

Simpósio de Integração Acadêmica

“Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável”

SIA UFV 2023



Propriedades espectrais do Grafo de Visibilidade

Sarah El Haouche Teixeira de Souza - sarah.teixeira@ufv.br - Silvio da Costa Ferreira Junior - silviojr@ufv.br - José Carlos de Moraes Silva - jcmschott@gmail.com (coautor) - Juliane Teixeira de Moraes - juliane.moraes@ufv.br (coautora)

Departamento de Física - Centro de Ciências Exatas - UFV
Redes Complexas, Grafo de Visibilidade, Localização

Introdução

Séries temporais são conjuntos de dados ordenados que ao serem analisados revelam diversas propriedades sobre o sistema que elas descrevem[1], os quais também podem ser descritos por meio de redes complexas. Podemos conectar ambas linhas de pesquisa por meio do Grafo de Visibilidade[2], onde acessamos propriedades espectrais das séries temporais através do estudo de redes geradas a partir delas, especificamente através da matriz de adjacência.

Objetivos

Estudar a geração de Grafos de Visibilidade para redes temporais simples, implementar em C um código que encontre o maior autovalor e seu autovetor correspondente da matriz de adjacência de uma rede UCM e verificar a convergência utilizando os parâmetros da rede. Em seguida, aplicar o código para calcular as propriedades espectrais de um Grafo de Visibilidade.

Material e Método

Inicialmente, geramos três redes no modelo UCM, *Uncorrelated Configuration Model*, com distribuições de grau seguindo a lei de potências. Assim, a partir da sua matriz de adjacência implementamos um código que encontrasse seu maior autovalor e seu autovetor correspondente a partir de um método iterativo, o chamado Método das Potências. Após obter esses valores, foi feita uma análise utilizando os parâmetros da rede para verificar se os dados obtidos convergiam aos valores esperados bibliograficamente. Também foi iniciado a implementação do código que gera Grafos de Visibilidade seguindo a definição de visibilidade para séries temporais.

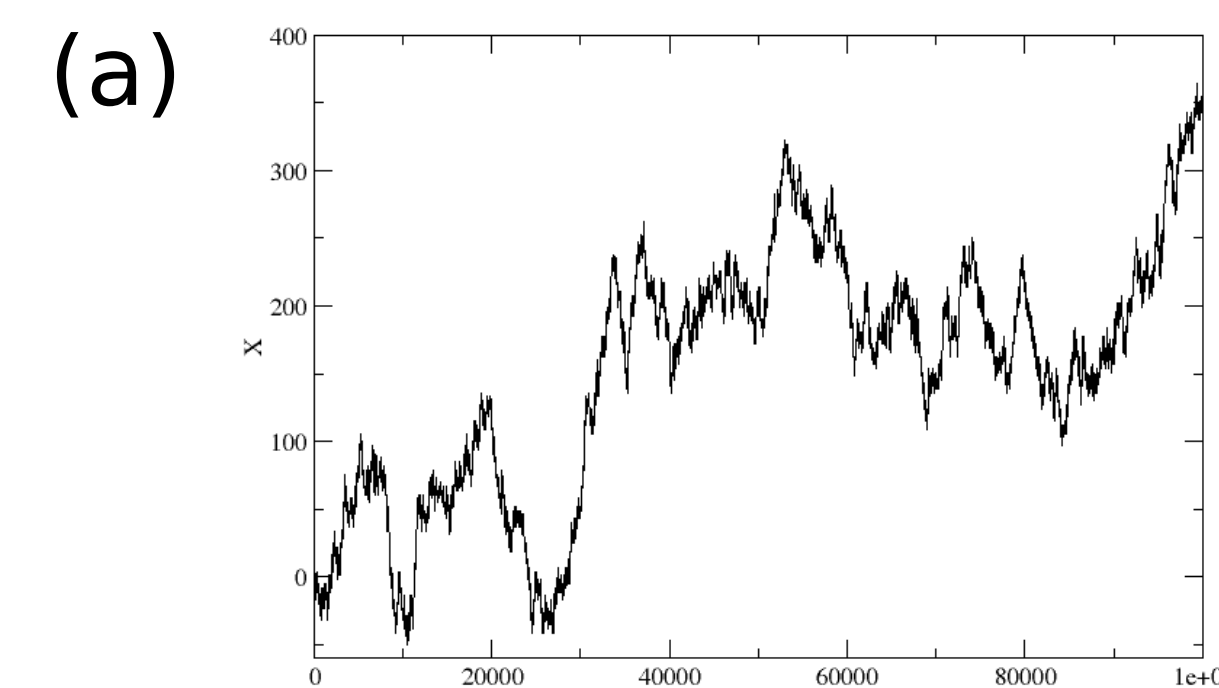
Apoio financeiro



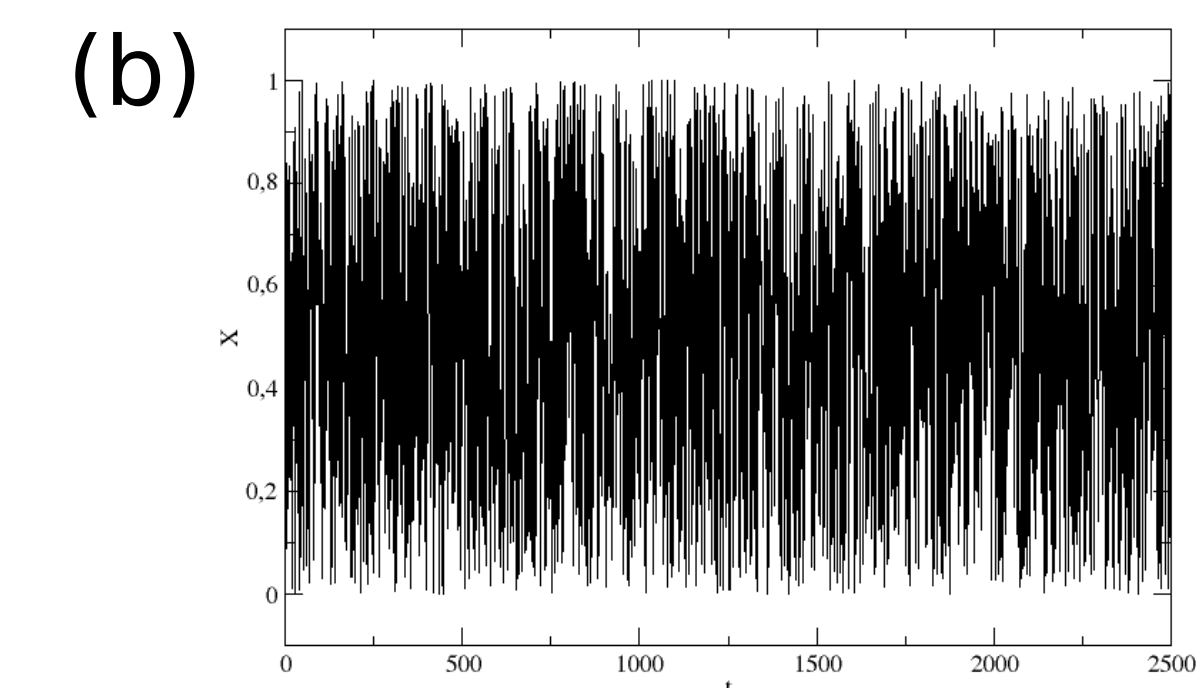
Resultados e Discussão

Ambas as séries apresentadas a seguir foram utilizadas para iniciar a implementação do código que gera o Grafo de Visibilidade, onde utilizamos o critério de visibilidade[3]:

$$y_c < y_b + (y_a - y_b) \frac{(t_b - t_c)}{(t_b - t_a)} = A.$$



(a) Movimento Browniano unidimensional.



(b) Ruído Branco

Para verificar se o autovalor encontrado e seu autovetor correspondente eram o esperado devido as propriedades das redes utilizadas, comparamos o maior autovalor com o segundo momento da rede e o coeficiente de correlação de grau e calculamos o IPR, *Inverse Participation Ratio*, nos permite verificar a convergência do autovetor e a análise do fenômeno de localização em redes.

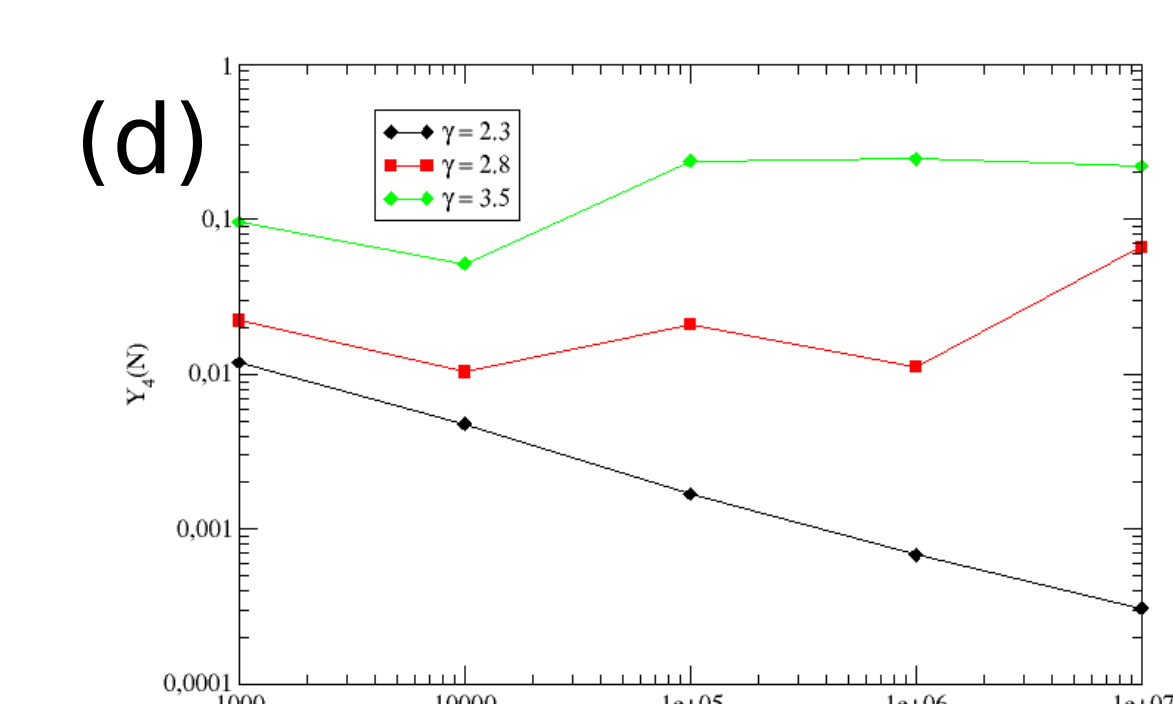
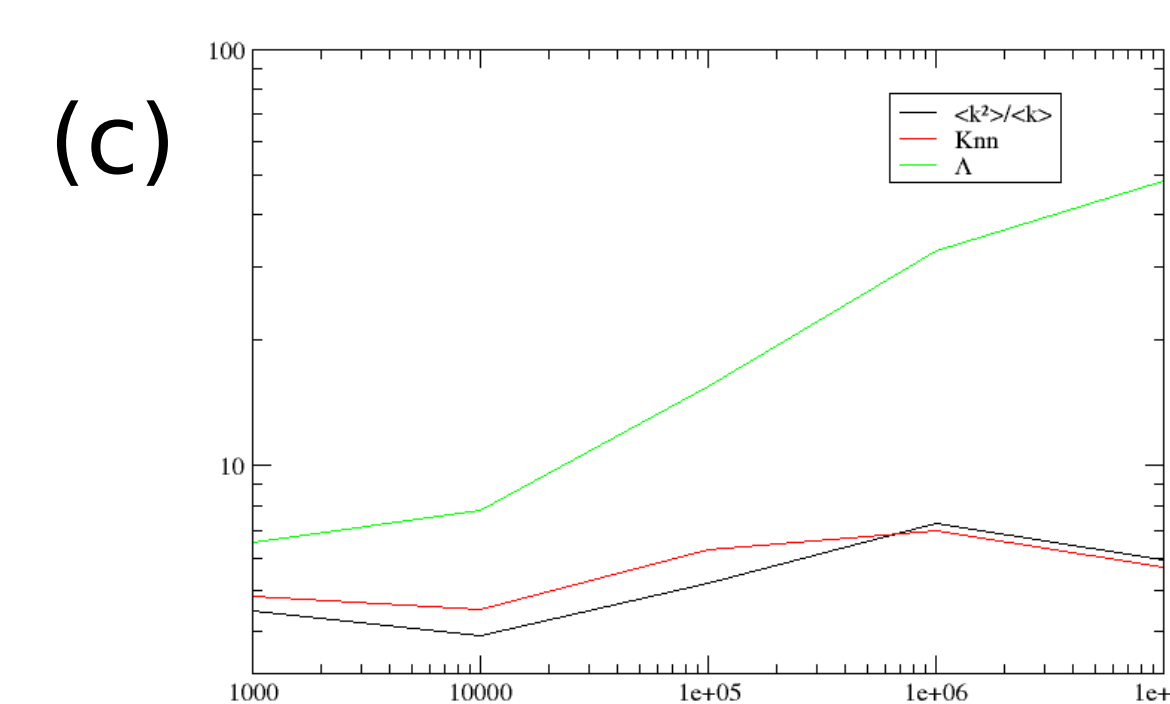
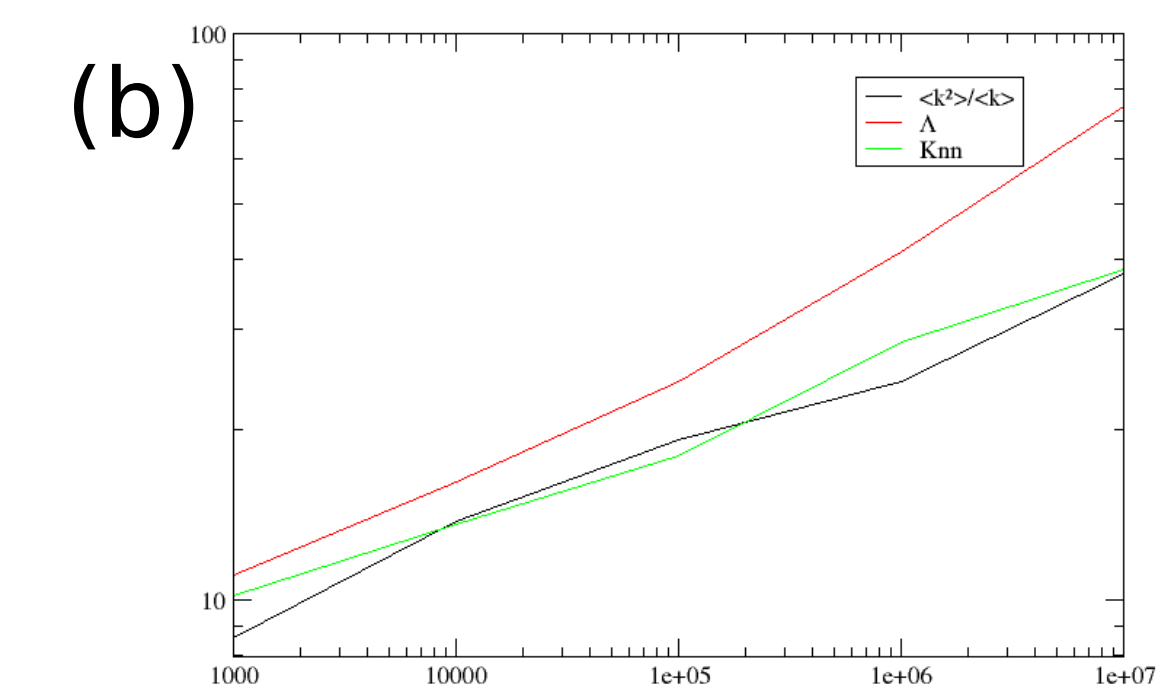
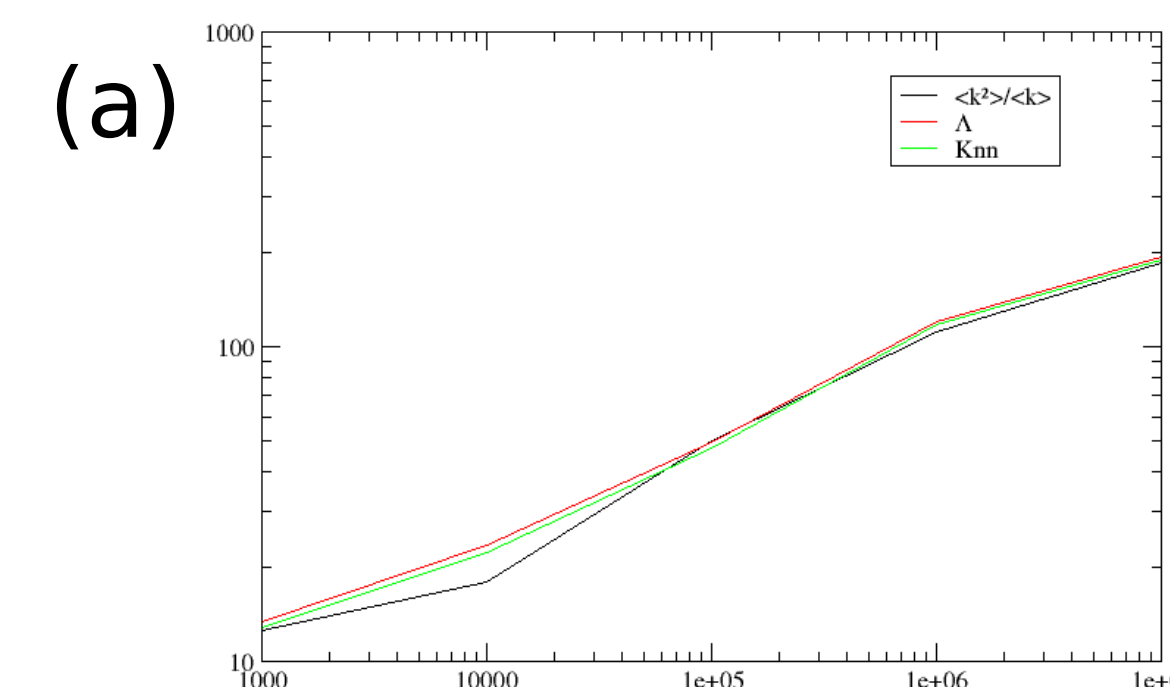


Gráfico do Segundo momento, Coeficiente de Correlação e Maior autovalor para rede com gama: (a) $\gamma = 2.3$ (b) $\gamma = 2.8$ (c) $\gamma = 3.5$. (d) Gráfico IPR x N.

Conclusões

Obtivemos sucesso na aplicação computacional do Método de Potências, visto que o valor do maior autovalor convergiu de acordo com o esperado ao compararmos nos gráficos apresentados, assim como para o autovalor associado. Também foi desenvolvido um código para obter Grafos de Visibilidade, o qual será futuramente utilizado em conjunto com o Método de Potências para analisarmos as séries temporais geradas.

Bibliografia

- [1] Zou, Y., Donner, R. V., Marwan, N., Donges, J. F., & Kurths, J. (2019). Complex network approaches to nonlinear time series analysis. *Physics Reports*.
- [2] Lacasa, L., Luque, B., Ballesteros, F., Luque, J., & Nuño, J. C. (2008). From time series to complex 4 networks: The visibility graph. *Proceedings of the National Academy of Science*.
- [3] Moraes, J. T. de. (2020). Estudo de séries de prevalência epidêmica utilizando o grafo de visibilidade [Universidade Federal de Viçosa].

Agradecimentos

A José Carlos e Juliane que me auxiliaram durante todo o desenvolvimento.