

FORMAÇÃO DE VÓRTICES EM GRANDES CENTRAIS HIDRELÉTRICAS- UHE's

Aline Saupe Abreu¹; João Pedro de Moraes da Silveira¹; Daiane Fonseca Freitas²;
Juliano Pacheco dos Santos¹; Janice Ferreira da Silveira¹; Maurício Daí Pra³

¹Universidade Federal de Pelotas, Graduação em Engenharia Hídrica – alsaupe@gmail.com

²Graduação em Engenharia Eletrônica, Centro das Engenharias (CENG)–
daianefreitas@gmail.com

³Instituto de Desenvolvimento Tecnológico(CDTec) – mdaipra@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As tomadas d'água são estruturas hidráulicas dimensionadas para captar e conduzir a água aos órgãos adutores e as turbinas para geração de energia em centrais hidrelétricas(UHE's), além disso, são responsáveis pela proteção do sistema a inserção de materiais suspensos que possam vir a gerar danos significativos ao a estrutura. São constituídas de grades, condutos ou canais de adução, comportas, válvulas e stop-logs, (SCHREIBER, 1978).

A disposição e o tipo de tomada de água utilizada podem vir a gerar a formação de vórtices no escoamento, onde o fluido movimentar-se em uma trajetória rotacional concêntrica em torno de seu eixo vetorial, (CITADIN JUNIOR, 2012).A ocorrência de vórtices no sistema de captação de água é responsável por inserir ar ao escoamento, de forma a reduzir o potencial de energia gerada pela turbina e causar alterações significativas nas pressões ao longo do conduto adutor.

Desta forma, o presente trabalho consistirá na análise preliminar dos principais tipos de vórtices existentes em tomadas de água de sete usinas hidrelétricas, os dados apresentados foram compilados através de questionários apresentados as UHE's. As informações coletadas serviram de base para futuros estudos dos parâmetros qualitativos e quantitativos das estruturas hidráulicas de acordo com a realidade do setor elétrico.

2. METODOLOGIA

Inicialmente elaborou-se um formulário padrão aos responsáveis locais pelas usinas hidrelétricas, acompanhado de uma posterior entrevista para maiores esclarecimentos sobre a proposta e os dados a serem verificados. As usinas serão identificadas como UHE1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7, respectivamente, para este estudo foram traçadas as seguintes considerações:

- Os vórtices apresentam-se junto as unidades extremas do sistema de adução e em unidades limites;
- Não se verificam vórtices em condições normais de operação dos reservatórios, reportados principalmente a períodos críticos, onde os níveis d'água são baixos, grandes deplecionamentos;
- Os tipos de vórtices indicados pelos responsáveis das UHE's possuem uma definição mais complexa em campo devido a sua verificação ser apenas visual, sendo os vórtices do tipo 3, 4 e 5 facilmente confundidos durante sua verificação;

- A instabilidade do fenômeno é um dos fatores limitantes a sua identificação quanto ao tipo de vórtice;
- A grande maioria das usinas não apresenta inspeções frequentes quanto a verificação do fenômeno, devido a baixa frequência de ocorrência do mesmo;

Quanto ao tipo de vórtice foram estipuladas nomenclaturas de maneira a padronizar as repostas dos responsáveis pelas UHE's, seguindo os modelos ilustrados abaixo, Figura 1 e a descrição da Tabela 1.

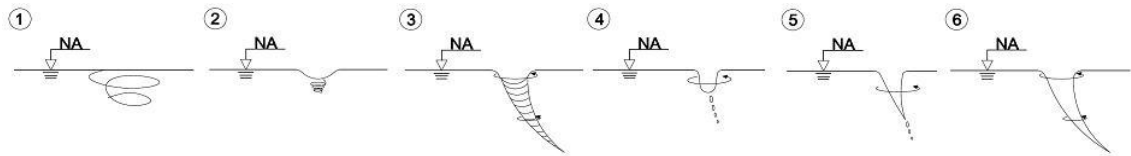


Figura 1: Tipos de vórtices a serem verificados em tomas d'água.

Tabela 1: Classificação quanto aos tipos de vórtices a serem formados nas tomadas de água.

VÓRTICE	DESCRIÇÃO
1	Rotação superficial sem depressão
2	Depressão superficial
3	Formação de núcleo sem a presença de ar
4	Sucção de partículas flutuantes, sem sucção de ar
5	Bolhas de ar engolidas pela tomada
6	Núcleo desenvolvido da superfície até a tomada

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir desta investigação, foram identificadas as ocorrências dos vórtices nas tomadas d'água para cada usina hidrelétrica analisada, as UHE-1, UHE-2, UHE-3, UHE-4, UHE-5, UHE-6 e UHE-7, consecutivamente, Tabela 2.

Tabela 2: Quadro comparativos dos resultados obtidos na aplicação dos questionários das UHE's.

Usina (UHE's)	Vórtices		Tipo Vórtice	Unidades Geradoras
	Ausência	Presença		
1	-	X	1 e 2	4
2	-	X	1 e 4	8
3	-	X	*	3
4	X	-	-	6
5		X	*	8
6		X	1	**
7	X		-	10

*Não identificado pelo operador

**Dado não informado

Pode-se observar na UHE-1 que os vórtices gerados foram nas tomadas 1 e 4 indicando que a simetria do escoamento de aproximação das tomadas laterais exercem papel fundamental na ocorrência do fenômeno, sendo as unidades centrais menos sujeitas a ocorrência de vórtices. Como os tipos de vórtices relatados são do tipo 1 e 2, não são confirmados maiores problemas na operação das turbinas, por se tratarem de vórtices sem engolimento de ar ou formação de núcleos plenamente desenvolvidos. Na realidade da UHE-2 também foram identificados problemas de assimetria na aproximação do fluxo a tomada de água, porém os vórtices relatados possuíam uma maior intensidade e até núcleos plenamente desenvolvidos o que possivelmente favorece a inserção de ar da superfície a tomada, causando perdas na vazão líquida e na potência de energia gerada.

Não foram identificados os tipos de vórtices que representam as condições do escoamento na UHE-3, contudo foram registrados a presença do fenômeno em todas as tomadas de água, sendo que as condições de funcionamento relatadas são próximas as condições de limites de afogamento das mesmas.

Na UHE-4 não foram relatadas a formação de vórtices em nenhuma das 6 tomadas, mesmo durante o período crítico de operação tendo em vista os baixos níveis de operação do reservatório que facilitam a confluência concentrada do escoamento. Para a usina 5 foram constatadas a formação de vórtices essencialmente em condições hidráulicas muito raras, ou seja, em vazões de carga plena, de 200m³/s nesta UHE. A situação verificada foi acompanhada de períodos de maior demanda de energia, o que potencializa a formação do fenômeno quando o grau de afogamento da estrutura está abaixo do nível médio do reservatório.

Os dados obtidos na UHE-6 indicaram que a formação de vórtices ocorrem em volumes de armazenamento muito baixos, inferiores a 5%, assim como a usina 5. Porém, as faixas de operação das tomadas de água encontravam-se dentro dos limites estimados para a realidade desta usina. Por fim, na UHE-7 não foram constatadas formações de vórtices em nenhuma de suas 10 tomadas, tornando-se um caso isolado aos demais.

4. CONCLUSÕES

Através da aplicação dos questionários as usinas hidrelétricas tornou-se possível analisar, preliminarmente, a ocorrência do fenômeno de formação de vórtices em tomadas de água, e assim, inferir as possíveis causas de formação de acordo com as características hidráulicas apresentadas pelo fenômeno durante a geração de energia.

Foram encontradas ao longo da aplicação dos questionários situações extremas de funcionamento para geração de energia, detectadas principalmente na UHE-4, além da análise de funcionamento também para situações críticas de volume de água para os reservatórios das UHE's 5 e 6. Para a solução das situações mais críticas de incorporação de ar no fluxo propõem-se ainda estudos mais aprofundados através da utilização de modelos reduzidos de acordo com a realidade de cada uma das usinas envolvidas.

Desta forma, como etapa inicial do estudo de formação de vórtices em tomadas de água as informações coletadas serviram de base para a escolha e determinação dos parâmetros quantitativos e qualitativos que envolvem as

estruturas hidráulicas com presença deste fenômeno, os resultados encontrados correspondem a realidade existente do elétrico do país.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOUZA, Z. de; SANTOS, A. H. M; BORTONI, E. da C. **Centrais Hidrelétricas- Implantação e Comissionamento**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2009. 2^o edição.

BASSO, C. A; OLIVESKI, R. de C. Análise da formação de diferentes tipos de vórtices em tomas d'água de hidrelétricas. **XXIV- Salão de Iniciação Científica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (UFRGS)**. Porto Alegre, 2012.

CITADIN JUNIOR, V. **Características do escoamento para formação de vórtices em tomas de água**. Abril/ 2012. Plano de Dissertação(Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento)- Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.