

TEMPO MÍNIMO DE AMOSTRAGEM DE PRESSÕES EM ESTUDOS EXPERIMENTAIS EM RESSALTO HIDRÁULICO

**SANTOS, Juliano Pacheco dos¹; ABREU, Aline Saupe¹; MILANI, Idel Cristiana
Bigliardi²; DAI PRÁ, Mauricio^{2*}**

¹Graduação em Engenharia Hídrica, Universidade Federal de Pelotas (UFPel),
emaildojuliano1@gmail.com; ²Docente, UFPel, Centro de Desenvolvimento Tecnológico (DCTec).
*Orientador, mdaipra@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O ressalto hidráulico caracteriza-se por uma brusca elevação no nível d'água em um canal devido à mudança do regime do escoamento torrencial ou supercrítico para fluvial ou subcrítico (Porto, 2006). Este fenômeno é amplamente utilizado em obras hidráulicas como forma de dissipar a energia a jusante do escoamento, minimizando as forças erosivas no fundo do canal. O conhecimento das pressões flutuantes e extremas mínimas é necessário para que se possa mitigar os efeitos de macroturbulência do escoamento, tais como fadiga, cavitação e ressonância, ainda na fase de projeto dessas estruturas (Teixeira, 2008).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o tempo mínimo de amostragem experimental, utilizando uma abordagem estatística convencional, das pressões de fundo no canal que seja segura quanto à representatividade da amostra e, ao mesmo tempo, breve o suficiente para que o tempo de processamento dos dados seja diminuído.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho foram adquiridos em trabalho experimental realizado por DAI PRÁ (2011) em um modelo hidráulico de uma bacia de dissipação (Fig. 1), na qual foram impostas vazões de 0,050; 0,075; 0,100; 0,150; 0,200 e 0,250m³/s, onde foram coletadas as pressões instantâneas em 14 pontos ao longo da curva de concordância e do canal de dissipação (DAI PRÁ, 2011). Este trabalho analisou apenas os pontos onde os efeitos da curva de concordância não são observados, ou seja, no trecho plano da estrutura hidráulica. As pressões instantâneas foram obtidas usando-se transdutores de pressão com precisão de ± 3 milímetros de coluna d'água (mm.c.a.), frequência de aquisição de 500 Hz e tempo de amostragem de 10 minutos.



Figura 1 - Modelo hidráulico de bacia de dissipação (DAI PRÁ, 2011).

Para determinar o menor tempo de amostragem foi elaborado um modelo de planilha eletrônica que divide as séries originais em subséries com variação de um minuto, apresentando as pressões com probabilidade de ocorrência de 1% ($P_{1\%}$) e o desvio padrão de cada subsérie. Os pontos obtidos foram plotados em um gráfico relacionando pressões e tempos de amostragem juntamente com as envoltórias superior (linha sólida em azul) e inferior (linha sólida em amarelo), delineando a faixa máxima de erro dos transdutores em relação à série original, como exemplifica a Fig. 2.

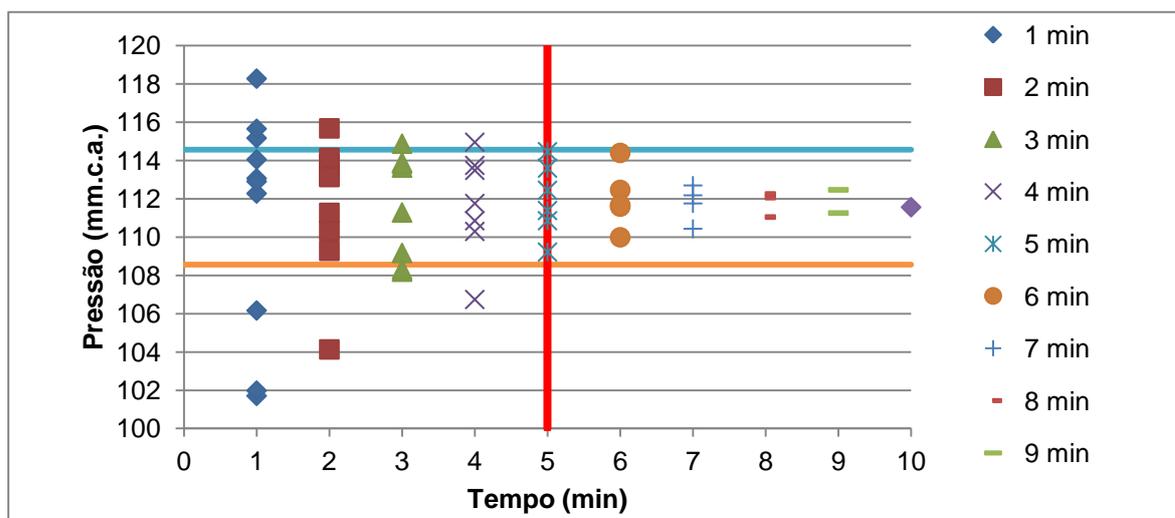


Figura 2 - Exemplo de gráfico gerado a partir das amostras das subséries com probabilidade de ocorrência de 1%, com envoltórias de ± 3 mm.c.a.

Na segunda etapa todos os gráficos gerados foram analisados para se determinar a subsérie com menor tempo de amostragem em que todos os pontos se encaixem perfeitamente dentro da faixa de precisão do sensor. No caso do exemplo da Fig. 2 o tempo de amostragem ideal foi de 5 minutos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise dos dados obtidos para os tempos de amostragem de cada transdutor adotou-se a adimensionalização dos parâmetros como forma de comparar os resultados obtidos de ensaios com diferentes valores de vazão.

Os tempos de amostragem em minutos (t_a) foram adimensionalizados em função da velocidade da água no ponto de início do ressalto (v_1), da pressão média obtida em cada sensor (P_x) e do Número de Froude no início do ressalto (Fr), conforme Eq. 1.

$$Y_{adm} = \frac{t_a \cdot v_1}{P_x \cdot Fr} \quad (\text{Equação 1})$$

A posição ao longo do ressalto (X) foi adimensionalizada em função da posição do início do ressalto com relação ao início do trecho plano do canal (P_i), da lâmina d'água na posição final do ressalto hidráulico (y_2) e da lâmina d'água no ponto de início do ressalto (y_1), conforme Eq. 2.

$$X_{adm} = \frac{X - P_i}{y_2 - y_1} \quad (\text{Equação 2})$$

Os resultados adimensionalizados obtidos para as flutuações de pressão atuantes junto ao fundo do canal são apresentados na Fig. 2 e os resultados para as pressões com probabilidade de ocorrência de 1% são mostrados na Fig. 3.

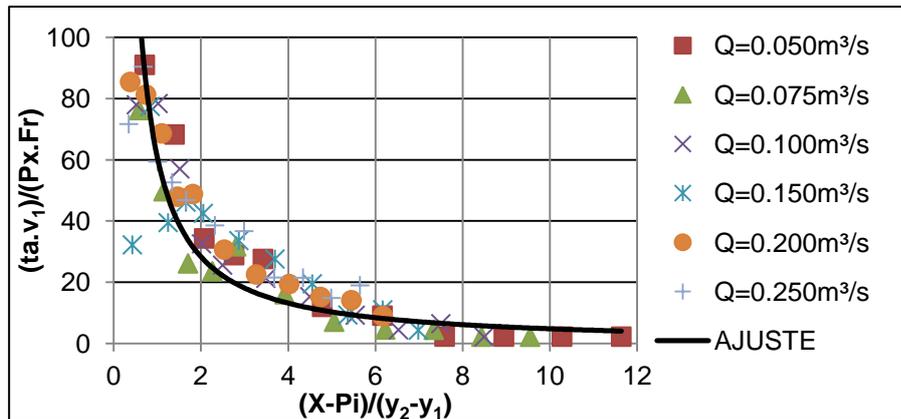


Figura 3 - Tempo de amostragem mínimo para as flutuações de pressão.

A partir dos resultados adimensionalizados de pressões flutuantes foi possível ajustar uma curva potencial que descreve o comportamento das pressões no fundo do canal (Eq. 3). O coeficiente de determinação do ajuste (R^2) é de 0,788.

$$\frac{ta.v_1}{Px.Fr} = 60,797 \left(\frac{X - P_i}{y_2 - y_1} \right)^{-1,104} \quad (\text{Equação 3})$$

Conforme a Fig. 4, também foi possível ajustar uma equação com os resultados das pressões mínimas adimensionalizadas, conforme Eq. 4. O R^2 do ajuste foi de 0,74.

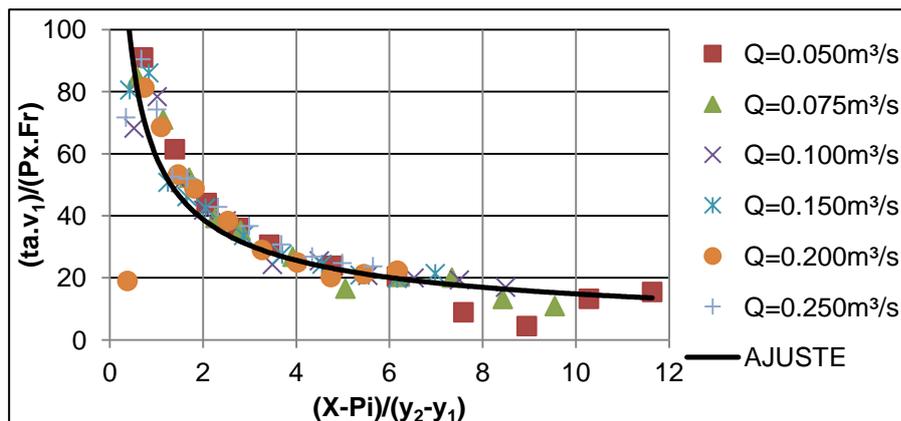


Figura 4 - Tempo de amostragem mínima para pressões com probabilidade de ocorrência de 1%.

$$\frac{ta.v_1}{Px.Fr} = 58,815 \left(\frac{X - P_i}{y_2 - y_1} \right)^{-0,599} \quad (\text{Equação 4})$$

Como pode ser visto nas Figs. 3 e 4, foi possível realizar um bom agrupamento dos pontos a partir dos números adimensionais escolhidos,

salientando que optou-se por apresentar ambas equações a partir de uma abordagem matemática potencial.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um método para a determinação de tempos mínimos de aquisição experimental de dados de pressões em ressalto hidráulico livre que garantam a representatividade da amostra sem comprometer a análise posterior dos dados. A determinação se dá a partir da lei que estabelece o tempo mínimo de amostragem em ressalto hidráulico livre utilizando-se transdutores de pressão com faixa de erro de ± 3 mm.c.a. com amostragem em 500Hz de frequência.

5 AGRADECIMENTOS

À FINEP, pelo auxílio financeiro através do projeto “Análise dos Esforços Hidrodinâmicos a Jusante de Válvulas de Enchimento/Esvaziamento de Eclusas de Navegação” no âmbito do CT-Aquaviário. Ao CNPq pela concessão de bolsas.

6 REFERÊNCIAS

DAI PRÁ, M. **Uma abordagem para determinação das pressões junto ao fundo de dissipadores de energia por ressalto hidráulico**. 2011. Tese de Doutorado - Programa de pós-graduação em recursos hídricos e saneamento ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.

PORTO, R. M. **Hidráulica Básica** - 4 ed.- São Carlos: EESC-USP, 2006, 519 pg.

TEIXEIRA, E. D. **Efeito de escala na previsão dos valores extremos de pressão junto ao fundo em bacias de dissipação por ressalto hidráulico**. Setembro de 2008. Tese de Doutorado – Programa de pós-graduação em recursos hídricos e saneamento ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.