

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Correlação de longo alcance em séries temporais de passageiros no transporte público de ônibus em São Paulo

Gislaine A. Azevedo¹

Thiago B. Murari²

Renelson R. Sampaio³

Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador, Brasil

Marcelo A. Moret⁴

Universidade do Estado da Bahia - UNEB, Salvador, Brasil

1 Resumo

A finalidade dos serviços de transporte é fornecer acesso a destinos ou às atividades que melhorem a vida, aproximando pessoas e lugares, mostrando como o transporte e o planejamento urbano têm sinergias que impactam no desenvolvimento de uma cidade [5]. O objetivo desse estudo é analisar as correlações de longo alcance dos passageiros de ônibus pagantes (P) e gratuitos (G), como idosos e pessoas com deficiência (PcD), na cidade de São Paulo, entre os anos de 2015 e 2017, com o uso do método *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA) [3]. O DFA é um método bem estabelecido para determinar o comportamento de escala de dados com ruído na presença de tendências sem conhecer sua origem e forma [1], como por exemplo, o número de passageiros do transporte público em uma grande cidade, devido ao crescimento populacional e problemas que ocorrem no sistema de transporte.

Segundo [3], para realizar o cálculo DFA faz-se necessário o indicador u_i , com i variando de 1 a N (número de pontos da série). Acha-se o desvio de todo apontamento integrando $u(k)$ para obter uma série $y(k)$, e considera-se u como o valor médio de u_i . Com a série integrada, divide-se em partes iguais (n), e para cada divisão (n) deve-se calcular a raiz quadrática, para a média de $F(n)$, com a subtração $y(k)$ de $y_n(k)$ (Equação (1)).

$$F(n) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N [y(k) - y_n(k)]^2} \quad (1)$$

O cálculo de $F(n)$ deve ser feito para cada parte n e $y_n(k)$. $F(n)$ procede como sendo uma lei de potência, na categoria $F(n) \sim n^\alpha$, ou seja, encontra-se que α é o expoente de

¹gislaine.alves84@gmail.com

²thiagomurari@hotmail.com

³renelson.sampaio@fieb.org.br

⁴mamoret@gmail.com

correlação de longo alcance e, a esta relação pode-se plotar em um gráfico, a linearização de $\log F(n) \times \log(n)$ determinada por uma reta com inclinação α . De acordo com [4], o expoente α é classificado como sinal anti-persistente ($0 < \alpha < 0.5$); ruído branco sem memória ($\alpha = 0.5$); sinal persistente ($0.5 < \alpha < 1$); tipo de ruído $1/f$ ($\alpha = 1$); processo sub-difusivo ($1 < \alpha < 1,5$); e ruído marrom ($\alpha = 1.5$).

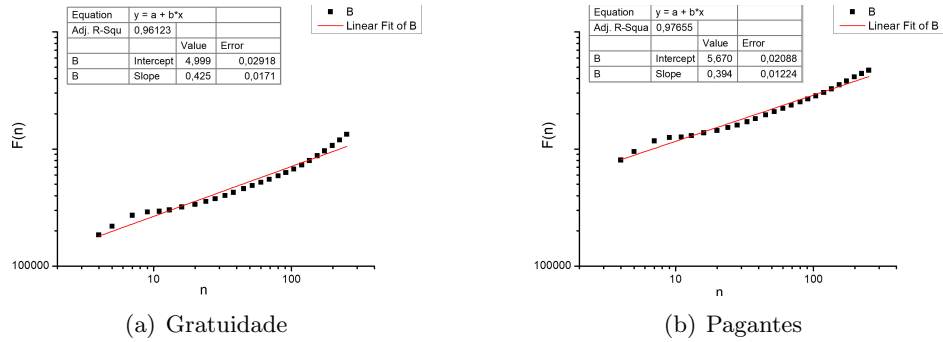


Figura 1: DFA - Comportamento do expoente de correlação de longo alcance (α)

Assim, os resultados apresentaram um sinal anti-persistente em ambas as séries temporais, com o α de 0,426 erro de 0,017 para G, Figura 1(a), e α de 0,394 e erro de 0,012 para P, Figura 1(b). Uma série temporal anti-persistente tende a apresentar, em algum período de tempo, movimento contrário ao período anterior. Novos estudos são necessários para compreender porque P e G apresentaram este comportamento anti-persistente.

Referências

- [1] J. W. Kantelhardt, E. Koscielny-Bunde, H.H. Rego, S. Havlin, A. Bunde. Detecting long-range correlations with detrended fluctuation analysis. *Phys. A Stat. Mech. Its Appl.*, 295, 441–454, 2001. DOI: 10.1016/S0378-4371(01)00144-3
- [2] C. K. Peng, S. V. Buldyrev, A. L. Goldberger, S. Havlin, F. Sciortino, M. Simons, and H. E. Stanley. Long-range correlations in nucleotide sequences, *Nature*, 356(6365), 168, 1992. DOI: 10.1038/356168a0
- [3] C. K. Peng, S. V. Buldyrev, S. Havlin, M. Simons, H. E. Stanley, and A. L. Goldberger. Mosaic organization of DNA nucleotides *Physical review E*, Volume 49(2), 1685, 1994. DOI: 10.1103/PhysRevE.49.1685
- [4] C. K. Peng, S. V. Buldyrev, A. L. Goldberger, S. Havlin, R. N. Mantegna, M. Simons, and H. E. Stanley. Statistical properties of DNA sequences. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 221(1-3), 180-192, 1995. DOI: 10.1016/0378-4371(95)00247-5
- [5] Un-Habitat. Planning and design for sustainable urban mobility: Global report on human settlements. Taylor and Francis, 2013.