

Jogadores *Zealots*: estratégias imutáveis no Dilema do Prisioneiro na rede quadrada

Arthur Casa Nova Nonnig
Orientador: Prof. Dr. Mendeli Henning Vainstein
IF - UFRGS

Resumo

O trabalho analisa a cooperação no Dilema do Prisioneiro na rede quadrada com a presença de jogadores *zealots* cooperadores (C). Analisou-se o limite assintótico da cooperação para diferentes porcentagens de jogadores *zealots* C (jogadores que só cooperam e não trocam de estratégia) em uma Dinâmica Determinística, na Dinâmica do Replicador e na Dinâmica de Fermi a partir de simulações de Monte Carlo. Os diferentes comportamentos encontrados nas dinâmicas - mínimo e aumento da cooperação - ainda estão sob estudo, relacionando efeitos da presença de *zealots* C com a irracionalidade de troca de estratégias.

1. Introdução

A partir da motivação dada pelo artigo de Masuda [1] - que analisa a cooperação na presença de jogadores *zealots* C com equações de campo médio para o Dilema do Prisioneiro na dinâmica de Moran - buscou-se compreender os efeitos da presença de *zealots* C numa estrutura de rede. Com esse intuito, criaram-se simulações de Monte Carlo em uma rede quadrada do Dilema do Prisioneiro com diferentes dinâmicas - determinística e estocásticas.

2. Simulações

O modelo utilizado consiste em uma rede quadrada de tamanho $N=L \times L$ com condições de contorno periódicas, composta por cooperadores, não cooperadores e *zealots* C, que interagem com os quatro primeiros vizinhos (vizinhança de von Neumann) e consigo mesmo (autointeração). Cada tipo de interação tem um valor de *payoff* associado, definido pelas letras R (*reward*), P (*punishment*), T (*temptation*) e S (*sucker*). Os diferentes ganhos em cada jogo estão definidos na Figura 1. Para seguir o jogo Dilema do Prisioneiro, os valores dos *payoffs* devem obedecer $T > R > P > S$ e $2R > T + S$. Para simplificar a análise, utilizou-se $S = P = 0$, $R = 1$ com variação apenas de T, buscando sempre o valor adequado para o equilíbrio dinâmico de cada dinâmica.

	A	
B	coopera	nao coopera
coopera	R(A,B)	T(A), S(B)
nao coopera	S(A), T(B)	P(A, B)

Figura 1: Tabela de ganhos para diferentes interações na rede

2.1 Dinâmica Determinística

Nesta dinâmica, a rede é percorrida sincronicamente em um passo temporal de Monte Carlo. Desta forma, a partir das interações, define-se uma soma de ganhos para cada jogador. Com esses valores, o jogador adquire a estratégia do vizinho de maior soma. Caso o próprio ganho seja o maior, não há troca. Os jogadores *zealots* C participam dos jogos, no entanto, não trocam de estratégia mesmo que sua soma de *payoffs* seja menor. Caso algum jogador tenha como vizinho de maior ganho um *zealot* C, esse assume uma estratégia de cooperador, ou seja, o número de *zealots* é fixo na rede. Nesta dinâmica, não existe troca por estratégia de ganho menor para nenhum jogador.

2.2 Dinâmica de Fermi

Nesta dinâmica, a rede é percorrida assincronamente, ou seja, em um passo temporal de Monte Carlo, é escolhido um indivíduo aleatório a , que joga com seus primeiros vizinhos. Em seguida, um de seus vizinhos, b , também escolhido aleatoriamente, joga com seus primeiros vizinhos. Com os ganhos calculados para cada indivíduo, a e b , o jogador a decide se vai adotar ou não a estratégia de b de acordo com uma probabilidade dada pela função de Fermi

$$W_{ab} = \frac{1}{1 + \exp[-(P_b - P_a)/K]}$$

em que P_i representa o ganho acumulado pelo jogador i e a constante K é o ruído, relacionado com decisões irracionais. Ou seja, nesta dinâmica existe a possibilidade de troca por estratégia de ganho menor. Esse processo é repetido N vezes, desta forma, probabilisticamente, a maior parte dos indivíduos será escolhida.

2.3 Dinâmica do Replicador

Nesta dinâmica, novamente, a rede é percorrida assincronamente. Uma vez que os ganhos estão calculados para cada indivíduo, a e b , o jogador a decide se vai adotar ou não a estratégia do vizinho b de acordo com uma probabilidade

$$W_{ab} = \begin{cases} \frac{P_b - P_a}{4T} & \text{para } P_b > P_a \\ 0 & \text{para } P_b \leq P_a \end{cases}$$

do Replicador para populações finitas. Esse processo é repetido N vezes e, neste caso, não existe troca por estratégia de ganho menor para nenhum jogador.

3. Resultados

Com as dinâmicas definidas, realizaram-se as simulações de Monte Carlo para analisar a cooperação. Para isso, foram rodados conjuntos de 100 simulações para cada parâmetro, analisando uma média temporal do número de jogadores cooperadores acima de 5000 passos temporais, já dentro do limite assintótico da simulação. Com isso, obtiveram-se comportamentos distintos para a cooperação (porcentual de jogadores cooperadores e *zealots* C) nas diferentes dinâmicas.

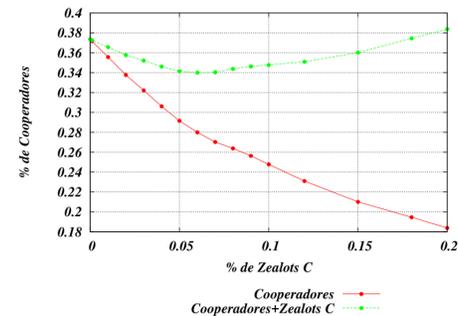


Figura 2: Comportamento assintótico na Dinâmica Determinística com $T=1.8$

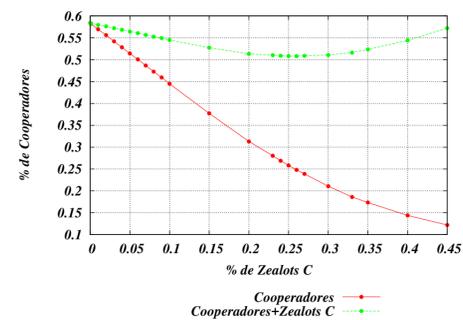


Figura 3: Comportamento assintótico na Dinâmica do Replicador com $T=1.4$

Percebe-se que, no caso determinístico, o efeito dos *zealots* c na rede é, primeiramente, de desfavorecimento da cooperação, chegando a um valor mínimo quando há 6% da rede ocupada por *zealots* C. No entanto, a cooperação já tem um ganho quando temos mais de 18% de *zealots* C. Para a Dinâmica do Replicador, o comportamento é similar, porém o mínimo acontece quando a presença de *zealots* C na rede é bem mais significativa. Enquanto os casos Determinístico e Replicador apresentaram um valor mínimo de cooperação em diferentes porcentagens de *zealots* C na rede (Figuras 2 e 3), a Dinâmica de Fermi (Figura 4) apresentou um aumento da cooperação com o crescimento dos *zealots* C na rede quadrada.

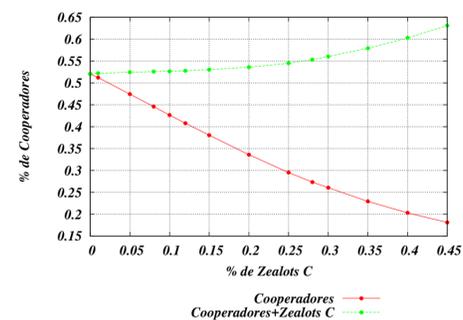


Figura 4: Comportamento assintótico na Dinâmica de Fermi com $T=1.4$ e $K=0.1$

Acredita-se que o comportamento distinto nas dinâmicas está ligado à irracionalidade presente no caso da Dinâmica de Fermi. No entanto, esse estudo ainda está em processo.

4. Conclusão

O trabalho de análise da cooperação no Dilema do Prisioneiro na rede quadrada com a presença de jogadores *zealots* C segue em andamento. Ainda assim, percebe-se que a presença de *zealots* altera de maneira significativa a cooperação na rede. As diferentes dinâmicas analisadas dão indícios de uma relação entre a irracionalidade presente na Dinâmica de Fermi e o aumento monotônico da cooperação. Com o auxílio da bolsa BIC-UFRGS, o trabalho ainda pretende seguir e verificar essa hipótese de pesquisa, além de relacionar o mínimo nas demais dinâmicas com as diferentes formas de comparação da soma de ganhos com um vizinho.

Referências

[1] N. Masuda, Evolution of cooperation driven by zealots. *Sci. Rep.* **2**, 646 (2012).