

Grafo Bipartido para Análise das Relações entre Pessoas e Lugares

Matheus de Moraes Gonçalves Correia,¹ Matheus Elis da Silva,²

INPE, São José dos Campos, SP

Jéssica Domingues Lamosa,³

UNIFESP, São José dos Campos, SP

Vander Luis de Souza Freitas,⁴

UFOP, Ouro Preto, MG

Leonardo Bacelar Lima Santos⁵

CEMADEN, São José dos Campos, SP

Desde os primeiros casos da COVID-19 relatados no Brasil, medidas não farmacológicas, como o distanciamento e isolamento social têm sido adotadas por diversas regiões do Brasil com o objetivo de conter a transmissão do vírus [1]. Nesse contexto, podemos ver como a mobilidade tem um papel importante para a propagação do SARS-CoV-2 [1]. Neste trabalho usamos a teoria dos grafos para analisar as relações entre pessoas e lugares com base na movimentação das pessoas no espaço urbano.

Em um grafo $G(V, E)$, temos V como um conjunto não vazio de vértices e E como um conjunto de pares não ordenados de V , sendo este último representando as arestas de G . Com esse conhecimento, um grafo é dito bipartido, $G(V_1, V_2, E)$, quando temos dois conjuntos disjuntos de vértices V_1 e V_2 , tais que toda aresta de G conecta um vértice em V_1 a um vértice em V_2 [3]. A teoria dos grafos tem sido utilizada para análises matemáticas da propagação da COVID-19, e é comumente usada como mecanismo para o estudo computacional de dados envolvendo mobilidade [2], onde os vértices (nós) são considerados locais, e cada aresta uma movimentação entre estes locais.

Seguindo este raciocínio, simulamos a movimentação de pessoas, representadas pelo conjunto X , em diversos lugares, representados pelo conjunto Y , em um espaço urbano. Para isso, construímos uma matriz quadrada de tamanho N , onde os indivíduos poderão se locomover livremente pelas células da matriz. No início da simulação, cada indivíduo X_i é colocado numa célula Y_j , onde i e j são números inteiros positivos que representam os índices das localidades. A cada passo da simulação, os indivíduos se movem livremente pelas células da matriz, podendo locomover-se para um espaço vazio, para um espaço já ocupado ou permanecer no mesmo local. Vale lembrar que esses movimentos são gerados aleatoriamente para cada pessoa do sistema. Um exemplo dos passos iniciais de uma simulação, pode ser visualizado na Tabela 1.

¹matheusmgc@id.uff.br

²matheuselis@id.uff.br

³jd.lamosa@unifesp.br

⁴vander.freitas@ufop.edu.br

⁵santoslbl@gmail.com

Tabela 1: Condições iniciais da simulação, contendo 5 indivíduos e 5 localidades.

Indivíduos	1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição
X ₁	Y ₃	Y ₁	Y ₄
X ₂	Y ₂	Y ₄	Y ₂
X ₃	Y ₁	Y ₁	Y ₂
X ₄	Y ₅	Y ₃	Y ₁
X ₅	Y ₃	Y ₂	Y ₅

Com os movimentos executados, analisamos a relação entre cada indivíduo de acordo com os lugares em comum que frequentaram. Na Figura 1, o grafo bipartido apresentado representa as relações apresentadas na Tabela 1.

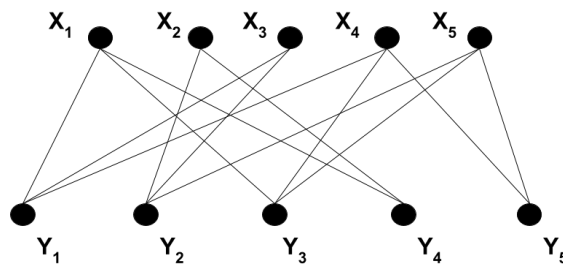


Figura 1: Grafo Bipartido da relação entre pessoa e lugar.

É possível perceber que mesmo sem uma associação direta, todas as pessoas estão conectadas entre si de acordo com os lugares em comum que frequentaram. Utilizando este instrumento, estamos avaliando quais locais que recebem, ou estão conectados, com um maior número de pessoas ou, até mesmo, quais são as pessoas que relacionam o maior número de lugares. Após a validação da nossa simulação, pretendemos observar se esse mesmo comportamento acontece com dados reais de mobilidade (Pesquisa Origem Destino) e como essas associações podem estar relacionadas ao contágio da COVID-19.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi apoiada pela bolsa 88887.668467/2022-00 da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

- [1] V. L. S. Freitas, G. J. P. Moreira e L. B. L. Santos. “Robustness analysis in an inter-cities mobility network: modeling municipal, state and federal initiatives as failures and attacks toward SARS-CoV-2 containment”. Em: **PeerJ** 8 (nov. de 2020), e10287. ISSN: 21678359. DOI: 10.7717/peerj.10287.
- [2] J. D. Lamosa et al. “Topological indexes and community structure for urban mobility networks: Variations in a business day”. Em: **PLoS ONE** 16.3 (3 March 2021), e0248126. ISSN: 19326203. DOI: 10.1371/journal.pone.0248126.
- [3] P. O. B. Netto e S. Jurkiewicz. **Grafos: introdução e prática**. Vol. 2. Blucher, 2017. ISBN: 9788521211334.