

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], podem ser modeladas pelo jogo Pedra-Papel-Tesoura (PPT). A relação entre essas estratégias, Pedra>Tesoura>Papel>Pedra, caracteriza um sistema intransitivo, *i.e.* um sistema que não obedece a condição:

$$\text{se } (S_i > S_j) \text{ e } (S_j > S_k), \text{ então } (S_i > S_k).$$

onde  $S$  representa uma espécie. A fim de modelar redes de interações mais complexas, podemos generalizar o PPT para sistemas com mais de três estratégias. Um exemplo, com quatro estratégias (e conexões cruzadas) pode ser visto na figura abaixo.

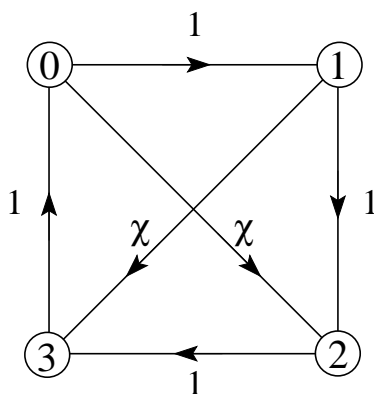


FIG. 1: Grafo de Interação. As flechas indicam o sentido das invasões.

Inicialmente nos detivemos no estudo desse sistema com competições cíclicas de quatro estratégias o qual, diferentemente do PPT, é um intermediário entre sistemas transitivos e intransitivos. O parâmetro  $\chi$ , nas interações cruzadas, permite o ajuste da transitividade do sistema. 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. Além disso, os resultados das simulações computacionais são comparados com os resultados analíticos da aproximação de campo médio. O objetivo do trabalho é estudar os possíveis comportamentos do sistema para diferentes valores de  $\chi$ , 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 existe um limiar de transitividade, dependente

da estrutura da rede, abaixo do qual as quatro espécies coexistem.

---

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

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