

Caracterização do Escoamento em Bacia de Dissipação a Jusante de Vertedouro em Degraus

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - IPH - Laboratório de Obras Hidráulicas

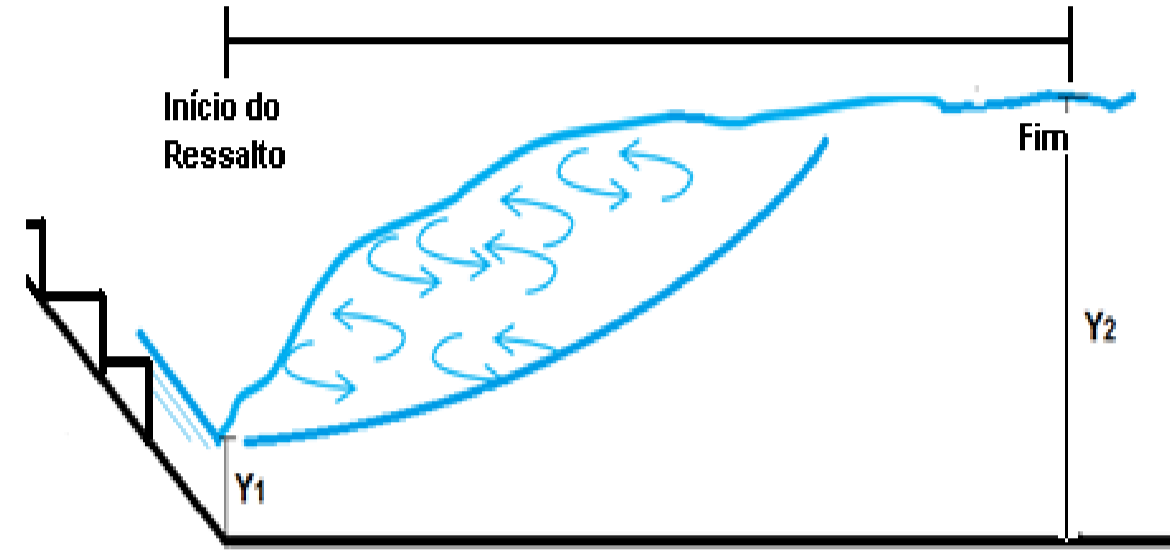
>>INTRODUÇÃO<<

O estudo sobre dissipação de energia em vertedouros e em bacias de dissipação dos reservatórios e das barragens é de extrema importância, tendo em vista os inúmeros aspectos decorrentes do processo, tais como erosão das margens, fenômenos ondulatórios, extravasamentos, sedimentação, esforços e consequentes possíveis danos estruturais.

Dentre as inúmeras análises acerca dos processos hidrodinâmicos da dissipação de energia no vertedouro, há as de caracterização do escoamento da água no ressalto hidráulico. Compreender melhor esses processos, portanto, permite evitar uma possível inviabilidade da obra, bem como otimizar os custos do projeto.



Vertedouro em Degraus da Barragem Dona Francisca - Agudo/RS



Esquema de Ressalto Hidráulico em Vertedouro em Degraus (Y1 e Y2 são profundidades do escoamento que ocorre da esquerda para direita)

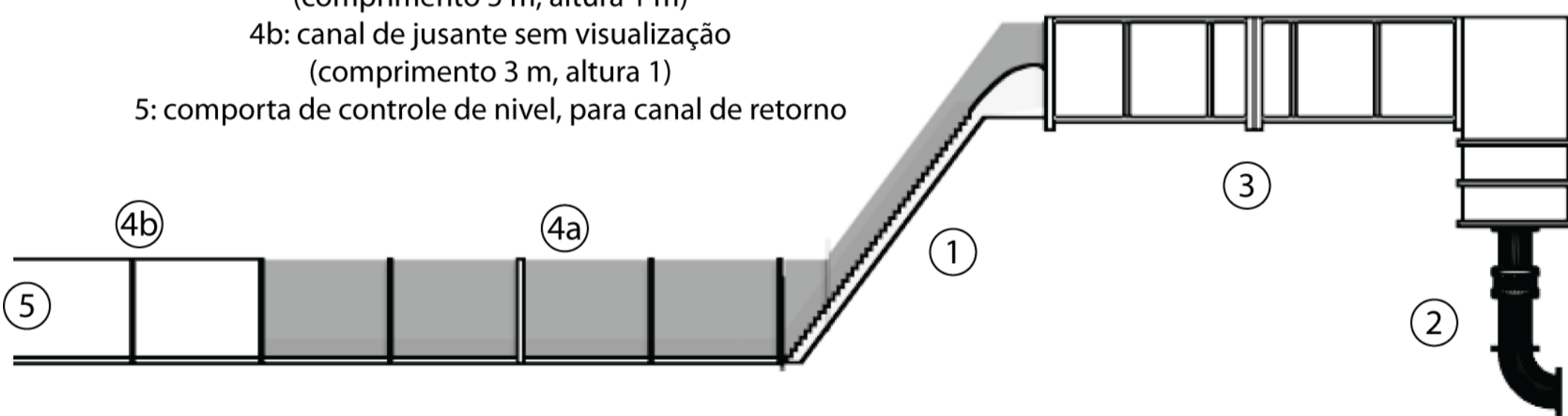
>>OBJETIVO<<

O presente trabalho visa caracterizar os perfis verticais da velocidade tridimensional do escoamento, na bacia de dissipação, a jusante do vertedouro em degraus.

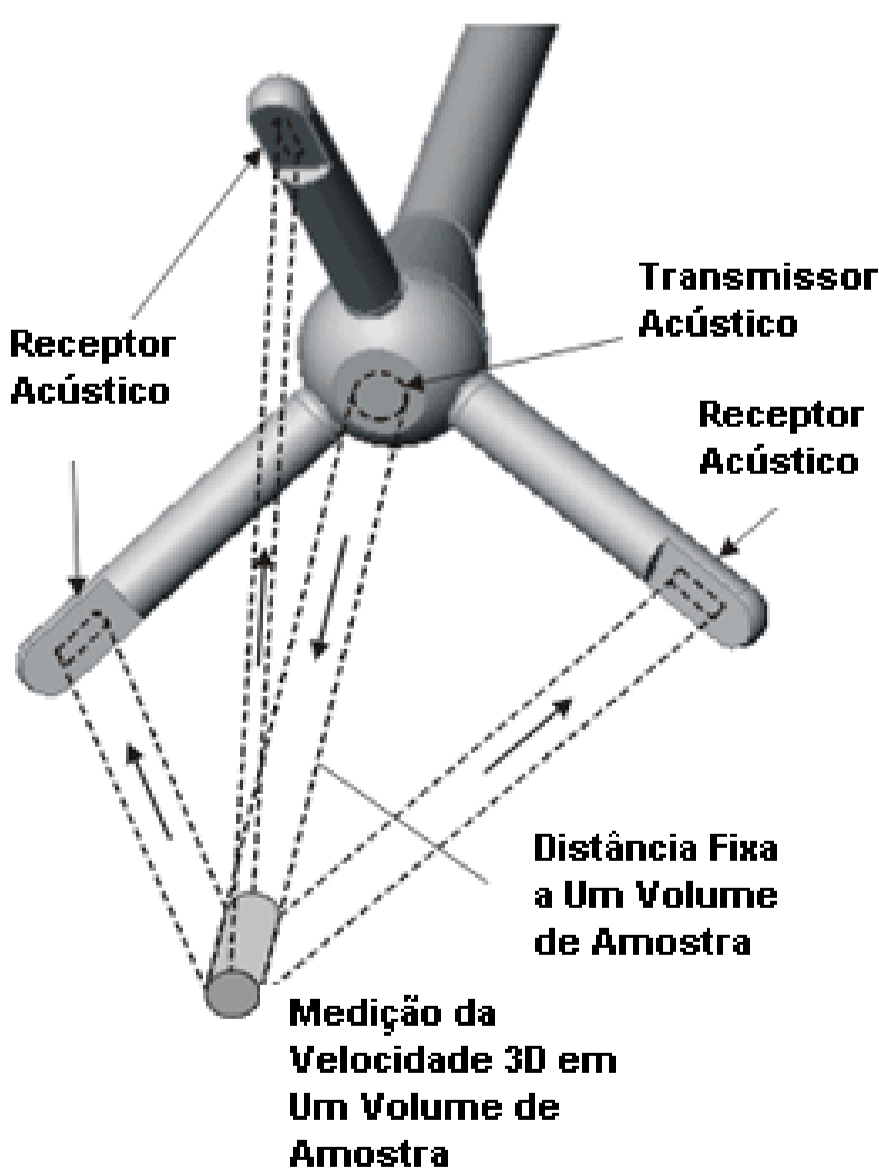
>>METODOLOGIA DE PESQUISA<<

Na metodologia de trabalho, foi utilizado um modelo físico reduzido, instalado no LOH, IPH/UFRGS. Este modelo consiste em um vertedouro em degraus com 2,45 m de altura, 0,4 m de largura, declividade aproximada de 53°, e degraus de 0,06 m. Para medir a velocidade tridimensional do escoamento, foi utilizado um ADV (*acoustic Doppler velocimeter*), um aparelho que emite e recebe sinais acústicos, baseado no efeito Doppler. O ADV utilizado nos ensaios era da marca Sontek, modelo Sontek/YSI 16 – MHz Micro-ADV.

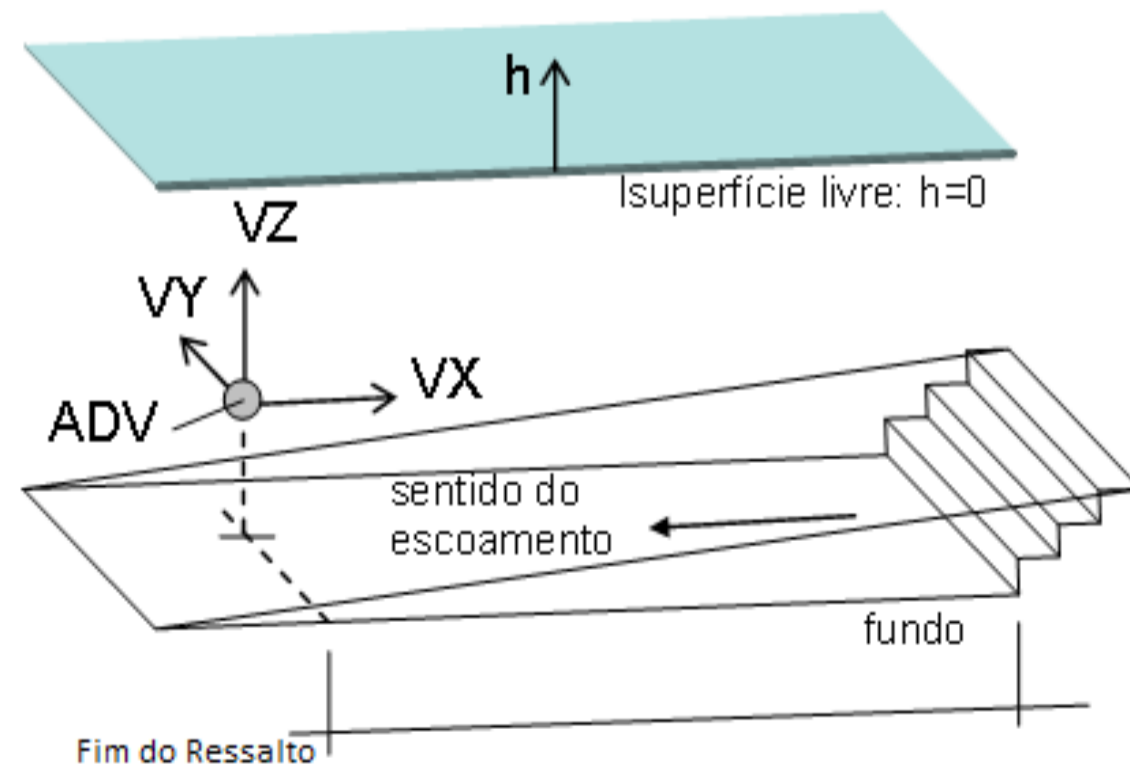
- 1: vertedouro em degraus (33 degraus, altura 6 cm, declividade 1:0,75, altura 2,45 m)
- 2: sistema de alimentação (DN 300 mm)
- 3: reservatório e canal de montante (comprimento 5 m, altura mínima 1 m)
- 4a: canal de jusante com visualização (comprimento 5 m, altura 1 m)
- 4b: canal de jusante sem visualização (comprimento 3 m, altura 1 m)
- 5: comporta de controle de nível, para canal de retorno



Esquema do Modelo Físico (Escoamento da Direita para a Esquerda)



Princípio de Funcionamento do ADV

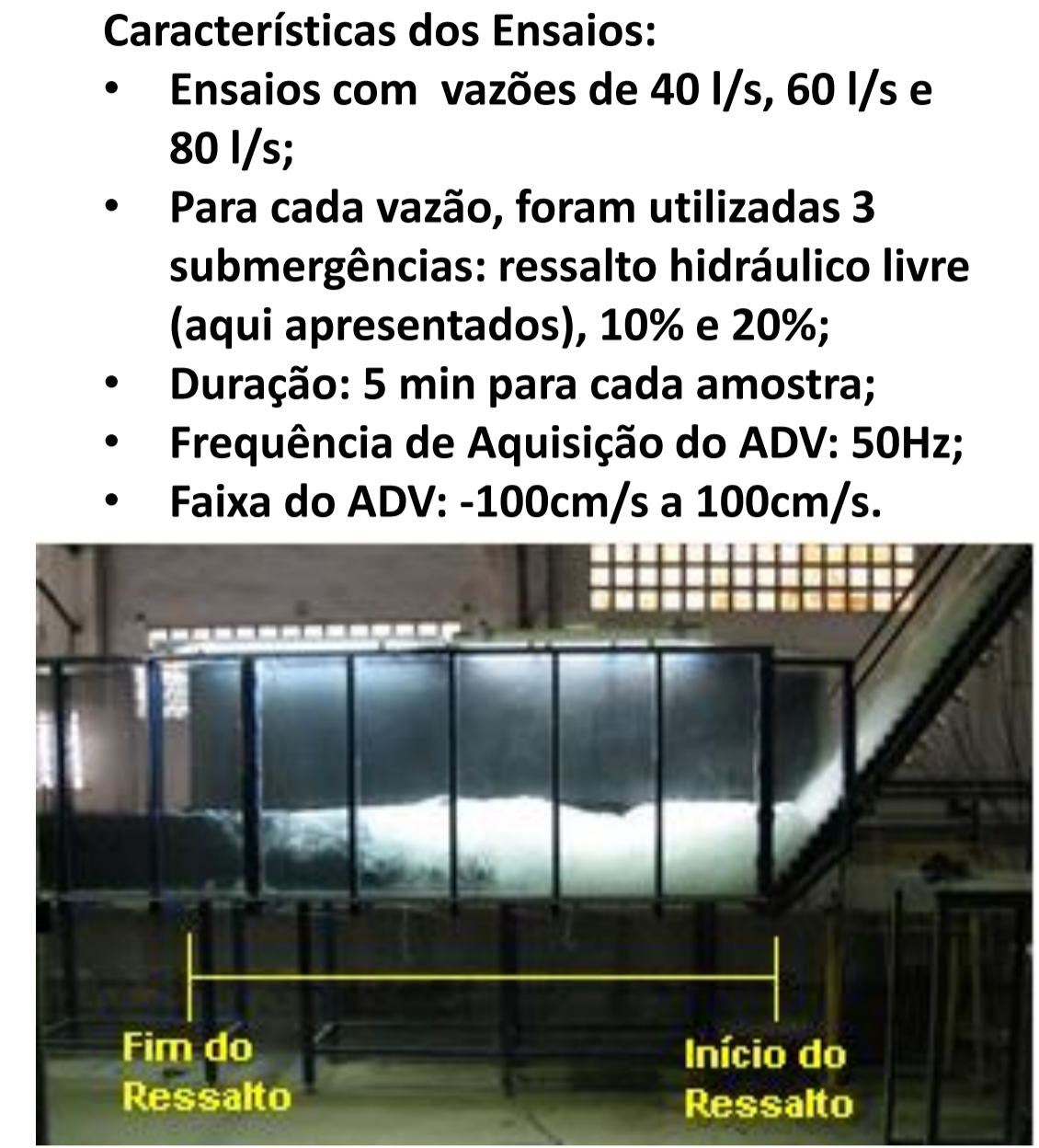


Esquema da Posição do ADV e Indicação dos Sentidos do Escoamento, de h Positivo nos Gráficos dos Perfis de Velocidades e das Componentes Positivas de Velocidades Medidas pelo ADV.

>>ANÁLISE DE DADOS<<



ADV instalado para medição



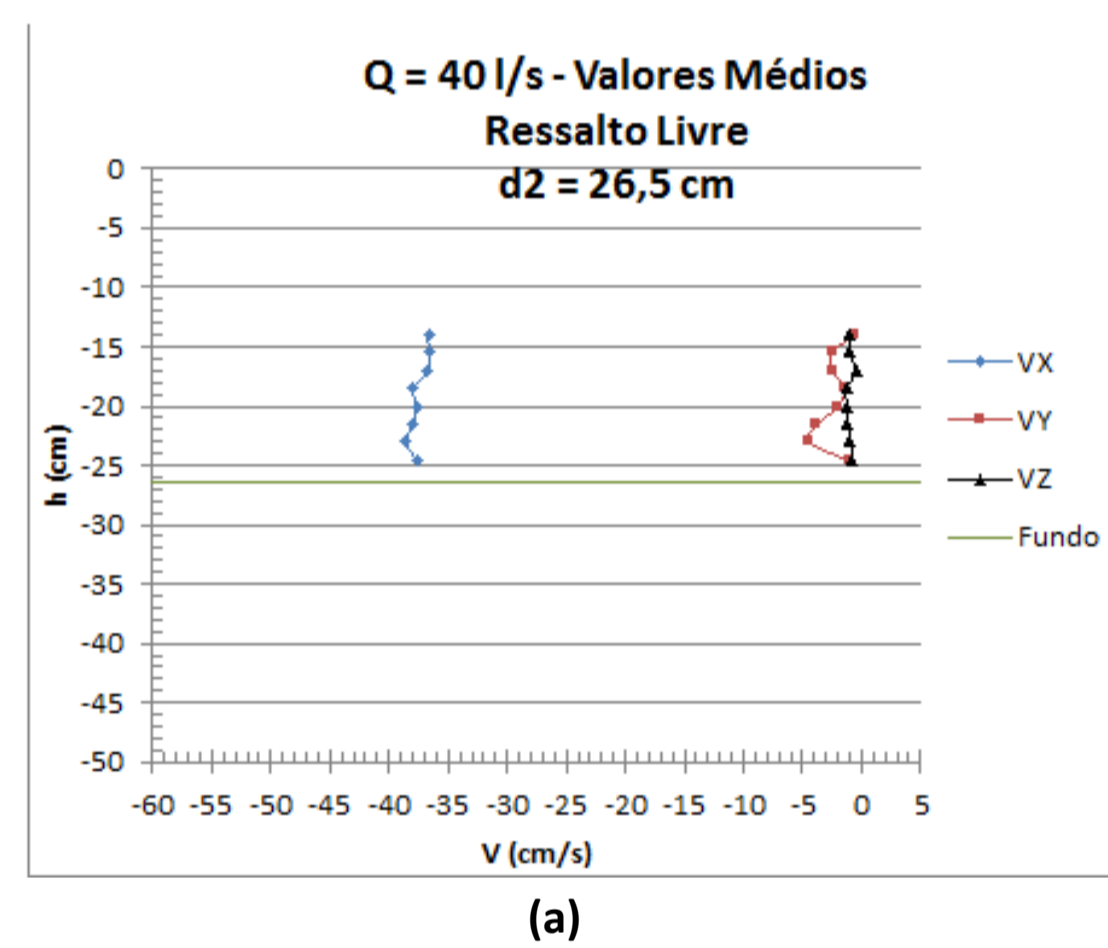
Modelo Físico do Vertedouro em Degraus, do Laboratório de Obras Hidráulicas (LOH)

Características dos Ensaios:

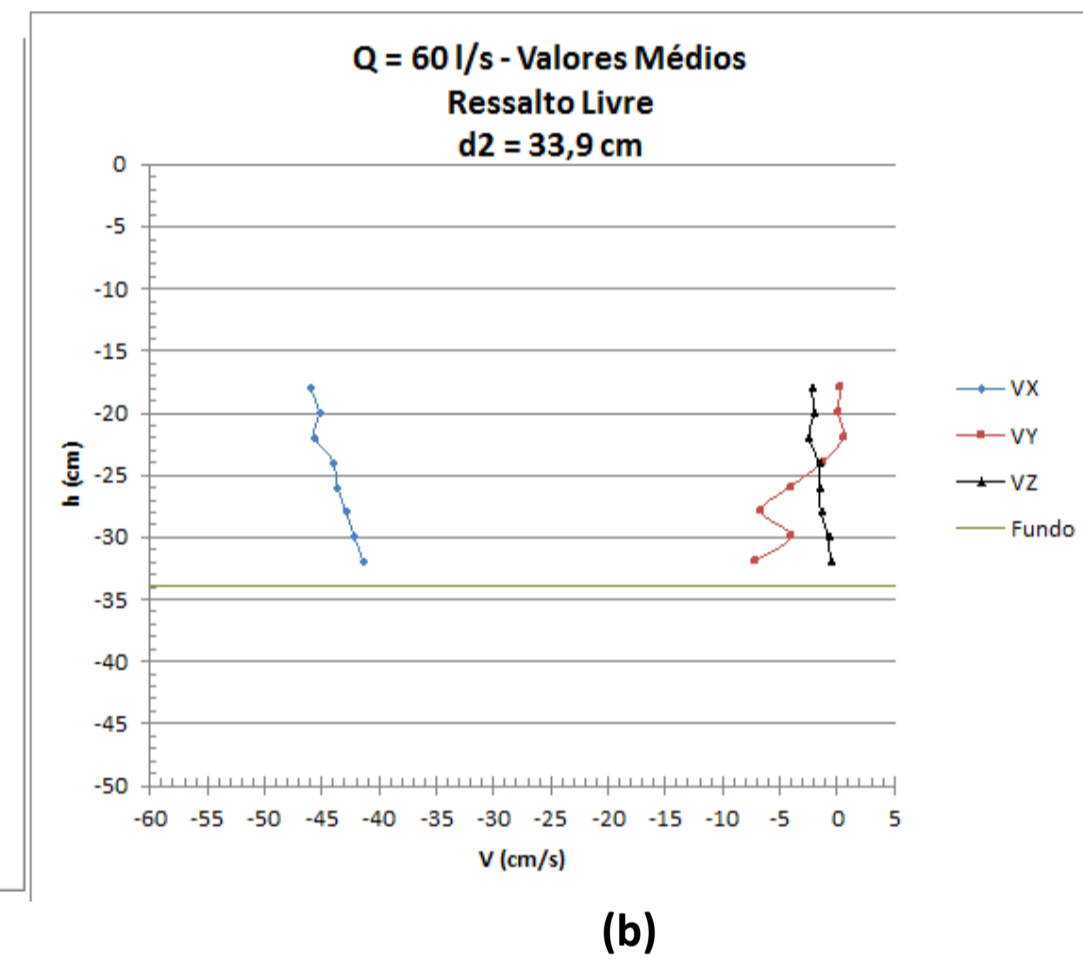
- Ensaios com vazões de 40 l/s, 60 l/s e 80 l/s;
- Para cada vazão, foram utilizadas 3 submergências: ressalto hidráulico livre (aqui apresentados), 10% e 20%;
- Duração: 5 min para cada amostra;
- Frequência de Aquisição do ADV: 50Hz;
- Faixa do ADV: -100cm/s a 100cm/s.

A medição de velocidade foi feita pontualmente, variando a distância vertical do equipamento do fundo até a superfície. A frequência de medição utilizada foi de 50 Hz, ou seja, o intervalo de tempo das medições foi de 0,02 s. Sendo assim, a cada 0,02 s o ADV fazia um registro de velocidade nas direções x, y e z. Os registros tiveram duração de 5 min, obtendo-se, desta forma, várias leituras. Dessas leituras, calcularam-se as médias aritméticas dos valores instantâneos, apresentadas nos gráficos a seguir.

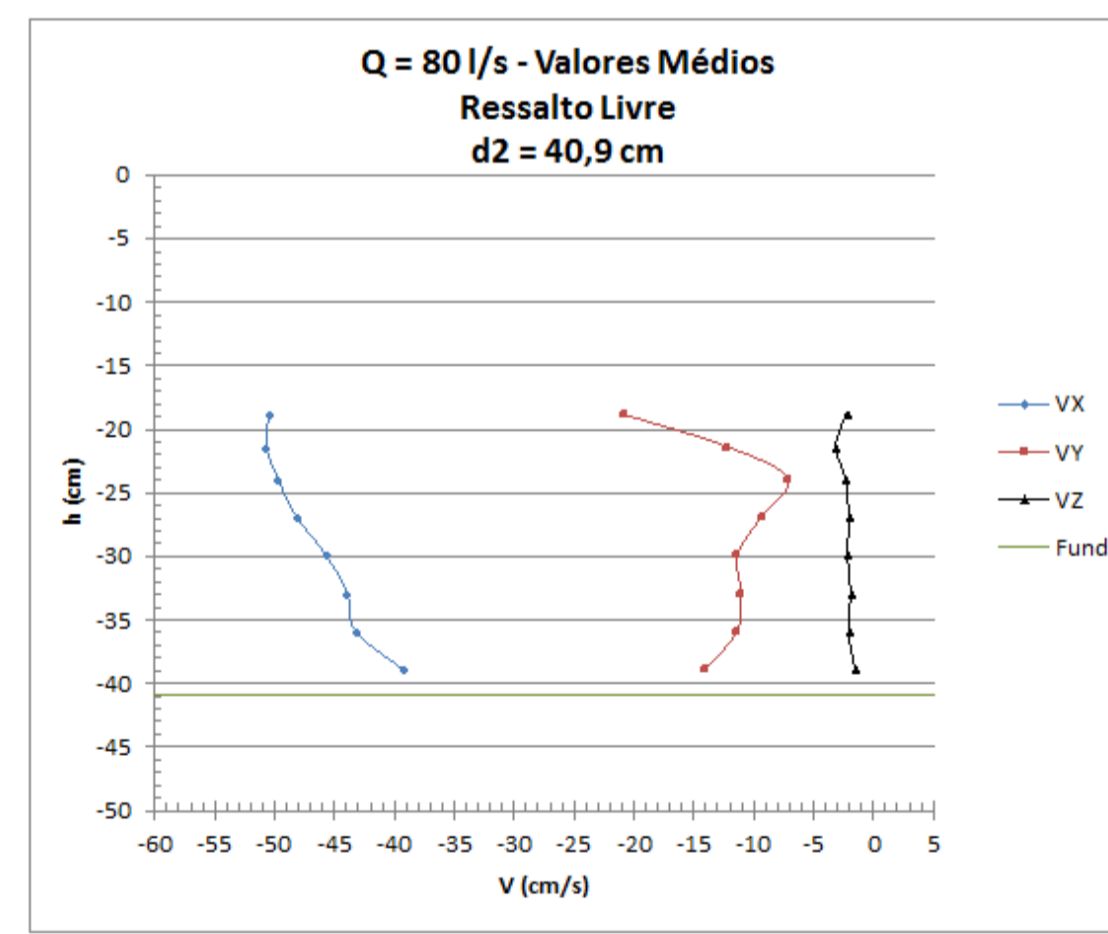
>>RESULTADOS<<



(a)



(b)



(c)

Os gráficos (a), (b) e (c) mostram as velocidades médias tridimensionais do escoamento para o ressalto livre em vazões de 40, 60 e 80 l/s, respectivamente, em função da profundidade do ponto de medição (h) do ADV. O valor zero representa a superfície do escoamento; e d2, a profundidade do escoamento a jusante.

>>CONCLUSÕES<<

A medição de perfis verticais de velocidade do escoamento, realizada através do ADV a jusante de ressalto hidráulico livre, demonstrou que o perfil de velocidade média para a vazão de 40 l/s na direção principal do escoamento, Vx, é razoavelmente uniforme. O mesmo não foi verificado para as vazões de 60 e 80 l/s. Foi possível verificar, também, para todas as vazões ensaiadas, uma tendência crescente de tridimensionalidade do escoamento na seção de medição, com o aumento da vazão, através do surgimento de valores significativos da velocidade no sentido da margem esquerda do canal. Esses ensaios permitem relacionar a tridimensionalidade do escoamento, com resultantes em direções secundárias (y e z), com a oscilação da superfície, resultando em ondas que se propagam para jusante. As resultantes estão relacionadas com as oscilações, bem como as suas características de amplitudes e períodos. As oscilações, portanto, estão diretamente relacionadas às vazões.

>>AGRADECIMENTOS<<

Ao Instituto de Pesquisas Hidráulicas (UFRGS), aos colegas do Laboratório de Obras Hidráulicas, ao CNPq pelo apoio financeiro com bolsa de Iniciação Científica do autor e a Dona Francisca Energética S.A. pelo apoio na infraestrutura do canal.