

## Movimento Orientado na Dinâmica Presa-Predador

**Diomar C. Mistro**

Universidade Federal de Santa Maria - Departamento de Matemática  
97105-900, Santa Maria, RS  
E-mail: dcmistro@gmail.com

**Luiz A. D. Rodrigues**

Universidade Federal de Santa Maria - Departamento de Matemática  
97105-900, Santa Maria, RS  
E-mail: ladiazrodrigues@gmail.com

**Priscila A. da Silveira**

Universidade Federal de Santa Maria - Departamento de Matemática  
97105-900, Santa Maria, RS  
E-mail: priscilasjn@gmail.com

### RESUMO

Em geral, na literatura especializada, modelos presa-predador ou parasitóide-hospedeiro consideram que os predadores (parasitóides) procuram por suas presas (hospedeiros) aleatoriamente [1], [4]. Esta hipótese é matematicamente prudente pois simplifica o modelo, mas é biologicamente simplista [3]. Predadores tendem a se agregar nas regiões de maior concentração de presas como resultado de uma procura não aleatória. A localização de presas frequentemente depende de estímulos visuais ou olfativos que podem estar relacionados com a sua densidade. O parasitóide *Heydenia unica*, por exemplo, responde a uma substância volátil liberada pelo seu hospedeiro. Os brotos avermelhados do *Pinus sylvestris* atraem mais o parasitóide *Itopectis conquisitor* que os verdes por estarem infestados de seu hospedeiro, a mariposa *Rhyacionia buoliana*. Algumas vezes, a atração ocorre sobre distâncias consideráveis. Há exemplos de parasitóides que são atraídos pelos feromônios sexuais de seus hospedeiros e também há casos de orientação acústica [3].

Neste trabalho, apresentamos um modelo discreto espacialmente estruturado para a dinâmica presa-predador no qual as presas se movimentam por difusão e os predadores têm movimento orientado com relação às presas. A variável espacial é incluída considerando um domínio bidimensional dividido em manchas discretas denominadas células ou “patches”. Este tipo de formulação, que considera um sistema de equações a diferenças acopladas pela dispersão, é conhecido como Rede de Mapas Acoplados (“Coupled Map Lattice”) [4].

A dinâmica do modelo ocorre em dois estágios distintos: uma fase de interação e outra de dispersão ou movimentação. Ambas as fases ocorrem em um intervalo de tempo de uma geração, sendo aplicada esta dinâmica simultaneamente a todas as células do domínio.

Durante o processo de movimentação, uma fração  $\mu_N$  da população de presas abandona seu sítio (“patch”) para colonizar igualmente os quatro vizinhos mais próximos (vizinhança de Moore). A fração de predadores que deixa cada “patch” depende da densidade de presas. As equações que caracterizam a fase de dispersão são descritas por:

$$\begin{aligned}
 N'_{i,j} &= (1 - \mu_N) N_{i,j} + \frac{\mu_N}{4} \sum_{v,w \in V_{i,j}} N_{v,w}, \\
 P'_{i,j} &= (1 - \mu_P(N_{i,j})) P_{i,j} + \sum_{v,w \in V_{i,j}} \mu_P(N_{v,w}) P_{v,w}, \quad (1)
 \end{aligned}$$

onde  $V_{i,j} = \{(i-1, j), (i+1, j), (i, j-1), (i, j+1)\}$  é o conjunto dos quatro sítios mais próximos do sítio  $(i, j)$ ,  $N_{i,j}^t$  e  $P_{i,j}^t$  são, respectivamente, as densidades das populações de presas e predadores na geração  $t$ , antes da movimentação.  $N_{i,j}^{t+1}$  e  $P_{i,j}^{t+1}$  representam as densidades populacionais após a movimentação.

Durante o estágio de reprodução, a interação presa-predador ocorre em cada célula do domínio. Assumimos que, na ausência de predadores, a população de presas cresce de acordo com a função de Ricker. A população de predadores cresce proporcionalmente à população de presas. Esta interação é descrita pelas equações

$$\begin{aligned} N_{i,j}^{t+1} &= N_{i,j}^t \exp\left(r(1 - N_{i,j}^t) - P_{i,j}^t\right), \\ P_{i,j}^{t+1} &= cN_{i,j}^t P_{i,j}^t, \end{aligned} \quad (2)$$

onde  $r$  e  $c$  são constantes positivas.

Foram desenvolvidas simulações numéricas aplicando-se as equações (1) e (2) para uma escolha adequada da função  $\mu_p(N_{i,j}^t)$ . Consideramos um domínio bidimensional  $30 \times 30$ , com fronteira reflexiva. Como condição inicial, assumimos uma pequena inoculação de indivíduos de ambas espécies no centro do domínio. Foram analisadas as regiões dos parâmetros da dinâmica e de movimentação para as quais o sistema apresenta diferentes regimes.

**Palavras-chave:** *Presa – Taxia, Redes de Mapas Acoplados, Presa – Predador.*

## Referências

- [1] C. J. Briggs and M. F. Hoops, Stabilizing effects in spatial parasitoid-host and predator-prey models: A review. *Theoretical Population Biology*, vol. 65, 299-315, (2004).
- [2] L. Edelstein-Keshet, “Mathematical Models in Biology”, Random House, New York, 1988.
- [3] M. P. Hassell, The Spatial and Temporal Dynamics of Host-Parasitoid Interactions. New York: Oxford University Press, 2000.
- [4] M. P. Hassell, H. N. Comins and R. M. May, Spatial structure and chaos in insect population dynamics, *Nature*, vol. 353, pp.255-258, (1991).
- [5] P. Kareiva and G. Odell, Swarms of Predators Exhibit “Preytaxis” if Individual Predators use Area-Restricted Search. *The American Naturalist*, vol. 130(2), pp.233-270, (1987).