

## Competição e coexistência em populações biológicas

Alessandra Lütz and Jeferson J. Arenzon

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CP 15051, 91501-970 Porto Alegre RS, Brazil

A evolução de sistemas biológicos é fortemente dirigida pelas interações entre os indivíduos e destes com o meio externo. No nível fenotípico, a Teoria dos Jogos é uma excelente ferramenta no estudo dos efeitos dessas interações. Competições cíclicas, por exemplo, como aquelas existentes em lagartos *Uta stansburiana* [1] e em bactérias [2], seguem o padrão e podem ser modeladas pelo jogo Pedra-Papel-Tesoura (PPT). A relação entre essas estratégias, Pedra>Tesoura>Papel>Pedra, pode ser generalizada para sistemas com mais de três estratégias, o que nos permite modelar redes de interações bastante mais complexas. Um exemplo, com quatro estratégias (e conexões cruzadas) pode ser visto na figura abaixo.

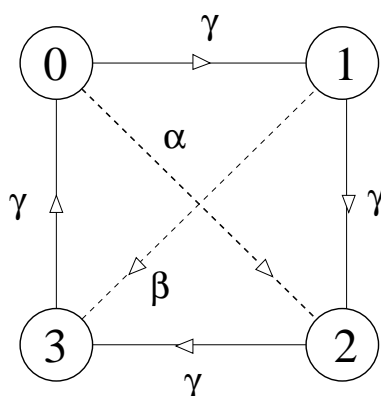


FIG. 1: Grafo de Interação. As flechas indicam a direção das invasões.

Inicialmente nos detivemos no estudo desse sistema com competições cíclicas de quatro estratégias o qual, diferentemente do PPT, é intrinsecamente hierárquico e, na ausência de ruído, não há coexistência total. Além das interações cruzadas (com parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ ), existe a possibilidade, usualmente não considerada no PPT, de interações reversas. Assim, o resultado de um combate pode obedecer a hierarquia da rede de interações com probabilidade  $\gamma$ , contrariá-la com probabilidade  $\epsilon$  ou permanecer inalterado ( $1 - \gamma - \epsilon$ ). Este modelo é estudado em uma rede quadrada, onde em cada célula existe um indivíduo que interage com um de seus quatro vizinhos mais próximos. A partir de um estado aleatório e uniforme, o sistema evolui. O objetivo do trabalho é estudar os possíveis comportamentos do sistema para diferentes valores dos parâmetros, em particular, as regiões do espaço de fase onde há coexistência entre as espécies e, no caso de extinções, o tempo necessário para que elas ocorram.

Os resultados obtidos até aqui sugerem que a inclusão do parâmetro de interação reversa,  $\epsilon$ , não é suficiente, em uma situação mais simples em que  $\alpha = \beta$ , para contrabalaçar a hierarquia do sistema, havendo ao menos uma extinção em todos os casos. Essa extinção pode eliminar a hierarquização e garantir a coexistência entre algumas das espécies.

**Financiamento:** AL é parcialmente financiada por uma bolsa PIBIC CNPq/UFRGS. JJA é parcialmente financiado pelo CNPq e pelo INCT-Sistemas Complexos/CNPq.

[1] B. Sinervo and C. M. Lively, Nature **380**, 240 (1996).

[2] B. C. Kirkup and M. Riley, Nature **428**, 412 (2004).