

## 7 Conclusões e Sugestões

### 7.1. Conclusões

O foco dessa pesquisa: foi propor um modelo numérico consistente e com baixo custo computacional, se comparado aos complexos modelos de correntes de turbidez, que fosse capaz de auxiliar na previsão de sedimentação de bacias nos processos de modelagem estratigráfica no contexto do *Steno*, e validar o modelo numérico proposto através de simulações físicas conduzidas no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A validação do modelo matemático proposto foi feita comparando-se apenas a geometria da evolução da corrente e de seus depósitos. Neste trabalho optou-se por realizar os experimentos físicos necessários para a validação do modelo matemático em um tanque com maiores dimensões, e, não medir as velocidades do fluxo, para evitar que os equipamentos de medição de velocidades instalados não afetassem a evolução da corrente. Além disso, essa opção foi baseada no fato de que a avaliação das velocidades já teria sido estudada anteriormente, (Bitton, 2008), em um tanque de menores dimensões, com todo o equipamento necessário para realizar a coleta desses dados com sucesso.

Assim, os registros desses ensaios físicos foram feitos apenas com fotos e vídeos obtidas por cima do tanque, ou seja, não há registros laterais do ensaio e isso implica na falta de dados referentes às alturas do fluxo em cada instante, bem como na falta de registro sobre a anatomia das correntes.

Os resultados obtidos através da comparação do modelo numérico com o modelo físico mostram que as equações matemáticas propostas não foram suficientes para reproduzir com precisão a evolução e o depósito gerado pelas correntes de turbidez.

A análise da simulação numérica da corrente com sedimentos de 100  $\mu\text{m}$  mostra que se pode ter uma boa idéia evolução dessa corrente, verifica-se que nos instantes 10 s e 60 s elas atingem o mesmo ponto com uma geometria aceitável. Porém, no caso da corrente com sedimentos de 150  $\mu\text{m}$  não se alcançou um resultado satisfatório, tendo as correntes, numérica e física,

atingido pontos diferentes nos mesmos instantes 10 s e 60 s. Apesar de não se ter nenhum tipo de registros laterais da simulação física, conforme já mencionado, é possível afirmar que a simulação numérica também não reproduziu a anatomia da corrente de forma adequada, uma vez que a dissipação da cabeça ocorreu de forma bastante acelerada. Isso pode ter acontecido devido ao fato do modelo numérico não ser capaz de simular a variação da densidade do fluxo pela incorporação e perda de água pela cabeça, bem como pela incorporação de sedimentos oriundos da erosão do leito.

Notou-se ainda, que a evolução da corrente é fortemente influenciada pela relação entre a altura fracionária da camada limite turbulenta,  $f$ , e a rugosidade da superfície do fundo. O termo que relaciona as tensões de cisalhamento na equação de movimento é predominante no cálculo das velocidades, e esse termo é controlado pela relação  $f/z_0$ , logo, é possível alterar significativamente a forma da evolução da corrente alterando-se apenas o valor da relação  $f/z_0$ . Dessa forma, conclui-se que os parâmetros utilizados nas simulações numéricas devem ser investigados com bastante critério. Deve-se determinar de maneira precisa o valor da rugosidade da superfície do fundo, utilizando-se rugosímetros digitais, por exemplo. Além disso, devem-se conduzir estudos mais profundos e detalhados a cerca do parâmetro  $f$ , tendo esse parâmetro neste trabalho sido baseado apenas na pouca literatura existente sobre o assunto. Enfim, a falta de dados mais precisos sobre esses parâmetros conseqüentemente conduz a incertezas quanto à validade da evolução do modelo numérico, logo, a adoção desses procedimentos ajudaria a dirimir as incertezas oriundas desse fato.

Em relação à deposição, pode-se concluir que o modelo de sedimentação das partículas proposto não reproduziu de forma adequada o experimento físico. Apesar das formas dos depósitos nas simulações numéricas terem sido consistente com a forma da simulação física, ou seja, forma de lobos com uma zona de menor deposição no núcleo, suas medidas foram bem diferentes e apresentaram espessuras máximas de deposição localizadas em pontos diferentes. Nesse caso, além do modelo de deposição bastante simples que foi adotado, não foi simulado pelas equações matemáticas o retrabalhamento da deposição, ou seja, o sedimento era depositado em cada ponto e lá permanecia por todo o tempo da simulação. Assim, a falta de um modelo numérico capaz de simular o retrabalhamento das partículas que eram depositadas pode ter contribuído para que os resultados atingidos não fossem satisfatórios.

Os ensaios físicos neste trabalho tiveram por objetivo simular em laboratório o comportamento das correntes de turbidez e seus depósitos, de

modo que fosse possível comparar tais resultados com a simulação numérica proposta. Entretanto, analisando-se os resultados obtidos, observa-se que as correntes de turbidez simuladas nesses ensaios tiveram a forma de jato, ou seja, fluxo e deposição inerciais. Esse fato pode explicar a formação da zona de não deposição imediatamente à frente do difusor, o que é geologicamente incorreto para correntes de turbidez. Em outras palavras, a maior parte da deposição das partículas só ocorreu a partir da perda de velocidade do jato, formando uma densa camada de depósitos nesses pontos e um resíduo de baixíssima concentração responsável pela deposição da fina camada nos demais pontos. A falta de um canal, conforme Figura 4, responsável pela estabilização da corrente na entrada do tanque pode ter contribuído para a formação desses jatos. Conclui-se dessa forma, que os depósitos resultantes desses ensaios não são geologicamente corretos e não corresponde à deposição resultante de correntes de turbidez e, por conseguinte, compromete o uso desses ensaios na validação do modelo proposto.

Finalmente conclui-se que o modelo matemático simplificado proposto, apesar de não ter produzido resultados adequados, parece promissor e pode fornecer resultados úteis na previsão da sedimentação de bacias de maneira rápida e a um baixo custo computacional, que é o foco deste trabalho, à medida que a pesquisa do modelo proposto evolua e sejam realizadas melhorias nas equações matemáticas, como as que se sugerem a seguir.

## 7.2. Sugestões

Com o objetivo de melhorar e corrigir falhas do modelo de correntes de turbidez proposto sugere-se como trabalhos futuros:

- ✓ Estudar novos modelos de deposição de partículas, uma vez que o modelo adotado não apresentou resultados satisfatórios.
- ✓ Incorporar as equações matemáticas modelos de retrabalhamento dos sedimentos.
- ✓ Simular a variação da densidade do fluxo pela incorporação e perda de água, bem como pela erosão do leito.
- ✓ Validar as equações matemáticas de correntes de turbidez com mais de um tipo de grão suspenso.
- ✓ Implementação das equações por um método implícito, para eliminar a limitação do passo de tempo, condição de Courant.

- ✓ Realização de ensaios físicos de correntes de turbidez utilizando um tanque com um canal, similar ao tanque T.