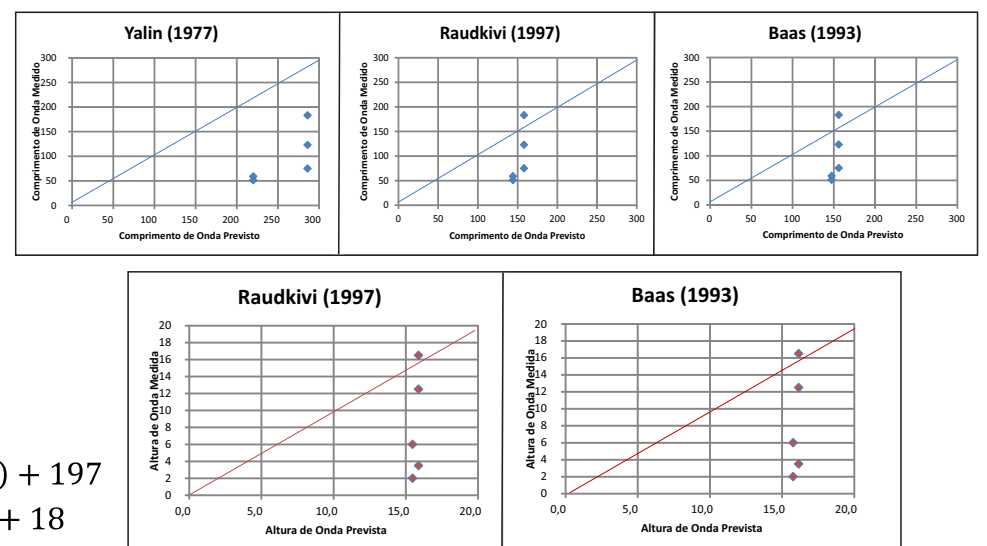
$$\lambda = 245D_{50}^{0,35}$$

$$\Delta = 18D_{50}^{0,1}$$

##### Baas (1993 apud Baas, 2011)

$$\lambda = 75,4 \log(D_{50}) + 197$$

$$\Delta = 3,4 \log(D_{50}) + 18$$



#### Modelos Utilizados para Dunas

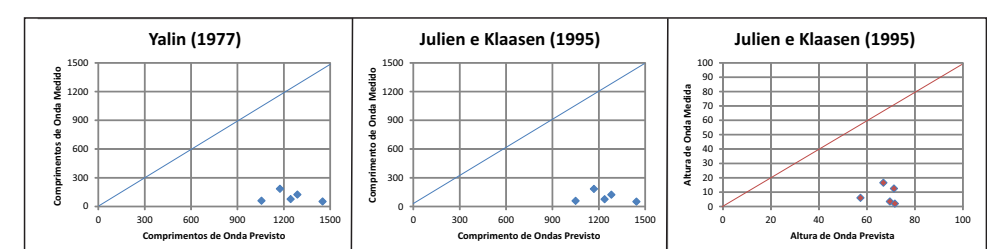
##### Yalin (1977)

$$\lambda = 2\Pi h$$

##### Julien e Klaasen (1995)

$$\lambda = 2,5\Delta \left(\frac{h}{D_{50}}\right)^{0,3}$$

$$\Delta = 2,5h \left(\frac{D_{50}}{h}\right)^{0,3}$$



### Referências Bibliográficas

- Cardoso, A. Hidráulica Fluvial, 1998.
- Simpson (1982): SIMPSON, J. E., 1982. Gravity currents in the laboratory, atmosphere, and ocean. Ann. Rev. Fluid Mechanics 14:213-234.
- Simons, D. B. & Richardson, E. V., 1961. Forms of Bed Roughness in Alluvial Channels. Journal Hydraulic Division ASCE, 87 (HY3), p. 87-105, 1961.