

**Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**

---

# Estudo numérico dos perfis de velocidades em escoamentos bifásicos líquido-líquido em tubulações horizontais, utilizando OpenFOAM

Vinícius Pessoa Mapelli<sup>1</sup>

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

Leandro Franco de Souza<sup>2</sup>

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

## 1 Introdução

Os estudos em escoamentos líquido-líquido têm sido impulsionados, pois são eventos frequentes na indústria petrolífera, onde um grande número de aplicações envolve escoamentos bifásicos óleo-água como, por exemplo, na produção de petróleo em poços direcionais, que também envolvem dutos em diferentes inclinações.

O objetivo desse trabalho é utilizar ferramentas conhecidas da Dinâmica dos Fluidos Computacional, no caso, o pacote de código aberto OpenFoam, para investigar os escoamentos água-óleo estratificado em tubulações horizontais.

## 2 Resultados

Os casos simulados nesse trabalho foram baseados nos trabalhos experimentais de [1] e [2], que utilizaram óleos de baixas viscosidade (1,6 cP). Os resultados foram obtidos utilizando malhas de 1.032.192 hexaédricos. Para a resolução, utilizou-se o solver interFoam, baseado no método Volume of Fluid. O processamento foi feito no Cluster Euler, do projeto de pesquisa Centro de Ciências Matemáticas Aplicadas a Indústria (CeMEAI), financiados pela FAPESP. Os perfis de velocidade obtidos pelo CFD foram comparados com o modelo de [3].

Os resultados para três casos obtidos a respeito dos perfis de velocidade estão apresentados na Figura 1. Para esses resultados, foi possível notar que a solução dada pelo CFD apresenta maior dificuldade para replicar o formato de dupla concavidade que o modelo de [3], mas os valores de velocidade ainda estão próximos.

---

<sup>1</sup>vinicius.mapelli@usp.br

<sup>2</sup>lefraso@icmc.usp.br

Em relação aos resultados de perda de carga, os resultados numéricos superestimaram os resultados experimentais, com um erro máximo de 53% acima do valor experimental para um dos casos simulados.

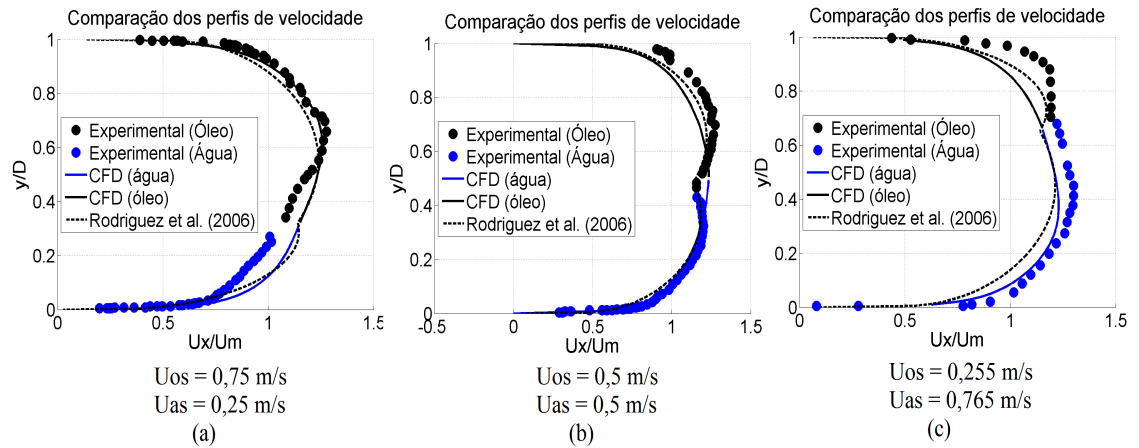


Figura 1: Comparação entre perfis de velocidade experimental (pontos sólidos), simulado (linhas contínuas) e da literatura (linha pontilhada) para três casos estudados.

### 3 Conclusões

Os resultados ainda são de certa forma inconclusivos quanto à eficiência do método em capturar efeitos relacionados às diferentes viscosidades das fases, como a concavidade presente em cada uma das fases em algumas condições de escoamento. O desvio global em relação ao perfil experimental encontrados foi de 16% para o modelo de [3] e 17,2% para os resultados CFD. Acredita-se que resultados com a interface água-óleo mais refinado possam produzir resultados mais satisfatórios. Para a perda de carga, os valores CFD superestimaram os valores experimentais com erros de até 53%, corroborando que o método possui certas dificuldades para escoamentos bifásicos.

### Referências

- [1] G. Elseth, An experimental study of oil-water flow in horizontal pipes, Dissertação de Doutorado em Engenharia, Telemark University College, (2001).
- [2] L. Amundsen, An experimental study of oil-water flow in horizontal and inclined pipes, Dissertação de Doutorado em Engenharia, Telemark University College, (2011).
- [3] O. M. H. Rodriguez, R. F. Mudde e R. V. A. Oliemans. Stability analysis of slightly-inclined stratified oil-water flow, including the distribution coefficients and the cross-section curvature, *5th North American Conference on Multiphase Technology*, 2006.