

# Física Biológica: Modelagem, Simulações e Experimentos

L G Brunnet

Laboratório de Estruturas Celulares  
Grupo de Modelos Teóricos e Computacionais  
Instituto de Física - UFRGS

Agosto, 2022

# Matéria Ativa

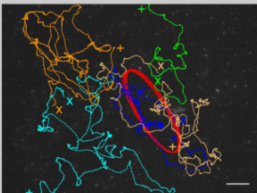
a



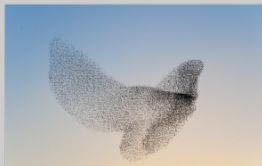
c



b



d



## Active Matter

- Craig Reynolds(1987) → (<http://www.red3d.com/cwr/boids/>)
- Movimento coletivo sem líder (T. Vicsek, 1995)[1].
- Regras locais definidas entre indivíduos pode produzir comportamento coletivo, mesmo com ruído.

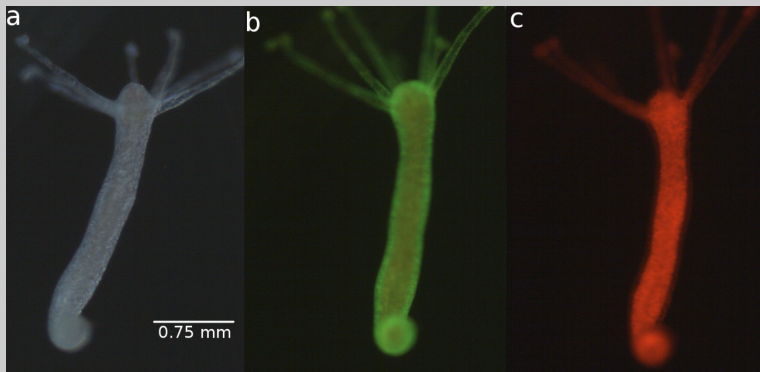
$$\theta_i^{t+1} = \arg\left(\sum_{j \in \mathcal{V}_i} \vec{v}_j\right) + \eta \xi_i^t, \quad |\vec{v}| = cte$$

$$\xi_i^t \in [-\pi, \pi], \quad \eta \in [0, 1]$$

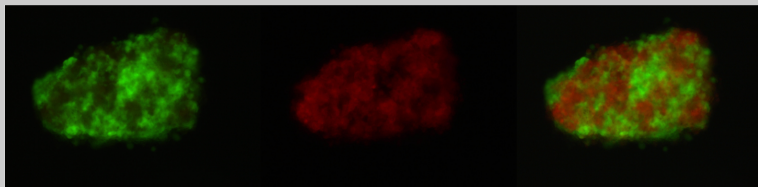
- Objetos autopropelentes, não-equilíbrio, meios ativos.

[1]T. Vicsek et all, Phys. Rev. Lett. 75, 1226 (1995).

## *Hydra vulgaris*



## Experimento com Hidras



# Abordagem de Cluster Médio para a Segregação Celular

Agregados tem tamanho semelhante em cada imagem. Se difundem, fundem e crescem.

$$D \propto m^\nu$$

In 2D

$$\nu = -1 \rightarrow m(t) \propto t^{\frac{1}{2}}$$

$$\nu = 0 \rightarrow m(t) \propto t^1$$

In 3D

$$\nu = -1 \rightarrow m(t) \propto t^{\frac{3}{5}}$$

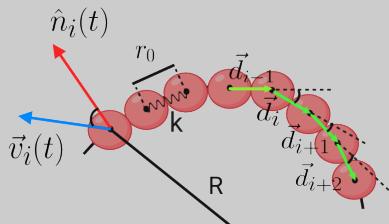
$$\nu = 0 \rightarrow m(t) \propto t^{\frac{3}{2}}$$

$$\frac{dm}{dt} = \frac{m}{\tau}$$

## Modelo Celular de Anéis Ativos

$$\dot{\vec{r}}_i(t) = v_0 \hat{n}_i - \mu \sum_{i \sim j} \nabla U(\vec{r}_{ij}) + \sqrt{2D_T} \vec{\chi}_i(t)$$

$$\dot{\theta}_i(t) = \frac{1}{\tau'} \arcsin(\hat{n}_i(t) \times \frac{\vec{v}_i(t)}{|\vec{v}_i(t)|} \cdot \hat{e}_z) + \sqrt{2D_R} \xi_i(t)$$



# Random Walk



# Rotate

# Run

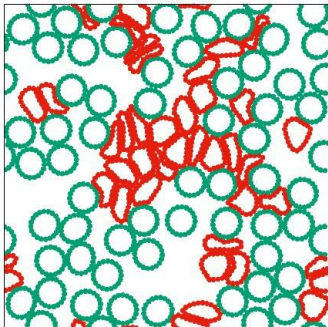
## Run and Rotate

- Estados característicos: Run or Rotate, Run and Rotate, Random Walk.
- Polarização espontânea.

## Projetos em desenvolvimento

Harris Hypothesis (E. Fortes)    Micro-pipette absorption (G. Ourique)

Time = 100000,  $L = 59.00$ ,  $Pe = 0.10$ ,  $\tau = 1.00$ ,  $F = 1.0$ ,  $\beta = 0.0$ ,  $B = 0.000$



## Professores do Grupo

- Daniel Gamermann
- Gilberto Thomas
- Heitor Fernandes
- Leonardo Brunnet
- Mendeli Veinstein
- Rita de Almeida