



### INFLUÊNCIA DA DECLIVIDADE NAS MÉDIAS DE CARGA DE PRESSÃO EM MODELOS REDUZIDOS DE VERTEDOUROS EM DEGRAUS

AUTOR: MATHEUS VICTOR CRUZ

#### INTRODUÇÃO

A modelagem física auxilia na avaliação de projetos de obras hidráulicas, possibilitando a imposição de diversas condições de ensaio. O presente estudo considera duas declividades de calhas de vertedouros em degraus (Figura 1 e Figura 2), de forma a se identificar a influência da declividade nas cargas de pressões médias, medidas nos patamares dos degraus.

#### OBJETIVO

O objetivo do trabalho é encontrar uma tendência de distribuição dos dados de pressões médias nos patamares dos degraus de modelos físicos reduzidos que considere a influência da declividade da calha do vertedouro em degraus.

#### METODOLOGIA

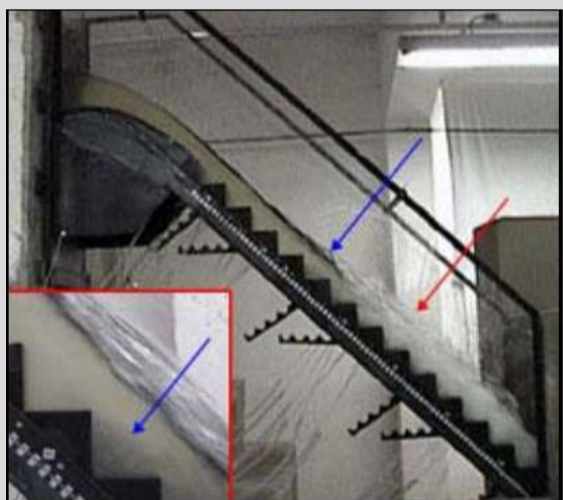


Figura 1. Modelo Físico com declividade da calha 1H:0,75V. Fonte: Sanagiotto (2003)



Figura 2. Modelo Físico com declividade da calha 1H:1V. Fonte: Dái Pra (2004)

MODELO	SANAGIOTTO (2003)	DAI PRÁ (2004)
DECLIVIDADE (°)	53.13	45.00
Nº de degraus instrumentados	5	6
Altura da calha (m)	2.45	2.44
Comprimento da calha (m)	2.48	3.10
Comprimento da ogiva (m)	0.78	0.57
Largura da calha (m)	0.4	0.40
Rugosidade da calha (m)	0.036	0.04
Vazão mínima (m³/s)	0.02	0.02
Vazão máxima (m³/s)	0.28	0.28
Escala	01:10	0.05

Figura 3. Características dos modelos físicos utilizados no trabalho

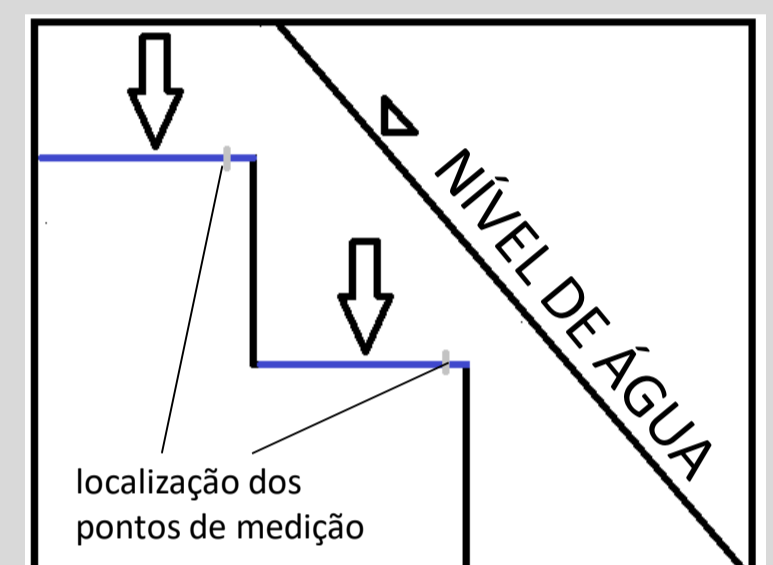


Figura 4a. As setas indicam a posição do patamar nos degraus (arestas horizontais); a medição das pressões é feita na região próxima ao vértices (quina do degrau).

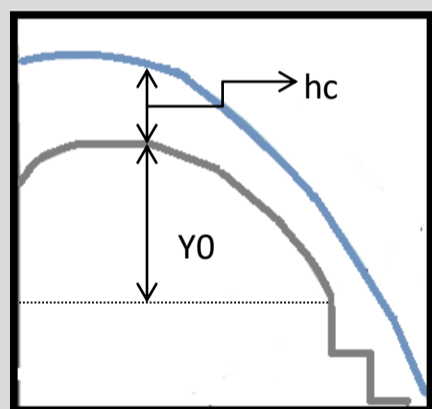


Figura 4b. Representação da altura crítica ( $h_c$ ) em metros no modelo reduzido; essa é a posição onde o escoamento muda sua cinética de lento para rápido; nesta figura também é representada a altura da ogiva ( $Y_0$ ).

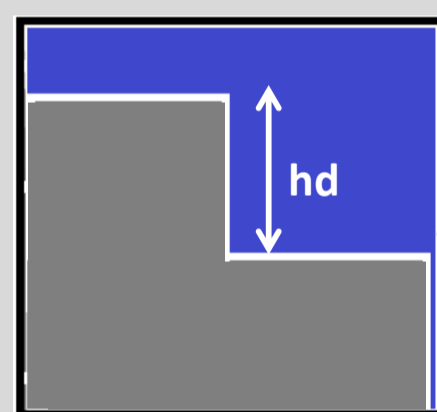


Figura 4c. Representação da calha escalonada, com altura do degrau ( $h_d$ ); a posição vertical de um degrau pode ser calculada multiplicando o  $h_d$  pelo número de degraus até ao respectivo ponto de medição; somando-se a quantidade de degraus à altura  $Y_0$  da Figura 5, resulta na carga total até o degrau analisado.

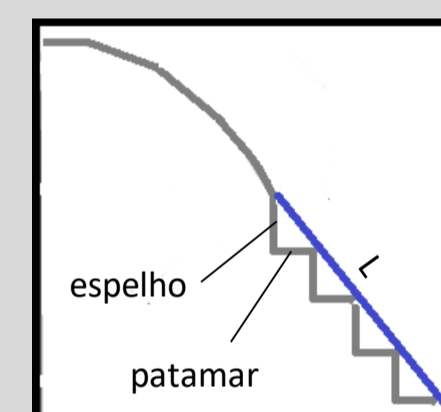


Figura 4d. Representação do comprimento longitudinal da calha ( $L$ ), em azul, a partir do primeiro degrau; percebe-se que o  $L$  é a soma das hipotenusas dos triângulos formados pelos espelhos e patamares dos degraus.

As características dos modelos analisados são vistas na Figura 3: de Sanagiotto (2003), com declividade  $53,13^\circ$ ; e de Dai Prá (2004), com declividade  $45^\circ$ . Os parâmetros da análise são descritos nas Figuras 4a até 4d, sendo que os dados de pressões médias utilizados neste trabalho foram obtidos na região superior dos patamares (Figura 4a), onde ocorrem as maiores sobrepensões.

Os dados de pressão são distribuídos graficamente ao longo do comprimento da calha  $L$  em metros (Figura 5), e também na forma adimensional (figuras 6 e 7) para que, dessa forma, seja possível avaliar parâmetros gerais tanto no modelo como no protótipo (tamanho real), considerando-se a pressão com função dentre outras variáveis o cosseno da declividade ( $\theta$ ) da calha.

#### ANÁLISE

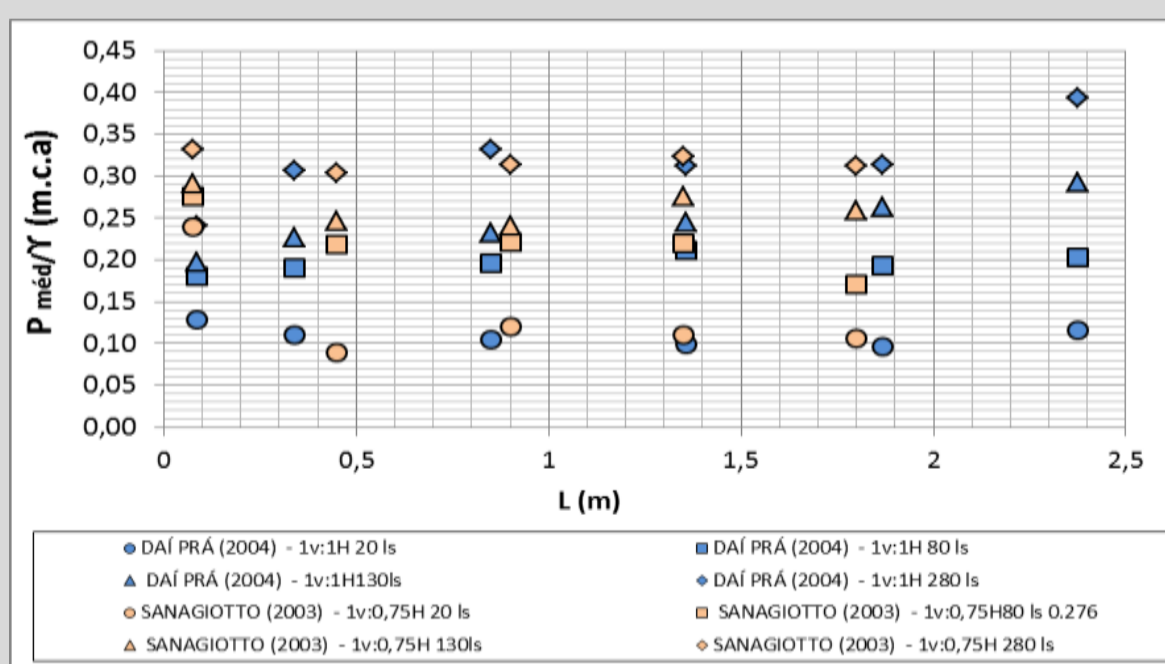


Figura 5. Distribuição dimensional (m.c.a.) das pressões médias ao longo da calha  $L$  do vertedouro em degraus; os resultados não apresentaram grande variação, com exceção do primeiro degrau.

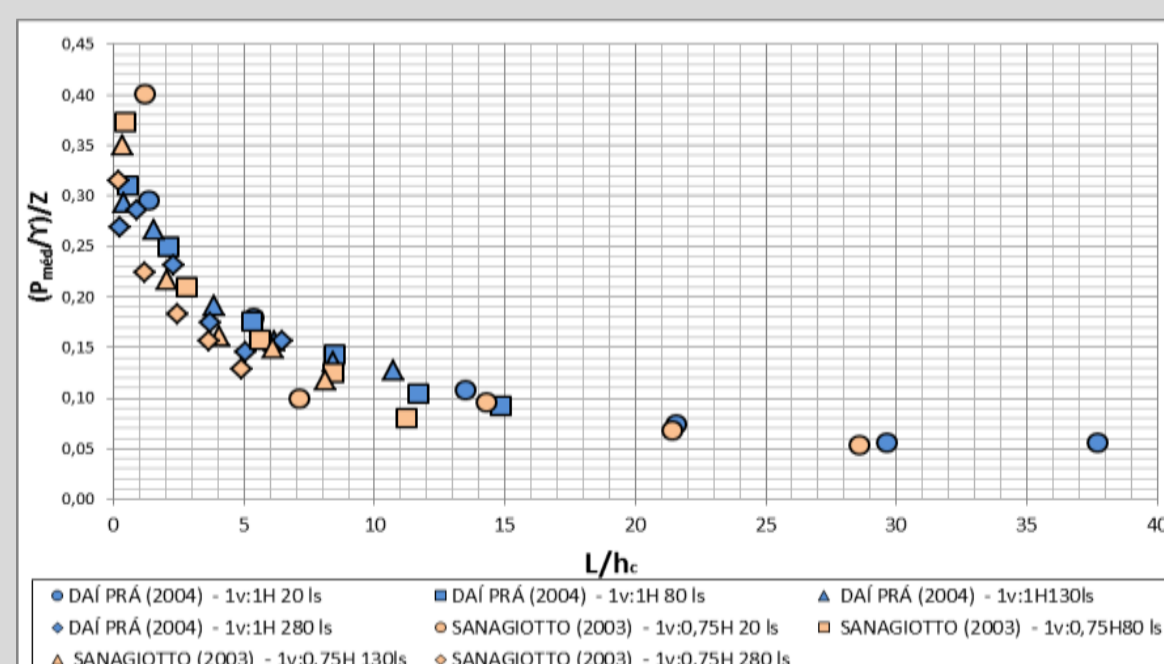


Figura 6. Os parâmetros utilizados nesta forma adimensional encontram-se explicados nos eixos do gráfico; nesta relação de parâmetros a distribuição dos valores comporta-se de modo exponencial.

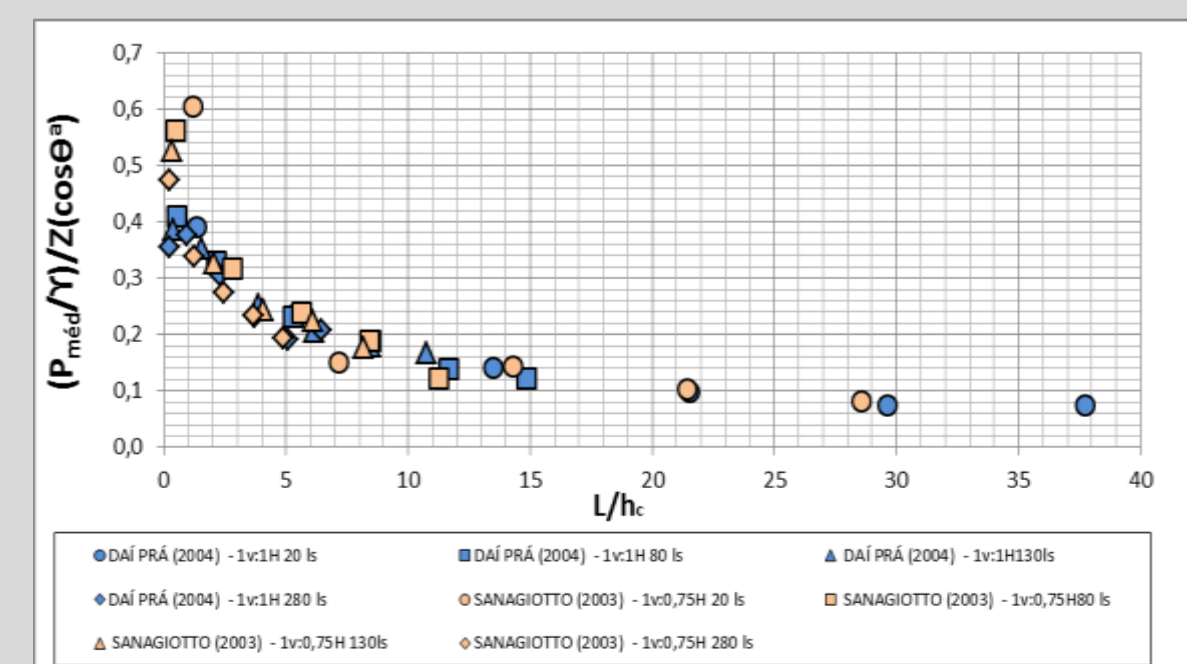


Figura 7. Ao utilizar o cosseno do ângulo de declividade das calhas (eixo das ordenadas), proporcionou um ajuste que contribuiu para a redução na dispersão vista na Figura 6; o fator 'a' que é a potência do cosseno equivale a -0,8.

#### CONCLUSÃO

Conclui-se que o cosseno da declividade, quando correlacionada com um fator 'a', pode ser usado como redutor da dispersão para a relação adimensional proposta. Em outras palavras, em um canal de grande inclinação, sendo as pressões função da declividade, ao utilizar um fator 'a' como expoente do cosseno da declividade do canal é possível a redução da dispersão dos dados.