

## AVALIAÇÃO DA COMPRESSIBILIDADE NA EVOLUÇÃO DE BOLHAS POR AMADURECIMENTO DE OSTWALD

Liliane Aparecida Ferraz, Álvaro Vianna Novaes de Carvalho Teixeira

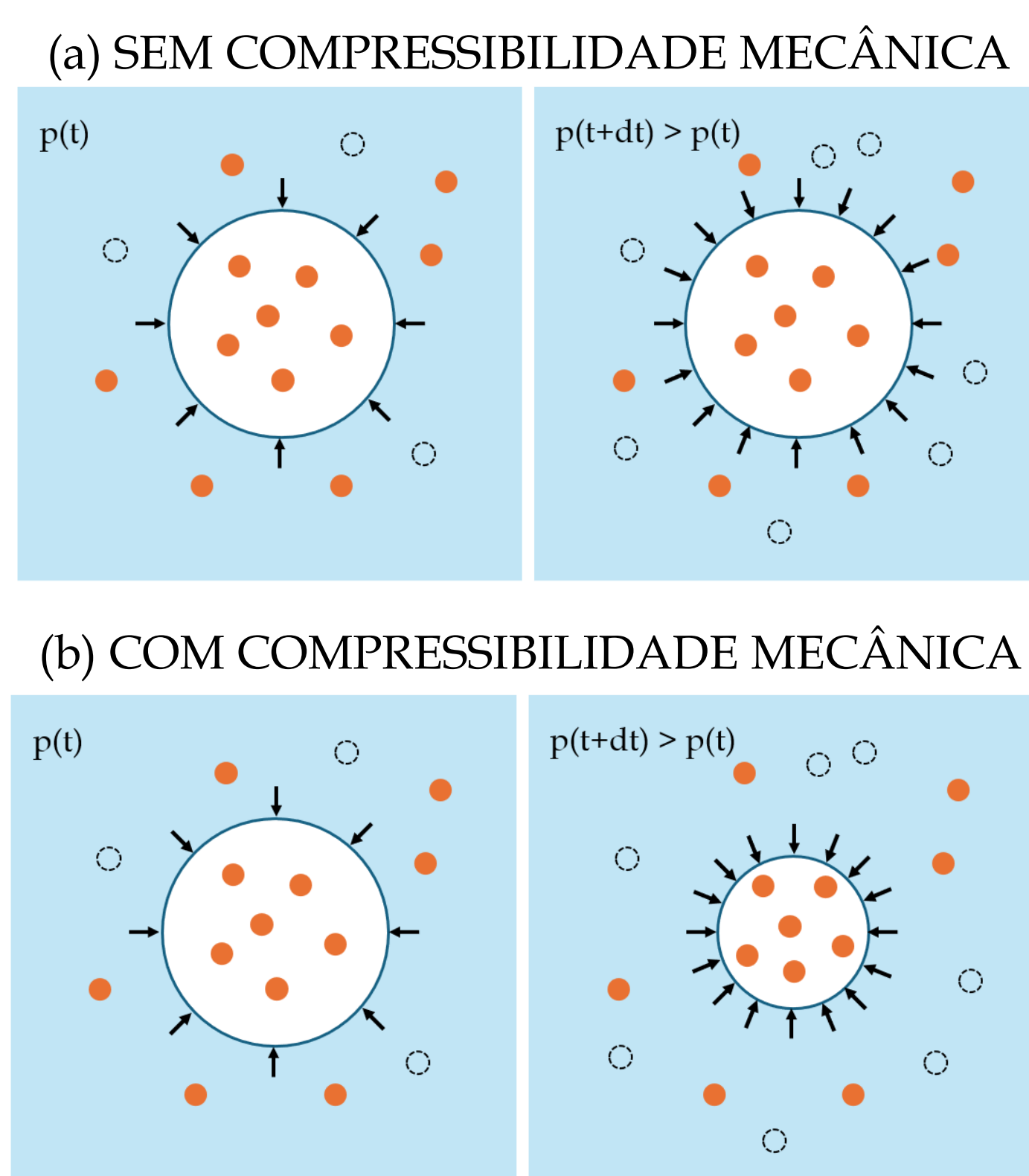
INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA

Pesquisa

### Introdução

Amadurecimento de Ostwald é o nome dado ao processo termodinâmico que rege a evolução de bolhas dispersas em meio líquido. Segundo esse processo, as bolhas de maior volume aumentam de tamanho, as bolhas de menor volume diminuem e o raio médio do sistema cresce ao longo do tempo. Simulações baseadas nesse processo vêm sendo desenvolvidas pelo grupo de pesquisa do Laboratório de Microfluídica e Fluidos Complexos do Departamento de Física da UFV. Com base nessas simulações, o grupo objetiva prever a evolução temporal de um sistema de bolhas dispersas em meio líquido.

Nessas simulações, quando é aplicada uma variação de pressão o sistema evolui da forma apresentada na Figura 1(a). Nota-se que, imediatamente após a variação da pressão, o raio da bolha não muda, há apenas um aumento na solubilidade do gás no líquido.



**Figura 1:** evolução do sistema imediatamente após um aumento na pressão. As setas representam a pressão, os círculos em laranja representam o gás e os espaços pontilhados representam a capacidade do líquido de receber o gás, isto é, representam a solubilidade do gás no líquido.

Contudo, em um sistema fisicamente mais consistente, a evolução deve seguir o que é apresentado na Figura 1(b), isto é, deve-se levar em conta a compressibilidade mecânica das bolhas. Neste caso, quanto a pressão é aumentada, ocorre não só o aumento da solubilidade, mas também a redução do raio da bolha.

### Objetivos

Investigar os efeitos da compressibilidade mecânica em sistemas líquido-gás regidos pelo Amadurecimento de Ostwald por meio simulações computacionais.

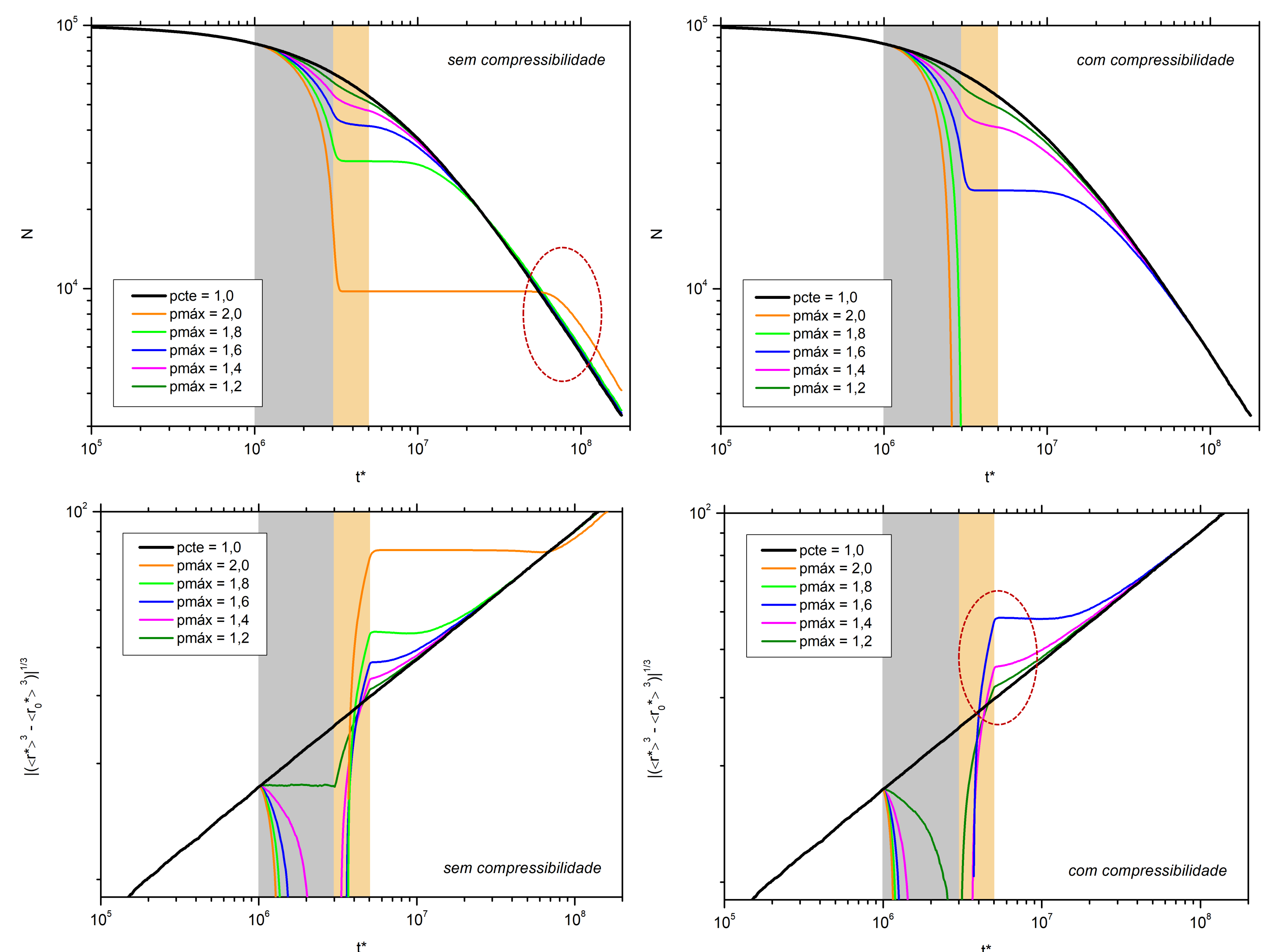
### Metodologia

Todo o código-fonte, incluída a rotina de compressibilidade mecânica, foi escrito na linguagem FORTRAN, utilizando o modelo de P. S. Epstein e M. S. Plesset para o cálculo da taxa de atualização dos raios. A rotina de compressibilidade mecânica, foco deste estudo, foi implementada por meio da lei dos gases ideais. Para analisar as influências da variação de pressão, o sistema foi submetido a mudanças nas quais a pressão aumenta linearmente no tempo e depois retorna, com a mesma taxa, ao estado de pressão constante.

### Apoio Financeiro

### Resultados

Os principais resultados obtidos podem ser observados na Figura 2.



**Figura 2:** Evolução do número de bolhas no sistema nos casos (a) com e (b) sem compressibilidade. Evolução do raio médio do sistema nos casos (c) com e (d) sem compressibilidade. As regiões sombreadas em cinza e amarelo demarcam, respectivamente, os intervalos de aumento e redução da pressão sobre o sistema.

A implementação da rotina de compressibilidade mecânica levou ao aumento da sensibilidade das variáveis do sistema em relação às variações de pressão, como pode-se observar para o caso do raio médio, ao comparar as Figuras 4(c) e 4(d). A implementação dessa rotina também possibilitou a correção do efeito anômalo indicado na Figura 4(a).

O destaque na Figura 4(d) mostra um efeito notável do sistema em estudo: o raio médio dos sistemas perturbados pelas variações de pressão, fica maior que o raio médio do sistema não perturbado.

### Conclusões

Verificou-se o aumento da sensibilidade das variáveis do sistema em relação às variações de pressão e a correção de um efeito anômalo no modelo anterior. Todavia, não foram detectadas alterações no regime de crescimento. Portanto, conclui-se que, embora o novo modelo seja mais consistente, não se pode afirmar que a rotina de compressibilidade mecânica altere de forma significativa as leis de crescimento do sistema.

### Bibliografia

- [1] ALBUQUERQUE, M. C. Amadurecimento de Ostwald Sob Variações de Pressão. TCC (Graduação em Física) – UFV, Viçosa, 2022.
- [2] EPSTEIN, P. S.; PLESSET, M. S. On the stability of gas bubbles in liquid-gas solutions. The Journal of Chemical Physics, v. 18, n. 11, 1950.
- [3] RATKE, L.; VOORHEES, P. W. Growth and Coarsening: Ripening in Material Processing. Illinois, USA: Springer, 2002.

### Agradecimentos