

EMPREGO DA REDE COMPLEXA E MEDIDAS DE CENTRALIDADES NO MAPEAMENTO DA VIOLÊNCIA URBANA DE GOIÂNIA

USE OF COMPLEX NETWORK AND CENTRALITY MEASURES IN THE MAPPING OF URBAN VIOLENCE IN GOIÂNIA

Lucas Carvalho da Silva^{*}
Ricardo Junqueira Dourado^{**}

RESUMO

Este estudo aborda a crescente violência urbana em Goiânia, propondo uma abordagem inovadora por meio de mapas e redes complexas. Utilizando boletins de ocorrência como dados, os bairros da cidade foram representados como nós, e as ocorrências criminais como arestas, resultando em um mapa visual dos padrões criminais. A análise de medidas de centralidade destacou "hubs" criminais, com Jardim América e Goiá liderando em todas as categorias. No grau de centralidade, ambos os bairros obtiveram pontuações máximas, indicando que todos os crimes analisados ocorreram nesses locais. As centralidades de autovetor revelaram conexões influentes desses bairros com vizinhos, enquanto as centralidades de proximidade e intermediação destacaram sua importância na dinâmica global da criminalidade.

Os resultados não apenas identificam os bairros mais perigosos, mas também sugerem a necessidade de investigações específicas nos bairros periféricos conectados aos "hubs". A análise proporciona insights valiosos para o desenvolvimento de estratégias preventivas e intervenções direcionadas.

Palavras-chave: Redes Complexas. Medidas de Centralidades. Mapa Criminal.

ABSTRACT

This study addresses the increasing urban violence in Goiânia, proposing an innovative approach through maps and complex networks. Using police reports as data, the city's neighborhoods were represented as nodes, and criminal occurrences as edges, resulting in a visual map of criminal patterns. The analysis of centrality measures highlighted criminal "hubs," with Jardim América and Goiá leading in all categories. In terms of centrality, both neighborhoods obtained maximum scores, indicating that all analyzed crimes occurred in these locations. Eigenvector centralities revealed influential connections of these neighborhoods with neighbors, while closeness and betweenness centralities emphasized their importance in the overall dynamics of criminality.

The results not only identify the most dangerous neighborhoods but also suggest the need for specific investigations in peripheral neighborhoods connected to the "hubs." The

^{*} Aluno do Curso de Formação de Praças LUCAS CARVALHO DA SILVA, Turma N Goiânia, do Comando da Academia da Polícia Militar de Goiás (CAPM). E-mail: lucas.carvalho215@gmail.com

^{**} Professor orientador RICARDO JUNQUEIRA DOURADO, titulação, Comando da Academia da Polícia Militar de Goiás, Goiânia- GO, 08/10/2023.

analysis provides valuable insights for the development of preventive strategies and targeted interventions.

Keywords: Complex Networks. Centrality Measures. Crime Map.

1 INTRODUÇÃO

A crescente escalada da violência urbana requer a implementação de estratégias eficazes para combater e prevenir o crime. Uma ferramenta fundamental nesse processo é a utilização de mapas, que, atualmente, incorporam novos conceitos impulsionados pelas revoluções tecnológicas do campo da informação. "Nesse contexto, os mapas continuam a representar o mundo real, oferecendo a vantagem de reproduzir o espaço geográfico de forma virtual e em tempo real "(Cintia Helenice Löper Aires e Erika Collischonn, 2020, p.12).

Dessa maneira, a modelagem desse mapa pode ser executada por meio de redes complexas, que têm uma variedade de aplicações em diversos domínios do conhecimento humano. As redes complexas emergem da interação entre os componentes de um sistema, representados pelos nós, que desempenham o papel de indivíduos, e as arestas, que conectam esses membros com base em propriedades específicas (Vito Latora, Vincenzo Nicosia e Giovanni Russo, 2017). Para a construção desse mapa, utilizaremos um banco de dados que armazena os boletins de ocorrência. Nessa representação, os bairros de Goiânia serão os nós, e as conexões entre eles representarão as ocorrências de crimes em comum, criando assim um mapa visual dos padrões criminais na cidade.

No âmbito do estudo das redes complexas, alguns nós possuem uma relevância crucial no sistema devido às suas conexões peculiares, sendo conhecidos como "hubs". Portanto, as medidas de centralidade desempenham um papel essencial na identificação desses pontos nodais, contribuindo de maneira significativa para a caracterização das redes (Vito Latora, Vincenzo Nicosia e Giovanni Russo, 2017). Isso permitirá demonstrar que algumas áreas urbanas apresentam uma frequência maior de crimes do que outras em relação ao sistema como um todo.

As medidas de centralidade adotadas incluirão o grau, que avalia a quantidade de conexões que um nó possui, a centralidade de autovetor, que busca avaliar as conexões dos vizinhos com os demais elementos da rede, a centralidade de proximidade, que destaca os nós mais próximos da maior quantidade de vizinhos, e a centralidade de intermediação, que avalia a importância de um nó na conexão entre diferentes partes da rede.

Assim, com as centralidades calculadas, procederemos a um ranqueamento das cidades que apresentam os maiores índices de criminalidade com base nesses resultados. Isso possibilitará uma análise abrangente da dinâmica dos delitos na cidade de Goiânia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A visualização espacial da concentração geográfica de diferentes tipos de crimes sempre foi uma ferramenta crucial para entender e combater a criminalidade. Essa prática evoluiu significativamente ao longo dos anos, graças às revoluções tecnológicas no campo informacional (Rodrigues, p. 65 –76, 2008). Os mapas, outrora representações estáticas do mundo, agora têm o poder de reproduzir o espaço geográfico de forma virtual e em tempo real, graças ao avanço da informática e dos sistemas de posicionamento. Essa evolução deu origem à Cartografia Digital, aos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e aos globos virtuais, tornando-se ferramentas fundamentais na análise e na prevenção da criminalidade.

Antes da era da informação, os comandantes e gestores da segurança pública dependiam de mapas de papel fixados nas paredes, onde usavam alfinetes para registrar ocorrências policiais (BEATO FILHO, pag 219, 2008). No entanto, esse método artesanal tinha suas limitações, pois não conseguia acompanhar o aumento no número de casos, especialmente em cidades latino-americanas com altas taxas de criminalidade. Além disso, esse modelo não permitia a análise dos padrões temporais e espaciais dos crimes. A chegada da tecnologia em rede mudou drasticamente esse cenário, possibilitando o armazenamento e o acesso aos dados em diferentes terminais, tornando a análise criminal mais eficiente e abrangente.

O relatório de conjuntura (nº4) sobre os Custos Econômicos da Criminalidade no Brasil enfatiza a importância das políticas públicas baseadas em evidências na gestão da segurança. Essas políticas visam aumentar a eficiência na alocação de recursos, direcionando-os para intervenções com maior probabilidade de sucesso. Uma intervenção baseada em evidências permite fazer mais com menos, realocando recursos que antes eram gastos em políticas de baixo impacto para ações direcionadas ao cerne do problema. Isso reduz o tempo desperdiçado em atendimentos de ocorrências sem relevância e direciona esforços para áreas prioritárias, de acordo com as evidências disponíveis.

Em suma, a evolução da cartografia digital e o uso de evidências na gestão da segurança pública representam avanços significativos na compreensão e no combate à criminalidade. Essas ferramentas modernas permitem uma abordagem mais eficaz, direcionando recursos e esforços para onde são mais necessários, com o objetivo de criar comunidades mais seguras e

resilientes.

3 METODOLOGIA

Para elaboração do mapa criminal será utilizado o rico banco de dados cedidos pela Polícia Militar para que possa ser classificado bairro com seus respectivos delitos. Fundamentada na teoria dos grafos, será empregada para elaborar uma representação da dinâmica da violência nos bairros de Goiânia. Conforme essa teoria, os bairros serão representados como nós interligados por links, cujas ponderações dependerão da incidência compartilhada de crimes.

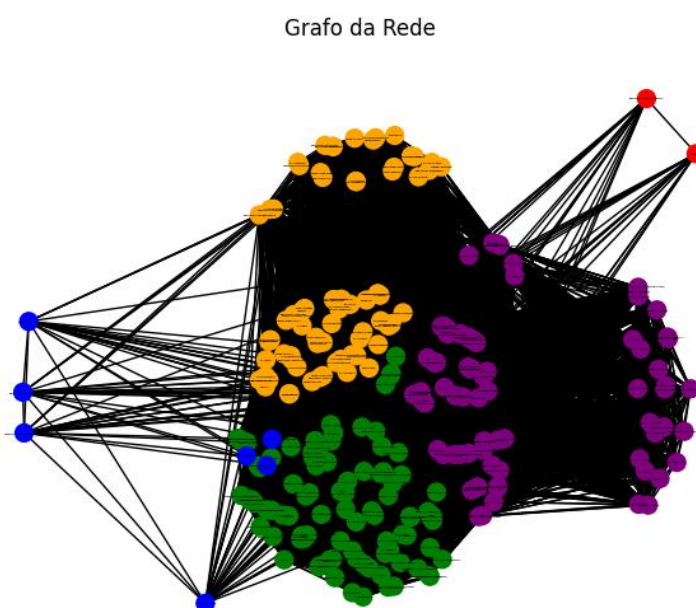
Por conseguinte, a modelagem da rede complexa será feita na linguagem de programação em Python, utilizando as bibliotecas Numpy, Matplotlib e Networkx sendo que por meio da última é calculado as medidas de centralidades para cada bairro.

Após este procedimento, será realizado um ranqueamento e um teste de correlação entre as cidades a partir das medidas de centralidades, evidenciando os bairros mais violentos e suas possíveis causas e consequências. É importante salientar que o código desenvolvido será disponibilizado à instituição parceira, reservando-se a decisão de sua divulgação ao público em geral..

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados fornecidos pela Polícia Militar do Estado do Goiás sobre os crimes de estupro, furto, roubo, homicídio e tráfico de drogas no período compreendido entre 01/08/2023 à 30/08/2023, foi realizado a modelagem do grafo da rede como exibido na figura 1, na qual os bairros da capital Goiânia são representados pelos nós da rede as conexões são realizadas pelo número de crimes em comum entre os bairros.

Figura 1 – Grafo da Rede dos bairros de Goiânia.



Fonte: Lucas Carvalho.

Por conseguinte foi efetuado os cálculo das centralidades de grau, autovetor, proximidade e intermediação sobre a rede para que conhecesse os 10 bairros que possuíram as maiores centralidades nos quadros demonstrativos sequenciais 1, 2,3,4.

Quadro 1 – Os 10 bairros de Goiânia com maiores centralidade de grau.

Bairro	Cor	Centralidade de Grau
JARDIM AMÉRICA	purple	1.000000
GOIÁ	purple	1.000000
PARQUE AMAZÔNIA	purple	0.992278
JARDIM GOIÁS	purple	0.992278
SETOR CENTRAL	purple	0.992278
CONJUNTO VERA CRUZ	purple	0.992278
JARDIM NOVO MUNDO	purple	0.992278
JARDIM BALNEÁRIO MEIA PONTE	purple	0.988417
SETOR PEDRO LUDOVICO	purple	0.988417
SETOR PARQUE TREMENDÃO	purple	0.988417

Fonte: Lucas Carvalho.

Quadro 2 – Os 10 bairros de Goiânia com maiores centralidade de autovetor.

Bairro	Cor	Centralidade de Autovetor
GOIÁ	purple	0.073664
JARDIM AMÉRICA	purple	0.073664
CONJUNTO VERA CRUZ	purple	0.073608
SETOR CENTRAL	purple	0.073608
JARDIM NOVO MUNDO	purple	0.073608
PARQUE AMAZÔNIA	purple	0.073608
JARDIM GOIÁS	purple	0.073608
SETOR BUENO	purple	0.073569
SETOR PARQUE TREMENDÃO	purple	0.073569
JARDIM BALNEÁRIO MEIA PONTE	purple	0.073569

Fonte: Lucas Carvalho.

Quadro 3 – Os 10 bairros de Goiânia com maiores centralidade de proximidade.

Bairro	Cor	Centralidade de Proximidade
JARDIM AMÉRICA	purple	1.000000
GOIÁ	purple	1.000000
PARQUE AMAZÔNIA	purple	0.992337
JARDIM GOIÁS	purple	0.992337
SETOR CENTRAL	purple	0.992337
CONJUNTO VERA CRUZ	purple	0.992337
JARDIM NOVO MUNDO	purple	0.992337
JARDIM BALNEÁRIO MEIA PONTE	purple	0.988550
SETOR PEDRO LUDOVICO	purple	0.988550
SETOR PARQUE TREMENDÃO	purple	0.988550

Fonte: Lucas Carvalho.

Bairro	Cor	Centralidade de Intermediação
GOIÁ	purple	0.005812
JARDIM AMÉRICA	purple	0.005812
JARDIM GOIÁS	purple	0.004837
JARDIM NOVO MUNDO	purple	0.004837
PARQUE AMAZÔNIA	purple	0.004837
SETOR CENTRAL	purple	0.004837
CONJUNTO VERA CRUZ	purple	0.004837
SETOR BUENO	purple	0.004511
JARDIM BALNEÁRIO MEIA PONTE	purple	0.004511
SETOR PEDRO LUDOVICO	purple	0.004511

Quadro 4 – Os 10 bairros de Goiânia com maiores centralidade de Intermediação

Fonte: Lucas Carvalho.

O quadro 1 apresenta os 10 bairros com as maiores centralidade de grau, isto é, o número de conexões efetuado entre os bairros é determinado pela quantidade de crimes em comum, o que leva ao destaque os bairros Jardim América e Goiá que apresentam o valor de 1.000000, portanto todos os crimes analisados ocorrem nestes bairros e o que torna bastante perigosos pela diversidade dos delitos. Não muito distante, os demais bairros da lista que compõe o ranking possuem uma grande chance de obsevar

Os bairros que se destacaram foram o Jardim América e o Goiá que ambos despontaram nas primeiras posições com as maiores centralidades da rede. Isto demonstra que seriam os bairros na qual ocorrem todos os crimes utilizados para estabelecer conexões, e portanto deveria existir uma atenção especial do Estado nestas regiões. Observando o quadro 1, os rerferidos bairros possuem o valor máximo, validando que as regiões são marcadas pela violência generalizada, prosseguindo no quadro 2, as centralidades de autovetor mostram que esses bairros estão conectados com outros vizinhos que também também são influenciados pela dinâmica criminal, desta forma deve ser feita uma investigação mais aprimorada nos nos bairros periféricos destes mencionados se existem grupos criminosos que atuam nesta região.

Para a centralidade de proximidade e intermediação, os bairros Jardim América e Goiá ocupam as duas primeiras posições como mostrado nos sequencialmente nos quadros 3 e 4, o que vale ser dito que ambos estão possuem uma maior proximidades na quantidade diversas de crimes ocorridas e também servem como intermediário entre outros crimes em bairros nas quais não possuem uma conexão direta estabelecida. Portanto as medidas de centralidades foram úteis para destacarem os bairros mais violentos e sua influência na dinâmica da criminalidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem utilizando redes complexas, com bairros como nós e conexões representando ocorrências de crimes, demonstra uma estratégia inovadora para visualizar e entender a dinâmica da criminalidade na cidade.

A ênfase na identificação de "hubs" ou bairros centrais por meio de medidas de centralidade, como grau, autovetor, proximidade e intermediação, oferece uma abordagem robusta na identificação de áreas mais propensas à criminalidade. Os resultados revelam que Jardim América e Goiá se destacam como os bairros mais centrais, indicando uma concentração significativa de crimes e influência sobre outros bairros.

A análise dos resultados vai além do simples ranqueamento, sugerindo implicações práticas para a aplicação de políticas públicas. O destaque dos bairros Jardim América e Goiá não apenas aponta para altos índices de criminalidade, mas também sugere a necessidade de investigações mais aprofundadas nos bairros periféricos conectados a esses "hubs". Essa abordagem mais detalhada pode revelar a existência de grupos criminosos ou dinâmicas específicas que contribuem para a propagação da criminalidade.

A aplicação das medidas de centralidade, além de identificar os bairros mais violentos, também destaca sua influência na dinâmica global da criminalidade. Isso proporciona insights valiosos para o desenvolvimento de estratégias preventivas e intervenções direcionadas. Em última análise, a combinação de tecnologia, análise de redes complexas e medidas de centralidade oferece uma abordagem abrangente e eficaz para lidar com os desafios da violência urbana em Goiânia.

REFERÊNCIAS

BEATO FILHO, C. C; ASSUMPÇÃO, R. Sistemas de Informação Georreferenciados em segurança em Segurança. In BEATO FILHO, C.C. (org.). Compreendendo e avaliando: projetos de segurança pública. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. 219 p.

Carvalho, R. M., & Nascimento, C. M. (2017). Uso da análise de dados espaciais na gestão da segurança pública: Um estudo de caso. Revista Brasileira de Estudos de População, Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n. 43, v. 2, p. 9-28, mês mai-ago, 2021.

RELATÓRIO DE CUSTOS ECONÔMICOS DA CRIMINALIDADE NO BRASIL.

Relatório de conjuntura nº4. Esta obra foi impressa pela imprensa Nacional. SIG, Quadra 6, Lote 80070610-460 Brasília, DF 1.000 exemplares. 2018. Disponível em <https://download.uol.com.br/noticias/2018/relatorio/custos-economicos-da-criminalidade-no-brasil-06-2018.pdf>. Acesso em: Outubro.2023.

RODRIGUES, S. C. & SOUZA, L. H. de F. Comunicação Gráfica: Bases conceituais para o entendimento da linguagem cartográfica. GEOUSP – Espaço e Tempo, São Paulo, n 23, p. 65 – 76, 2008.