

MODELO DE SZNAJD EM REDES COMPLEXAS E PESQUISAS DE VOTO

Christian Prado dos Santos Machado (Bolsista PIBIC/CNPq), Francisco Wellington de Sousa Lima (Orientador, Departamento de Física/UFPI)

Introdução

A motivação para este trabalho vem do fato de que nos modelos atuais de opinião públicas, as opiniões neutras (indiferentes) são normalmente negligenciadas. Em algumas publicações a terceira opinião é considerada, por exemplo, como um terceiro partido [1] ou são estados completamente diferentes em sua natureza. Neste trabalho, o tempo da dinâmica de opiniões é regida pela mesma lei que interage rotações na presença de campo magnético onde o modelo de voto com o terceiro estado tem sido simulado em redes e duas dimensões [2].

Vamos considerar essa terceira opinião como Indiferente (I), um estado neutro em um modelo de opinião pública em redes aleatórias. Faremos uma breve explicação sobre redes aleatórias, suas propriedades e analizaremos o modelo de Sznajd em algumas topologias (rede Erdos-Rényi, *small world* de Watts e Strogatz, Barabási-Albert e rede diluída).

Metodologia

Utilizando de modelos computacionais, podemos estabelecer padrões e regras para simular resultados encontrado em análises reais. Isso foi aplicado para podermos construir modelos de redes reais e determinar suas características, como por exemplo, número de ligações entre os indivíduos, a probabilidade de ligação entre os indivíduos, a 'distância' entre os indivíduos, etc.

Redes complexas são formas de modelar a natureza onde as propriedades de um elemento são resumidas às conexões que ele estabelece com outros elementos do mesmo sistema. As ligações dependem da característica que se quer estudar e refletem propriedades intrínseca dos elementos considerados.

Cada elemento de uma rede é associado um nó e a ligação entre os nós se dá por meio de uma aresta. A forma usual de se trabalhar com redes complexas é usando uma matriz de adjacência A onde os índices i e j representam os nós e os elementos $a(i,j)$ representam as ligações entre os nós. As ligações podem ser unidirecionais, bidirecionais, sem direção, simples ou com pesos.

A rede fundamental é a rede aleatória atribuída à Erdos & Rényi. Dado um número N de nós, estabelece-se conexão entre nós com uma probabilidade p , ou seja, suponha que cada possível conexão entre quaisquer pares de nós na rede possuam uma probabilidade q , então, apenas as conexões com probabilidade menor ou igual a p serão de fato estabelecidas.

Rede livre de escala é o nome dado a rede crescida a partir do mecanismo de conexão preferencial proposto independentemente por Barabási e Albert em 1995. A cada passo de tempo, um vértice com um número fixo de arestas é adicionado a rede. Estas arestas se conectam preferencialmente aos vértices com maior grau de conexão (com mais conexões estabelecidas).

A rede mundo pequeno (Small-World) é uma rede que possui alto grau de agrupamento e baixa distância média entre os vértices. Foi inicialmente proposta por Watts e Strogatz em 1998.

A rede diluída assemelha-se a rede de Erdos & Rényi, porém a probabilidade de conexão não tem um valor mínimo a ser alcançado. A probabilidade de conexão de cada nó varia de 0 à 1 e, diferentemente de Erdos & Rényi, não tem um valor mínimo q para que a ligação seja feita, sendo

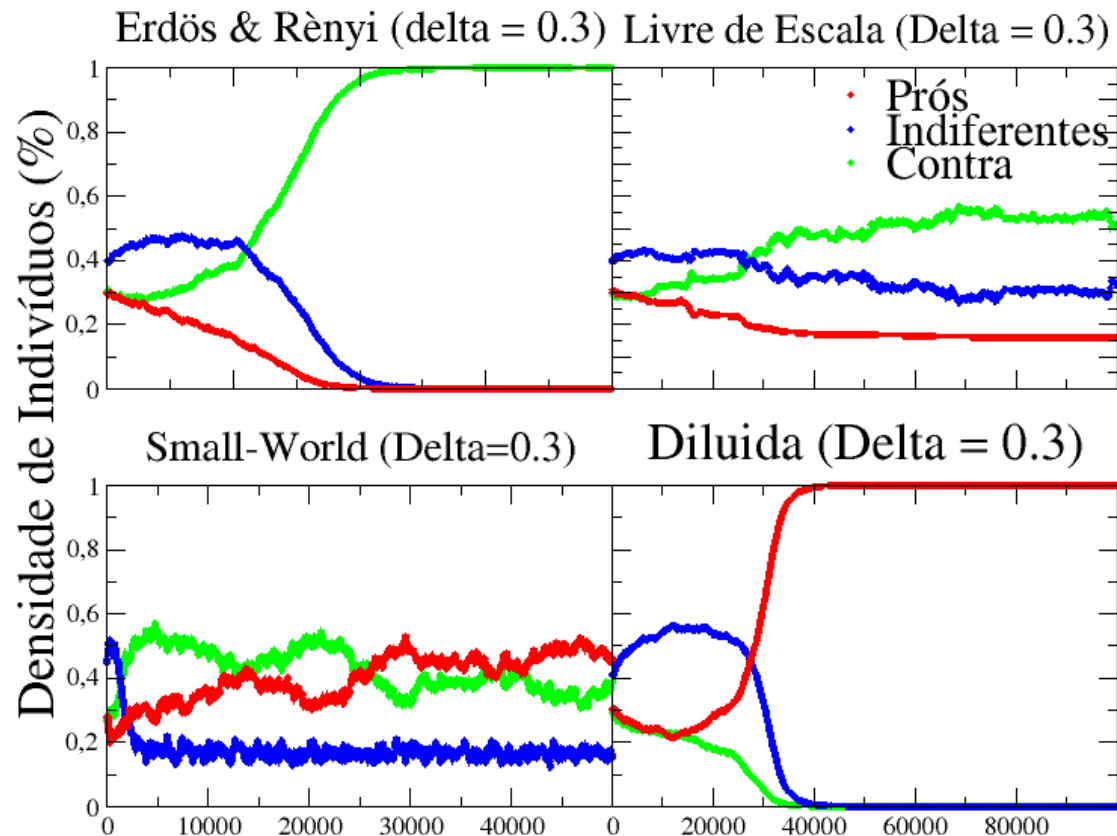
assim, a probabilidade somente 'escolhe' quais nós irão se conectar e não 'se' eles irão se conectar.

Sznajd e Sznajd propõem que a comunidade seja representada por uma cadeia unidimensional de indivíduos conectados aos seus dois vizinhos mais próximos e que cada indivíduo tenha uma opinião 1 ou -1. A cada passo (interação), escolhe-se de forma aleatória um par de indivíduos vizinhos i e $i+1$, e a regra de atualização diz que: caso a dupla esteja de acordo (os dois tem a mesma opinião) os indivíduos vizinhos ao par ($i-1$ e $i+2$) adotarão as opiniões do par; caso contrário (caso tenha "discordância interna") a discordância se espalhará. O sítio $i-1$ adotará a opinião de $i+1$ e o sítio $i+2$ adotará a opinião de i , formando assim uma sequencia de quatro indivíduos sucessivamente discordantes.

Na formulação para redes complexas [2], o estado "zero" é incluído (no caso, utilizado como "Não Sei") e preserva a simetria P - C, definida como: Um par de nós vizinhos (i e j), se eles estão no mesmo estado P (chamado agora $S(n,t)$ de S_n então, $S_i = S_j = +1$) ou C ($S_i = S_j = -1$), então esse estado é passado para todos os seus vizinhos. Se os pares de nós estão em estados opostos (P - C ou C - P), todos os vizinhos desse nó se tornam neutros (estado $S = 0$). Se algum dos dois nós estão em estado neutro ($S_i = 0$ ou $S_j = 0$), nada muda.

Resultados e Discussão

Na figura 1 abaixo mostramos alguns resultados obtidos quando analisado o modelo modifica de Sznajd para redes complexas nas redes de Erdos & Rényi, Barabási-Albert (livre de escala), Small-World e rede Diluida.



Observe que temos os resultados mostrando o valor inicial da porcentagem de indivíduos que são “Contra” e “À favor” de determinada opinião, no caso do modelo do voto, um candidato.

Analizando a figura [1], em Erdos & R enyi temos um resultado em que todos os indivíduos tendem   um único resultado. Isso é devido ao fato de que uma das opiniões 'proibe' as outras. Através da varia o do número de indivíduos que começam com determinada opinião (delta) observamos a mudança nos resultados, e analisamos para vários valores de delta.

Na rede livre de escala não temos uma completa ascendencia de uma das opiniões. Temos uma certa simetria entre dois resultados e, em um dos estados, um valor fixo após chegada o estado de equilíbrio. Observe a simetria obtida entre “Indiferentes” e “Contra”. Essa simetria é observada somente entre “Indiferentes” e algum das outras duas opiniões, nunca entre “Pro” e “Contra”.

Na rede Small-World observamos que, após várias simula es, estados de não-equilíbrio não permanece, após um grande número de intera es algum estado de equilíbrio   alcançado, porém na figura 1 apresentamos um resultado de não equilíbrio, em que não temos uma das opiniões com a “maioria” dos indivíduos.

A rede diluida assemelha-se   rede de Erdos & R enyi, pois são todas duas dependentes somente das probabilidades, porém essa sem restri o. Observe que a “proibi o” também acontece nesse caso, em que uma das opiniões toma todos os indivíduos, proibindo os outros.

Conclusão

Observando os resultados obtidos e analisados podemos estabelecer que a topologia da rede influencia nos resultados quando analisados no modelo de Sznajd, conforme afirma [2]. Mostramos que os resultados para rede Diluida é semelhante aos encontrados quando analisada a rede de Erdos-R enyi. Nesse caso da rede diluida, pode ser utilizada para análise do modelo do voto.

Tomando os resultados para rede de Barabási-Albert podemos dizer que servem como bons representantes para a opinião pública sobre a crença das pessoas em Deus [3]. Pesquisas como 'Você acredita em Deus?' são exemplos da aplica o da rede de Barabási-Albert no modelo de Sznajd.

Outro resultado interessante observado é que, se observada somente gráficos de não-equilíbrio na rede Small-World, podemos analisá-las com certa proximidade de opiniões públicas sobre a situa o econ mica da Pol nia, apresentado em [3], e sobre a situa o atual (de maneira geral) da Pol nia, apresentado em [4].

Apoio: CNPq, PIBIC, UFPI

Referências

[1] G. Szabó, A. Szolnoki, Phys. Rev. E 65, 036115 (2002).

[2] K. Malarz, K. Kulakowski. *Indifferents as na Interface between Contra and Pro*. Acta physica Polonica A, p. 117, n  4 (2010)

[3] Weron, K. S. *Simple models for complex systems - Toys or tools? (partII)*

[4] Weron, K. S. *Simple models for complex systems - Toys or tools? (partII)*

Palavras-chave: Sznajd, redes complexas, voto