

DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DAS PRESSÕES MÉDIAS A JUSANTE DE UMA COMPORTA DE SEGMENTO INVERTIDO COM ABERTURA DE 40%

JOÃO PEDRO DE MORAIS DA SILVEIRA¹; ALINE SAUPE ABREU²; JOANA SOUZA DE GUSMÃO³; PRISCILA PRIEBE DOS SANTOS⁴; DAIANE FONSECA FREITAS⁵; MAURICIO DAI PRÁ⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – jpdslvr@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – alsaupe@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas - joana.de.gusmao@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – priscilaspriebe@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – daianeffreitas@gmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – mdaipra@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Comportas são mecanismos que permitem a administração da vazão de água em condutos, represas e reservatórios. Em 1930 as comportas de segmento passaram a ser introduzidas em sistemas de enchimento e esvaziamento de eclusas. Comportas do tipo segmento propiciam a entrada de ar nos aquedutos a jusante da comporta. Essa entrada de ar, por limitar a vazão líquida, causa grandes turbulências e perturbações no plano de água interno à câmara, trazendo riscos para as embarcações (SANTOS, 1998 apud KEMPKA, 2014). Devido a este fator, a comporta segmento passou a ser instalada na posição invertida. Se implantada dessa forma, a região de baixa pressão não fica localizada abaixo do poço da comporta, não levando ar para o escoamento.

É possível, em eclusas de alta e média queda, a ocorrência de cavitação a jusante das válvulas devido à alta velocidade do fluxo, nos pontos de curvas, recesso e *stop-logs* e na região imediatamente a jusante das válvulas (TONDOWSKI, 1987 apud KEMPKA, 2014). DOURADO (1986) apud KEMPKA (2014) afirma que os problemas de cavitação são observados de forma mais acentuada a jusante das comportas dos condutos de adução e esgotamento, salientando a preocupação com a região à jusante das comportas.

KEMPKA (2014) efetuou um estudo em um sistema genérico de enchimento e esvaziamento de câmara de eclusa com comporta invertida, onde comparou seus resultados com os obtidos por BATTISTON (2013) apud KEMPKA (2014).

O objetivo deste trabalho é comparar os resultados obtidos com o proposto pelas pesquisadoras visando a validação da metodologia proposta por BATTISTON (2013) apud KEMPKA (2014). Cabe salientar que esta metodologia é utilizada para estimar as pressões ao longo do conduto, prevendo, assim, esforços prejudiciais à estrutura.

2. METODOLOGIA

Para obtenção dos dados, foi utilizado um modelo físico com características genéricas de um aqueduto de enchimento controlado por uma comporta presente em eclusas de navegação. O modelo encontra-se no Laboratório de Hidráulica do curso de Engenharia Hídrica – UFPel. Os principais dados medidos foram: pressão “instantânea” e pressão média para determinadas vazões e aberturas de comporta.

Os valores de vazão foram estabelecidos pelo controle na operação de uma bomba hidráulica por meio de um inversor de frequência e monitorados em dois medidores de vazão eletromagnéticos. As pressões foram obtidas por transdutores

de pressão (“instantâneas”) e piezômetros (médias) ligados a um quadro onde a coluna d’água poderia ser observada. As tomadas de pressão foram instaladas a jusante da comporta, com espaçamento de 2,5cm a 10cm, tanto no teto como na base da bancada. Foram utilizados 17 transdutores na base do conduto e 14 piezômetros no teto, como pode ser visto na Figura 1.

A coleta dos dados a partir dos transdutores consistiu em 10 minutos de ensaio com frequência de aquisição de 200Hz. Para as pressões médias, cada piezômetro do quadro era observado por, no mínimo, 1 minuto, até ser possível definir uma média. O ajuste da abertura da comporta foi feito de forma visual tendo como referência uma escala presente na lateral do conduto, com variação de 10%.

Os ensaios consistiram em ajustar a abertura da comporta, ajustar a vazão pré-estabelecida controlando a frequência da bomba, coletar os dados de pressão “instantânea” e obter as médias dos piezômetros.



Figura 1 - Modelo físico no laboratório.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pelas medições no modelo físico foram analisados por meio de grupos adimensionais recomendados por BATTISTON (2013) apud KEMPKA (2014), que identificou que o comportamento de pressões médias com número de Reynolds superior a 3×10^5 é descrito por um coeficiente adimensional de posição, apresentado na equação 1, e um coeficiente adimensional de pressão, equação 2.

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

$$C\bar{P} = \frac{\bar{P} - P_{a100\%}}{\frac{v_a^2 - v^2}{2 \cdot g}} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

L_i é a distância do ponto de medição à comporta;

D é a altura do conduto;

a é o grau de abertura da comporta;

\bar{P} é a pressão média no ponto para determinado grau de abertura da comporta;

$\bar{P}_{a100\%}$ é a pressão média no ponto com as mesmas condições e com 100% de abertura da comporta;

V_a é a velocidade média na seção da comporta;

V^2 é a velocidade média no conduto;

g é a aceleração da gravidade.

Neste trabalho, optou-se por apresentar apenas a abertura de 40%, de modo que se possa ilustrar a comparação proposta, conforme apresentado na Figura 2. Os dados com número de Reynolds inferior a 3×10^5 são representados pelo x; os valores com Reynolds superior a 3×10^5 foram representados pelo círculo preenchido.

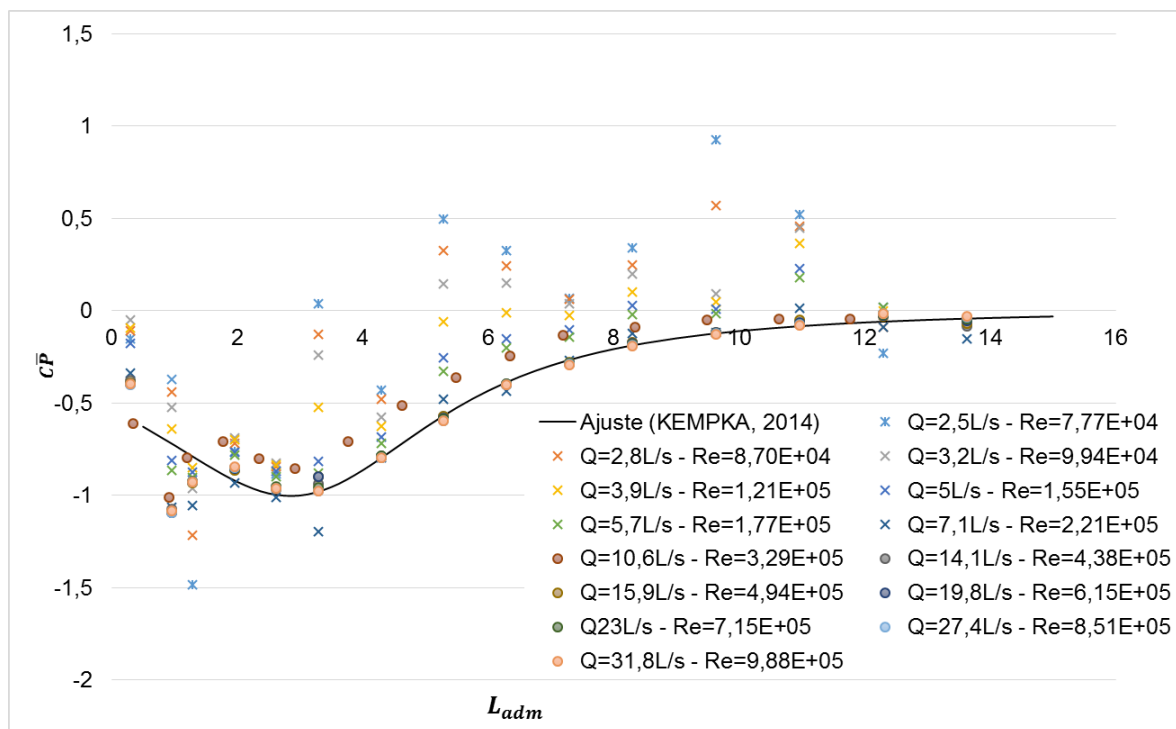


Figura 2 - Distribuição longitudinal dos coeficientes de pressão verificados na base de um conduto a jusante de uma comporta.

De forma geral, observou-se que os dados com número de Reynolds maior que 3×10^5 – vazão 10,6 L/s até 19,6 L/s – ajustam-se melhor à tendência proposta por KEMPKA (2014). Já os dados com Reynolds inferior a 3×10^5 – vazão abaixo de 10,6 L/s – distanciaram-se da tendência imposta. Tal comportamento foi também detectado por KEMPKA (2014). A curva tende a decrescer no intervalo adimensional de 0 a 3, torna-se crescente de 3 a 9 e, a partir desse ponto, estabiliza-se, concluindo, com isso, o efeito da abertura da comporta sobre o escoamento.

Alguns pontos nas vazões 2,5L/s, 2,8L/s, 3,9L/s, 5L/s e 5,7L/s apresentaram comportamento sem sentido físico, indicando problema com o equipamento de

medição ou na tomada de pressão. Por este motivo, estes pontos não foram considerados na análise.

A dispersão mais acentuada nos trechos mais próximos da comporta, pontos onde o $L_{adm} < 2$, pode ser atribuída à eventual diferença no formato do bordo da comporta usada neste experimento e no apresentado por KEMPKA (2014), apesar de se tratarem de estruturas físicas semelhantes com escala distinta.

4. CONCLUSÕES

A partir dos dados do presente estudo, foi possível identificar que os resultados obtidos foram, em geral, condizentes com os obtidos por KEMPKA (2014). Os menores valores de pressão se encontram logo a jusante da comporta, entre os adimensionais 2 e 4. Os esforços em relação à estrutura do conduto se dão em função de altas velocidades e baixas pressões, sendo esse intervalo o mais suscetível às complicações mencionadas.

Uma vez identificado o intervalo onde se encontram as menores pressões, ou seja, o mais sujeito a esforços contra o material de revestimento, é importante atentar para essa região do conduto em projetos destas estruturas hidráulicas e também durante os processos construtivos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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