

## ESTUDO NUMÉRICO DE UM DISPOSITIVO DO TIPO COLUNA DE ÁGUA OSCILANTE

Gabriel Barbieri Dumont<sup>1</sup>, Luiz Alberto Oliveira Rocha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Autor, Engenharia de Energia, UFRGS; <sup>2</sup>Orientador, Engenharia Mecânica, UFRGS

### INTRODUÇÃO

O trabalho consiste na análise, utilizando recursos computacionais, de um dispositivo de conversão de energia das ondas do mar em energia elétrica do tipo Coluna de Água Oscilante (CAO). O objetivo é validar o modelo numérico utilizado através de uma comparação com a solução analítica e, então, obter uma recomendação teórica para a profundidade de submersão do dispositivo.

### MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia para validar o modelo numérico consiste em definir o primeiro domínio computacional (que representa um tanque de geração de ondas em um plano bidimensional, sem o dispositivo CAO) e efetuar simulações com ondas de períodos diversos, comparando os valores numéricos da elevação da superfície livre com os valores fornecidos pela equação analítica (Dean & Dalrymple, 1991). O período de onda que apresentou o menor erro em relação à solução analítica foi utilizado para a simulação do dispositivo CAO. No caso estudado, a altura e o comprimento de onda foram mantidos constantes para todos os períodos de onda. As simulações foram realizadas para oito casos distintos, cada um correspondendo a um valor inteiro de período entre 5 e 12 segundos. Após a validação do modelo numérico e a definição do período de onda ideal, foram realizadas simulações numéricas usando o segundo domínio computacional (que representa um dispositivo CAO, posicionado em um tanque de geração de ondas, em um plano bidimensional), e sondas de monitoramento foram empregadas para determinar os valores de pressão e elevação da superfície livre no interior da câmara do dispositivo, vazão mássica na saída da chaminé do dispositivo, e vazão volumétrica na base do dispositivo (Gomes, 2014). A partir destes dados, pôde-se definir a potência hidropneumática do dispositivo analiticamente, utilizando a média RMS.

A potência hidropneumática do dispositivo foi calculada para seis casos distintos, cada um representando um valor diferente possível para a profundidade de submersão do dispositivo, definida como  $H_3$ , medida a partir da base do tanque, a fim de encontrar uma recomendação teórica para a mesma. Os casos analisados foram:  $H_3 = 9 \text{ m}$ ,  $H_3 = 9,25 \text{ m}$ ,  $H_3 = 9,5 \text{ m}$ ,  $H_3 = 9,75 \text{ m}$ ,  $H_3 = 10 \text{ m}$  e  $H_3 = 10,25 \text{ m}$ .

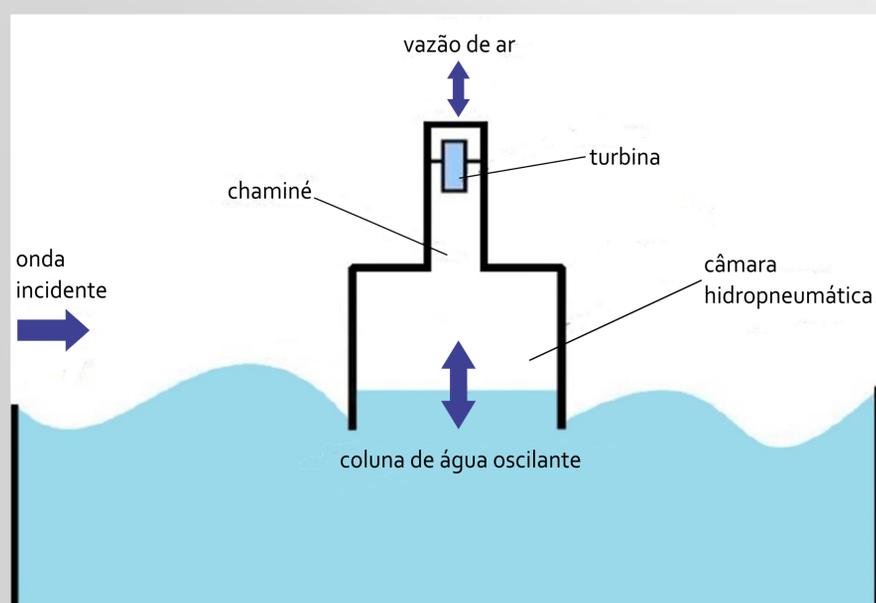


Figura 1: Esquema de um conversor de energia das ondas em energia elétrica do tipo coluna de água oscilante (CAO).

O tempo de simulação foi de 30 segundos, e as simulações forneceram um total de 300 dados para cada variável de interesse. Os domínios computacionais foram discretizados nos softwares GAMBIT® e ICEM®, assim como as condições de contorno correspondentes para os casos. As simulações numéricas foram efetuadas utilizando o programa FLUENT® e o modelo multifásico Volume of Fluid (VOF), baseado no Método dos Volumes Finitos e utilizado na simulação de escoamentos compostos por dois ou mais fluidos imiscíveis (neste caso, o ar e a água) (Fluent, 2009). Para a geração das ondas, é criada uma função definida pelo usuário, chamada de UDF (User Defined Function), que é carregada no FLUENT® após a definição do modelo e aplicada na região de entrada. A função na UDF separa a velocidade da onda em componentes horizontal e vertical, que são baseadas na Teoria de Stokes de 2ª Ordem (Lima et al., 2015).

### RESULTADOS

Os resultados obtidos através do modelo multifásico VOF, quando comparados com os resultados da solução analítica, comprovam que o mesmo é adequado para simular o problema em questão. O período de onda ideal foi definido como  $T = 5 \text{ s}$ , que demonstrou um erro médio, definido como a diferença entre as soluções analíticas e numéricas em cada instante, de 1,24%. Os erros máximos e mínimos para este caso foram de 2,33% e 0,0054%, respectivamente. As simulações envolvendo o dispositivo CAO apresentaram o valor de potência hidropneumática ( $P$ ) máxima no caso que  $H_3 = 9,5 \text{ m}$ . Neste caso, o valor de potência hidropneumática obtido foi de  $P = 140,238 \text{ W}$ .

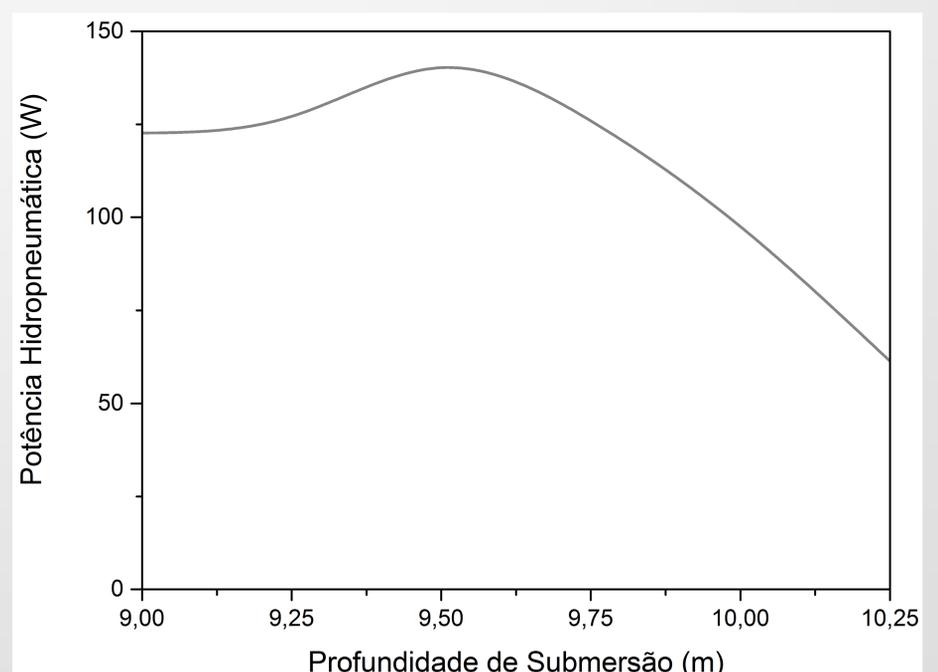


Figura 2: Curva ajustada (Spline) que demonstra a correlação entre a profundidade de submersão e a potência hidropneumática do dispositivo CAO.

### REFERÊNCIAS

- Dean, R. G., Dalrymple, R. A., 1991, Water wave mechanics for engineers and scientists, vol. 2, World Scientific, Singapura, 353 p.
- Fluent Inc., 2009, FLUENT 12.0 Theory Guide.
- Gomes, M. das N., 2014, Constructal Design de Dispositivos Conversores de Energia das Ondas do Mar em Energia Elétrica do Tipo Coluna de Água Oscilante, Tese de Doutorado, PROMEC-UFRGS, Porto Alegre, RS.
- Lima, Y.T.B.; Rocha, L.A.O.; Plamer, C.B.; Isoldi, L.A.; Santos, E.D.; Gomes, M.N. Análise numérica com constructal design da forma geométrica na região de transição entre a câmara hidropneumática e a chaminé de um dispositivo do tipo coluna de água oscilante. Proceedings of the XXXVI Iberian Latin-American Congress on Computational Methods in Engineering, ABMEC, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, November 22-25, 2015

### AGRADECIMENTOS

Ao PIBIC CNPq-UFRGS, pela concessão da bolsa de iniciação científica.