LVI SBPO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL
DE 04 ATÉ 07 NOVEMBRO 2024
FORTALEZA | CEARÁ

Reconhecimento espaço-temporal de padrões criminais: Uma abordagem estatística espacial

Arthur Pimentel Gomes de Souza [1]
arthur.pgsouza@ufpe.br

Jessyca Samarithana Ferreira Aires [1]
jessyca.aires@ufpe.br

Duan Vilela Ferreira [1]
duan.vilela@ufpe.br

Caroline Maria de Miranda Mota [1]
carolinemota@insid.org.br

[1] Universidade Federal de Pernambuco
Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE

RESUMO

O combate e prevenção a eventos criminosos está relacionado à assimilação do comportamento espaço-temporal dos crimes e da complexa dinâmica local. Diante disso, o presente estudo visa desvendar padrões na distribuição espacial de crimes patrimoniais ao longo do tempo, em termos da similaridade estatística de localização e da concentração espacial em relação às áreas vizinhas. Ademais, buscou-se explorar as características socioeconômicas e os locais de interesse que incrementam a propensão a estes crimes mediante técnicas de regressão. O estudo foi aplicado na Região Metropolitana do Recife. As regiões críticas estão majoritariamente nos centros das cidades, sendo este um padrão de similaridade e de clusters espaciais que se repete para diferentes janelas temporais. A criminalidade está fortemente associada ao ambiente, devido à presença de locais de interesse comercial e paradas de ônibus. Os resultados servem para colaborar com o direcionamento e o planejamento de ações de segurança pública.

PALAVRAS CHAVE. Segurança pública, Análise espacial, Análise temporal.

Tópicos: Poder Marítimo, Defesa e Pesquisa Operacional; PO em Defesa e Segurança Pública

ABSTRACT

Crime control and prevention is related to the understanding of the spatio-temporal behavior of crimes and complex local dynamics. Therefore, this study aims to reveal patterns in the spatial distribution of property crimes over time, in terms of statistical similarity of location and spatial concentration in relation to neighboring areas. In addition, we sought to explore the socio-economic characteristics and points of interest that increase the susceptibility to these crimes using regression techniques. The study was applied in the Metropolitan Region of Recife spatial statistics. The critical regions are mostly in city central areas, and this is a pattern of similarity and spatial clusters that is repeated for different time frames. Crime is strongly associated with the environment, due to the presence of places of commercial interest and bus stops. The results can be used to assist in guiding and planning public security actions.

KEYWORDS. Public security. Spatial analysis. Temporal analysis.

Paper topics: Maritime Power, Defense and Operations Research; OR in Defense and Public Security

1. Introdução

A identificação de áreas críticas para a criminalidade apoia a orientação de estratégias de segurança pública, visto que a atuação nestes locais não apenas os beneficia como também à vizinhança [Braga et al. 2019]. Inclusive, as ocorrências criminais tendem à concentração não apenas espacialmente em locais específicos, mas também ao longo do tempo [Levin et al. 2017].

Neste sentido, a clusterização espacial revela territórios com elevada concentração de crimes, levando em conta a relação com a vizinhança [Carter et al. 2020]. No âmbito temporal, por meio do teste de padrão de pontos espaciais, [Pereira et al. 2016] encontraram aumento nos homicídios nos fins de semana e à noite, mas sem distinções entre meses e estações do ano.

Além de identificar áreas, deve-se analisar as características locais que impactam o ato criminoso e sua variação geográfica. Modelos de regressão espacial, como *Geographically Weighted Regression* (GWR) e sua versão *Multiscale* (MGWR), ajudam a examinar a associação espacial entre os índices criminais e variáveis explicativas, incluindo fatores socioeconômicos e elementos espaciais de interação social (como bancos) [Bilgel 2020][Rosa et al. 2023].

Assim, o presente estudo busca investigar as mudanças na dinâmica espaço-temporal dos crimes contra o patrimônio (CVPs) na cidade do Recife/PE e região metropolitana (RMR), ao nível de setores censitários e de segmentos de rua, por meio de análise estatística espacial.

2. Metodologia

Inicialmente, avaliou-se a existência de padrões de ocorrência de CVPs (roubos, furtos) na RMR usando o Teste de similaridade espaço-temporal [Andresen 2009]. Os dados georreferenciados do período de 2019 a 2022 foram obtidos junto à Secretaria de Defesa Social de Pernambuco. Calculou-se índices de similaridade, ao nível de segmentos de rua, para diferentes períodos de tempo, usando simulações de Monte Carlo e intervalos de confiança oriundos de dois conjuntos de dados (base e teste). Em seguida, foi realizada uma análise de clusterização espacial na RMR usando a estatística I de Moran Local [Anselin 1995] para identificar padrões ou diferenças na quantidade de CVPs entre setores vizinhos.

Enfim, analisou-se associações entre características do Recife e a ocorrência de CVPs, ao nível de setores censitários, por meio das regressões espaciais GWR [Brunsdon et al. 1996] e MGWR [Fotheringham et al. 2017]. Ambas seguem a forma $y_i = \boldsymbol{X}_i\boldsymbol{\beta}_i + \in_i$, onde y_i é a predição de CVPs no local i, $\boldsymbol{X}_i$ é o vetor de variáveis explicativas, $\boldsymbol{\beta}_i$ é o vetor de coeficientes estimados em i e $\in_i$ é o termo de erro. Construiu-se um conjunto de 52 variáveis explicativas de crimes com: aspectos populacionais e domiciliares (extraídos do Censo 2010) e pontos de interação social (escolas, lojas, etc.) (obtidos no Google Maps). Após análise de multicolinearidade, reduziu-se o conjunto para 4 fatores socioeconômicos e 13 pontos de interesse. Ao final, obteve-se a distribuição espacial tanto do percentual da variância explicada dos crimes (R^2 local), quanto da intensidade da associação entre as variáveis e os crimes (coeficientes locais).

3. Resultados

Os resultados revelam que há concentrações de CVPs na cidade do Recife, e similaridade, porém, o índice de similaridade cai drasticamente quando se avaliam diferentes unidades temporais. A maior similaridade (93%) ocorre entre os mesmos meses, ano após ano, enquanto a menor (65%) entre dias de semana e fins de semana. As áreas críticas para CVPs são no centro do Recife (bairros de São José, Boa Vista), realçado na Figura 1.

De 2019 a 2022, a formação de clusters do tipo *High-High* (HH) predominou em áreas centrais dos municípios de Recife, São Lourenço, Cabo de Santo Agostinho e Jaboatão dos Guararapes – isto é, áreas com valores altos cercadas por valores semelhantes. Houve um incremento de áreas HH entre 2021 e 2022, principalmente em Recife, e entre os meses de fevereiro a março e de junho a agosto. Aos sábados e domingos, os clusters se concentraram nas cidades de Recife e Olinda. De modo geral, existem mais áreas afetadas à noite.

Por fim, após observar essas variações, percebeu-se que algumas áreas mantinham a classificação do tipo *High-High* independente do período analisado. Isto é, em algumas zonas, esse

padrão foi mantido para quaisquer dias, meses, turnos, etc. Essas zonas *High-High* estão localizadas em bairros específicos das cidades de Recife, Olinda e Jaboatão, conforme a Figura 2.

Figura 1: Análise de similaridade espaço-temporal (Recife) entre os anos de 2020 e 2021

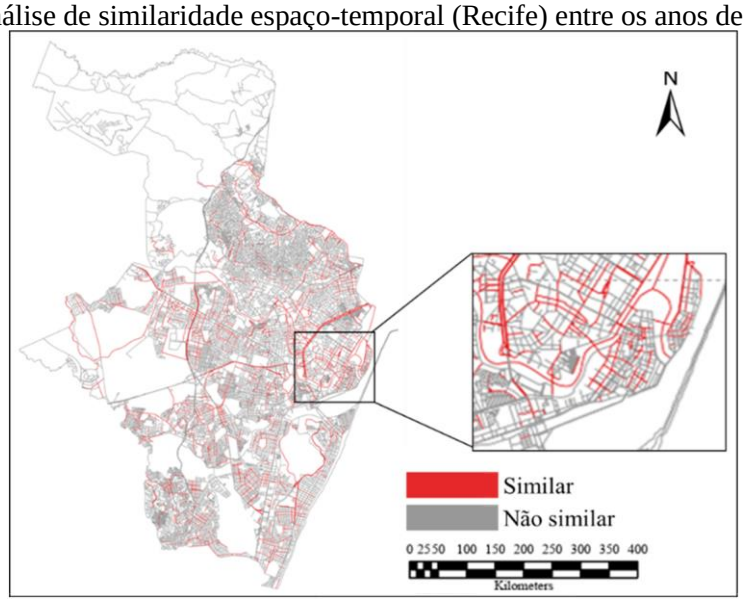
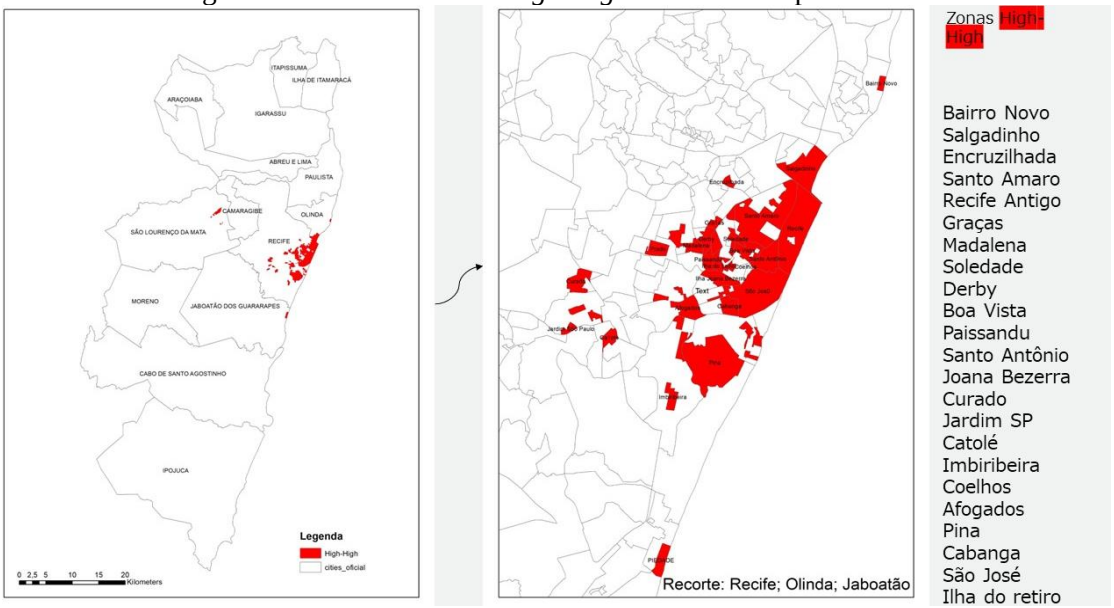


Figura 2: Zonas de clusters *High-High* identificadas por bairros



A análise de regressão espacial indicou que as áreas propensas a CVPs no Recife estão mais associadas a locais de interação social, principalmente: agências bancárias, paradas de ônibus e faculdades e cursos. Ademais, onde há menos jovens e domicílios chefiados por mulheres, bem como mais homens jovens e mais provisão de energia elétrica. O R^2 global foi de 91%.

A região central do Recife e arredores, abrangendo dois shopping centers, estão no patamar “Muito alto” do R^2 local (83 a 96%). Esta área, que inclui os bairros de São José e Boa Vista, é um grande polo comercial e concentra elevados índices de CVPs [Rosa et al. 2023]. Nesta localidade, há maior associação os crimes patrimoniais estão mais associados com a presença de paradas de ônibus, locais de adoração, óticas e casas lotéricas ou caixas do Banco24Horas.

Por outro lado, [Souza e Mota 2023] indicaram que os bairros mais desenvolvidos do Recife são mais vulneráveis a CVPs. Na zona norte, estes locais (como Graças) são mais

impactados por incrementos na presença de padarias, pet shops, faculdades e óticas. Já na zona sul, em Boa Viagem, também há forte impacto de padarias e pet shops, além de agências bancárias.

4. Considerações finais

Os crimes patrimoniais tiveram concentração e similaridade espaço-temporal principalmente nas áreas centrais, onde o comércio e o fluxo elevado de pessoas favorecem ataques a transeuntes. Inclusive, a ampla maioria das variáveis explicativas significativas são locais de interação social, onde circulam potenciais alvos de criminosos. No âmbito temporal, houve variações em períodos do ano festivos, como carnaval, especialmente à noite. Nos finais de semana, as cidades de Recife e Olinda apresentam mais clusters HH, o que indica associação com o turismo. Em suma, a distinção de trechos de ruas e setores censitários críticos, bem como características locais associadas, contribui para um melhor direcionamento de recursos de segurança pública.

Referências

Andresen, M. A. (2009). Testing for similarity in area-based spatial patterns: a nonparametric Monte Carlo approach. *Applied Geography*, 29(3):333-345.

Anselin, L. (1995). Local Indicators of Spatial Association – LISA. *Geography Analysis*, 27:93-115.

Bilgel, F. (2020). Guns and homicides: a multiscale geographically weighted instrumental variables approach. *Geographical Analysis*, 52(4):588-616.

Braga, A. A., Turchan, B. S., Papachristos, A. V. e Hureau, D. M. (2019). Hot spots policing and crime reduction: An update of an ongoing systematic review and meta-analysis. *Journal of Experimental Criminology*, 15:289-311.

Brunsdon, C., Fotheringham, A. S. e Charlton, M. E. (1996). Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity. *Geographical Analysis*, 28(4):281-298.

Carter, J., Louderback, E. R., Vildosola, D. e Sen Roy, S. (2020). Crime in an affluent city: Spatial patterns of property crime in Coral Gables, Florida. *European Journal on Criminal Policy and Research*, 26:547-570.

Fotheringham, A. S., Yang, W. e Kang, W. (2017). Multiscale Geographically Weighted Regression (MGWR). *Annals of the American Association of Geographers*, 107(6):1247–1265.

Levin, A., Rosenfeld, R. e Deckard, M. (2017). The law of crime concentration: An application and recommendations for future research. *Journal of Quantitative Criminology*, 33:635-647.

Pereira, D. V. S., Andresen, M. A. e Mota, C. M. (2016). A temporal and spatial analysis of homicides. *Journal of Environmental Psychology*, 46:116-124.

Rosa, A. G. F., Mota, C. M. M. e Figueiredo, C. J. J. (2023). A spatial multi-criteria decision analysis framework to reveal vulnerabilities of areas to incidences of street robberies. *Applied Geography*, 151:102840.

Souza, A. P. G. e Mota, C. M. M. (2023). Efeitos da pandemia de COVID-19 sobre a ocorrência de roubos: um modelo de decisão espacial. In: *Anais do LV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, São José dos Campos.