

**ANÁLISE NUMÉRICA DO ESCOAMENTO ANULAR, NÃO ISOTÉRMICO DE
ÁGUA-ÓLEO EM UM DUTO HORIZONTAL**

MACHADO, Franciele Rocha
DA ROSA, Cezar Augusto; LOPES, Toni Jefferson; DA SILVA, Adriano
franciirrocha@hotmail.com

Evento: Encontro de Pós-Graduação
Área do conhecimento: 3.06.02.00-9 Op. Ind. de Equip. para Eng. Química

Palavras-chave: escoamento anular água-óleo; Modelo VOF.

1 INTRODUÇÃO

A exploração do petróleo iniciou-se em águas rasas, posteriormente, explorações em altas profundidades no mar foram tomando dimensões cada vez maiores e consequentemente, migrando gradativamente para águas cada vez mais profundas. Paralelamente a este cenário de desafios, novas tecnologias foram sendo desenvolvida, o que permitiu às indústrias do setor, explorar novas reservas de petróleo em águas ainda mais profundas. Após a retirada do petróleo destas reservas é necessário transportar este material até unidades de processamento. Este transporte é comumente realizado através de longos dutos submarinos (Risers) (XU, 2007). Risers de importação são responsáveis pela transferência de massa do poço de petróleo para a plataforma de superfície. A massa a ser transportada consiste de uma mistura de óleo, gás, água e solo de forma que o escoamento interno no riser de importação é, evidentemente, multifásico e sob condições variáveis de temperatura e pressão devido ao longo comprimento do riser (Iawasaki *et al.* 2001). Para superar as dificuldades inerentes a produção e transporte de petróleo pesado, a técnica de fluxo anular tem sido utilizada. O objetivo deste trabalho foi analisar numericamente o comportamento da interface água-óleo quando no escoamento anular em um duto na horizontal.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Durante o escoamento de líquidos imiscíveis em dutos, as interfaces podem adquirir uma variedade de distribuição característica às quais são chamadas de regime de escoamento ou padrões de escoamento. Segundo Brauner (1991) o escoamento anular é uma técnica atraente do ponto de vista da redução da perda de pressão nas linhas de transporte de líquido, sendo a de maior interesse em processos tecnológicos. Gadelha *et al.* (2013) investigaram numericamente o escoamento anular trifásico água-óleo-ar em um duto horizontal utilizando o modelo de mistura para tratamento da interface água-óleo. Os resultados indicaram que a presença do ar alterou o comportamento hidrodinâmico da interface entre os fluidos.

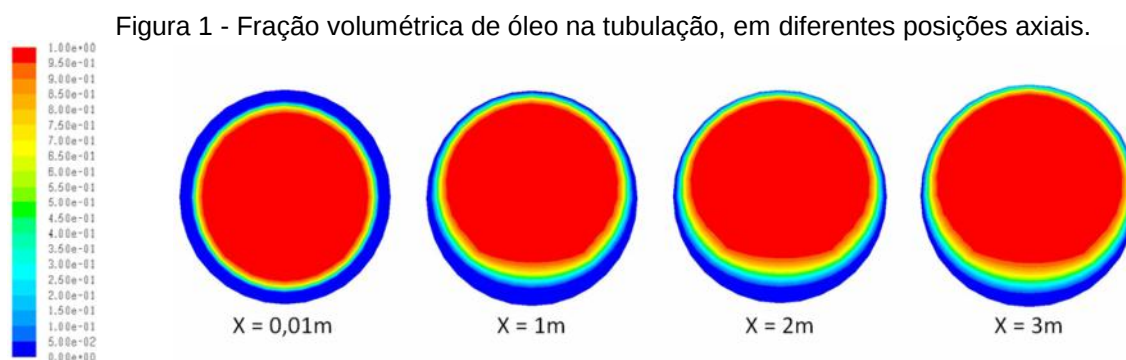
3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Neste trabalho, foi avaliado numericamente o escoamento anular água-óleo em um duto circular de 3 m de comprimento com diâmetro interno de 0,0284 m. As

equações de conservação de massa, momento e energia aplicadas ao escoamento multifásico foram resolvidas utilizando-se o software FLUENT 14.5. Como condição de entrada, assumiu-se velocidade de 2,20 m/s para água e 1,5 m/s para o óleo, e temperatura de 323,15 K. No tratamento do escoamento turbulento utilizou-se o modelo $k-\epsilon$, e para o tratamento da interface água-óleo foi aplicado o modelo VOF (GHOSH *et al.*, 2010).

4 RESULTADOS e DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra o comportamento da fração volumétrica de óleo na tubulação, em diferentes posições axiais. Observa-se uma maior elevação do núcleo de óleo e, portanto aumento na área ocupada pela seção anular de água na zona inferior do tubo, devido uma menor viscosidade do fluido que esta escoando próximo à parede. Comportamento semelhante a este também foi observado por Gadelha *et.al* (2013) para o escoamento trifásico.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do resultado obtido verifica-se que o modelo matemático foi capaz de prever o comportamento da interface no escoamento água-óleo, em condições não isotérmicas em um duto horizontal. Os resultados demonstram que a posição do núcleo de óleo é alterada ao longo do escoamento. Este deslocamento é resultante de variações na massa específica e viscosidade dos fluidos em função do gradiente de temperatura ao longo do duto.

REFERÊNCIAS

- BRAUNER, N. Two-phase liquid-liquid annular flow. **International Journal Multiphase Flow**. v. 17, n. 1, p. 59-76, 1991.
- GADELHA, A. J. F.; NETO, S. R. de F.; SWARNAKAR, R.; LIMA, A. G. B de. Thermo-Hydrodynamics of Core-Annular Flow of Water, Heavy Oil and Air Using CFX. **Advances in Chemical Engineering and Science**, [s.l.], v.3, p. 37-45, 2013.
- GHOSH S.; DAS, G.; DAS, P. K. Simulation of core annular downflow through CFD-A comprehensive study. **Chemical Engineering and Processing**. [s.l.], v.49, p. 1222–1228, 2010.
- IAWASAKI, T.; NISHIMURA, K.; TANAKA, M.; HAGIWARA, Y. Direct numerical simulation of turbulent Couette flow with immiscible droplets. **International Journal of Heat and Fluid Flow**, v. 22, p. 332-342, 2001.
- XU, X. X. Study on oil–water two-phase flow in horizontal pipelines. **Journal of Petroleum Science and Engineering**. 59, p. 43–58, 2007.