

VERTEDORES E SUA RELEVÂNCIA NAS USINAS HIDRELÉTRICAS

Jéssica Beatriz Dantas¹

Djair Felix da Silva²

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

Vertedores são estruturas hidráulicas utilizadas para controlar a vazão de condutos livres e o escoamento. São importantes em obras como barragens, pois permite que haja um controle do nível de água no reservatório à montante. O presente trabalho teve como objetivo explicar o que são e quais os principais tipos de vertedores, ressaltando sua relevância nas usinas hidrelétricas. Para o levantamento de tais dados fez-se necessário realizar estudos a partir de referenciais bibliográficos sobre o assunto, onde se apresenta os principais tipos de vertedores e seus mecanismos, direcionando o devido estudo para as usinas hidrelétricas. Uma usina hidrelétrica é considerada uma fonte limpa de energia, pois toda água utilizada no processo para geração de eletricidade retorna ao meio ambiente com a mesma qualidade de antes, permitindo que a mesma continue sendo utilizada na pesca, irrigação...atividades aos quais já era usada anteriormente.

PALAVRAS-CHAVE

Vertedores e barragens. Sangradouro. Estruturas hidráulicas.

ABSTRACT

Weirs it hydraulic structures used to measure the flow conduits free and controlling the drain. Are important in works a dams, therefore allows that there is a control on reservoir water level the amount. The work had as objective explain what they are and what are the main types of spillways, highlighting its importance in hydroelectric plants. For the survey of such date became necessary to carry out studies from bibliographic references on the subject, which presents the main types of spillways and its mechanisms, directing the study due to the hydroelectric. A hydroelectric plant is considered a clean source of energy, as all water used in the same quality as before, allowing it to continue to be used for finish, irrigation... activities which already it was previously used.

KEYWORDS

Weirs and dams. Spillway. Hydraulic structures.

1 INTRODUÇÃO

O funcionamento de uma usina hidrelétrica ocorre a partir do represamento da água do rio, onde em períodos de chuvas intensas há um aumento no nível da água do rio, fazendo-se necessário controlar a vazão da água a partir dos vertedores, essa estrutura hidráulica por sua vez lança a água à montante para jusante, evitando um transbordamento, fato tal que poderia vir a causar grandes prejuízos na estrutura da barragem, a água do reservatório é conduzida a partir de um aqueduto em direção as turbinas, onde estas por sua vez, a partir da força da água entram em movimento, acionando o gerador da usina e transformando energia mecânica em energia elétrica.

O vertedor é uma das partes mais importantes de uma barragem, pois é por meio dele que nos tempos de chuvas intensas, é permitida a evacuação da água de forma segura, evitando que a mesma passe por cima da barragem, gerando uma sobrecarga na estrutura, fazendo que esta venha a ruir.

Se o vertedouro não for bem dimensionado, a força da água pode danificar a sua estrutura, fazendo com que a barragem se rompa, provocando graves acidentes, com danos não só para o meio ambiente, como para a agricultura e os seres humanos que habitam na área atingida. (AGSOLVE, 2008, [ON-LINE]).

1.1 VERTEDORES

“Órgão de controle de vazões regulares ou ordinárias e excepcionais (de cheia), podendo ser utilizado nas operações normais de descarga ou ainda para o controle de cheias” (MARTINS, 2016, [ON-LINE]). O vertedor trata-se de uma estrutura parecida ao orifício, possuindo uma geometria definida, diferenciando-se deste apenas por não possuir a borda superior.

“A construção de um bom vertedouro depende principalmente de obedecer fielmente às medidas pré-dimensionadas e de uma boa sondagem para se adotar os procedimentos para a construção” (AGSOLVE, 2008, [ON-LINE]).

1.2 PRINCIPAIS TIPOS DE VERTEDORES

1.2.1 Vertedor Tipo Soleira Espessa

Segundo Tomaz (2014 APUD CHANSON, 2010), um vertedor é classificado como sendo do tipo soleira espessa ao obedecer a relação: $L_{\text{crista}} / (H_1 - \Delta z) > 1,5$ a $3,0$.

Onde:

L_{crista} = Largura da Crista do vertedor;

H_1 = Altura do nível máximo da água a montante do vertedor (m);

Δz = Altura do barramento (m).

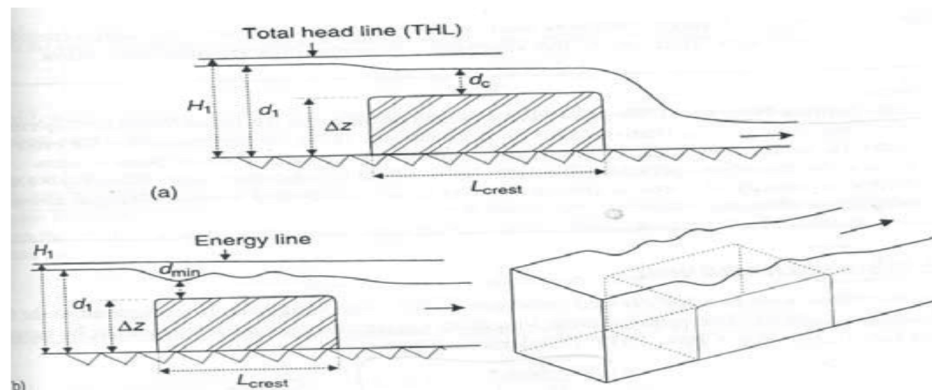
Tomaz (2014) explica ainda que a largura deve ser suficiente para que as linhas de fluxo sejam paralelas e que este é um método muito utilizado para medição da água.

“Quando a altura do nível de água no vertedor é menor que 10% da largura teremos escoamento ondular, que deve ser evitado, pois as mesmas podem se propagar a jusante do canal” (TOMAZ, 2014, p, 3).

O movimento ondular no vertedor deve ser evitado porque as ondas se propagarão à jusante.

A Figura 1 mostra o esquema de vertedor tipo soleira espessa.

Figura 1 – Esquema de vertedor tipo soleira espessa

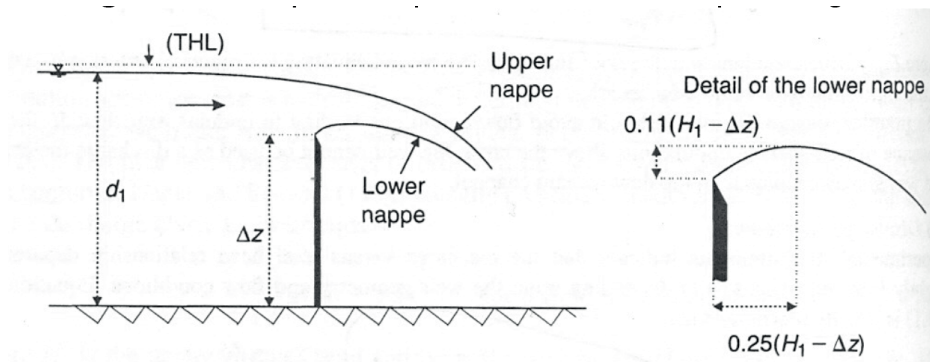


Fonte: Tomaz (2014, p. 5 APUD CHANSON, 2010).

1.2.2 Vertedor Tipo Parede Delgada

A característica mais comum do vertedor tipo parede espessa é sua largura consideravelmente bem mais fina e um comprimento mais elevado em comparação ao vertedor tipo parede espessa. Como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Esquema típico do vertedor de perfil Ogee



Fonte: Tomaz (2014, p. 8 APUD CHANSON, 2010).

Nesse tipo de vertedor a crista possui uma forma de faca, com um ângulo de 45° à jusante.

Tomaz (2014 APUD CHANSON, 2010) explica que para diminuir os efeitos escala devido à viscosidade e tensão superficial, tem-se: $H > 100\text{mm}$ e $P > 2H$.

Onde: H = Altura da água que passa acima do vertedor e P = Altura do vertedor.

1.2.3 Vertedor Tipo Ogee

Ogee é o nome de uma curva em forma de S como demonstra a figura 3. “Um tipo de vertedor muito usado desde o século XIX” (TOMAZ, 2014, p. 8 APUD CHANSON, 2010). Esse tipo de vertedouro possui 5 perfis diferentes, sendo estes: Perfil Creager, 1917 (O mais utilizado); Perfil Scimemi, 1930; Perfil Kanapp, 1960; Perfil Hager, 1991 e Perfil Montes, 1992.

Figura 3



Fonte: Tomaz (2014, p. 8 APUD CHANSON, 2010).

1.2.4 Comportas

Método de vertedor que possui válvulas com o objetivo de controlar a quantidade de água evacuada.

Comportas são dispositivos concebidos para permitir o fluxo controlado de água a partir de vários tipos de sistemas hídricos, normalmente empregados em usinas hidrelétricas. A comporta é um componente comum em todos os tipos de sistemas que variam desde reservatórios até barragens e vertedouros. Essencialmente, qualquer sistema construído que é usado para controlar o nível e o fluxo de água em um rio ou lago será equipado com algum tipo de comporta com acionamento automático.

“Em alguns casos a função principal das comportas é dirigir o fluxo de água de uma seção do sistema hídrico para outra seção. Em outros momentos a comporta funciona como um meio de reduzir o nível de água da seção de um rio ou lago que se encontra atrás de uma represa ou vertedouro” (BRANCO, 2012, [ON-LINE]).

A Figura 4 nos dá um exemplo de comporta utilizada em usinas.

Branco (2012, [ON-LINE]) explica ainda que: “O projeto exato de tecnologia das comportas irá variar, dependendo do design global da barragem ou vertedouro”.

Figura 4 – Exemplo de comporta utilizado em usinas



Fonte: Branco (2012).

1.3 CÁLCULO DAS VAZÕES

Vertedor Retangular de Parede delgada

$$\varphi = 1,838 \times L \times H^{\frac{3}{2}}$$

Vertedor Triangular de parede delgada

$$\varphi = 1,4 \times H^{\frac{2}{5}}$$

Vertedor Retangular de Soleira Espessa

$$\varphi = 0,385 \times L \times H \sqrt{2gH}$$

Vertedor Circular

$$\varphi = 1,518 \times D^{0,695} \times h^{1,807}$$

Vazão de Projeto para Vertedores de Soleira Espessa

$$\varphi = L \cdot Cd \left(\frac{2}{3} \right) \left[\left(\frac{2}{3} \right) \cdot g \cdot (H_1 - \Delta z)^3 \right]^{0,5}$$

Onde:

$$\varphi = \text{Vazão de Projeto (m}^3\text{/s)};$$

L = Largura do Vertedor (m);

C_d = Coeficiente de descarga = 0,95;

g = Aceleração da gravidade = 9,8 m/s²

H_1 = Altura do nível máximo (m);

Δz = Altura do barramento (m).

Vazão de Projeto para vertedor de Soleira Delgada

$$Q = L \cdot C \cdot (2/3) [(2 \cdot g (d_1 - \Delta z)^3)^{0,5}]$$

Onde:

Q = vazão de projeto (m³/s)

L = largura do vertedor (m)

C = coeficiente de descarga

$$C = 0,611 + 0,08 (d_1 - \Delta z) / \Delta z$$

g = aceleração da gravidade = 9,81 m/s²

d_1 = altura do nível máximo (m)

Δz = altura do barramento (m)

1.4 RELEVÂNCIA DOS VERTEDORES NAS HIDRELÉTRICAS

O funcionamento de uma usina ocorre a partir do represamento das águas do rio, onde algumas podem dispor de um reservatório ou ser fio d'água; neste último caso toda a quantidade de água que entra é a mesma que sai e a usina não dispõe de um reservatório. Em períodos de chuvas intensas há um aumento no nível da água, fazendo-se necessário controlar a vazão da água por meio das comportas, que "são dispositivos concebidos para permitir o fluxo controlado da água a partir de vários tipos de sistemas hídricos" (BRANCO, 2016, [ON-LINE]), essa estrutura hidráulica, por sua vez lança a água à montante para jusante.

Nas hidrelétricas esse controle é de extrema importância, pois em períodos de chuvas intensas pode haver um acúmulo de água à montante, a ponto de ocorrer um

transbordamento, o que acarreta em graves problemas, porque como não se tem um devido controle da água que está sendo evacuada, sua queda ocorre sem que haja o cuidado com a perda de energia, aumentando assim o impacto no momento em que a mesma chega até a superfície da barragem, causando tal desgaste na estrutura, fazendo com que a mesma tombe frontalmente, gerando impactos econômicos, sociais e ambientais.

Logo, para que tais danos não aconteçam: “É necessário que haja um estudo detalhado do projeto de um vertedouro, tanto em modelo matemático como em modelos físicos reduzidos para checar a estabilidade da obra, da formação do jato, das comportas, da operação do vertedouro, entre outros” (AGSOLVE, 2008, [ON-LINE]).

1.5 FATORES QUE INFLUENCIAM NA CONSTRUÇÃO DOS VERTEDORES

“A construção de um bom vertedor, depende, principalmente de obedecer fielmente às medidas pré- dimensionadas e de uma boa sondagem para se adotar os procedimentos corretos para a construção” (AGSOLVE, 2008, [ON-LINE]).

De acordo com a Agsolve (2008) as dicas descritas abaixo são os cuidados tomados por especialistas para a construção de um vertedor seguro e eficiente:

Na fase da construção deverá ser verificada cada medida pré-estabelecida, pois conta-se, ainda, com a possibilidade de adequar as fórmulas a pequenos desvios que possam ocorrer na construção; Na parte da aquisição de dados deve-se certificar que os equipamentos estejam medindo o real; para isso, é preciso comparar os níveis medidos automaticamente com leitores de escalas, feitas visualmente em régua milimétrica instalada na estrutura; Como a queda de água pode ser muito alta e com uma vazão muito elevada também, nos “pés” do vertedor devem existir estruturas que ajudem a dissipar a energia cinética da água, a fim de causar danos à base da barragem.

2 METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa fez-se necessário a realização de estudos bibliográficos, a partir de livros, artigos científicos e matérias relacionadas ao assunto, onde os mesmos explicam o que são os vertedores, os principais tipos, como também a importância do uso dos vertedores em hidrelétricas.

3 CONCLUSÃO

De acordo com o que foi abordado nas entrelinhas deste artigo ratificamos que os vertedores são estruturas hidráulicas de grande importância nas usinas hidrelétricas,

pois apenas um pequeno erro em seu planejamento ou execução colocaria tudo a perder, prejudicando não apenas a parte econômica, como também social e ambiental, causando danos irreversíveis ao rio represado, obrigando a migração dos ribeirinhos para outro local, já que os mesmos costumam viver do rio, conseqüentemente, tendo, também, que procurar outras atividades para sua sobrevivência, além do alto investimento realizado, que poderia ter sido utilizado em outras atividades. Desse modo conclui-se que os vertedores são uma das partes mais importantes de uma hidrelétrica.

REFERÊNCIAS

AGSOLVE. **Vertedouros bem dimensionados garantem segurança em barragens.** 2008. Disponível em: <<https://www.agsolve.com.br/dicas-e-solucoes/vertedouros-bem-dimensionados-garantem-seguranca-em-barragens>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

BRANCO, Renata. Uso das comportas em usinas hidrelétricas.

Manutenção & Suprimentos. 10/07/2012. Disponível em: <<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/6863-uso-das-comportas-em-usinas-hidreletricas/>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

MARTINS, José Rodolfo Sacarati. **Barragens e estruturas hidráulicas**, 2016. Disponível em: www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=11766>. Acesso em: 10 maio 2016.

TOMAZ, Plínio. Vertedores de pequena barragem. **Curso de manejo de águas pluviais**, Cap.146, 2014. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_reservatorios/capitulo146.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2016

Data do recebimento: 24 de junho de 2016

Data de avaliação: 25 de julho de 2016

Data de aceite: 12 de agosto de 2016

1. Acadêmica de Engenharia Civil no Centro Universitário Tiradentes – UNIT, E-mail: jbeatrizdantas@gmail.com

2. Professor do Curso de Engenharia Civil no Centro Universitário Tiradentes – UNIT, E-mail: djair_felix@yahoo.com.br