

# Simpósio de Integração Acadêmica

## “Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável”

SIA UFV 2023



## O Mecanismo de Ostwald na Formação de Bolhas de Gás em um Fluido: Aspectos Experimentais

Vinicius Damasceno Costa (vinicius.damasceno@ufv.br), Alvaro Vianna Novaes de Carvalho Teixeira (alvaro@ufv.br)

### Introdução

O crescimento de bolhas de ar em um meio aquoso/viscoso é ditado pelo amadurecimento de Ostwald, que é regido por três fenômenos: a diferença de pressão dentro e fora de uma bolha ser proporcional à tensão interfacial; o segundo é a difusão que dita o caminho em que as moléculas do gás se movem quando estão solubilizadas no meio líquido; e o terceiro é o fato de um gás ter uma solubilidade, mesmo que pequena, em líquidos. Este trabalho é uma análise de um experimento de amadurecimento de Ostwald feito anteriormente pelo grupo do Laboratório de Microfluídica e Fluidos Complexos (LMFFC) de bolhas de ar em um meio aquoso [1], em relação a correlação da conectividade de uma triangulação de Delaunay.

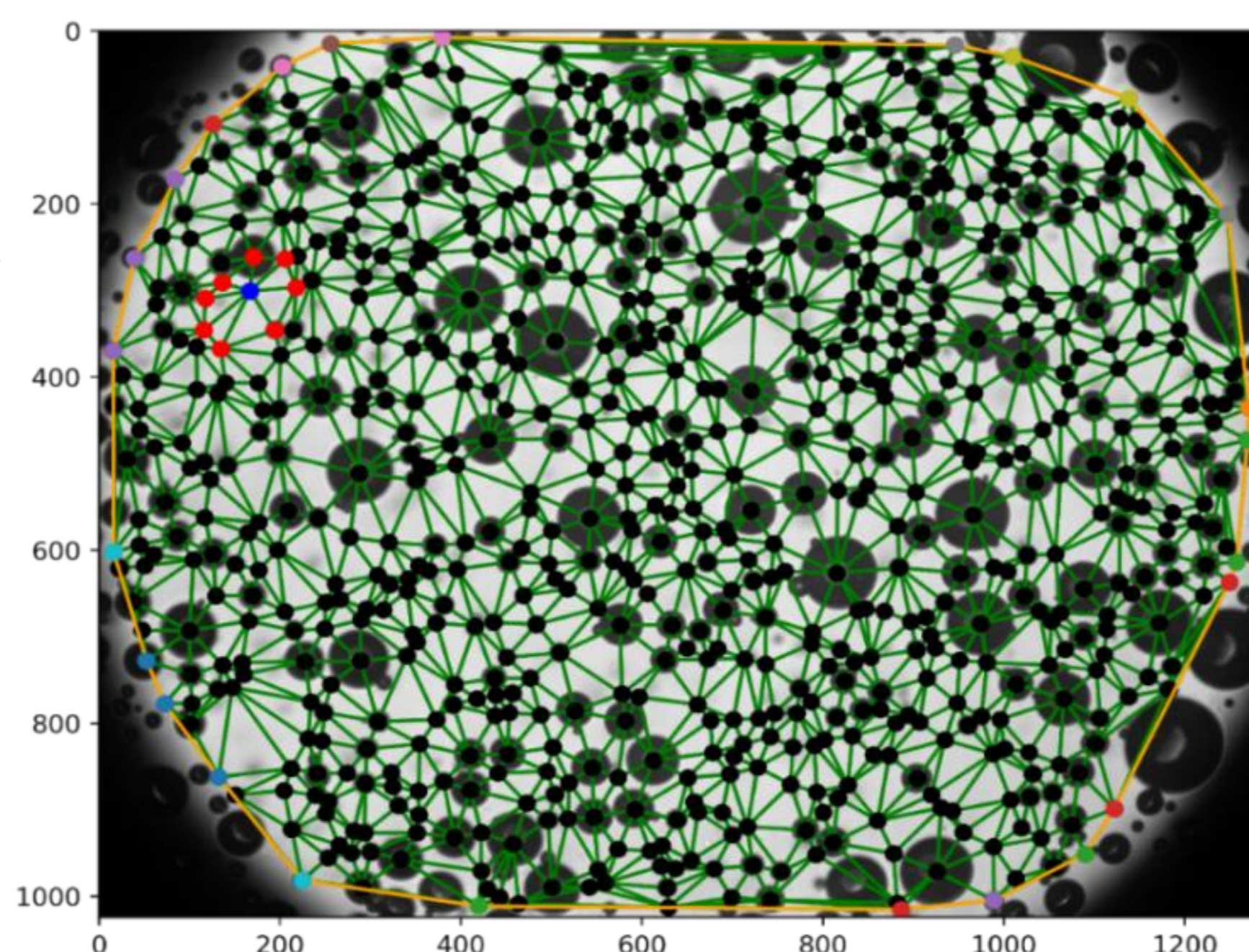
### Objetivos

O objetivo desse trabalho é analisar a rede formada pela triangulação de Delaunay aplicada em um sistema composto por bolhas de ar dispersas em meio fluido. Para tanto usamos medidas de correlação de grau.

### Material e Método

As imagens geradas pelo experimento passaram por um processo de filtragem no programa ImageJ gerando um documento com as posições e as áreas das bolhas. Usando uma triangulação de Delaunay para interligar esses pontos em um grafo medindo, assim, a conectividade e as correlações dessas tesselações. Também criamos triangulações geradas por pontos distribuídos aleatoriamente para comparar com os resultados do experimento. Podemos ver uma imagem da triangulação de Delaunay na Figura 1.

Figura 1: Triangulação de Delaunay da distribuição de bolhas sobreposta pela imagem do de bolhas do experimento, em que os pontos pretos representam as bolhas, os pontos vermelhos são bolhas vizinhas do ponto azul e as linhas laranjas que cortam as bolhas coloridas periféricas da imagem é o *ConvexHull*.

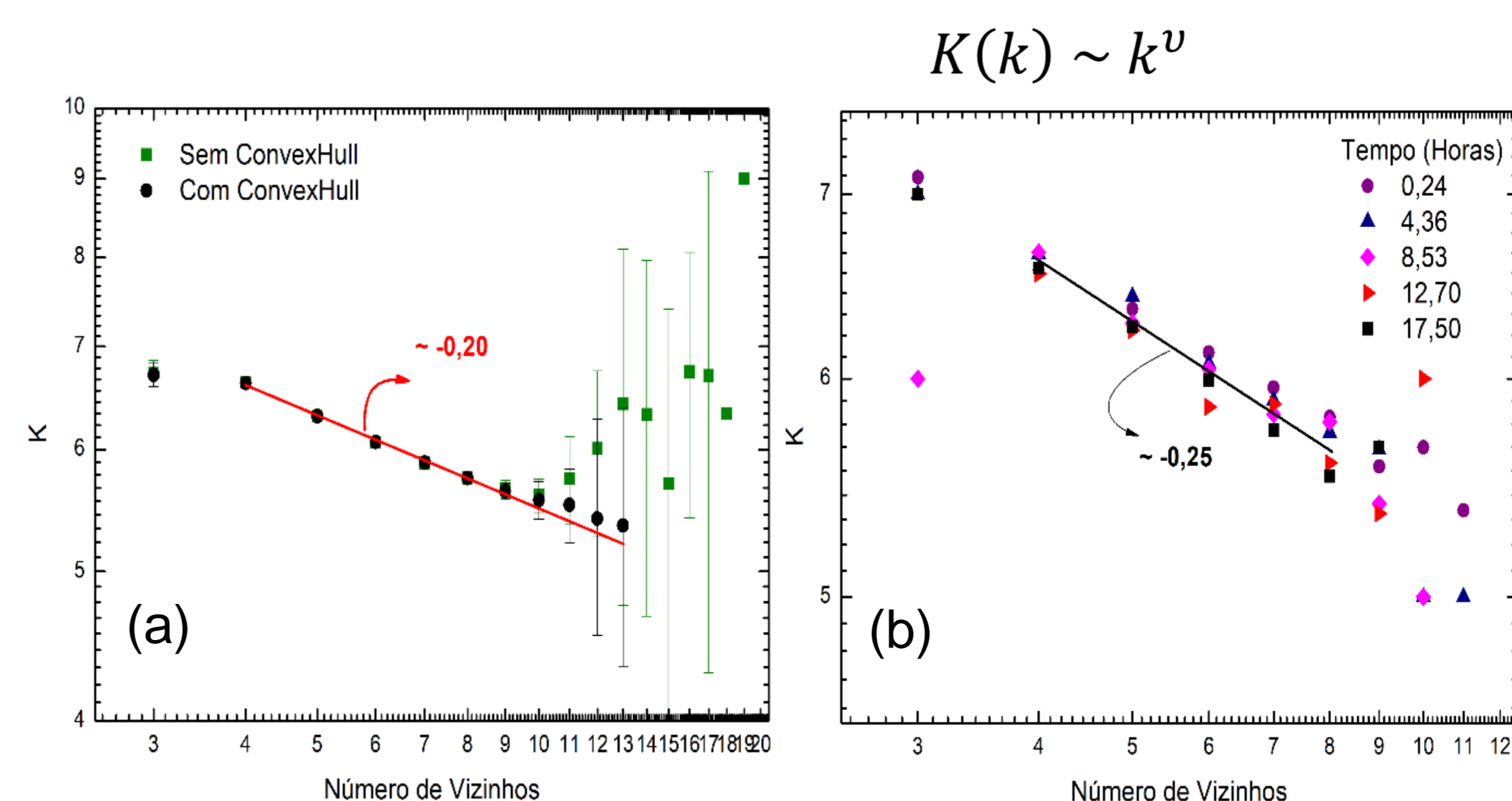


### Resultados e Discussão

Podemos correlacionar os graus dos pontos da rede medindo a média dos graus dos vizinhos de um ponto, que pode ser descrita como:

$$K(k) = \frac{1}{N_k} \sum_{i=1}^N K(i) \delta_{k,k_i} \quad , \quad K(i) = \frac{1}{k_i} \sum_j k_j$$

em que  $K(i)$  é o grau médio dos primeiros vizinhos do ponto central  $i$ ,  $k_i$  é o número de vizinhos de  $i$  e  $k_j$  é o número de vizinhos de  $j$ , em que  $j$  percorre todos os pontos que são vizinhos de  $i$  e que  $N_k$  é o número total de pontos que têm como grau  $k$ . Uma forma de analisar essa relação é por meio da seguinte lei de escala proposta para o estudo de redes reais por Pastor-Satorras et al [2] em que se o expoente de correlação  $\nu$  for maior que 0, a rede é considerada associativa, por outro lado, quando  $\nu < 0$ , a rede é classificada como dissociativa.



Podemos observar na Figura 2 tanto na simulações quanto no experimento nossos grafos têm um comportamento levemente dissociativo.

Figura 2: Curvas referentes ao valor da correlação de grau pelo número de vizinhos da triangulação de Delaunay. (a) Curva verde referente as simulações sem a aplicação do filtro utilizando o ConvexHull e a curva preta é utilizando-se do filtro; (b) Curvas referentes ao experimento em diferentes momentos da sua evolução.

### Conclusões

Obtemos que o grau de correlação de uma Rede de Delaunay tem caráter levemente dissociativo, ou seja, bolhas tendem a fazer ligações com outras bolhas de diferentes números de vizinhos, em que obtemos uma lei de potência de  $\nu \approx -0,25$  para a rede real durante toda a evolução temporal do experimento, que está de acordo com o valor de  $\nu \approx -0,20$  obtido na simulação.

### Apoio financeiro



### Bibliografia

- [1] Rocha, César Melo da, Evolução de bolhas de ar em misturas de glicerol/água pelo amadurecimento de Ostwald / César Melo da Rocha. – Viçosa, MG, 2018.
- [2] R. Pastor-Satorras, A. Vázquez, e A. Vespignani, “Dynamical and correlation properties of the internet,” Physical Review Letters, vol. 87, no. 25, pp. 258701–1-258701–4, 2001.
- [3] Vinicius Damasceno Costa – “O Mecanismo de Ostwald na Formação de Bolhas de Gás em um Fluido” – relatório de projeto de iniciação científica – PIBIC/CNPq-UFV 2021-2022.