

Mapeamento do trânsito e da retenção de sedimentos em modelo físico de conduto de drenagem urbana



Bruno Alvarez Scapin (Bolsista FAPERGS), Ana Luiza de Oliveira Borges (Orientadora)
IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas
brunoscapin11@gmail.com

Introdução

A deposição de sedimentos em condutos de drenagem urbana pode, em situações extremas, comprometer o funcionamento do sistema de drenagem, resultando em falhas que podem causar grandes prejuízos à população. Para evitar problemas relacionados a sedimentos em obras de drenagem, o projeto deve adotar critérios de projeto, que evitem singularidades que possam induzir a retenção de sedimento e que possam diminuir a capacidade de “autolimpeza” do conduto. Em sistemas de drenagem urbana estão presentes sedimentos de caráter coesivo e não coesivo que apresentam diferentes comportamentos sob a ação do escoamento.

Para realizar este estudo, foi utilizado o modelo físico do Conduto Forçado Álvaro Chaves, construído no Pavilhão Fluvial do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, onde foram simuladas situações de escoamento a superfície livre para observar o comportamento de sedimentos não coesivos inseridos neste conduto de drenagem urbana.

O estudo foca na maneira como diferentes frações granulométricas de sedimentos não coesivos transitam pelo canal, procurando estabelecer a relação entre o comportamento dos sedimentos e as singularidades geométricas presentes no modelo, dando enfoque ao transporte e à retenção do material injetado no escoamento.

Materiais e métodos

O **modelo físico** do Conduto Álvaro Chaves (Figura 1) representa um trecho do conduto com redução de escala geométrica de 1:15 que reproduz a geometria e as singularidades do conduto de drenagem, tais como, curvas, rampas, degraus, etc. Este trecho tem cerca de 26 m de comprimento, alturas que variam de 16 a 42 cm e larguras que variam de 20 a 50 cm, sendo confeccionado em chapas de acrílico de 5 e 10 mm de espessura para possibilitar a visualização do escoamento. O trecho em estudo situa-se entre duas rampas.

Alimentação líquida e controle de níveis: Foram ensaiadas duas vazões (300l/min e 500l/min) reguladas com o auxílio de medidores de vazão eletromagnéticos e mantidas constantes ao longo dos ensaios, configurando escoamento em regime permanente. Os níveis dentro do modelo foram controlados através da abertura de registros situados a jusante do modelo, de forma a condicionar a formação de um ressalto hidráulico (Figura 2) em duas diferentes posições do trecho de observação.

Injeção de sedimentos: Foi realizada através de um reservatório de volume total de 200 l dotado de misturador para homogeneizar a mistura de água e sedimento. A vazão da injeção foi calibrada volumetricamente. O controle da vazão de injeção de sedimentos foi realizado através de um registro gaveta conectado ao reservatório, cuja abertura foi calibrada para garantir uma concentração de sedimentos no escoamento de 250 g/l.

Sedimento injetado: Foi empregado, como sedimento, areia com granulometria extensa ($D_{10}= 130,07 \mu\text{m}$, $D_{50}= 216,88 \mu\text{m}$ e $D_{90}= 354,13 \mu\text{m}$).

Procedimento experimental: Todos os ensaios foram realizados em condições de superfície livre e vazão constante, alterando somente as condições de jusante (saída de água). Foram injetados 140 l de mistura durante 30 minutos. Após a injeção de sedimentos, o escoamento de água limpa permanecia por mais 30 minutos até que se percebesse um equilíbrio entre o escoamento e o movimento dos sedimentos. Na sequência, modificava-se a condição de jusante, através da abertura de registros de saída de água, para configurar uma nova condição de níveis de água e impor o deslocamento do ressalto hidráulico. Desta forma, avalia-se a influência desta modificação sobre o estado de equilíbrio do sedimento no conduto. Ao finalizar os ensaios, foram fechados lentamente os registros de entrada e de saída de água para interromper o escoamento com o mínimo de interferência no sedimento já depositado no modelo.

Aquisição de dados: Foram coletadas amostras dos sedimentos, em regiões onde houve acúmulo do material injetado, em locais específicos do modelo e da mistura no reservatório de injeção. Também foram registradas, com câmera NIKON 5000 e câmera digital GoPro, fotos e vídeos durante e após os ensaios.

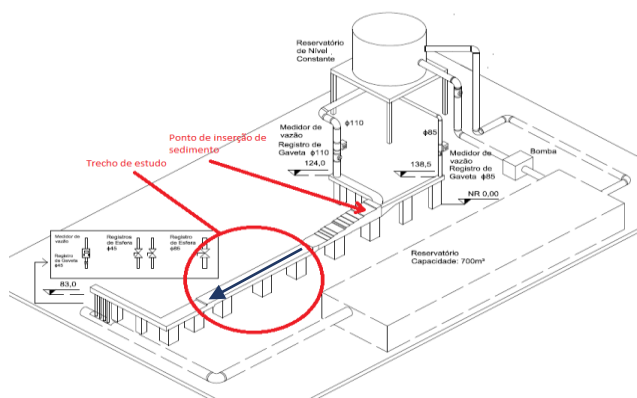


Figura 1 – Modelo físico do Conduto Forçado Álvaro Chaves



Figura 2 – Ressalto hidráulico

Resultados

A presença da rampa na entrada do trecho em estudo gera a formação de um ressaltamento hidráulico que condiciona o trânsito dos sedimentos. Foi possível visualizar a diferença entre as condições de transporte de sedimentos nos diferentes regimes de escoamento impostos pelo ressaltamento, distinguindo-se os fenômenos que ocorrem em regime lento (baixo transporte e deposição de sedimento com criação de formas de fundo) e em regime rápido (transporte e erosão, com tendência à retirada do material).

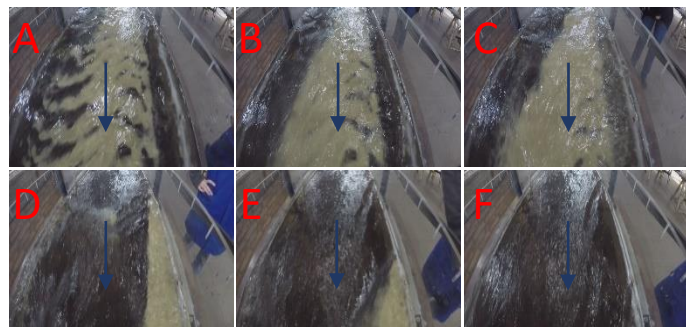
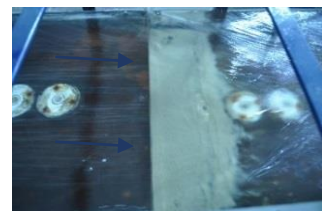


Figura 3 - (A, B e C) em regime lento, (D, E e F) em regime rápido.

A figura 3 (A, B e C) mostra a evolução do sedimento depositado em regime lento, na busca de um estado de equilíbrio.

A figura 3 (D, E e F) evidencia a forte influência do ressaltamento hidráulico móvel no transporte de sedimentos junto ao depósito previamente gerado, com tendência à completa remoção do material.

Os trechos que mais retiveram sedimentos foram as zonas onde a velocidade do fluxo de água teoricamente é menor, fornecendo menos energia para que o grão de areia possa ser transportado. Também foi registrada deposição da areia na base dos degraus e rampas (Figuras 4 e 5). O material coletado apresentou como granulometrias: $D_{10}= 127,24 \mu\text{m}$, $D_{50}= 197,45 \mu\text{m}$ e $D_{90}= 290,65 \mu\text{m}$.



Figuras 4 e 5 – Areia retida em degrau.

Conclusões

Os ensaios realizados indicam que o comportamento do sedimento está diretamente relacionado com os níveis de jusante, os quais condicionam os diferentes regimes de escoamento no trecho de estudo devido à formação do ressaltamento hidráulico. Nota-se uma alteração significativa das zonas do conduto onde há retenção dos sedimentos, bem como daquelas em que se observa erosão. Desta forma, confirma-se que o trânsito dos sedimentos, assim como já detectado para o comportamento hidráulico, é fortemente influenciado pelos dos níveis a jusante, que no caso do Conduto Forçado Álvaro Chaves é controlado pelo rio Guaíba. Cabe salientar que estes resultados reproduzem situações de escoamento gerados à superfície livre e na presença de sedimentos não coesivos.

Referências

- DA SILVA, Juliana Kaiber. *Identificação de instabilidades hidráulicas em sistema de drenagem urbana - investigação experimental do conduto forçado Álvaro Chaves*. 2015. 97f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2015.
- MAY, R.W.P.. *Sediment Transport in Pipes and Sewers with Deposited Beds*. Technical Report, Report SR 320, Hydraulic Research Ltd, 1993.
- Skipworth, P.J., Tait, S.J., Saul, A.J.. *Erosion of sediment beds in sewers: model development*. J. Environ. 1999.
- TARMSI, Ismail - *Deposition of sediment in detention pond* - Malaysian Journal of Civil Engineering. Department of Hydraulics and Hydrology, Faculty of Civil Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor, Malaysia. 2010.