



Simulação de Escoamentos Bifásicos com a Presença de Surfactantes

Flávia Cavalcanti Miranda; Millena Martins Villar; Aristeu da Silveira Neto

Surfactantes são agentes ativos que podem estar presentes em sistemas tanto como impurezas ou simplesmente adicionadas à mistura para manipular escoamentos interfaciais. Os surfactantes são coletados pela interface formando uma zona entre o fluido contínuo e o fluido disperso. Quando se trata de escoamentos bifásicos com interfaces móveis e deformáveis, a presença de surfactantes pode alterar a dinâmica e a deformação dessas interfaces (Muradoglu, 2008). Lai *et al.* (2008), utilizando o método front-tracking, realizou um estudo numérico de escoamentos interfaciais contaminados com surfactantes insolúveis. Em seu trabalho, ele propôs uma equação para a concentração de surfactante onde a concentração de surfactante (Γ) e a interface são tratadas de maneira lagrangiana:

$$\frac{\partial \Gamma}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial t} \left| \frac{\partial X}{\partial s} \right| = \frac{1}{Pe_s} \frac{\partial}{\partial s} \left(\frac{\partial \Gamma}{\partial s} / \left| \frac{\partial X}{\partial s} \right| \right) / \left| \frac{\partial X}{\partial s} \right| \quad (1)$$

onde X correspondem ao pontos lagrangianos, Pe_s corresponde ao número de Peclet superficial e s é um parâmetro da configuração inicial.

Baseado na formulação de Lai *et al.* (2008), o presente trabalho tem como objetivo estudar o efeito de adição de surfactantes em escoamentos com a presença de bolhas. Esta mesma técnica de Lai *et al.* (2008) é agora aplicada utilizando-se malhas adaptativas refinadas localmente. Dois casos são simulados e os resultados comparados com soluções analíticas, as quais permitem validar a equação implementada. No primeiro caso tem-se somente a difusão de concentração de surfactante ao longo da superfície da bolha. O segundo caso, por sua vez, constitui-se de uma bolha se expandindo onde atuam somente os mecanismos de advecção. Os resultados quando comparados com a solução analítica se mostram coerentes. Também foi verificado que a conservação de massa de surfactante foi atendida.

Um terceiro caso é analisado para uma bolha contaminada imersa em um escoamento cisalhante. Para este caso, o objetivo é comparar a deformação da bolha contaminada com os resultados sem a presença de surfactante. Parte-se da condição inicial de concentração uniforme igual um em toda a superfície da bolha. A condição inicial para o fluido da fase contínua foi de $u = (0.5 y, 0)$ para $-2 \leq x \leq 2$. Os resultados mostram que com a variação do tempo e conseqüente deformação da bolha imersa, o surfactante se concentra nas regiões de alta curvatura da bolha, como pode-se observar pela Fig. 1.

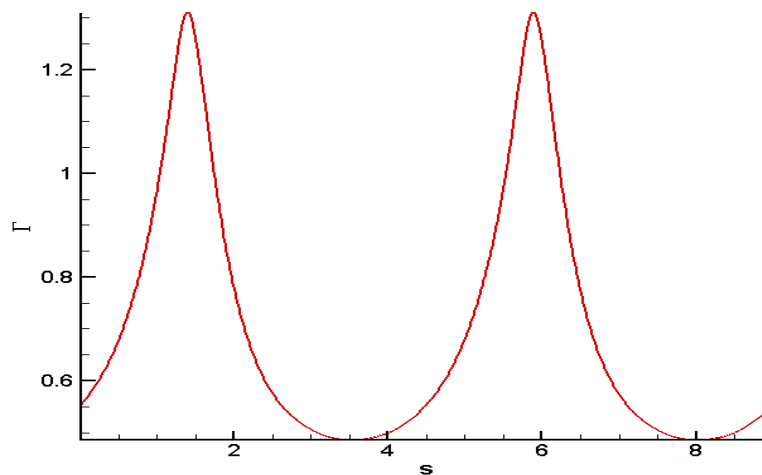


Figura 1: Concentração de surfactante na superfície da bolha para o tempo $t = 3.5$ s.

Comparando os resultados para o teste com a bolha contaminada e sem a presença de surfactante, observa-se, como mostra a Fig. 2, que a bolha com surfactante apresentou uma deformação maior.

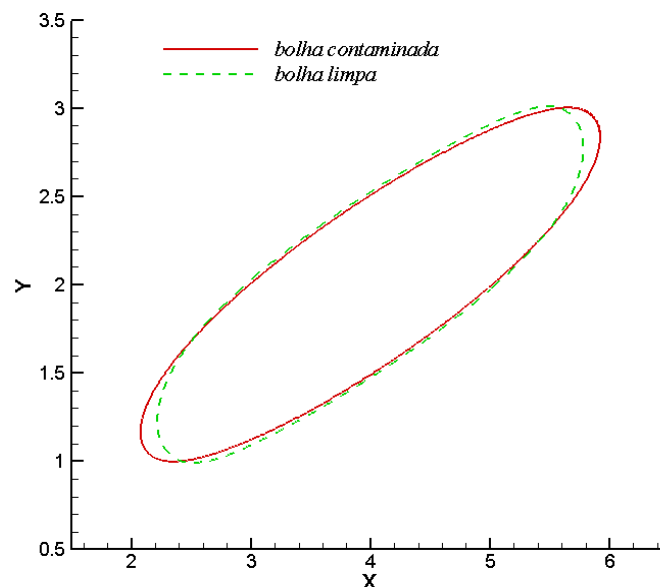


Figura 2: Superfície das bolhas contaminadas e sem a presença de surfactante para o tempo $t = 3.5$ s.

REFERÊNCIAS

- LAI, M. C., TSENG, Y. H., HUANG, H.; **An Immersed Boundary Method for Interfacial Flows with Insoluble Surfactant: Journal of Computational Physics**, 2008
- TASOGLU, S., DEMIRCI, U., MURADOGLU, M. **The Effect of Soluble Surfactant on the Transient Motion of a Bouyancy-driven Bubble: Physics of Fluids**, 2008.