

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Modelos de simulação numérica para análise de sedimentosE. C. Machado¹

Departamento de Engenharia Elétrica, UFMA, São Luís, MA

O. R. Saavedra²

Departamento de Engenharia Elétrica, UFMA, São Luís, MA

V. L. Paucar³

Departamento de Engenharia Elétrica, UFMA, São Luís, MA

1 Introdução

O estudo da turbina hidrocínética em relação ao transporte de sedimentos é de fundamental interesse no campo da pesquisa computacional e no processo de desenvolvimento de micro centrais maremotrizes. O estudo dos conceitos teóricos de interação da turbina na água com âmbito da análise de transporte de partículas suspensas ou em movimento são essenciais para determinar as variáveis envolvidas no seu comportamento e a construção da modelagem multidimensional da dinâmica de fluidos computacional(CFD) e com resultados próximos com a realidade. Nesta proposta, o objetivo desta fase é o estudo de pré-processamento da modelagem matemática e geométrica para criação do ambiente computacional para simular um fluxo de sedimento num fluido ideal com dados de sedimentação coletados da Baía de São Marcos no Estado do Maranhão.

2 Modelos Teóricos

Para o processo de entrada de dados do problema de escoamento e rastreamento de fluxo de sedimentos no CFD, inicialmente foram adotados os modelos analíticos para o campo de estudo do ponto de concentração de sedimentos: Modelo de Partículas Multifase (MPM), método de Euler-Lagrange(EL) e modelo de Simulação Numérica de Escoamentos Turbulentos via Equações de Médias de Reynolds (RANS) (*Reynolds Averaged Navier Stokes*). Na abordagem da MPM, cada partícula é assumida no domínio computacional(malha geométrica) [1] e abrange várias células computacionais. A cada intervalo de tempo a equação da trajetória(1) do sedimento é calculada integrando o equilíbrio de força de partículas em movimento no fluido:

$$\frac{dv_i^p}{dt} = F_D(v_i - v_i^p) + \frac{g_i(\rho_p - \rho)}{\rho_p} + \frac{F_i}{\rho_p}. \quad (1)$$

¹elleunname321@gmail.com²o.saavedra@ieee.org³Lpaucar@ieee.org

onde existem termos de força de arrasto das partículas em relação à velocidade, força gravitacional e forças adicionais de acordo com o sistema envolvido, que neste caso é o gradiente de pressão.

No método EL as partículas se deslocam em todas as direções, gerando fortes gradientes de velocidade originando flutuações da velocidade nos pontos do fluxo. As flutuações da velocidade [2] se calculam através do vetor da velocidade média, $\vec{V}(\vec{r})$, em função do vetor posição, \vec{r} , e componentes variáveis (flutuações) segundo três eixos de coordenadas retangulares. No instante t o vetor velocidade do sedimento (2) no ponto $\vec{r} = (x_1, x_2, x_3)$ será dado por:

$$V(\vec{r}, t) = \vec{V}(\vec{r}) + v(\vec{r}, t) \quad (2)$$

Sendo $v(\vec{r}, t)$ o vetor flutuação de velocidade rastreada no fluxo

$$\vec{v}(\vec{r}, t) = \frac{1}{T} \int_0^T u(\vec{r}, t) dt = \langle v(\vec{r}, t) \rangle \quad (3)$$

O modelo RANS é uma modelagem matemática importante para analisar o comportamento das partículas após passarem por uma turbulência e determinar em que áreas haverá deposição das partículas e quantas delas permanecerão seguindo dentro do fluxo e possui informações das tensões turbulentas que mostra os efeitos das flutuações turbulentas de pressão e velocidades:

$$\rho \left(\frac{\partial v_i}{\partial t} + V_j \frac{\partial V_i}{\partial x_j} \right) = \vec{f}_1 \vec{p}_i - \frac{\partial p}{\partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu \frac{\partial V_i}{\partial x_j} + \rho v_i v_j \right) \quad (4)$$

Na equação (4) o operador $(-)$ significa média temporal (ou média de Reynolds). O lado esquerdo desta equação representa a mudança média de quantidade de movimento, devido à instabilidade média no escoamento e à convecção média do escoamento. Esta mudança é equilibrada pelo tempo médio da sua força de massa, (\vec{f}_1) , pela tensão isotrópica, \vec{p} , que é a pressão média no tempo, pelas tensões devidas à viscosidade $\frac{\partial}{\partial x_j} (\mu \frac{\partial V_i}{\partial x_j} + \rho v_i v_j)$, e pelas tensões v_i, v_j devidas ao campo de velocidade flutuante, que são chamadas tensões de Reynolds. Estes são os modelos de turbulência utilizados na simulação computacional da dinâmica de fluidos.

Agradecimentos

Agradecimentos a CNPQ pelo financiamento e ao grupo de pesquisa LHiCEAI da UFMA pelos dados dos sedimentos.

Referências

- [1] B. Bell, *Turbulent Flow Cases*. FLUENT/ANSYS, 2003.
- [2] C. Klajbar and L. Konozy. Multiphase Eulerian Simulations in a Solid-Fluid Particle-Laden Flow, *MultiScience-XXX MicroCAD International Multidisciplinary Scientific Conference University of Miskolc*, pp. 21-22, 2016.