

Grafos de mobilidade da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte

Leticia da Silva Cabral¹

ICT - UNESP, São José dos Campos, SP

Leonardo Bacelar Lima Santos²

CEMADEN, São José dos Campos, SP

Antonio Miguel Vieira Monteiro Cabral³

LISS/INPE, São José dos Campos, SP

Cátia Souza do Nascimento Sepetauskas⁴

CEMADEN, São José dos Campos, SP

Giovanni Guarnieri Soares⁵

INPE, São José dos Campos, SP

Grafos são objetos matemáticos com aplicações em diversas áreas [1]. Neste trabalho, analisamos índices topológicos de grafos de mobilidade interurbana, sob a perspectiva da pandemia da COVID-19 em território brasileiro. O grafo de mobilidade é composto por cidades (nós) e o fluxo de viagens entre elas (arestas), imersos em um espaço geográfico – trata-se de um (geo)grafo [5].

Dados de uma pesquisa Origem-Destino de 2014 são utilizados para a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) – formada por 39 municípios, abrigando uma população de aproximadamente 2,5 milhões de pessoas [2]. Os índices topológicos analisados são: peso das arestas, centralidade de grau, centralidade de intermediação e menor caminho médio, obtidos através da execução de dois códigos na linguagem *Python*, sendo o dado de entrada a matriz de fluxo e as coordenadas dos centróides da região de estudo.

A Figura 1 apresenta um mapa da RMVPLN com o (geo)grafo construído. Para sua construção, utilizou-se uma matriz origem-destino de modo de deslocamento individual pelo motivo trabalho. Os centróides dos municípios estão conectados por arestas que representam a dependência espacial entre eles, neste caso, dada pelo fluxo intermunicipal. Usando o índice centralidade de grau, que é dado pelas métricas dos nós, e uma escala de cor na simbologia, é possível visualizar o número de conexões de um determinado vértice do (geo)grafo, ou seja, com quantos municípios diferentes um determinado município se conecta.

Os municípios de São José dos Campos e Taubaté apresentam as maiores centralidades de grau e intermediação, sendo Taubaté o maior nos dois casos. Em relação ao fluxo intermunicipal, o maior número de viagens acontece entre São José dos Campos e Jacareí, seguido do fluxo entre Taubaté e os municípios de Tremembé, Pindamonhangaba e São José dos Campos.

Vale ressaltar que os dois primeiros casos de COVID-19 da região aconteceram nos municípios de São José dos Campos e Taubaté. Após esses registros, na semana epidemiológica 12, outras cidades tiveram casos confirmados. Diversos trabalhos recentes da literatura analisam padrões na propagação da doença com base em dados de mobilidade interurbana. Em Freitas et. al (2020) [4],

¹leticia.cabral@unesp.br

²santoslbl@gmail.com

³miguel.monteiro@inpe.br

⁴csnsepetauskas@gmail.com

⁵giovanniguarnieri@id.uff.br

é apresentada a correspondência entre a propagação de COVID no país e índices topológicos de mobilidade. Em Fortaleza et. al (2020) [3], é apresentado que o modelo de difusão deu-se de forma hierárquica, das cidades maiores para as menores em efeito cascata, saindo das grandes metrópoles e chegando nas capitais regionais, como alguns municípios da RMVPLN, que são grandes cidades do interior de São Paulo e possuem forte interação social com a rede urbana paulista.

Dentre as perspectivas deste trabalho está a proposição de um modelo matemático simplificado de estimativa de risco e alerta de casos de COVID com base em dados de mobilidade urbana.

Modo de deslocamento: **Individual** - Motivo do deslocamento: **Trabalho**, RMVPLN

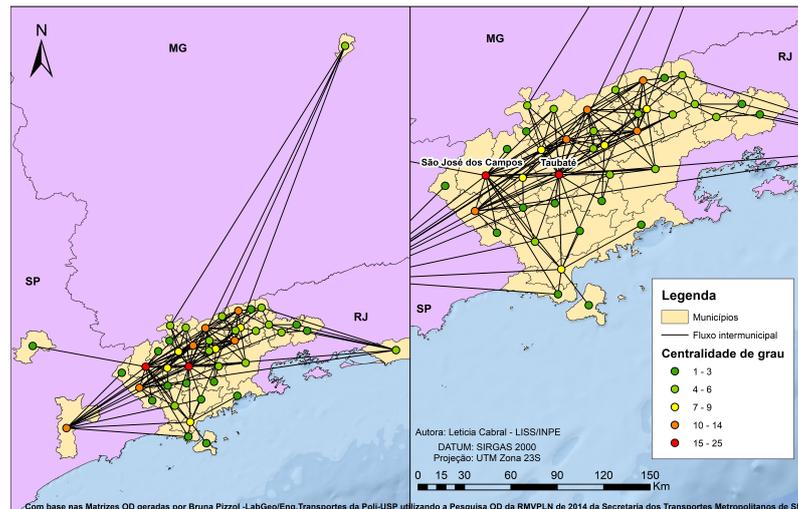


Figura 1: (Geo)grafo da RMVPLN – Indicador centralidade de grau

Referências

- [1] Boaventura Netto, O. P. *Grafos: Teoria, modelos, algoritmos, 5a. edição*. Editora Bluscher, São Paulo, 2012.
- [2] EMPLASA. Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. 2016. <https://emplasa.sp.gov.br/RMVPLN>. Acesso em: 07 jul. 2020.
- [3] Fortaleza, C. M. C. B., Guimarães, R. B., Catão, R. C., Ferreira, C. P., Almeida, G. B., Pugliesi, E. Elementary spatial structures and dispersion of COVID-19: health geography directing responses to public health emergency in São Paulo State, Brazil. *medRxiv*, 2020. DOI: 10.1101/2020.04.26.20080895
- [4] Freitas, V. L. S., Konstantyner, T. C. R. O., Feitosa, J., Sepetauskas, C. S. N., Santos, L. B. L. The correspondence between the structure of the terrestrial mobility network and the emergence of COVID-19 in Brazil, *Cadernos de Saúde Pública*, 36:e00184820, 2020. DOI: 10.1590/0102-311X00184820
- [5] Santos, L. B. L., Jorge, A. A. S., Rossato, M., Santos, J. D., Candido, O. A., Seron, W., Santana, C. N. (Geo)graphs-complex networks as a shapefile of nodes and a shapefile of edges for different applications. *arXiv preprint*, arXiv:1711.05879, 2017.