

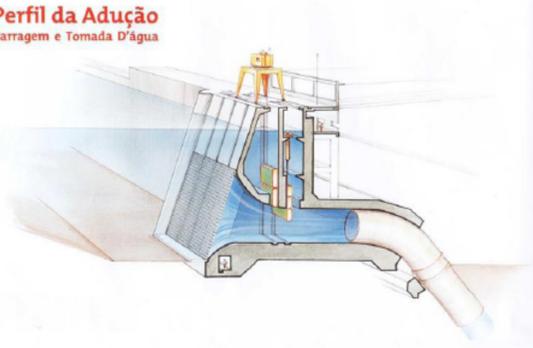
ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE FORMAÇÃO DE VÓRTICES EM TOMADAS D'ÁGUA DE USINAS HIDRELÉTRICAS

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

>>INTRODUÇÃO<<

Tomadas d' água de usinas hidrelétricas captam água do reservatório para o sistema de adução, conduzindo a massa fluída até a turbina para a conversão de energia hidráulica em energia mecânica. No projeto dessas estruturas, o grande desafio é impedir a entrada de ar tubulação por meio da formação de vórtices. A entrada de ar na tubulação que chega a turbina é prejudicial ao sistemas diminui o coeficiente de descarga (diminui a vazão de água que chega na turbina), causa vibrações, cavitação e diminui a eficiência da turbina.

Perfil da Adução Barragem e Tomada D'água

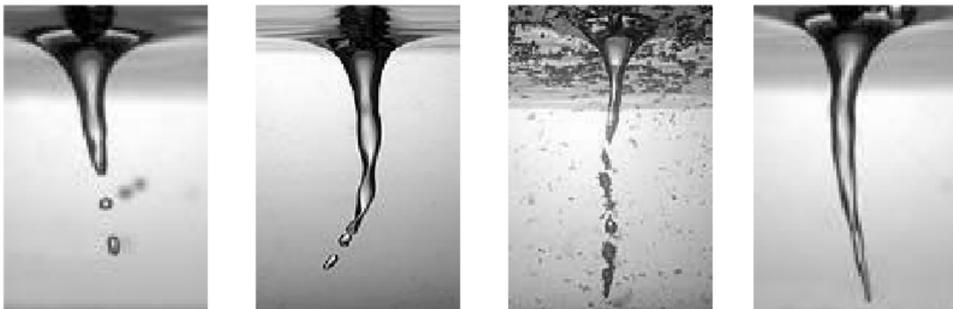


Modelo esquemático da tomada de água da UHE Dona Francisca



Vórtice em uma tomada d' água

Segundo PADMANABHAN E HECKER (1983), os tipos de vórtices que devem ser evitados são aqueles que há formação do núcleo com a presença de ar (tipo 3), sucção de partículas flutuantes com sucção de ar (tipo 4), bolhas de ar engolidas pela tomada (tipo 5) ou núcleo desenvolvido até a tomada (tipo 6).



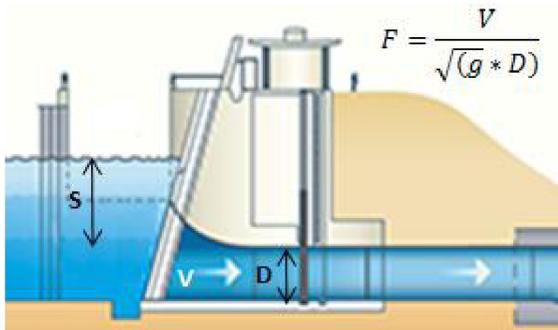
Vórtice do tipo 3

Vórtice do tipo 4

Vórtice do tipo 5

Vórtice do tipo 6

Um parâmetro muito importante que deve ser analisado é a submersão crítica, parâmetro que estabelece a altura de coluna de água mínima acima da borda superior do conduto da tomada de água para que não ocorra a formação de vórtices com arraste de ar.



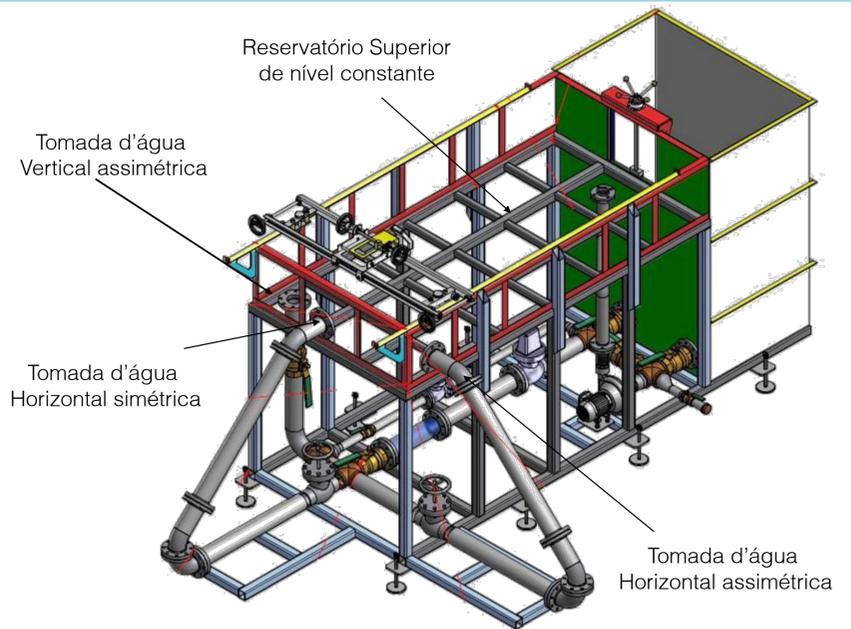
Submersão crítica. (adaptado de <http://www.innergex.com/sites/documents/sources-energie/hydro-diagrammeen.png>)

>>METODOLOGIA DE PESQUISA<<

Os ensaios serão realizados em modelo reduzido, num modelo genérico, com duas tomadas horizontais, uma simétrica e outra assimétrica, e uma tomada vertical assimétrica. No decorrer dos ensaios serão tomados os valores de vazão, nível do reservatório superior, submersão e tipo de vórtice (determinado visualmente). Para cada ensaio será utilizada somente uma tomada.

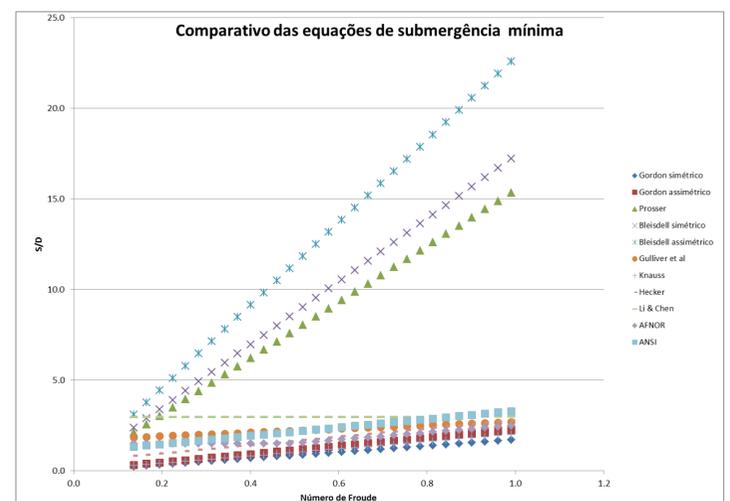


Modelo físico reduzido, implementado no Laboratório de Obras Hidráulicas IPH/UFRGS



Gordon	$S = 0,545 * V * \sqrt{D}$ para tomada simétrica
	$S = 0,725 * V * \sqrt{D}$ para tomada assimétrica
Bleisdell	$S = 1,70 * F$ para tomada simétrica
	$S = 2,23 * F$ para tomada assimétrica
Gulliver et al	$S = D * (1,7 + F)$
Knauss	$S = 2 * D * F / S \geq D$
Hecker	$S = D * (0,5 + 2,3 * F)$
Li & Chen	$S = -0,5 * D + D * (1992,84 + 7,45 * F^{(7,06)}) / (573,81 + F^{(7,06)})$
ANSI	$S = D * (1 + 2,3 * F)$
AFNOR	$S = 1,5 * D$ para $F < 0,5$
	$S = D * (0,5 + 2 * F)$
Prosser	$S > 1,5 * F$

Equações empíricas para dimensionamento de tomadas d'água horizontais de acordo com diferentes autores em função da submersão e do número de Froude do escoamento



Comparativo das relações S/D em função ao número de Froude para as equações apresentadas acima

>>CONCLUSÕES<<

A partir desse estudo quer-se chegar a um parâmetro que possa definir a ocorrência e não ocorrência dos vórtices afim de simplificar a etapa de ante projeto e projeto das estruturas. Para tanto, analisar-se à ocorrência da formação dos vórtices, bem como as condições que originam o fenômeno. No entanto, como pode ser visto no gráfico acima, não foi possível observar um consenso entre os autores.

>>CONTINUIDADE<<

Serão realizados ensaios no modelo afim de identificar as condições críticas de dimensionamento de tomadas d'água para a ocorrência ou não de escoamento com vorticidade e ainda para a coleta de dados que possibilitem a calibração de modelos numéricos.

>>AGRADECIMENTOS<<

À Furnas Centrais Elétricas S. A.
Aos colegas do Laboratório de Obras Hidráulicas