



<b>Evento</b>	Salão UFRGS 2018: SIC - XXX SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRGS
<b>Ano</b>	2018
<b>Local</b>	Campus do Vale - UFRGS
<b>Título</b>	Análise por simulação numérica dos efeitos de escala no escoamento em vertedouros em degraus
<b>Autor</b>	LUÍSA LÜDTKE LAUFFER
<b>Orientador</b>	EDER DANIEL TEIXEIRA

## ANÁLISE POR SIMULAÇÃO NUMÉRICA DOS EFEITOS DE ESCALA NO ESCOAMENTO EM VERTEDOUROS EM DEGRAUS

Aluna: Luísa Lüdtke Lauffer – IPH/UFRGS

Orientador: Eder Daniel Teixeira – IPH/UFRGS

Co-orientadores: Daniela Guzzon Sanagiotto; Lucas da Silva Tassinari – IPH/UFRGS

Vertedouros são estruturas hidráulicas que têm por objetivo garantir a segurança de uma barragem permitindo a passagem do excesso de água para jusante. Ao utilizar vertedouros com degraus construídos ao longo da calha é possível aumentar a dissipação de energia do escoamento ao longo da própria calha e, conseqüentemente, reduzir as estruturas de dissipação a jusante. Ao longo dos anos, estudos desenvolvidos em modelos físicos caracterizaram o escoamento em vertedouros em degraus. Porém, ao serem realizados em modelos reduzidos, estão sujeitos aos efeitos de escala. O desenvolvimento da tecnologia computacional permitiu estudos em modelos numéricos a partir da resolução das equações características do escoamento. O objetivo deste estudo é avaliar os efeitos de escala no escoamento sobre um vertedouro em degraus utilizando uma geometria modelada em diferentes escalas a partir de simulação numérica do escoamento.

O uso da fluidodinâmica computacional representa uma importante ferramenta no estudo do escoamento, permitindo estudar diferentes configurações. Neste trabalho, foi utilizada uma geometria de vertedouro em degraus com declividade 1V:0,75H e altura dos degraus igual a 0,60 m em escala de protótipo. As simulações numéricas do escoamento foram realizadas utilizando o *software* Ansys – CFX, que resolve as equações do escoamento utilizando o método dos volumes finitos. O modelo de turbulência utilizado foi o k- $\epsilon$ , que apresenta bom desempenho relatado por outros autores. Foi utilizada uma malha adaptativa com aproximadamente  $2,7 \times 10^5$  nós e  $1,4 \times 10^6$  elementos. Nas simulações das diferentes escalas buscou-se manter a malha com o mesmo número de nós e elementos. Para avaliar o efeito de escala, foram estudadas três diferentes escalas: protótipo (1:1), escala 1:10 e escala 1:100. A escala de protótipo foi escolhida por ser a referência e permitir a comparação dos resultados. A escala 1:10 representa uma escala que seria adequada e usual para este tipo de estrutura e a escala 1:100 é a escala limite que se pode adotar, considerando as dimensões de modelo. A condição de contorno de não deslizamento foi aplicada nas paredes e fundo. Na saída foi definida pressão relativa de 0 Pa. A face superior foi considerada aberta à atmosfera, estando sujeita a pressão atmosférica. Na entrada a condição de contorno utilizada foi uma vazão mássica. Foram estudadas duas vazões específicas iguais a  $8 \text{ m}^3/(\text{s.m})$  e  $10 \text{ m}^3/(\text{s.m})$  em escala de protótipo. As vazões das escalas de 1:10 e 1:100 foram definidas com base na Lei de Semelhança de Froude em que  $q_p/q_m = \lambda^{3/2}$  ( $q_p$  e  $q_m$  são as vazões específicas do protótipo e do modelo e  $\lambda$  é a escala geométrica).

Os resultados foram comparados através das distribuições de pressões médias nos espelhos e patamares dos degraus. Nos espelhos dos degraus há um extremo de pressão negativa e nos patamares há um extremo de pressão positiva, ambos próximos da quina externa dos degraus. Esse padrão é observado para os estudos nas diferentes escalas e para as duas descargas testadas. A comparação dos resultados entre as escalas estudadas indica que quanto menor a escala considerada, maior é a magnitude da pressão negativa nos espelhos e maior a pressão positiva do patamar. Isso mostra que o efeito de escala pode resultar em diferenças consideráveis de pressão caso não sejam considerados critérios na modelagem física que reduzam os efeitos de escala, com base em outros números adimensionais, como Reynolds e Weber, por exemplo. Neste estudo, foram observadas diferenças em escala de protótipo de cargas de pressão de até 0,98 m.c.a. nos espelhos e 1,3 m.c.a. nos patamares dos degraus.