

ANÁLISE COMPARATIVA DO ESCOAMENTO A JUSANTE DE COMPORTA TIPO SEGMENTO INVERTIDO ENTRE DOIS MODELOS FÍSICOS DE ESCALAS DISTINTAS

PRISCILA DOS SANTOS PRIEBE¹; JOÃO PEDRO DE MORAIS DA SILVEIRA²;
ALINE SAUPE ABREU³; DAIANE FONSECA FREITAS⁴; MAURICIO DAI PRÁ⁵

¹ Pós-Graduanda em Recursos Hídricos UFPel – priscilaspriebe@gmail.com

² Graduando em Engenharia Hídrica UFPel – jpdrslvr@gmail.com

³ Graduanda em Engenharia Hídrica UFPel – alsaupe@gmail.com

⁴ Graduanda em Engenharia Eletônica UFPel – daianefreitas@gmail.com

⁵ Docente do curso de graduação em Engenharia Hídrica UFPel – mdaipra@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As eclusas são instalações essenciais para o desenvolvimento do setor hidroviário no país, pois permitem a navegação em trechos de hidrovias barrados por usinas hidrelétricas ou que apresentem obstáculos naturais à navegação (BRASIL, 2010). As hidrovias são o meio de transporte com menor custo para transportar cargas de grandes volumes, desta forma o desenvolvimento deste setor resulta em benefícios econômicos e ambientais.

Conforme Ussami (1980) apud Kempka (2014), a finalidade das eclusas é transpor de nível as embarcações por meio de enchimento ou esvaziamento da câmara, onde são estacionadas as embarcações. Porém, as eclusas apresentam uma série de limitações devido aos esforços hidráulicos a que são submetidas, sendo que uma das formas para identificar esses problemas hidráulicos é a modelagem física, que permite a detecção de grandezas físicas em modelos com escala reduzida.

Com isso torna-se evidente a importância do estudo em modelos físicos, visando a identificação dos problemas que os esforços hidrodinâmicos venham a causar nas estruturas e sistemas de enchimento/esvaziamento de dispositivos de transposição.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é compreender o comportamento em relação à distribuição longitudinal das pressões médias a jusante de comportas tipo segmento invertida e verificar se o método sugerido por Batistton (2013), para estimar estes valores de pressões podem ser aplicados para outro modelo físico de laboratório.

2. METODOLOGIA

Os dados experimentais deste estudo foram obtidos no modelo físico hidráulico, situado no Laboratório de Hidráulica do curso de Engenharia Hídrica da Universidade Federal de Pelotas. Este modelo possui características genéricas de um aqueduto de enchimento/esvaziamento de uma eclusa de navegação de média/alta queda, no qual está instalada uma comporta do tipo setor invertida, usual em sistemas de eclusagem, conforme apresenta a Figura 1b.

O modelo físico (Figura 1a) possui um sistema de armazenamento de água, um conjunto motor-bomba e um sistema de circulação, o qual está dividido em dois circuitos: um para vazões baixas (2,5L/s até 7,1L/s) e outro para vazões altas (10,6L/s até 31,8L/s). As tomadas de pressão estão instaladas imediatamente a

jusante da comporta na base do aqueduto e durante a execução dos ensaios as pressões médias foram registradas através de um quadro de piezômetros convencional e as vazões foram registradas por meio de um medidor eletromagnético e controladas através do conjunto motor-bomba e um inversor de frequência. Nos ensaios foram simuladas nove aberturas de comporta de (10 a 90%), variando de 10 em 10% em cada ensaio.

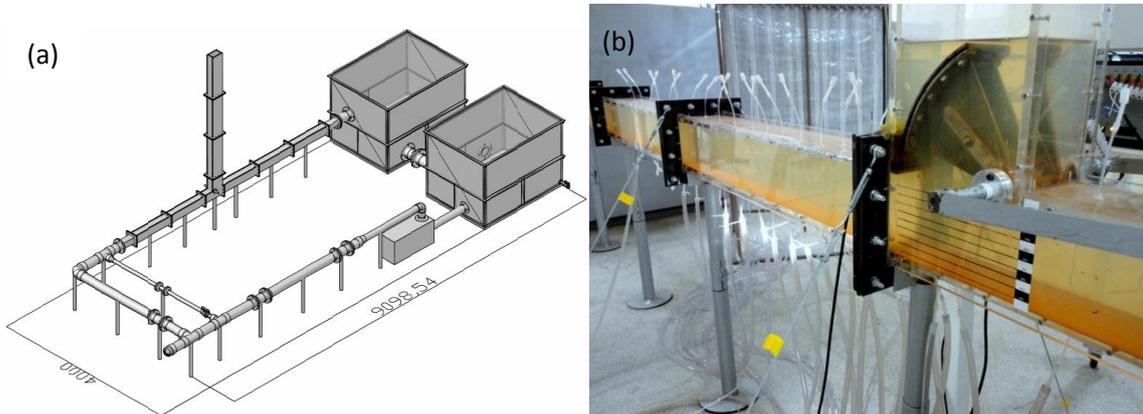


Figura 1 - (a) Estrutura do modelo físico; (b) Comporta tipo segmento invertido (DUTRA, 2014)

Os dados apresentados neste estudos foram comparados com resultado de Kempka (2014) e Battiston (2013) obtidos em um modelo físico hidráulicamente semelhante ao deste estudo implantado no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com razão de escala de Froude entre ambos de 1:2.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados no presente estudo foram analisados a partir de coeficientes adimensionais, propostos por Battiston (2013). O coeficiente de posição (L_{adm}) é obtido pela relação entre a posição (L_i) dos pontos de medição, a partir do terminal da comporta, e a altura resultante do diferencial entre a altura do conduto (D) e a abertura da comporta (a), conforme Equação 1. Também foi utilizado o coeficiente adimensional de pressão média ($C\bar{P}$), onde P é pressão média no ponto de medição para determinado grau de abertura da comporta, $P_{a100\%}$ é pressão média no ponto de medição para a mesma condição de vazão de P e 100% de abertura da comporta, V_a é a velocidade média na seção da comporta, V_D é a velocidade média no conduto e g é a aceleração devida à gravidade (Equação 2)

$$L_{adm} = \frac{L_i}{D - a} \quad \text{Equação 1}$$

$$C\bar{P} = \frac{\bar{P} - \bar{P}_{a100\%}}{\frac{V_a^2 - V_D^2}{2g}} \quad \text{Equação 2}$$

A Figura 1 apresenta o comportamento das pressões médias junto à base do conduto, a jusante da comporta para duas aberturas 10 e 30%.

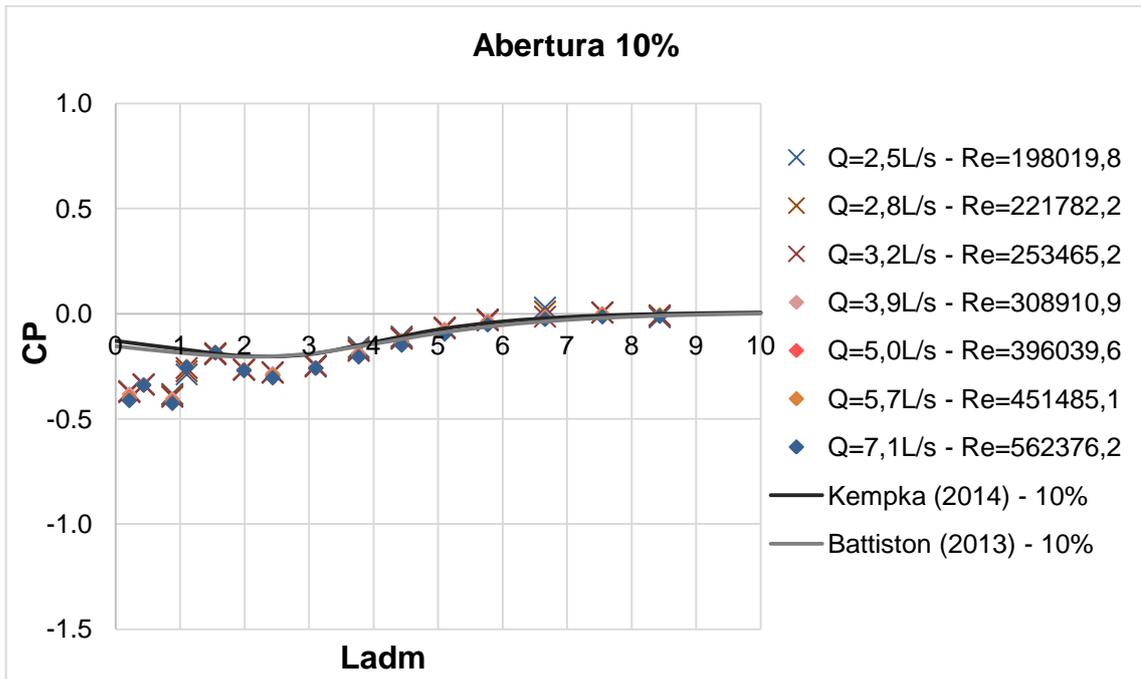


Figura 2 - Comportamento longitudinal das pressões médias na base com a comporta operando com abertura de 10%

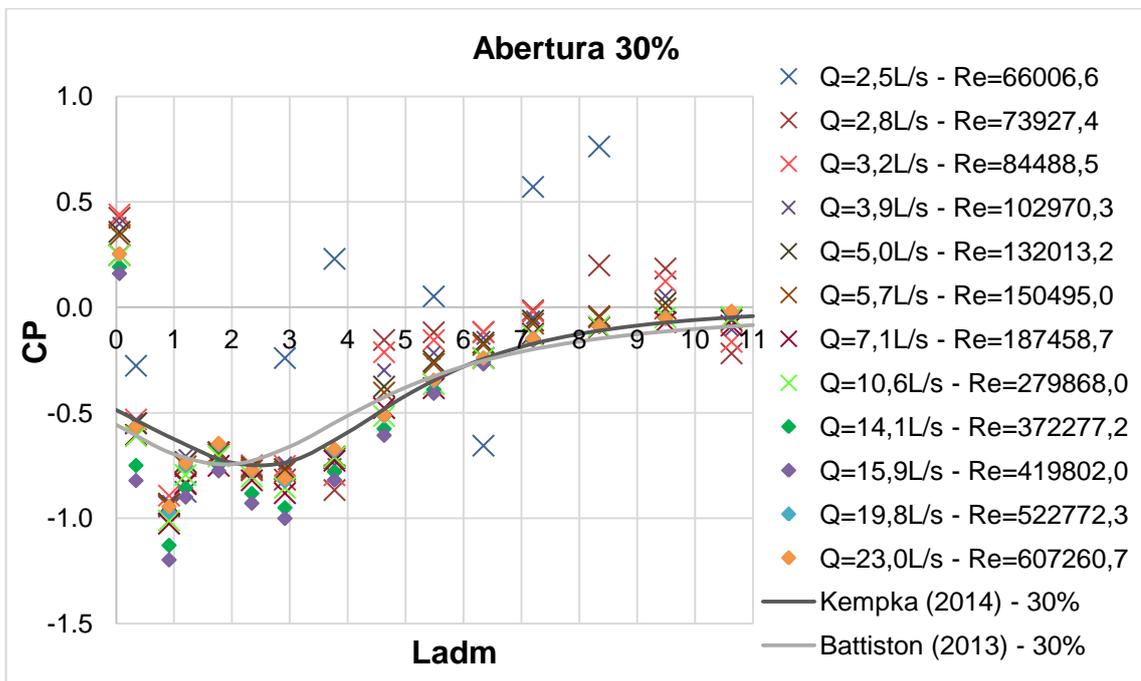


Figura 3 - Comportamento longitudinal das pressões médias na base com a comporta operando com abertura de 30%

De acordo com a Figura 2 e Figura 3, percebe-se que as pressões médias na base apresentam valores que decrescem conforme aumenta a distância da comporta até um certo ponto em que os valores das pressões médias tendem a crescer. Desta forma, as pressões médias mínimas ocorrem logo à jusante da comporta e se estendo até determinado ponto, sendo a seção mais crítica hidráulicamente.

Comparando os dados analisados com os ajustes propostos por Battiston (2013) e Kempka (2014), percebe-se que as pressões médias apresentam o mesmo comportamento, porém alguns pontos possuem diferenças. Essas diferenças podem estar atribuídas à problemas na coleta dos dados, os quais podem ser desconsiderados e também em relação a geometria terminal da comporta ser diferente entre os dois modelos físicos.

4. CONCLUSÕES

Através deste estudo conclui-se que o trecho mais crítico hidráulicamente se localiza em torno do L_{adm} 1 ao 3, desta forma, neste trecho recomenda-se o revestimento do conduto com material mais resistente evitando o desgaste mais acentuado do mesmo.

Com a comparação dos dados obtidos neste estudo com os dados e metodologias propostas por Battiston (2013) e Kempka (2014), conclui-se que as duas propostas estão sendo comprovadas em modelos físicos com escalas distintas, ainda que as propostas dos autores citados estejam se mostrando adequados como envoltória superior dos dados deste estudo. Para a efetiva validação da metodologia, são necessárias análises mais criteriosas e maior número de ensaios, incluindo a região do teto do conduto, aqui não abordada.

Como visto as eclusas são importante para o desenvolvimento do modal hidroviário no país, para isto é necessária a construção de novas eclusas permitindo a navegação em rios que possuam barragens. Desta forma, se torna evidente a importância do conhecimento hidráulico dos sistemas de enchimento/esvaziamento de dispositivos de transposição, neste caso os aquedutos e suas condições de operação, de modo a identificar possíveis problemas e encontrar soluções técnicas para a construção de estruturas hidráulicas eficientes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Ministério dos Transportes. **Diretrizes da Política Nacional de Transporte Hidroviário / Ministério dos Transportes.** Brasília, 2010.

BATTISTON, C. C. **Análise da Dinâmica do Escoamento a Jusante de Comporta de Controle de Vazão em Aqueduto de Eclusa de Navegação.** 2013. 223f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Curso de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DUTRA, T. de O. Critérios de projeto hidráulico de eclusas de navegação: pressões médias nos condutos de enchimento e esvaziamento. 2014. 94f. TCC (Graduação em Engenharia Hídrica) Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas.

KEMPKA, M. **Estimativa da distribuição longitudinal das pressões a jusante de comportas tipo segmento invertida.** 2014. 91f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Curso de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.