

DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES HIDRODINÂMICAS EM CILINDRO PARCIALMENTE SUBMERSO

Amanda Pereira Peres

amandaperes09@hotmail.com

Walter Jesus Paucar Casas (orientador)

walter.paucar.casas@ufrgs.br



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Grupo de Mecânica Aplicada – DEMEC – EE - UFRGS

Objetivos

- Determinação das propriedades hidrodinâmicas de um cilindro rígido vertical parcialmente submerso, através de ferramentas numérico-experimentais.

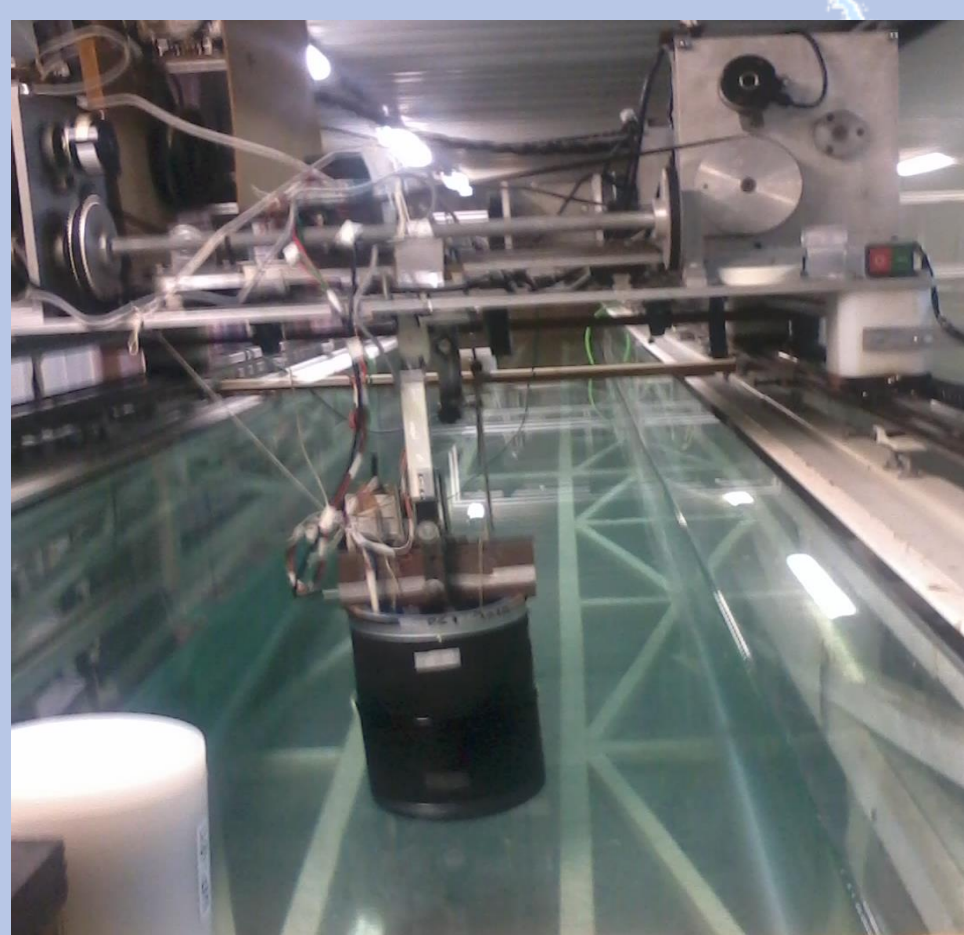
Desenvolvimento experimental

O cilindro é construído em PVC, com raio de 0,105m e altura total $h=0,422$ m. A massa total medida para o sistema é de 11,28 kg, sendo 6,85 uma massa de lastro adicionada no interior do cilindro.

O tanque de arrasto tem comprimento útil de ensaio de 9,60 m e comprimento total de 16 m.

O cilindro é arrastado pelo carro, em movimento de oscilação forçada

Dois sensores do tipo *wave probes* são utilizados para determinar o nível da superfície livre da água, instalados a uma distância de 1,1 m de distância do centro do cilindro, em ambos os lados. O eixo longitudinal do cilindro é normal à superfície livre do fluido. A aceleração é medida através de dois acelerômetros, um deles junto ao carro de arraste e outro interno ao cilindro.



Modelo desenvolvido no programa MATLAB

Foi realizado um procedimento de parametrização na plataforma MATLAB® para obter a matriz de massa adicional e a matriz de amortecimento.

A geometria utilizada é um cilindro de seção circular na posição vertical, submersa em água. O modelo possui uma altura submersa igual a 0,33 m e um diâmetro de 0,21 m.

O modelo numérico é aplicado para simular uma condição do domínio fluido com um cilindro submerso na posição vertical, a uma distância infinita do leito. Parâmetros referentes à onda: frequência 4,0019 rad/s, altura de onda 0,0038 m e número de onda 7,69 ciclos/m.

A relação entre a amplitude de oscilação do fluido e do corpo flutuante é relativamente pequena, considerando as dimensões da seção transversal do corpo, e o efeito da separação do fluido é desprezado.

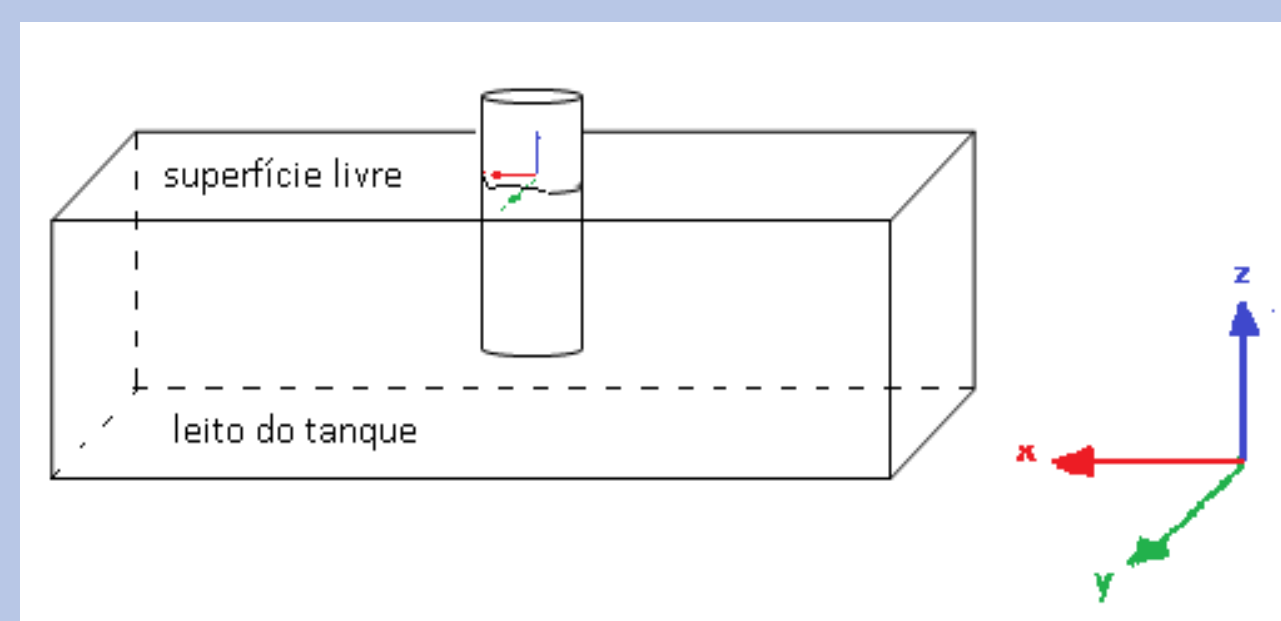
Foi encontrado o resultado de massa adicional para 5 frequências de interesse.

Frequência (Hz)	Massa adicional (Kg)
0,405	10,51
0,505	10,69
0,515	10,72
0,495	10,75
0,636	11,02

Modelo desenvolvido no programa ANSYS®

O programa ANSYS® AQWA™ foi usado para analisar um cilindro parcialmente submerso sujeito a ondas incidentes, com velocidade, ângulo de incidência e frequência conhecidos, resultando na determinação da matriz de massa adicional.

As dimensões utilizadas foram as mesmas da análise experimental. Foram utilizadas ferramentas do ANSYS® como *Thin surface*, *Freeze* e *Slice*.



A medição experimental da massa total do cilindro é 11,28 kg, porém para a modelagem utilizou-se uma massa pontual no interior do cilindro no valor de 6,89 kg, o restante foi distribuída no corpo do cilindro através da alteração da densidade, resultando num valor total para a massa de 11,29 kg.

Assume-se que o carregamento é na forma de onda incidente com velocidade e frequência definidas.

A matriz de inércia calculada através do *toolbox Static Structural* do ANSYS®, foi utilizada para determinar a matriz de massa adicional no *solver AQWA™*.

Na modelagem é utilizado o elemento finito tetraédrico quadrilateral QPPL *Quadrilateral Pressure Plate Element* e o elemento PMAS *Point Mass Element*.

O cálculo da amplitude de onda é fundamentado nos valores obtidos experimentalmente e a frequência de onda incidente é determinada através de algoritmo no pacote MATLAB®.

O cálculo da massa adicional do cilindro é realizado através do *solver AQWA™*, para determinadas frequências de onda.

Frequência (Hz)	Massa adicional ANSYS® AQWA™ (Kg)
0,405	9,63
0,505	9,83
0,515	9,85
0,560	9,89
0,629	10,23

Conclusões

A comparação dos resultados computacionais de massa adicional obtidos via programação no MATLAB® e simulação no ANSYS® AQWA™ apresentam uma boa correspondência entre eles, para as diversas frequências das ondas, e próximo do valor analítico de 8,55 kg.

Referências

- Blevins, R.D., 2001, "Formulas for Natural Frequency and Mode Shape", Krieger Publishers Company, 506 p.
- Chakrabarti, S.K., 1987, "Hydrodynamics of Offshore Structures: Mathematical Theory and its Applications in Structures".
- Faltinsen, O.M., 2000, "Hydroelastic Slamming", Journal of Marine Science and Technology, Vol. 5, pp. 49-65.
- Goda, Y., 2010, "Random Seas and Design of Maritime Structures, Advanced Series on Ocean Engineering", 732 p.
- Olson, L.G. and Bathe, K.J., 1985, "Analysis of Fluid-Structure Interactions. A Direct Symmetric Coupled Formulation Based on the Fluid Velocity Potential", Computational Structures, Vol. 21, pp. 21-32.
- Wendel, K., 1956, "Hydrodynamic Masses and Hydrodynamic Moments of Inertia", Technical Report.
- Wilson, J.F., 2003, "Dynamic of Offshore Structures", John Wiley & Sons Inc., New Jersey, USA, 344 p.