

## APLICAÇÃO DE MÉTODO COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DE FORMAS DE FUNDO GERADAS POR CORRENTES DE TURBIDEZ

Gabriel Boger Netto (bolsista); Richard E. Ducker e Rafael Manica (orientadores)

### Resumo e introdução

A interação entre fluidos de diferentes massas específicas causa fenômenos conhecidos como correntes de densidade. No domínio das correntes de densidade, existem as correntes de turbidez, as quais são caracterizadas pela presença de sedimentos no seu interior e por possuir turbulência necessária para manter estes sedimentos em suspensão. Ao escoar sobre um leito móvel (sedimento), as correntes de turbidez promovem o retrabalhamento do leito por troca e arraste de sedimentos (na interface corrente-leito), gerando formas de fundo características que podem ficar marcadas no substrato natural.

Este trabalho visa automatizar e otimizar a caracterização das formas de fundo geradas em 16 ensaios de geração de correntes de turbidez em um tanque estratigráfico, com a utilização de *scripts* (rotinas) escritos em linguagem *Matlab*.



Figura 1.a: Foto do tanque utilizado nos ensaios

```

55 - aux2=abs(aux1-floor(aux1));
56 - if aux2==0
57 - D(i,1)=C(i,1);
58 - D(i,2)=C(i,2);
59 - end
60 - if aux2==0
61 - aux3=ceil(Floor(aux1));
62 - aux4=ceil(Floor(aux1)+1);
63 - if abs(C(i,2)-aux3)<=abs(C(i,2)-aux4)
64 - D(i,2)=aux3;
65 - else
66 - D(i,2)=aux4;
67 - end
68 - end
69 - end
70 - end
71 - end
72 - %ok
73 -
74 - %mape(A,i);
75 - %mape(D,i);
76 - %descom(D,i);
77 - for j=1:m
78 - for l=1:m
79 - if D(i,2)~=A(i,2)+4*D(i,1)-A(i,1)
80 - mhp=(A(i,1)+2*A(i,2)+2)*0.5;
81 - E(j,1)=mhp;
82 - NE(j,1)=A(i,1);
83 - NE(j,2)=A(i,2);
84 - E(j,2)=-A(i,1);
85 - end
86 - end
87 - end
    
```

Figura 2.a: Trecho do script em que é coletado o perfil da superfície em uma direção radial

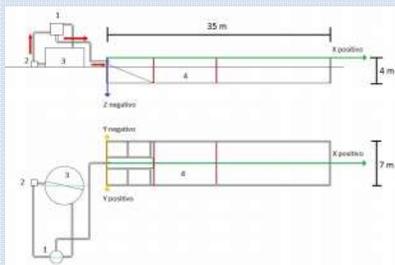


Figura 1.b: esquema do tanque utilizado nos ensaios especificando a referência espacial. Legenda: 1 – reservatório de nível constante. 2 – Bomba. 3 – Misturador. 4 – Bacia 1 do canal, local onde foram analisadas as formas de fundo (limitado em vermelho)

### Métodos - ensaios

De forma consecutiva, foram executados 16 ensaios onde uma mistura (água+sedimento) é preparada em um misturador, bombeada para um reservatório de nível constante, e injetada no tanque estratigráfico, onde existe água e depósitos de ensaios anteriores junto ao fundo móvel. Tal metodologia de ensaio reproduz correntes de turbidez de baixa concentração (conc. volumétrica máxima de 2,3%) que promovem o retrabalhamento do fundo.

O tanque estratigráfico utilizado possui 35 metros de comprimento, dos quais os primeiros 7,5 m possuem 1,4 m de largura, seguido pelo “desconfinamento”, onde a largura do tanque aumenta para 7 m. A profundidade é decrescente na parte confinada do tanque, de 0 a 4 m formando uma rampa, e permanecendo constante, igual a 4 m até o fim do tanque (figura 1.b). Este tanque é munido de um perfilador laser que permite a obtenção da topobatimetria do leito do tanque com alta precisão (0,1 mm na altura, em uma malha de resolução de 4 mm). Cada ensaio é seguido pelo escaneamento completo da topobatimetria do leito, de forma que obtém-se uma matriz de três colunas representando as coordenadas X, Y e Z da superfície do leito.

### Métodos - análise

Com base na matriz de coordenadas adquiridas pelo perfilador, o script em desenvolvimento no presente trabalho coletará amostras de perfis da superfície, as quais serão radiais e centralizadas no exato ponto de desconfinamento do tanque estratigráfico (figura 2.a). Obtendo cortes radiais do depósito, pretende-se que o script promova comparações entre coordenadas de um mesmo perfil (cada ponto comparado com o anterior e o posterior, na direção do perfil e no sentido jusante) de modo a identificar as formas de fundo (cristas e vales), armazenando as informações da localização destas cristas e vales em um vetor, tal que após isto as informações possam ser acessadas, possibilitando assim a análise individual de cada forma de fundo.

As análises individuais se darão exclusivamente relacionando características geométricas de cada ondulação entre si. Cada ondulação identificada terá seu comprimento total, altura e comprimento da crista até o vale à jusante medidos pelo script e estas informações servirão para então serem feitas as seguintes relações geométricas: relação da altura pelo comprimento da ondulação ( $h/\lambda$ ) e relação de simetria da ondulação ( $i/\lambda$ ) (vide figura 3).

Pretende-se construir mapas de gradiente (tridimensionais) do comportamento destas relações geométricas de cada ondulação no depósito. Para tanto, e por fim, o script irá gerar duas matrizes de saída, que similarmente à matriz de entrada, são compostas por 3 colunas: X, Y e o correspondente valor que refere-se à relação de altura pelo comprimento ou da simetria. Extraídas estas matrizes para um documento TXT, pretende-se então plotar no software *Surfer* a superfície que descreve espacialmente os comportamentos analisados das formas de fundo.

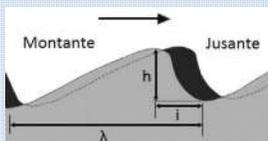


Figura 3: Ilustração mostrando os parâmetros utilizados para a análise geométrica.

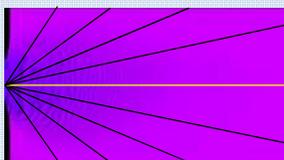


Figura 2.a: vista superior do depósito do ensaio 10 com linhas representando perfis radiais do depósito, coletados para posterior análise. Em amarelo, corte central onde em fase anterior do presente trabalho foram feitas as análises mencionadas.

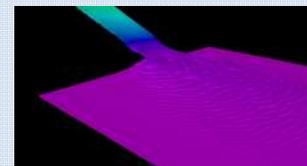


Figura 2.b: Vista tridimensional do depósito do ensaio 10.

### Volume total do depósito e análise das formas de fundo no trecho confinado

Na continuação do presente trabalho, pretende-se implementar no script em desenvolvimento rotinas que promovam o cálculo do volume total do depósito de cada ensaio, para então comparar os resultados com o cálculo executado no software *petrel*. Análises semelhantes às já mencionadas para formas de fundo serão também implementadas no depósito do trecho confinado do canal.

### Resultados esperados

#### Comportamento da relação da altura pelo comprimento da ondulação ( $h/\lambda$ ) no espaço e comportamento da relação de simetria

Espera-se encontrar resultados que corroborem com análise feita anteriormente, onde para os próprios ensaios analisados no presente trabalho, foram feitas análises semelhantes para o eixo central do tanque (caracterizando um perfil longitudinal, vide figura 2.a). Constatou-se a “suavização” das formas de fundo: as alturas, em relação aos comprimentos de ondulação, diminuem conforme o depósito se distancia do local de desconfinamento e da fonte de mistura (gráfico 1). Também espera-se endossar as análises da fase anterior do trabalho em que constatou-se que as formas de fundo tornam-se mais simétricas conforme distanciam-se da fonte da mistura e do desconfinamento (gráfico 2). Os resultados gerados pelo script serão comparados e terão como referência as análises aqui mostradas.

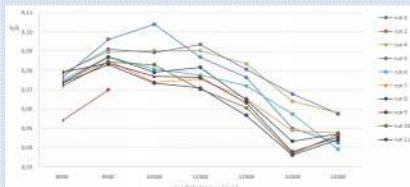


Gráfico 1: comportamento da relação de altura pelo comprimento das formas de fundo do depósito sobre o eixo longitudinal do tanque.

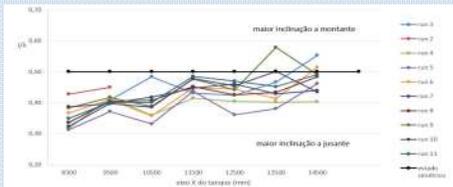


Gráfico 2: comportamento da relação de simetria das formas de fundo do depósito sobre o eixo longitudinal do tanque.