

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Série temporal de índices de Redes Complexas em mobilidade urbana

Jéssica Domingues Santos¹

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, SP

Leonardo Bacelar Limas dos Santos²

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, Cemaden, São José dos Campos, SP

Marcos Gonçalves Quiles³

Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP, São José dos Campos, SP

Elbert Einstein Nehrer Macau⁴

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, SP

1 Resumo

Cidades são construídas sobre as interações entre pessoas e o ambiente no qual elas circulam. Mobilidade urbana é um tema de interesse para profissionais de diferentes áreas do conhecimento, notoriamente multidisciplinar.

A abordagem de Redes Complexas, baseada em medidas topológicas de grafos, pode ser valiosa para estudos em mobilidade urbana [1]. Redes complexas permitem a representação abstrata de um sistema complexo, sendo definidas por dois elementos fundamentais, nós que representam os objetos, e arestas que ilustram a relação entre eles [2, 3].

Neste trabalho é construída uma rede complexa com base em dados reais de mobilidade urbana, com base na componente espacial (local das origens e destinos) e temporal (instante de partida e chegada) de cada viagem da amostra. Dessa forma, foi possível associar uma série temporal a cada índice topológico calculado, permitindo a análise do comportamento dinâmico da cidade pelo cálculo de medidas de redes complexas.

Os dados reais de mobilidade urbana utilizados são relativos à Pesquisa Origem-Destino de São José dos Campos/SP, cidade com aproximadamente 700 mil habitantes, situada no Vale do Rio Paraíba. Nesta pesquisa, a cidade foi dividida em 55 zonas de tráfego, e mais de 4 mil entrevistas foram efetuadas [4].

Como pré-processamento, os dados são agrupados em uma sequência ordenada de intervalos temporais. Adotou-se para a análise o agrupamento de 60 minutos, criando 24 matrizes de adjacências, uma para cada horário com o total de fluxo entre zonas.

¹jessica.domingues@inpe.br

²santoslbl@gmail.com

³quiles@gmail.com

⁴elbert.macau@inpe.br

Utilizando o *igraph*, uma coleção de ferramentas, 3 medidas básicas foram calculadas para análise de conectividade (grau), redundância (aglomeração) e distância (diâmetro).

As transições demonstram entre 4hrs e 17hrs o fluxo começa a se movimentar e dispara as alterações na rede: aglomeração e graus altos. No final dessa faixa de tempo o fluxo da rede começa a diminuir, e tais medidas voltam a ter valores baixos, representando que as pessoas não estão se movimentando entre as zonas, porém às 22hr nos índices de aglomeração e de grau há um pico, mostrando que nesse período há deslocamento concentrado em poucas zonas. Por outro lado, o diâmetro da rede começa com o valor 5 e atinge o valor 11 às 4hrs, o seu pico global.

Deste modo, as medidas de redes complexas podem ajudar a estudar o comportamento dinâmico do fluxo de pessoas entre zonas da cidade, podendo representar uma ferramenta para pesquisas que vão do planejamento urbano e regional à redução do risco de desastres [5]. Dentre as perspectivas dessa pesquisa está, exatamente, análise de impactos de exceções, como eventos de inundações, no padrão de mobilidade urbana.

Agradecimentos

- Ao CNPq pela bolsa de mestrado da primeira autora
- Aos projetos CNPq 454267/2014-2, FAPESP 2015/50122-0 e DFG-GRTK 1740/2
- Ao Comitê Temático Matemática & Desastres da Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional (SBMAC).

Referências

- [1] L. B. L. Santos, Redes complexas de base territorializada (rcbt): conceito, caracterização e seu potencial de aplicação na modelagem epidemiológica, 2014, 109, Tese (Doutorado) , Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, São José dos Campos, 2014.
- [2] L. da F. Costa e F. A. Rodrigues e G. Travieso e PR. V. Boas. Characterization of complex networks: A survey of measurements, *Advances in Physics*, Volume 56, 1:167-242, 2007.
- [3] L. F. Costa e O. N. Oliveira Jr. e G. Travieso e F. A. Rodrigues e P.R.V. Boas e L. Antiquiera e M.P. Viana e L. E. C. Rocha. Analyzing and modeling real-world phenomena with complex networks: a survey of applications, *Advances in Physics*, Volume 60, 3:329-412, 2011.
- [4] IPPLAN, Instituto de Pesquisa, Administração e Planejamento. Atlas da pesquisa origem e destino - panorama da mobilidade em São José dos Campos, Editora Cubo, 2014.
- [5] L. K. Tominaga e J. Santoro e R. Amaral. Desastres naturais: conhecer para prevenir, São Paulo : Instituto Geológico, 2009.