



Simulação de Problemas Bifásicos Simples com o Método de Rede de Boltzmann do Campo de Fases

Vinicius Akyo Matsuda, Departamento de Engenharia Mecânica, EESC-USP, viniciusmatusda@usp.br
Luben Cabezas-Gómez, Departamento de Engenharia Mecânica, EESC-USP, lubeng@sc.usp.br

Palavras chave: Método de Rede de Boltzmann. Campo de Fases. Bifásico. Navier-Stokes. Angulo de Contato.

1. RESUMO ESTENDIDO

Sistemas multifásicos são configurações complexas e versáteis encontradas em diversos campos da ciência e engenharia, abrangendo uma ampla gama de aplicações, desde fenômenos naturais até processos industriais, tornando assim seu estudo crucial para compreender e, consequentemente, otimizar tais processos. Alguns exemplos são: escoamentos multifásicos (líquido-gás ou líquido-sólido) em dutos, fenômenos de transição de fase líquido-vapor e dinâmica de impacto de gotas em superfícies. Realizar esses estudos nem sempre é uma tarefa trivial e geralmente requer investigações numéricas e experimentais. Dessa forma, o presente trabalho se concentra na implementação do Método de Rede de Boltzmann (MRB) do Campo de Fases (“Phase-Field Lattice-Boltzmann Method”) para simulação numérica de problemas bifásicos básicos. Apesar da natureza simples dos testes realizados, eles têm uma importância intrínseca para validar os modelos MRB de duas fases implementados, uma vez que testam a estabilidade e precisão dos mesmos e da metodologia de simulação adotada para casos conhecidos.

De forma geral, o presente trabalho foca na implementação de dois modelos do MRB do campo de fases, mais especificamente, os modelos desenvolvidos por Lee and Liu (2010) e Liang et al. (2018, 2019). Estes modelos utilizam de duas distintas funções de distribuição, uma para rastrear a posição da interface, onde comumente recupera-se as equações de Cahn-Hilliard (Lee and Liu, 2010) ou Allen-Cahn (Liang et al., 2018, 2019), e outra para recuperar a equação de Navier-Stokes e modelar a conservação da massa e da quantidade de movimento.

A primeira simulação de referência realizada diz respeito a uma gota estática, sem forças ou condições externas aplicadas ao sistema, sendo aqui o principal objetivo a verificação da estabilidade dos métodos empregados. Os resultados obtidos até o momento com o modelo de Liang et al. (2018, 2019) se mostram na Fig. 1, sendo bem satisfatórios.

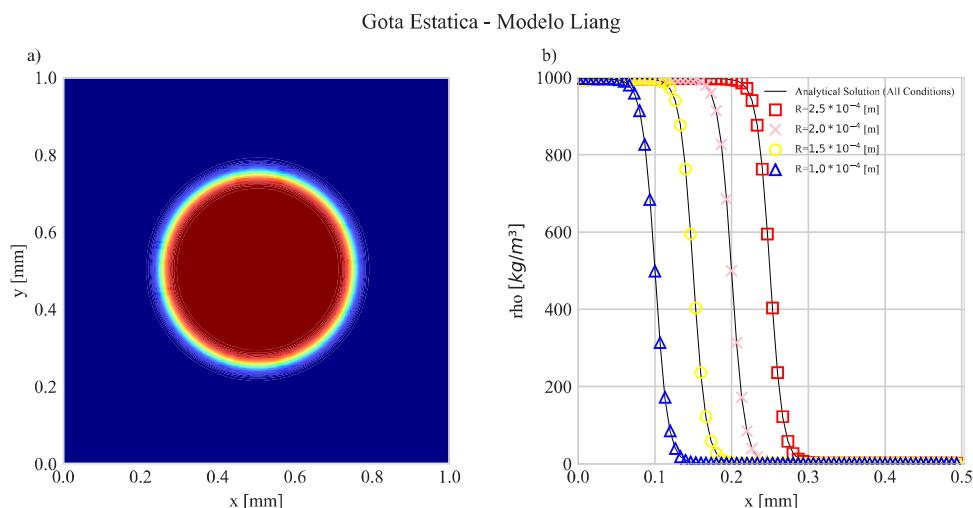


Figura 1. Simulação de gota estática Modelo Liang et al. (2018, 2019): a) Representação dos perfis de densidade para água saturada a 25°C, considerando um $R = 0.25\text{mm}$; b) Perfil de densidade ao longo da linha media para diferentes raios.

Em segundo lugar, se realiza a simulação de gota sésseis, onde uma gota é inicializada em contato com uma superfície plana. Este teste tem como objetivo verificar se os modelos empregados conseguem de fato capturar os ângulos de contatos impostos. A Fig.2 mostra resultados obtidos através do modelo desenvolvido em Liang et al. (2018, 2019). Nota-se que de forma geral o modelo consegue de fato capturar os ângulos de contato impostos na interface.

Apesar da simplicidade das simulações, elas servem para garantir o bom comportamento dos modelos e, portanto, validar os modelos para aplicações mais complexas. A partir disso, pretendemos realizar simulações do impacto de

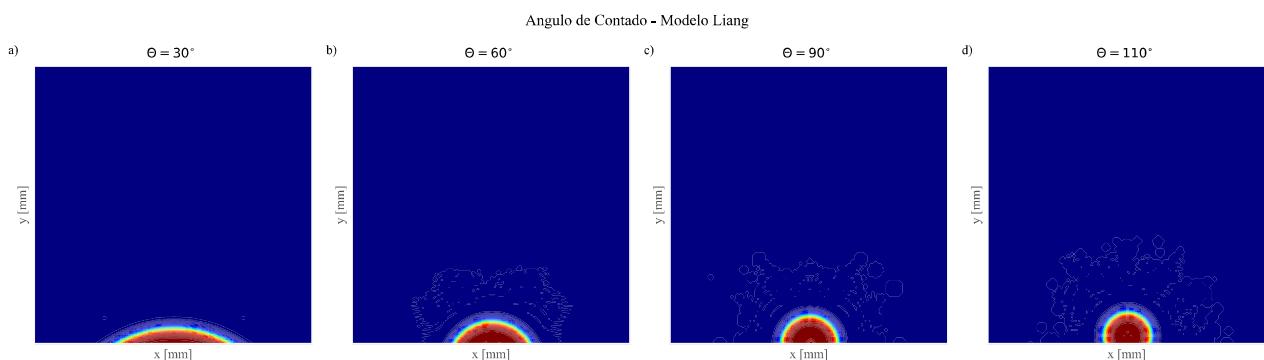


Figura 2. Simulação de angulo de contato em gotas sésseis Modelo Liang et al. (2018, 2019): a) $\Theta = 30^\circ$; b) $\Theta = 60^\circ$,
a) $\Theta = 90^\circ$; b) $\Theta = 110^\circ$.

gotículas em diversas condições e compará-las com dados experimentais.