

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Desenvolvimento da Técnica VOF para o Sistema HIG-Flow

Aquisson Theyllon Gomes da Silva¹

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, USP, São Carlos, SP

Antonio Castelo Filho²

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, USP, São Carlos, SP

Em problemas envolvendo a simulação numérica de extração de petróleo, é comum deparar-se com fenômenos em que é possível notar escoamento de fluidos composto, simultaneamente, por duas ou mais fases com propriedades diferentes, este tipo de escoamento é definido como multifásico.

A modelagem de escoamentos multifásicos não é uma tarefa fácil, tanto do ponto de vista físico quanto numérico. A complexidade deste fenômeno advém da presença de uma superfície livre (interface) em que propriedades físicas mudam de forma descontínua (i. e. densidade, viscosidade, pressão) [2].

Devido ao avanço da computação, torna-se cada vez mais atingível a utilização de métodos numéricos mais sofisticados, utilizados para mapear tais superfícies livres. Em vista disto, objetiva-se com este trabalho implementar o método Volume of Fluid (VOF), para a captura da dinâmica de escoamentos multifásicos, em um sistema desenvolvido para simular escoamentos incompressíveis, denominado HIG-Flow, que está acoplado a uma estrutura de dados, denominada HIG-Tree. Tal estrutura é baseada em subdivisões espaciais recursivas arbitrárias, e pode ser representada por uma árvore m -tree. Até o presente momento, o sistema HIG-Flow está hábil para simular numericamente modelos de escoamento dos tipos: newtoniano, newtoniano generalizado e viscoelástico. Este sistema vem sendo desenvolvido pelo grupo de Mecânica dos Fluidos Computacional do ICMC-USP.

O volume de fluidos (VOF) é um método euleriano usado para aproximar fronteiras livres em uma simulação numérica, acompanhando regiões de fluido. Este método foi originalmente introduzido por Hirt e Nicholas em 1981, sendo um dos mais aplicados para simulação de escoamentos multifásicos, pois apresenta maior flexibilidade e eficiência que outros métodos para tratar fronteiras livres com configurações complicadas.

A ideia básica do método consiste em introduzir uma função escalar $F(\Omega, t)$, chamada função marcadora, dentro de um volume de controle, representando a fração de volume (superfície livre) de uma célula (Ω) na malha computacional. Para uma célula completamente cheia, $F(\Omega, t) = 1$; para uma célula completamente vazia, $F(\Omega, t) = 0$, e células com valores $0 < F(\Omega, t) < 1$ representam a fração de volume da célula ocupada pelo fluido,

¹aquisson@usp.br

²castelo@icmc.usp.br

contendo então uma superfície livre. Este raciocínio pode ser facilmente estendido para escoamentos multifásicos.

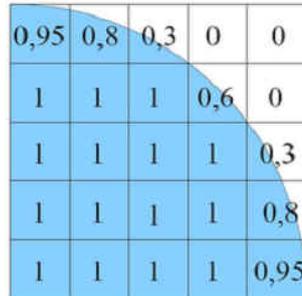


Figura 1: Fração de volume de fluido em um volume de controle. Fonte: <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0809/bei/beiep/9/html/vof/vof.html>

A dependência temporal da função marcadora F é governada pela seguinte equação de transporte:

$$\frac{\partial F}{\partial t} + \nabla \cdot (\mathbf{V}F) = 0 \quad (1)$$

onde \mathbf{V} é um vetor velocidade com componentes $\mathbf{V} = [u, v] \in \mathbb{R}^2$ ou $\mathbf{V} = [u, v, w] \in \mathbb{R}^3$.

Agradecimentos

O trabalho foi financiado por: PETROBRAS.

Referências

- [1] C. W. Hirt and B. D. Nichols. Volume of Fluid (VOF) Method for the Dynamics of Free Boundaries, *Journal of Computational Physics*, 39, 201-225, 1981.
- [2] M. Marek, W. Aniszewski and A. Boguslawski. Simplified Volume of Fluid Method (SVOF) for Two-Phases Flows, *Task Quarterly*, 3, 255-265, 2008.