Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

DINÂMICA PRESA-PREDADOR COM CAÇA E EVASÃO VIA AUTÔMATO CELULAR

Rubens Gamaliel Bergamo de Souza[1] ; Ana Teresa Costa Silva[2]

[1]Bolsista Probic/UEFS, Graduando em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, rubensgamaliel@hotmail.com.

[2]Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, tereza@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Autômato Celular, Dinâmica Presa-Predador, caça-evasão

INTRODUÇÃO

Desde que Volterra publicou o primeiro modelo simples para o estudo de dinâmica populacional, uma grande quantidade de modelos têm sido construídos (Boccara, 1994). Originalmente, a interação entre populações de presas e predadores utilizava um sistema de equações diferenciais. Quando o crescimento das populações limita-se devido à algum fator, podendo ser a capacidade finita do meio ambiente para suportar indivíduos, as equações tradicionais são alteradas e esse novo modelo é chamado de logístico (Gotelli, 2001). Assim, a evolução temporal da população de presas e predadores era obtida a partir de equações de taxas. Contudo, a dependência espacial e estocástica, muitas vezes requeridas para modelar sistemas o mais próximo do mundo real, faz com que os Autômatos Celulares (AC's) sejam mais adequados para o estudo de sistemas presa- predador com estocasticidade. A utilização de AC’s é bem apropriada na descrição de sistemas onde indivíduos atuam em uma pequena vizinhança e espera-se obter uma visão total do sistema. O uso do mecanismo de movimento inteligente acrescenta mais realidade ao modelo tradicional e possibilita uma melhor reprodução de sistemas naturais. A reprodução dos sistemas biológicos permite sugerir formas de controle de populações, muito útil no combate a pragas (Baptestini, 2006), comprovar modelos de evolução de doenças (Freitas, 2006), entre outras aplicações.

Neste trabalho estudamos um modelo proposto por Boccara *et al.* (1994). A dinâmica é dividida em duas etapas, onde são desenvolvidas regras de interação e regras de movimentação. As regras de interação são probabilísticas e estabelecem que as presas ao encontrar um predador morrem com uma certa probabilidade, não havendo predadores na vizinhança da presa esta tem a chance de deixar um descendente ali. O predador pode deixar um filho no sítio de uma presa em sua vizinhança, caso não existam presas em sua vizinhança o predador pode morrer. Nas regras de movimentação são definidos quatro quadrantes para cada indivíduo, onde são calculadas as densidades de indivíduos presentes em cada um deles. Os predadores se movem em direção ao quadrante com maior densidade de presas e as presas se dirigem para a direção oposta a maior densidade de predadores .

MÉTODOS

A dinâmica entre populações é escrita primeiramente por equações que descrevem o crescimento de cada população isoladamente, podendo ser obtido a partir daí um sistema de equações que determina o processo de interação entre as populações (modelo tradicional). Ao considerarmos que o ambiente suporta apenas uma quantidade limitada de indivíduos, podemos obter um novo sistema de equações (modelo logístico). A solução desses sistemas de equações é obtida através do método numérico Runge-Kutta de quarta ordem.

Os AC's possuem uma característica muito útil para retratar de forma mais real os sistemas biológicos, as interações de curto alcance, já que nesse caso o espaço é discretizado

(Boccara, 2004). Assim sendo, para que os indivíduos interajam é necessário que eles estejam uns na vizinhança dos outros. Esta característica não é levada em conta de forma adequada quando o sistema é modelado por equações diferenciais.

Em nosso trabalho a configuração inicial para qualquer conjunto de parâmetros é uma rede com 256x256 sítios, com condições periódicas de contorno, e um tempo de 3000 passos de interação, a dinâmica era refeita 1000 vezes a partir da configuração inicial para que fosse possível utilizar um tratamento estatístico na dinâmica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o modelo Lotka-Volterra foram obtidos os dados referentes as suas equações nos modelos tradicional bem como do modelo Logístico. O modelo logístico, por considerar a capacidade de suporte imposta pelo ambiente, é mais realista que o modelo tradicional. Esta consideração de um limite para a população máxima que um ambiente pode abrigar é uma característica comum aos AC's.

A dinâmica das populações para os sistemas considerados é oscilante no tempo, como pode ser visto nas figuras abaixo. Em todos os modelos considerados, a população de predadores oscila com uma defasagem de $\pi/2$ radianos em comparação com a população de presas. Isto é explicado por ser a população de predadores altamente especializada, alimentando-se exclusivamente da população de presas. Com o aumento da quantidade de presas dentro do sistema, a população de predadores também aumenta, embora com a diferença de fase supracitada.

No modelo tradicional a população total é constante durante toda a dinâmica dentro do sistema considerado (Figura 1). Já nos modelos logístico e via AC a oscilação é do tipo amortecida, alcançando um estado estacionário depois de decorrido algum tempo (Figura 2 a) e b)). A população total nesses casos apresenta oscilações dentro da primeira parte do regime da dinâmica, tornando-se constante assim que a população de predadores alcança seu regime estacionário.

O mecanismo de caça e evasão torna-se mais visível e influente na dinâmica com o aumento do número médio de passos por indivíduo (m), que pode ser visto ao comparar-se qualitativamente as (Figura 3 a) com Figura 3 b)), nesta última, m é cerca de duas ordens de grandeza maior.

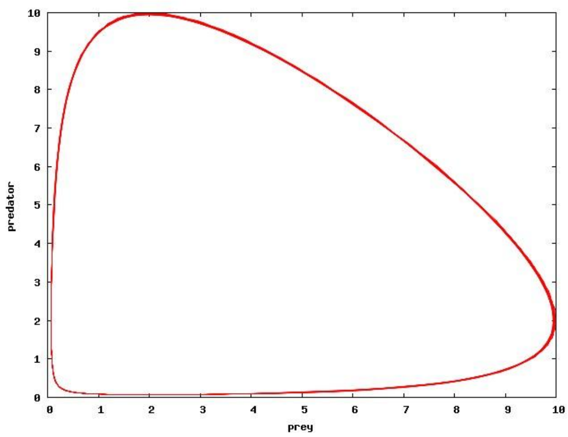

Figura 1 Plano de fases do modelo tradicional via equação diferencial

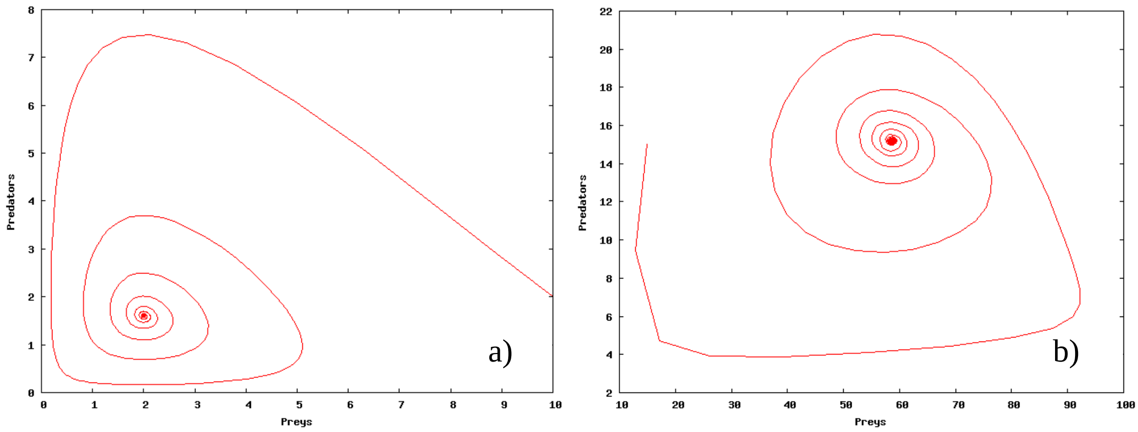

Figura 2 Plano de Fases a) modelo via equação diferencial logística; b) modelo via AC sem caça e evasão

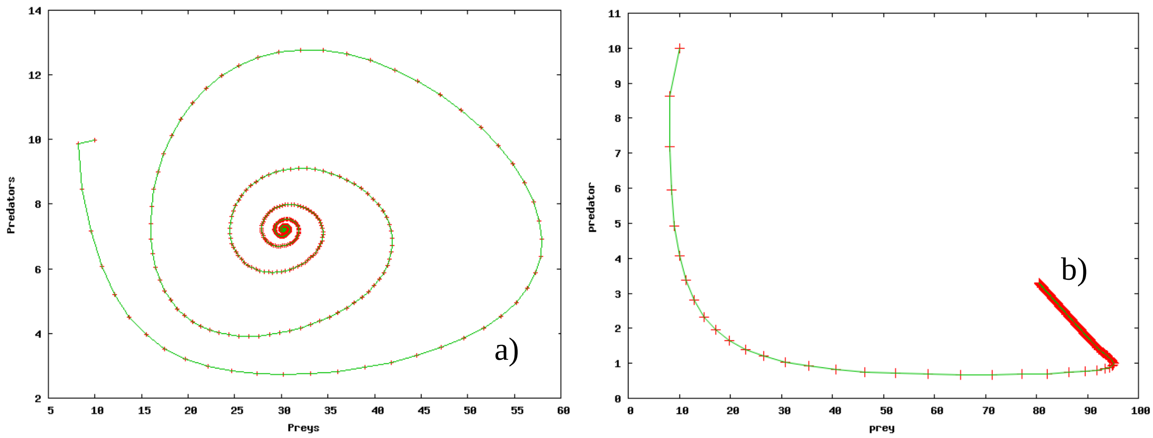

Figura 3 Plano de Fases do AC com caça e evasão: a) m=0.02 b) m=1

É interessante comparar a dinâmica presa-predador entre os modelos via AC e o modelo logístico via equação diferencial, o que é razoável já que os AC's são construídos em redes finitas constituindo-se um dos fatores limitantes descritos pelo modelo logístico. Assim para o caso onde o mecanismo de caça e evasão não é muito eficaz e a caminhada torna-se parecida à caminhada aleatória, ambos os modelos apresentam um comportamento qualitativamente igual. Conforme o valor de m aumenta (Figura 3 b)) a dinâmica distancia-se da descrita pelas equações diferenciais do modelo logístico (Figura 2 a)).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao conseguirmos retratar a dinâmica presa predador de maneira similar utilizando equações diferenciais e AC's construímos uma boa base para a construção de modelos que consideram mais detalhes.

Vemos que os AC's são uma ferramenta muito útil ao retratar sistemas biológicos interagentes. No caso particular onde o mecanismo de caça e evasão é implementado, a dinâmica é alterada, sugerindo que quanto mais capacidade de movimento as populações tiverem mais o modelo se distancia do modelo tradicional.

REFERÊNCIAS

BAPTESTINI, E. 2006.Um sistema presa-predador com evasão mediada por feromônio de alarme. Viçosa: UFV.

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

FREITAS, João; JAFELICE, Rosana. Uso de Autômato Celular no Estudo da evolução da AIDS. Famat em revista, maio 2006.
GOTELLI, N. J. 2001. A primer of ecology. University of Vermont.Third edition.
GIORDANO, N. J. 2006. Computational physcs. Pearson Education, 2 ed.
WOLFRAM, S. 1984. Universality and complexity in cellular automata. Physica 10D.
BOCCARA, N., ROBLIN, O., ROGER, M. 1994. Automata network predator-prey model with pursuit and evasion. Physical Review E, vol 50, n° 6.
WOLFRAM, S. Statistical mechanics of cellular automata. Rev. Mod. Phys. 55, 1983.
BOCCARA, N. Modeling complex systems. Springer-Verlag New York, 2004.