

ANÁLISE GEOESPACIAL DA VIOLÊNCIA URBANA: FATORES DE RISCO E PADRÕES ESPACIAIS NOS BAIRROS DE FORTALEZA, CEARÁ

GEOSPATIAL ANALYSIS OF URBAN VIOLENCE: RISK FACTORS AND SPATIAL PATTERNS IN THE NEIGHBORHOODS OF FORTALEZA, CEARÁ

ANÁLISIS GEOESPACIAL DE LA VIOLENCIA URBANA: FACTORES DE RIESGO Y PATRONES ESPACIALES EN LOS BARRIOS DE FORTALEZA, CEARÁ

Abias Gomes Mota¹, Marcus Vinicius Adriano Araujo², Marcelo Davi Santos³, Marcel Pereira Pordeus⁴, José Maria da Cunha Junior⁵

DOI: 10.54899/dcs.v22i81.3060

Recibido: 3/7/2025 | Aceptado: 4/7/2025 | Publicación en línea: 14/7/2025.

RESUMO

Este estudo analisa a distribuição espacial dos homicídios e seus determinantes socioeconômicos em 113 bairros de Fortaleza (CE), entre 2010 e 2021. Utilizando técnicas de análise espacial e modelos econométricos como SAR e SEM, identifica-se dependência espacial significativa nas taxas de homicídio, com evidência de aglomerações em áreas socialmente vulneráveis. O trabalho mostra que variáveis como apreensão de armas de fogo e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) influenciam diretamente a dinâmica da violência letal. Ao combinar estatísticas espaciais com fundamentos da teoria criminológica, especialmente a Teoria da Desorganização Social, o estudo oferece um diagnóstico territorial da criminalidade urbana. Os resultados geram subsídios para políticas públicas baseadas em evidências e ampliam a compreensão sobre como o espaço urbano e as desigualdades estruturais moldam padrões locais de violência. Ademais, os dados empíricos deste estudo demonstram de forma consistente que a distribuição dos homicídios em Fortaleza não ocorre aleatoriamente, mas sim segundo padrões espaciais bem definidos, revelando clusters de alta violência concentrados em áreas com baixas condições socioeconômicas.

Palavras-chave: Economia do Crime. Segurança Pública. Dependência Espacial. Bairros de Fortaleza/CE.

¹ Graduado em Finanças, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil.
E-mail: abiasmota@alu.ufc.br

² Doutorando em Economia, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil.
E-mail: marcusvinicius.bob@alu.ufc.br Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-0958-3906>

³ Doutor em Economia, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil.
E-mail: davisantos@caen.ufc.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4737-9068>

⁴ Doutorando em Políticas Públicas, Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza, Ceará, Brasil.
E-mail: marcel.pordeus@aluno.uece.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4317-0619>

⁵ Doutor em Economia, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil.
E-mail: junio.rj@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3042-7772>

ABSTRACT

This study analyzes the spatial distribution of homicides and their socioeconomic determinants in 113 neighborhoods in Fortaleza (CE) between 2010 and 2021. Using spatial analysis techniques and econometric models such as SAR and SEM, it identifies significant spatial dependence in homicide rates, with evidence of agglomeration in socially vulnerable areas. The work shows that variables such as the seizure of firearms and the Human Development Index (HDI) directly influence the dynamics of lethal violence. By combining spatial statistics with the foundations of criminological theory, especially the Social Disorganization Theory, the study offers a territorial diagnosis of urban crime. The results provide support for evidence-based public policies and broaden the understanding of how urban space and structural inequalities shape local patterns of violence. Furthermore, the empirical data from this study consistently demonstrates that the distribution of homicides in Fortaleza does not occur randomly, but according to well-defined spatial patterns, revealing clusters of high violence concentrated in areas with low socioeconomic conditions.

Keywords: Economics of Crime. Public Safety. Spatial Dependency. Neighborhoods of Fortaleza/CE.

RESUMEN

Este estudio analiza la distribución espacial de los homicidios y sus determinantes socioeconómicos en 113 barrios de Fortaleza (CE) entre 2010 y 2021. Utilizando técnicas de análisis espacial y modelos econométricos como SAR y SEM, identifica una dependencia espacial significativa en las tasas de homicidio, con evidencia de aglomeraciones en áreas socialmente vulnerables. El trabajo muestra que variables como la incautación de armas de fuego y el Índice de Desarrollo Humano (IDH) influyen directamente en la dinámica de la violencia letal. Al combinar la estadística espacial con los fundamentos de la teoría criminológica, especialmente la Teoría de la Desorganización Social, el estudio ofrece un diagnóstico territorial de la delincuencia urbana. Los resultados proporcionan apoyo a las políticas públicas basadas en pruebas y amplían la comprensión de cómo el espacio urbano y las desigualdades estructurales configuran los patrones locales de violencia. Además, los datos empíricos de este estudio demuestran consistentemente que la distribución de homicidios en Fortaleza no ocurre al azar, sino de acuerdo con patrones espaciales bien definidos, revelando clusters de alta violencia concentrados en áreas con condiciones socioeconómicas bajas.

Palavras-chave: Economia de la Delinquencia. Seguridad Ciudadana. Dependencia Espacial. Barrios de Fortaleza/CE.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

O Brasil enfrenta desafios persistentes em segurança pública, refletidos em elevados

índices de homicídios, roubos e furtos. Esses fenômenos estão associados a múltiplos fatores, como desigualdade social, pobreza, tráfico de drogas, falta de investimentos estatais, impunidade e a atuação de facções criminosas organizadas (Shaw; McKay, 1942; Santos, 2020; Araujo, 2023). A Violência e Criminalidade V&C são distúrbios que afetam todas as principais cidades brasileiras em todos os níveis, econômicos e sociais, transformando os grandes centros urbanos em palco de guerra (Santos, 2020). Por exemplo, entre 2015 e 2018, no Brasil, mais de 240 mil pessoas morreram nas diversas cidades e regiões. A V&C afeta o desenvolvimento local, contribui para as vulnerabilidades socioeconômicas e é um obstáculo ao bem-estar social e qualidade de vida das pessoas (Carneiro, 2022).

A região Nordeste, em particular, tem apresentado aumento expressivo nas taxas de homicídios. Em 2020, todos os nove estados da região registraram crescimento, resultando em um acréscimo de 22,4% nos crimes violentos (NEV-USP, 2020). Entre 2019 e 2020, Fortaleza, Capital do Estado do Ceará, registrou um crescimento vertiginoso de 88,54% na taxa de CVLI's, valor muito acima do registrado entre 2018-2019, que foi de -50,04%. A última vez que a Cidade registrou um balanço elevado de homicídios, próximo a este, foi no ano de 2017, quando apresentou uma variação de aproximadamente 96,52% (SSPDS-CE, 2024).

Tal contexto exige abordagens analíticas que incorporem a dimensão espacial do crime e suas interações com fatores estruturais. Diversas teorias contribuem para a compreensão da criminalidade urbana. A Teoria do Conflito Social destaca os efeitos da marginalização econômica e da exclusão social sobre o comportamento criminoso (Chamlin; Cochran, 1997). A Teoria da Rotulação (Labelling Theory) sugere que a estigmatização de determinados grupos reforça trajetórias de criminalidade (Becker, 1963; Paternoster; Iovanni, 1989). Já a Teoria da Desorganização Social (Sampson; Groves, 1989; Morenoff *et al.*, 2001), amplamente validada internacionalmente, associa altos níveis de violência à baixa coesão social, instabilidade residencial e desestruturação comunitária.

Outras abordagens complementares incluem a Teoria do Controle Social (Hirschi, 1969), que ressalta a importância de laços sociais na prevenção do crime, e a Teoria das Atividades Rotineiras, que enfatiza a convergência entre alvos vulneráveis, ausência de guardiões e ofensores motivados (Cohen; Felson, 1979). A literatura também destaca fatores como densidade populacional, segregação urbana e fluxos migratórios como determinantes contextuais relevantes (Sampson *et al.*, 2002; Breetzke, 2010).

Em conformidade com Tavares *et al.* (2016) e Souza *et al.* (2020), um fator relevante é a

concentração de população em áreas de alta densidade, visto que em bairros densamente povoados, a competição por recursos limitados e o contato frequente entre pessoas podem aumentar a probabilidade de conflitos. Além disso, é necessário levar em conta a migração interna e composição étnica, elementos que influenciam a dinâmica da criminalidade, na qual a migração para centros urbanos, em considerável parcela dos casos em busca de melhores condições de vida, aumentam as pressões sociais (Cespedes *et al.*, 2018).

Na capital Fortaleza, como em muitas cidades urbanas, a presença de uma população jovem é um fator de relevância. Os jovens, em particular, comumente estão mais propensos a se envolver em atividades criminosas devido a uma série de fatores, incluindo pressões sociais, falta de oportunidades educacionais, de emprego e atração por grupos delinquentes (Tavares *et al.*, 2016; Linhares; Pordeus, 2022).

A compreensão dos homicídios e da violência urbana é essencial, pois, em face desse conhecimento, é possível desenvolver estratégias de segurança pública e prevenção criminal. Sem um diagnóstico preciso, as políticas públicas correm o risco de serem mal direcionadas, não atendendo às necessidades reais da população e, conseqüentemente, não surtindo os efeitos esperados no combate ao crime.

Diante dessas teorias e fatores discutidos na literatura de criminalidade espacial, este trabalho busca analisar os determinantes socioeconômicos e demográficos da violência na cidade de Fortaleza/CE, em que a variável de interesse é a taxa de homicídios por bairro entre o período de 2010 a 2021.

Para essa finalidade, foram empregados procedimentos metodológicos de análise exploratória de dados espaciais (AEDE), com o objetivo de identificar padrões de autocorrelação espacial, bem como a construção de uma estratégia empírica para estimação dos modelos econométricos OLS, SAR e SEM, a fim de avaliar a hipótese de dependência espacial da criminalidade na cidade de Fortaleza. Essa abordagem é amplamente reconhecida na literatura como robusta para a análise de fenômenos com estrutura espacial, permitindo captar efeitos de contágio, heterogeneidade e transbordamentos entre unidades geográficas vizinhas (Anselin, 1988; LeSage; Pace, 2009; Bivand *et al.*, 2013).

O estudo está organizado da seguinte forma: além desta introdução, temos a seção 2 que descreve as características socioeconômicas e criminais da área de estudo; a seção 3 apresenta a revisão de literatura; em seguida a seção 4 que detalha a metodologia; na seção 5 são apresentados os resultados e uma discussão breve da literatura empírica correlata, e, em seguida, as conclusões

são realizadas na seção 6.

REFERENCIAL TEÓRICO

Análise Socioeconômica e da Dinâmica da Violência e Criminalidade (V&C) dos Bairros da Capital Fortaleza/CE

Fortaleza é a capital do Estado do Ceará, localizada na região Nordeste do Brasil. Com uma faixa litorânea de aproximadamente 34 km de extensão, e uma rica beleza natural. A cidade também conta com uma economia diversificada, com destaque para setores como o turismo, comércio, serviços e indústria. Segundo dados da última estimativa populacional, divulgadas pelo IBGE, a capital cearense tem uma população aproximada de 2,70 milhões de habitantes, e densidade demográfica de aproximadamente 8.655 hab./km². A capital é a maior cidade do Estado em termos populacionais, além de ser a quarta mais populosa do Brasil, ficando atrás apenas de São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília.

Atualmente a cidade de Fortaleza conta com uma estrutura administrativa organizada e dividida em 12 regionais e 39 territórios administrativos, que juntas compõem a Secretaria Municipal de Gestão Regional (SEGER). No campo da segurança administrativa, a cidade conta com 10 Áreas Integradas de Segurança (AIS) e 25 Unidades Integradas de Segurança (UNISEG'S). Essa divisão administrativa abriga os 121 bairros da capital, que foram agrupados seguindo critérios, como a quantidade de habitantes, a área de cada bairro, a aproximação cultural e a utilização de equipamentos públicos pelos habitantes.

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas dos indicadores socioeconômicos para o período de 2010 (Censo) e de V&C entre 2010 e 2021, dos bairros de Fortaleza. Em média, os indicadores de V&C registraram: 159 homicídios; 6.564 roubos e furtos; 184,52 kg de drogas apreendidas e 201 armas retidas.

Com relação ao nível de desenvolvimento humano, o IDH, a cidade apresentava uma média em torno de 0,3821 em 2010, o que é considerado uma média baixa. O bairro com o menor IDH é o Conjunto Palmeiras, enquanto o bairro Meireles apresenta o maior IDH. O valor do Coeficiente de Variação (CV) para referida variável é 46,97%, sendo este valor uma evidência para uma dispersão elevada deste índice, o que retrata grande desigualdade socioeconômica.

Já a média da renda per capita para os bairros da capital cearense, em 2010, é igual a R\$

871,12, em que o bairro Conjunto Palmeiras apresenta a menor renda (R\$ 239,25); enquanto o bairro Meireles detém a maior (R\$ 3.659,54). O valor do CV em relação à renda per capita é 78,35%, indicando que uma alta heterogeneidade no padrão de renda entre os bairros da capital para o ano de 2010.

Tabela 1

Estatística descritiva das variáveis, criminais e socioeconômicas, utilizadas no estudo – bairros de Fortaleza-CE, Brasil, 2010-2021

Variável	Obs.	Mín.	Máx.	Média	DP	CV
Nº acumulado de óbitos por homicídios	113	3	1.050	159	179	112,40%
Nº de ocorrências de roubo e furto	113	170	69.837	6.564	8.051	122,65%
Massa apreendida de drogas/entorpecentes	113	0,29	2.119,62	184,52	290,78	157,59%
Apreensão de armas de fogos	113	12	996	201	171	85,10%
População total (2010)	113	1.342	76.044	21.701	14.802	68,21%
Razão de dependência	113	30,55	51,59	40,43	4,57	11,29%
%Homens entre 15 e 24 anos de idade	113	6,78	11,33	9,23	0,84	9,14%
IDH-Geral	113	0,1067	0,9531	0,3821	0,1795	46,97%
%Pessoas alfabetizadas com 15 anos ou mais de idade	113	85,63	98,74	93,37	3,34	3,57%
Renda total média das pessoas de 10 anos ou mais de idade (R\$)	113	R\$ 239,25	R\$ 3.659,54	R\$ 871,12	R\$ 682,56	78,35%
%Pessoas extremamente pobre	113	0,41	26,88	4,84	3,70	76,39%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do DATASUS, SUPESP/SSPDS/CE e IBGE (2024).

A taxa média de homens entre 15 e 24 anos de idade dos bairros de Fortaleza em 2010 foi de 9,23%, sendo o bairro Meireles com a menor taxa, 6,78%; e Pedras com a maior, 11,33%. Além disso, a cidade tinha, em média, 4,84% de sua população em estado de extrema pobreza no ano de 2010. O bairro Cidade 2000 apresentou a menor participação, com 0,41% da sua população sendo pobre, e Manuel Dias Branco possuía a maior participação, em que 26,88% da sua população foi classificada como extremamente pobre.

Examinando o ranking dos bairros com as quinze maiores e menores médias anuais de óbitos por homicídios entre os anos 2010-2021, constata-se, por meio das **Tabelas 2 e 3**, que os cinco bairros da capital cearense com as maiores médias anuais de homicídios, são: Jangurussu, Bom Jardim, Mondubim, Barra do Ceará e Messejana. Enquanto, no mesmo período, os bairros Guararapes/Patriolino Ribeiro, Salinas, Parque Manibura, Parreão e Bom Futuro, estão entre as cinco localidades com as menores médias anuais de óbitos por homicídio, respectivamente.

Analisando a distribuição dos bairros com menores e maiores taxas médias anuais de homicídio, nota-se uma concentração quando da atividade criminosa de forma mais ativa na zona Oeste da cidade.

Tabela 2

Ranking dos 15 bairros de Fortaleza-CE com as MAIORES médias anuais de homicídios entre os anos 2010-2021

Bairro	Divisão Administrativa	Média anual de óbitos por homicídios (2010-2021)	Ranking	IDH (2010)
Jangurussu	Capital Leste; AIS 03; 16 ° BPM; SER VI	88	1º	0,1721
Bom Jardim	Capital Oeste; AIS 02; 17º BPM; SER V	84	2º	0,1949
Mondubim	Capital Oeste; AIS 09; 21 ° BPM; SER V	58	3º	0,2328
Barra do Ceará	Capital Oeste; AIS 08; 20º BPM; SER I	54	4º	0,2157
Messejana	Capital Leste; AIS 03; 16 ° BPM; SER VI	40	5º	0,3757
Prefeito José Walter	Capital Oeste; AIS 09; 21 ° BPM; SER V	40	6º	0,3953
Vicente Pinzón II	Capital Leste; AIS 01; 8º BPM; SER II	36	7º	0,3315
Barroso	Capital Leste; AIS 03; 16 ° BPM; SER VI	34	8º	0,1869
Granja Portugal	Capital Oeste; AIS 02; 17º BPM; SER V	30	9º	0,1902
Genibaú	Capital Oeste; AIS 02; 17º BPM; SER V	30	10º	0,1386
Passaré	Capital Leste; AIS 07; 19 ° BPM; SER VI	29	11º	0,2247
Quintino Cunha	Capital Oeste; AIS 06; 18º BPM; SER III	29	12º	0,2225
Siqueira	Capital Oeste; AIS 02; 17º BPM; SER V	29	13º	0,1487
Vila Velha	Capital Oeste; AIS 08; 20º BPM; SER I	28	14º	0,2717
Edson Queiroz	Capital Leste; AIS 07; 19 ° BPM; SER VI	28	15º	0,3503

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SIM/DATASUS/PMF, SUPESP/SSPDS/CE e IBGE (2024).

Nota: AIS: Área Integrada de Segurança Pública; BPM: Batalhão da Polícia Militar; SER: Secretaria Executiva Regional.

Tabela 3

Ranking dos 15 bairros de Fortaleza-CE com as MENORES médias anuais de homicídios entre os anos 2010-2021

Bairro	Divisão Administrativa	Média anual de óbitos por homicídios (2010-2021)	Ranking	IDH (2010)
Guararapes	Capital Leste; AIS 10; 22 ° BPM; SER II	0	1°	0,7678
Salinas	Capital Leste; AIS 10; 22 ° BPM; SER II	0	2°	0,4913
Parque Manibura	Capital Leste; AIS 07; 19 ° BPM; SER VI	1	3°	0,5780
Parreão	Capital Leste; AIS 05; 6 ° BPM; SER IV	1	6°	0,5720
Bom Futuro	Capital Leste; AIS 05; 6 ° BPM; SER IV	1	5°	0,5054
Manuel Dias Branco	Capital Leste; AIS 10; 22 ° BPM; SER II	1	4°	0,3372
José Bonifácio	Capital Leste; AIS 05; 6 ° BPM; SER IV	1	7°	0,6438
Coaçu	Capital Leste; AIS 03; 16 ° BPM; SER VI	1	8°	0,2553
São Gerardo	Capital Oeste; AIS 04; 5° BPM; SER I	2	9°	0,5942
Amadeu Furtado	Capital Oeste; AIS 06; 18° BPM; SER III	2	12°	0,5877
Damas	Capital Leste; AIS 05; 6 ° BPM; SER IV	2	11°	0,5106
Parque Iracema	Capital Leste; AIS 07; 19 ° BPM; SER VI	2	10°	0,5050
Aeroporto	Capital Leste; AIS 05; 6 ° BPM; SER IV	2	13°	0,1769
Dendê	Capital Leste; AIS 05; 6 ° BPM; SER IV	2	14°	0,1811
Cocó	Capital Leste; AIS 10; 22 ° BPM; SER II	2	15°	0,7623

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SIM/DATASUS/PMF, SUPESP/SSPDS/CE e IBGE (2024).

Nota: AIS: Área Integrada de Segurança Pública; BPM: Batalhão da Polícia Militar; SER: Secretaria Executiva Regional.

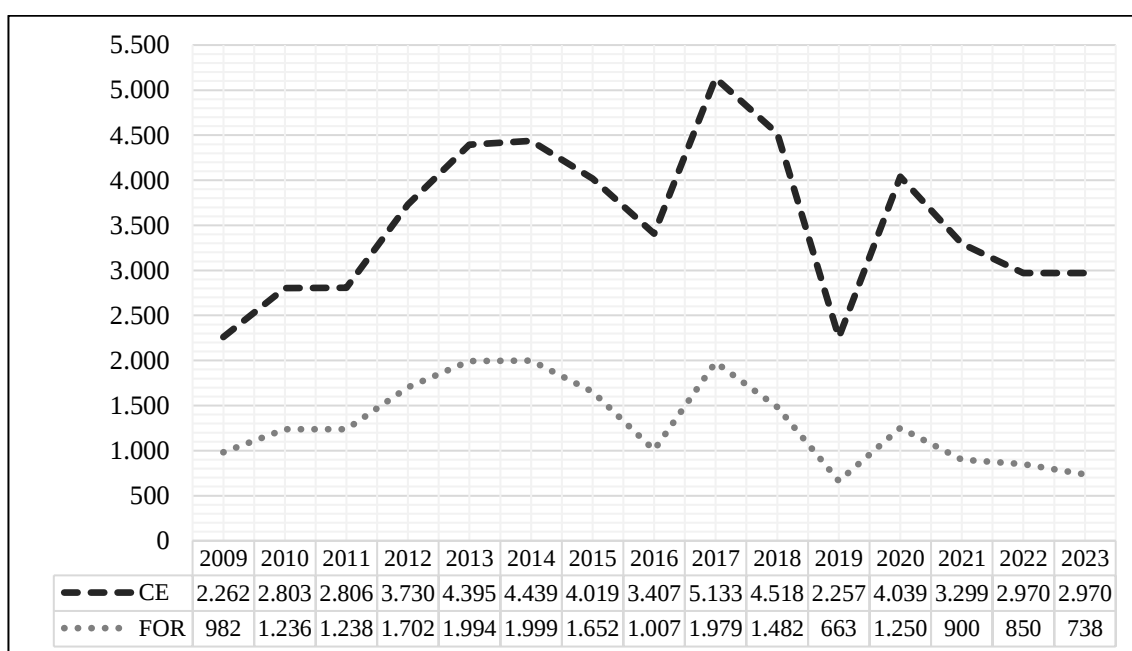
A **Figura 1** a seguir apresenta a distribuição em termos de valores absolutos, nº de vítimas de Crimes Violentos Letais e Intencionais (CVLI) para Fortaleza e Ceará, entre os anos de 2009 a 2023. Pode-se verificar que as duas séries apresentam um comportamento semelhante, o que implica que a cidade de Fortaleza tem forte influência na dinâmica de comportamento do nº de homicídios no Estado, ou seja, em momentos de crescimento ou decréscimo da criminalidade na capital cearense, o Estado apresenta efeito semelhante.

Também se observa que o ponto crítico na notificação de homicídios ocorreu em 2017, quando a cidade de Fortaleza superou a marca de 1,98 mil vidas ceifadas, enquanto que o Estado

do Ceará contabilizou mais de 5,13 mil homicídios. Entre 2022 e 2023, Fortaleza registrou um decréscimo vertiginoso de 13,18% no nº de CVLI's, valor muito acima do registrado entre os anos de pandemia de Covid-19 (2021-2022), que foi de -5,56%. A última vez que a Cidade registrou um balanço reduzido de homicídios, maior do que este, foi no ano de 2019, quando apresentou uma queda de aproximadamente 56,26% (SSPDS-CE, 2024).

Figura 1

Evolução dos homicídios (CVLI), Ceará e Fortaleza, 2009 a 2023 (Em valores absolutos, nº de vítimas)⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SUPESP/SSPDS-CE (2024). Nota: (1) Crimes de CVLI é a soma de crimes de Homicídio Doloso, Feminicídio, Lesão corporal seguida de morte e Roubo seguido de morte (Latrocínio). (2) As mortes decorrentes de Intervenção Policial não são consideradas como intencionais, pois possuem excludente de ilicitude. (3) As informações aqui apresentadas poderão sofrer alterações de acordo com a fonte oficial.

O Contexto Espaço-Temporal da Violência & Criminalidade (V&C)

A análise geoespacial é uma importante ferramenta para compreender a dinâmica do crime em ambientes urbanos, em que se baseia na ideia de que a localização dos eventos criminais não é algo aleatório, mas sim influenciado por uma série de fatores geográficos, ambientais e sociais. Esse instrumento busca identificar padrões e tendências espaço-temporais, verificando as áreas de maior risco, fornecendo informações valiosas para a formulação de políticas públicas e estratégias de prevenção (Veloso *et al.*, 2020).

Nesse ínterim, a análise geoespacial do crime observa a criação de mapas que representem a distribuição espacial dos homicídios e outros crimes nas cidades, de forma que esses mapas possam revelar áreas com altas concentrações de crimes, conhecidas como *hotspots*, bem como áreas com baixa incidência criminal. A identificação desses *hotspots* é fundamental para a alocação mais eficiente de recursos de segurança pública (Moresi; Filho; Silva, 2012).

Além disso, Moresi, Filho e Silva (2012) dissertam que através da análise geoespacial é possível realizar a identificação de fatores de risco, espacialmente associados aos homicídios, o que inclui a análise de variáveis como desigualdade socioeconômica, acesso a serviços públicos, densidade populacional e características do ambiente físico, como a presença de parques, escolas e iluminação pública. A sobreposição desses fatores com os locais de ocorrência de homicídios pode revelar correlações significativas.

A utilização de técnicas de análise espacial, a exemplo de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permite que pesquisadores identifiquem tendências temporais nos crimes, ou seja, variações sazonais ou mudanças ao longo do tempo na distribuição dos homicídios, auxiliando a compreender se políticas de segurança pública, ou outras intervenções, estão tendo impacto na redução da criminalidade em áreas específicas (Moresi; Filho; Silva, 2012).

Medeiros *et al.* (2013) acrescentam ainda que a análise geoespacial também oportuniza a identificação de áreas emergentes de risco, em que à medida que a cidade se expande e evolui, novos bairros podem experimentar um aumento nas taxas de criminalidade, consequentemente, a análise geoespacial detecta essas mudanças precocemente, permitindo uma resposta proativa por parte das autoridades.

Em termos teóricos, tem-se a *Teoria da Desorganização Social (TDO)*⁶, que é uma abordagem criminológica que busca entender os níveis de crime e desordem em uma comunidade não apenas em termos de características individuais dos residentes, mas também pela estrutura e funcionamento social do próprio bairro ou vizinhança. Esta teoria se desenvolveu a partir de estudos pioneiros, como o de Shaw e McKay (1942), que se baseava na ideia de que a desorganização em uma comunidade, caracterizada por pobreza, desemprego, rotatividade residencial e baixa coesão social, poderia levar a altas taxas de crime e delinquência. Para os autores, essas condições supracitadas enfraquecem os laços sociais e institucionais que normalmente regulam o comportamento e incentivam a conformidade com a lei (Pordeus;

⁶ Conforme em Carneiro (2022) a *Teoria da Desorganização Social* coletiva é uma perspectiva que vem sendo desenvolvida desde a década de 1920 com o objetivo de responder à seguinte pergunta: *o que faz com que o crime se concentre especialmente em determinadas áreas ao longo do tempo?*

Pordeus; Mesquita, 2022).

A literatura acerca da TDS aponta para o fato de que em locais com alta concentração de desigualdade social (como é o caso de alguns bairros da capital Fortaleza), verifica-se que as comunidades locais e redes urbanas colaboram para o descontrole social, agindo como um mecanismo que dá origem, ou pode ocasionar, ações criminosas. Dessa forma, a criminalidade seria um efeito inapropriado desse tipo de relação em nível de localidade (Entorf; Spengler, 2002).

Em um dos primeiros estudos de validação da TDS, Sampson e Groves (1989) analisam 238 localidades na Grã-Bretanha, a partir de uma pesquisa de vitimização nacional com 10.905 residências. No estudo, os autores fazem uso da estimação de regressões, via MQO, e encontram resultados significativos, ao nível de 5%, para fatores como desagregação familiar, urbanização e grupos de adolescentes sem supervisão, como relevantes na prevalência de cinco tipos de crime (assaltos e roubos de rua, violência perpetrada por estranhos, arrombamentos e roubo auto imputado e vandalismo).

Em estudo semelhante, Miethe *et al.* (1991) fizeram uso de dados em painel abrangendo registros policiais de 584 cidades norte-americanas nos anos de 1960, 1970 e 1980. Em conjunto, os achados apontam para coeficientes estatisticamente significantes das variáveis de Mobilidade Residencial e Taxa de Desemprego para explicar as taxas de homicídios, roubos e arrombamentos. Já Thornberry (1996) elaborou um *survey* contendo os resultados de dezessete estudos, dentre os quais, dezesseis identificaram resultados condizentes com as premissas da Teoria da Desorganização Social.

Assim, a TDS influenciou significativamente políticas públicas de segurança e intervenções comunitárias, incentivando abordagens que visam fortalecer os laços sociais, além da melhoria das condições de vida em áreas afetadas pela desorganização social. No contexto brasileiro, alguns estudos têm aplicado a teoria da desorganização social para entender os padrões de criminalidade e desordem urbana.

Da Silva (2019) analisa, por meio de uma análise descritiva comparativa, se os níveis de crime e desordem municipais explicam o fato que a região do Sul de Minas Gerais, mesmo sendo a segunda mais populosa do Estado, também foi, no ano de 2018, a segunda região menos violenta do Estado. Em conjunto, os resultados apontam, com base em conta fatores geoespaciais (território x fatores socioeconômicos), que é possível explicar por que o Sul de Minas apresenta uma taxa de crimes violentos baixa.

Em Castro Filho e Silva Frota (2023) foi analisada a importância do espaço e da desigualdade social na V&C, além do papel do policiamento comunitário na segurança pública. Fazendo uso de dados sobre experiências cearenses acerca da criminalidade no Estado do Ceará, o estudo de caso focou em um total de 15 bairros, todos pertencentes a Região Metropolitana de Fortaleza. Como resultados do estudo, algumas variáveis são apontadas como influentes, de maneira heterogênea, para os aumentos dos índices de crimes contra o patrimônio ou contra a vida, dentre eles, os lixões, ruas com buracos, iluminação pública precária, que são resumidos como fatores de degradação ambiental.

Por fim, também fazendo uso da TDS, Mata *et al.* (2024) analisam a relação entre as características socioeconômicas da população de Belo Horizonte/MG e os crimes de homicídio registrados em 2010. Os autores partem do pressuposto de que as redes urbanas e as comunidades locais influenciam o processo de socialização do indivíduo, dessa forma, quando as comunidades são afetadas com vulnerabilidade socioeconômica, o controle social é prejudicado, podendo condicionar o comportamento criminoso. Fazendo uso da estratégia metodológica de análises de correlação e regressão linear, os autores constatarem uma relação direta e significativa entre a ocorrência de homicídios e a maioria dos indicadores socioeconômicos, corroborando com os pressupostos assumidos, embasados pela TDS.

Segundo Cohen e Felson (1979), o oportunismo à prática criminosa é papel relevante na “*Teoria da Atividade Rotineira*” e na “*Teoria dos Padrões Criminais*”, que colaboram com a discussão ao unir três elementos: indivíduos motivados, um alvo atraente e a desordem urbana. Para Brantingham e Brantingham (2010), a teoria do padrão de crime colaborou com estudos que buscam compreender as formas pelos quais determinadas regiões, localidades ou comunidades se tornam atraentes para um tipo de crime em específico.

A teoria mais influente no campo do oportunismo do crime é a “*Teoria da Racionalidade*” proposta por Becker (1968) (Ehrlich, 1973; Heineke, 1978; Grogger, 1991). No âmbito espacial, essa teoria apresenta os principais fatores que influenciam espacialmente na concentração de crimes em regiões específicas devido à queda nos custos morais de práticas criminosas (Fajnzylber; Lederman; Loayza, 1998).

Além disso, esses trabalhos colaboram com a “*Teoria da Prevenção Situacional do Crime*” ao indicar os fatores que devem ser mitigados através de ações de Estado para diminuir as oportunidades de ações criminosas (Clarke *et al.*, 1982).

Em suma, conforme salientam Santos (2020), Pordeus, Santos e Fernandes (2023) e

Araujo (2023), os estudos supracitados demonstram como o espaço urbano e as condições de vulnerabilidade, econômicas e sociais, podem ser úteis para compreender os padrões de crime e violência em contextos urbanos específicos no Brasil (em especial, a cidade de Fortaleza-CE), contribuindo para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes voltadas para a segurança e o bem-estar comunitário.

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) versus Econometria Espacial

A Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) é uma extensão da análise exploratória de dados (AED) para o problema de detecção de propriedades espaciais de conjuntos de dados, em que para cada valor de atributo existe um dado locacional. Este dado de localização referencia o ponto ou a área à qual o atributo se refere.

A AEDE compreende técnicas que possibilitam visualizar e descrever distribuições espaciais, identificar padrões de associação espacial (aglomerados espaciais ou clusters), identificar observações atípicas (valores extremos ou outliers) ou a existência de instabilidades espaciais (não-estacionariedade).

Os dados espaciais mostram a magnitude da variação do atributo do fenômeno em estudo (aqui a dinâmica da V&C) e fornecem a referência explícita em termos de localização geográfica deste atributo. A investigação exploratória de dados nos permite caracterizar os dados por meio da análise de medidas estatísticas extraídas dos dados.

A análise espacial não é invariante locacionalmente, ou seja, os resultados mudam quando as localizações do objeto de estudo mudam. Isso reforça a Primeira Lei da Geografia de Waldo Tobler: *"Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things"*.

Por outro lado, a Econometria Espacial é uma ferramenta poderosa que fornece dados, levando em consideração a influência da interação espacial (dependência espacial), ou seja, o valor da variável de interesse numa certa localidade pode depender do valor dessa variável nas localidades vizinhas. Além disso, a questão da estrutura espacial (heterogeneidade espacial) – que se refere a aspectos da estrutura socioeconômica no espaço, em estudos com dados em corte transversal e em painel – remete informações sobre os fatores fundamentais que impulsionam o

desenvolvimento e o crescimento econômico, o que contribui nas decisões de políticas públicas que afetam as populações geograficamente distribuídas.

A Econometria Espacial difere da econometria convencional por incorporar relações espaciais na análise, permitindo efeito de transbordamento entre unidades geográficas, enquanto a econometria tradicional não. Ademais, a Econometria Espacial envolve a incorporação de defasagens espaciais ao modelo clássico de regressão linear. As defasagens relacionadas aos processos espaciais podem assumir três formas de defasagem: (i) na variável dependente; (ii) nas variáveis independentes, e nos termos de erros.

Modelos Econométricos de Dependências Espacial

Modelo de Autorregressivo Espacial (Spatial Auto Regressive, SAR)

Os modelos econométricos espaciais são ferramentas poderosas para analisar dados que apresentam dependência espacial. Um dos modelos mais utilizados para modelagem de correlação espacial é o Modelo Autorregressivo Espacial (Spatial Auto Regressive, SAR). A ideia dos modelos SAR é semelhante à dos modelos AR (autorregressivos) em séries temporais, incorporando um termo de defasagem entre os regressores da equação. Este modelo é capaz de capturar a dependência espacial nos dados, o que pode melhorar a precisão das previsões. Ele é flexível e pode ser estendido para lidar com diferentes tipos de dados e situações. No entanto, a estimação dos parâmetros do SAR pode ser computacionalmente intensiva, especialmente para grandes conjuntos de dados. Além disso, a interpretação dos resultados do SAR pode ser desafiadora, especialmente quando se trata de entender o impacto das variáveis explicativas sobre a variável resposta. Em sua forma algébrica, tem-se que esse modelo é dado por:

$$Y = \rho WY + X\beta + \epsilon \quad (1)$$

Em que:

Y é um vetor coluna com “n” observações na amostra para a variável resposta;

ρ é o coeficiente escalar que corresponde ao parâmetro autorregressivo;

W é conhecida como matriz de vizinhança;

X é a matriz de variáveis explicativas;

β é o vetor de coeficientes das variáveis explicativas; e

ϵ é um vetor coluna contendo os resíduos da equação com distribuição i.i.d.

Modelo de Erros Espaciais (Spatial Error Model, SEM)

O Modelo de Erros Espaciais (Spatial Error Model, SEM) é capaz de modelar a dependência espacial nos erros, o que pode ser útil quando a dependência espacial é causada por variáveis não observadas. Assim como o SAR, o SEM é flexível e pode ser estendido para lidar com diferentes tipos de dados e situações. No entanto, a estimação dos parâmetros do SEM também pode ser computacionalmente intensiva, especialmente para grandes conjuntos de dados. A fórmula geral do modelo SEM é:

$$Y = X\beta + u \quad (2)$$

$$u = \lambda Wu + \epsilon \quad (3)$$

Em que,

y é o vetor de variáveis dependentes;

X é a matriz de variáveis independentes; e

β é o vetor de coeficientes.

u é o vetor de erros, que segue a distribuição $u = \lambda Wu + \epsilon$, em que λ é o parâmetro de autocorrelação espacial,

W é a matriz de pesos espaciais e ϵ é um vetor coluna contendo os resíduos da equação com distribuição i.i.d.

Medidas Específicas de Dependências Espacial

O Índice I-Moran Global univariado⁷ é um procedimento estatístico para identificação de dependência espacial, sobretudo, da ação de tendências gerais na clusterização de dados para revelar a possível existência de padrões de associação espacial. Neste índice é possível encontrar quatro padrões de associação espacial distribuídos entre seus quadrantes (Q1: Alto-Alto, Q2: Alto-Baixo, Q3: Baixo-Baixo e Q4: Baixo-Alto). Além disso, existem dois tipos de análises: o caso univariado e o bivariado. No primeiro testa-se a hipótese nula de aleatoriedade espacial em uma variável, no segundo faz-se a comparação de duas variáveis do modelo.

¹ Para mais detalhes sobre I-Moran univariado e bivariado ver Capítulo 04 de Almeida (2012).

O Índice I-Moran local (LISA) univariado, diferente da análise global, testa a hipótese de distribuição aleatória do fenômeno em questão de cada setor censitário em análise e, consequentemente, identifica a possível existência de *clusters* e outliers espaciais locais.

A interpretação é a seguinte: valores próximos de “0” indicam inexistência de autocorrelação espacial significativa (aleatoriedade), por outro lado, quanto mais próximo do valor “1”, mais autocorrelacionado estará (dependência). Enquanto, com relação ao sinal, se o valor dessa estatística for positivo, a autocorrelação será positiva, caso o valor dessa estatística seja negativo, a autocorrelação será negativa (Anselin, 1998; Almeida, 2012; Golgher, 2015).⁸

Procedimento do Algoritmo Econométrico

Do exposto, o exercício econométrico a ser realizado seguirá os seguintes passos:

Etapas 1: definição do conjunto de matrizes de pesos espaciais com base no critério de distância fixa, Rainha e Torre. A definição da matriz é de suma importância para a AEDE e na estimação do modelo econométrico, pois os resultados são sensíveis às diferentes matrizes, a Matriz fixa é baseada na ideia de que regiões dentro de uma distância fixa têm maior interação social, já a matriz torre define vizinhos como regiões que compartilham uma borda (não apenas um ponto), e a matriz rainha define vizinhos como regiões que compartilham uma borda ou um ponto. Matrizes de contiguidade (tal como torre e rainha) são comumente usadas devido à simplicidade e interpretabilidade intuitiva.

Etapas 2: cálculo do coeficiente *I* de Moran para verificação se existe dependência espacial global com a matriz definida em Etapa 1;

Etapas 3: caso se rejeite a hipótese nula de aleatoriedade espacial, repete-se as etapas 1 e 2 considerando uma distância maior até que não seja mais possível rejeitar a hipótese nula, ou seja, encontrar a distância tal que não haja mais autocorrelação espacial entre os bairros;

Etapas 4: escolher o modelo com maior *I* de Moran;

Etapas 5: com base na matriz de pesos escolhida, identificar os *clusters* espaciais segundo os critérios:

- i. AA (Alto-Alto)
- ii. AB (Alto-Baixo)

² Conforme Anselin (1998), Almeida (2012) e Golgher (2015), o índice global de Moran (*I*) é uma das formas mais amplamente utilizadas de se medir a autocorrelação espacial. Essa estatística varia entre -1 e $+1$, fornecendo uma medida geral da associação linear (espacial).

iii. BA (Baixo-Alto)

iv. BB (Baixo-Baixo)

Etapa 6: estimar o Modelo de Mínimos Quadrados Ordinários e testar os resíduos para autocorrelação espacial;

Etapa 7: se existe dependência espacial, realizar testes de Multiplicadores de Lagrange (LM), considerando dois tipos de autocorrelação espacial: na dependente, $LM\rho$, e nos resíduos, $LM\lambda$;

Etapa 8: a hipótese nula do teste LM é de aleatoriedade espacial. Há quatro possibilidades de combinação dos resultados:

- i. Não rejeita a hipótese nula (H_0) de nenhum dos modelos. Procedimento: estima-se o MQO;
- ii. Rejeita a hipótese nula (H_0) de $LM\rho$ e não rejeita de $LM\lambda$. Procedimento: estima-se o modelo SAR (defasagem espacial na variável dependente);
- iii. Não rejeita a hipótese nula (H_0) de $LM\rho$ e rejeita de $LM\lambda$. Procedimento: estima-se o modelo SEM (dependência espacial no termo de erro);
- iv. Rejeita a hipótese nula (H_0) dos dois modelos. Procedimento: realiza os testes $LM\rho$ robusto e $LM\lambda$ robusto. Repete-se o critério de escolha de (i)-(iii) e, caso novamente se rejeite ambas as hipóteses nulas (H_0), escolhe-se o modelo com maior índice.

Etapa 9: análise e discussão dos coeficientes do modelo estimado.

Fontes de Dados e Variáveis Seleccionadas

A **Tabela 4** abaixo apresenta as variáveis (socioeconômicas, sociodemográficas e V&C) utilizadas no estudo.

Tabela 4

Condicionantes da Violência & Criminalidade (V&C) – Grupo e Variáveis

ID	Descrição	Ano	Fonte	Dimensão	Grupo	Efeito esperado
X1	Nº acumulado de óbitos por homicídios	2010-2021	SIM/DATASUS/PMF	Dinâmica da V&C	1	*
X2	Nº acumulado de armas de fogo apreendidas	2010-2021	SSPDS/CE	Exposição/propensão marginal delituosa	2	+
X3	Nº acumulado de drogas apreendidas	2010-2021	SSPDS/CE	Exposição/propensão marginal delituosa	2	+
X4	Nº acumulado de	2010-2021	SSPDS/CE	Exposição/propensão	2	+/-

	ocorrências de roubos e furtos			marginal delituosa		
X5	População total residente recenseada	2010	IBGE/Censo 2010	Estrutura populacional	3	+/-
X6	Razão de dependência	2010	IBGE/Censo 2010	Estrutura populacional	3	+
X7	Proporção de homens entre 15 e 24 anos em relação à população total	2010	IBGE/Censo 2010	Estrutura populacional	3	+
X8	Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) - Geral	2010	IBGE/Censo 2010	Desenvolvimento humano	5	-
X9	Percentual das pessoas com 15 anos ou mais de idade – alfabetizadas	2010	IBGE/Censo 2010	Educação	6	+
X10	Renda total média mensal das pessoas de 10 anos ou mais de idade (R\$)	2010	IBGE/Censo 2010	Riqueza	7	+/-
X11	Percentual de pessoas extremamente pobre	2010	IBGE/Censo 2010	Desigualdade de renda	8	+

Fonte: Elaboração própria (2024).

ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise espacial possibilita estabelecer se a dinâmica da V&C nos 113 bairros híbridos da capital cearense acontece de forma aleatória ou se existem evidências de algum tipo de dependência, além de ser possível analisar alguns determinantes da distribuição dos homicídios no território de Fortaleza/CE.

O primeiro dos testes realizados no presente estudo foi o diagrama de dispersão do I de Moran Global. Os resultados do teste I de Moran Global para os anos de 2010, 2021 e acumulado 2010-2021, foram, respectivamente, de 0,2650, 0,2485 e 0,2339, e ambos possuem um *p-valor* próximo de zero, portanto, rejeita-se a hipótese nula de que a distribuição dos homicídios nos bairros do perímetro urbano do município de Fortaleza segue uma distribuição aleatória. Consequentemente, há evidências da influência espacial na dinâmica de homicídios pela cidade.

Tabela 5

Coeficiente do índice I de Moran global univariado para o logaritmo dos óbitos por homicídio segundo os bairros da capital Fortaleza-CE, 2010-2021

Óbitos por homicídios	I-Moran Univariado	Valor Esperado	p-valor	Permutações
2010	0,2650***	-0,0083	0,000	999
2021	0,2485***	-0,0083	0,000	999
2010-2021	0,2339***	-0,0083	0,000	999

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SIM/DATASUS/PMF, SUPESP/SSPDS/CE e IBGE (2024).

Nota: *** p-valor < 0,01; ** p-valor < 0,05; * p-valor < 0,1.

As figuras a seguir apresentam os indicadores globais e locais de autocorrelação espacial univariado (I-Moran), para as variáveis nº acumulado de óbitos por homicídios para os anos de 2010, 2021, e o acumulado do período 2010-2021 segundo os bairros de Fortaleza/CE.

As **Figuras 2A1, 2B1, 2C1** representam o diagrama de dispersão de I-Moran Global univariado, em que, no eixo vertical, observa-se a defasagem espacial da variável de interesse (Wy) e, no eixo horizontal, tem-se o valor da variável de interesse, neste caso, os óbitos por homicídios.

Ao verificar a dispersão das variáveis entre os quadrantes, nota-se que os bairros ou comunidades/localidades estão, predominantemente, nos quadrantes I e III, ou seja, nos quadrantes em que um bairro com alto índice de homicídios está circundado por bairros ou comunidades/localidades com características similares, o mesmo ocorrendo com bairros com baixo índice de homicídios, cercado por regiões de bairros ou comunidades/localidades em situações similares.

Nesse cenário, nota-se que o resultado positivo e significativo da estatística, permite concluir que há indícios de dependência espacial positiva nesses indicadores, ou seja, bairros que apresentaram, em média, altos níveis de homicídios e péssimas características sociais e econômicas no período, grosso modo, encontram-se geograficamente próximas daqueles que também demonstraram elevadas médias de crime e péssimos níveis socioeconômicos (ver as Figuras 2A, 2B, 2C).

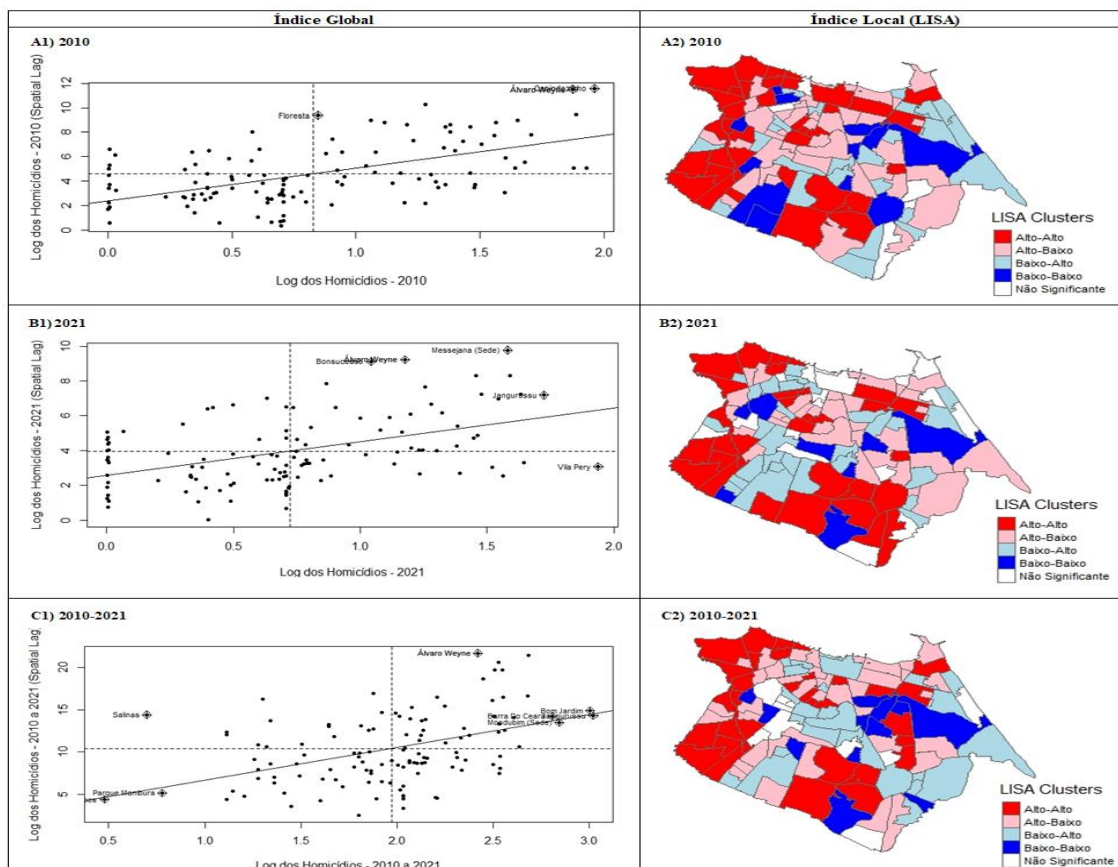
Por outro lado, bairros que registraram, em média, baixas taxas de criminalidade e péssimas condições socioeconômicas, geralmente estão rodeados por bairros que também apresentam baixas taxas de criminalidade e más condições de vulnerabilidade social no período analisado.

Para refinar esse resultado e com o objetivo de identificar processos subjacentes a esse, procedeu-se à aplicação do Índice I-Moran Local (LISA), conforme pode ser visto nas **Figuras 2A, 2B, 2C**, utilizando-se para tal a mesma matriz de pesos espaciais. Esse indicador permitiu a identificação de *clusters* (i.e, regiões de bairros com valores médios de V&C e condições socioeconômicas semelhantes, representadas pelos valores Alto-Alto e Baixo-Baixo) e *outliers* (áreas com valores médios de V&C e características socioeconômicas discrepantes da sua vizinhança, representadas pelos valores Alto-Baixo e Baixo-Alto).

De acordo com os resultados advindos do LISA Cluster Map, verificou-se que a existência da autocorrelação espacial global positiva também se confirma localmente. Demonstra-se a existência de quatro *clusters* representando aquelas comunidades/localidades com elevada média de homicídios, e que são rodeados por outros que também apresentam altas taxas médias de criminalidade no período analisado (2010, 2021 e acumulado 2010-2021). Tais aglomerados se encontram espalhados entre as mesorregiões do município de Fortaleza (ver Figuras 2A2, 2B2, 2C2).

Figura 2

Clusterização do índice de autocorrelação espacial I-Moran univariado, global e local, para as variáveis nº total e acumulado de óbitos por homicídios considerando os anos 2010 (A), 2021 (B) e acumulado do período 2010-2021 (C), segundo os bairros do perímetro urbano do município de Fortaleza-CE



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SIM/DATASUS/PMF, SUPESP/SSPDS/CE e IBGE (2024).

Da mesma forma, o I-Moran Global univariado das variáveis explicativas, conforme a **Tabela 6** e as **Figuras 3 e 4**, mostram que a distribuição dos fatores determinantes ou que influenciam a dinâmica dos homicídios (ver quadro 01) apresentam influência espacial positiva e estatisticamente significativa ao nível de significância de 1%.

Tabela 6

Coeficiente do índice I-Moran global univariado para o logaritmo das variáveis estudadas, segundo os bairros da capital Fortaleza-CE, 2010-2021

Variáveis	Ano	I-Moran Univariado	Valor Esperado	p-valor	Permutações
Nº de ocorrências de roubo e furto	2010-2021	-0,0419	-0,0083	0,7290	999
Massa apreendida de drogas/entorpecentes	2010-2021	0,0699*	-0,0083	0,0772	999
Apreensão de armas de fogos	2010-2021	0,1006**	-0,0083	0,0241	999
População total	2010	0,1510***	-0,0083	0,0018	999
Razão de dependência	2010	0,3852***	-0,0083	0,0000	999
%Homens entre 15 e 24 anos de idade	2010	0,3167***	-0,0083	0,0000	999
IDH-Geral	2010	0,5405***	-0,0083	0,0000	999
%Pessoas alfabetizadas com 15 anos ou mais de idade	2010	0,3187***	-0,0083	0,0000	999
\$Renda per capita pessoas de 10 anos ou mais de idade	2010	0,5078***	-0,0083	0,0000	999
%Pessoas extremamente pobre	2010	0,1738***	-0,0083	0,0002	999

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SIM/DATASUS/PMF, SUPESP/SSPDS/CE e IBGE (2024).

Nota: *** p-valor < 0,01; ** p-valor < 0,05; * p-valor < 0,1.

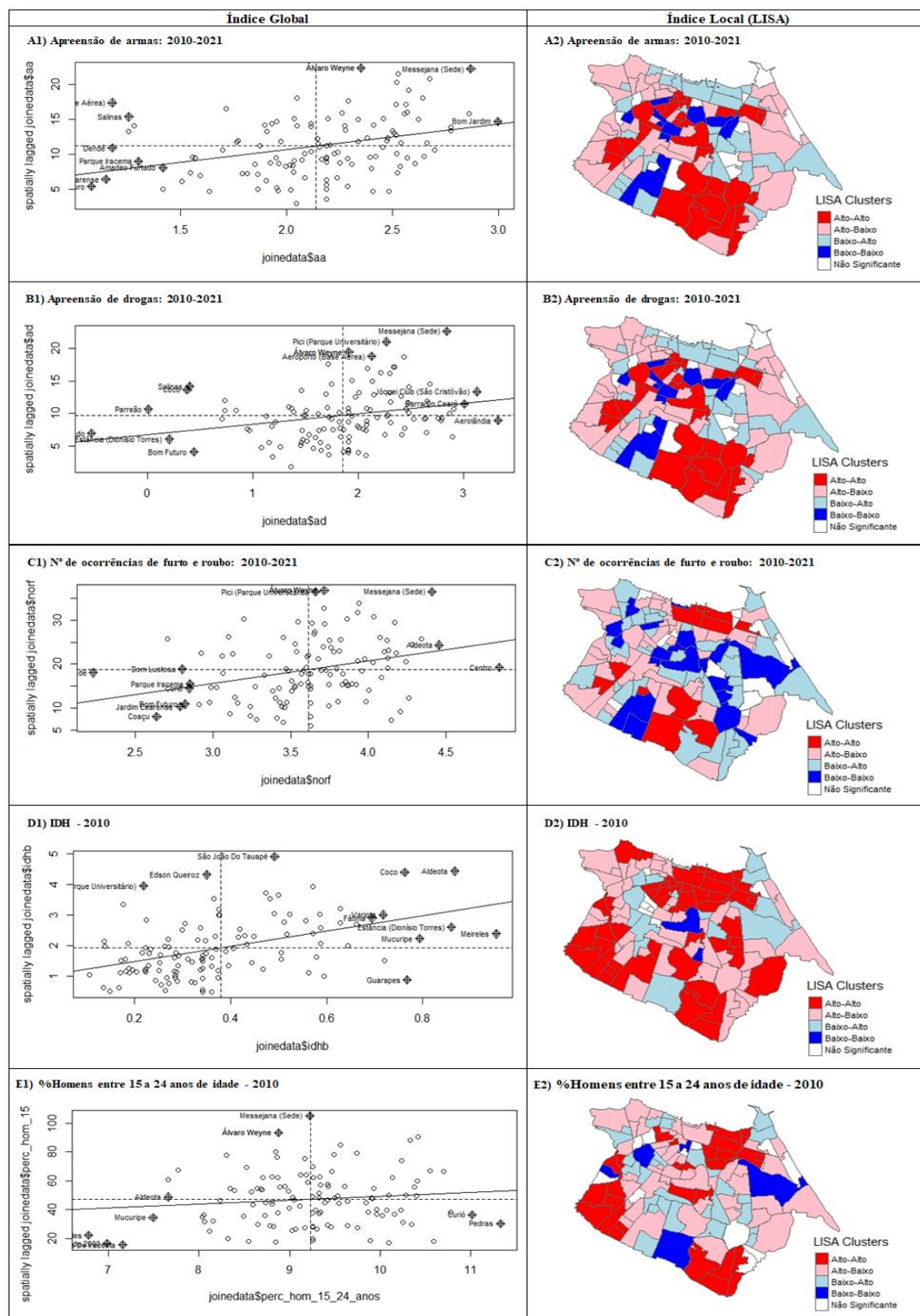
Embora o detalhamento exposto com o diagrama de dispersão, o mesmo não permite apontar geograficamente os *clusters* de bairros ou comunidades/localidades com índices semelhantes. Portanto, é necessário recorrer ao Indicador Local de Associação Espacial (LISA), permitindo a classificação destes em quatro categoriais como visto nas análises anteriores.

As **figuras 3 e 4**, demonstram o resultado obtido a partir da aplicação do Índice Global e Local (LISA). Observa-se que se tratando do acumulado das apreensões de armas de fogo e de drogas, para o período em análise, há uma maior concentração de bairros no *cluster* Alto-Alto, localizados predominantemente nas AIS 3 e AIS 9.

Além destas, verificou-se que a existência da autocorrelação espacial global positiva também se confirma localmente para outras variáveis. Demonstra-se a existência de, em média, 4 *clusters* representando aqueles bairros com elevada média de homicídios, e que são rodeados por outros que também apresentam altas taxas médias de homicídios no período analisado. Tais aglomerados se encontram espalhados entre as regiões do município de Fortaleza/CE (ver **Figuras 3 e 4**).

Figura 3

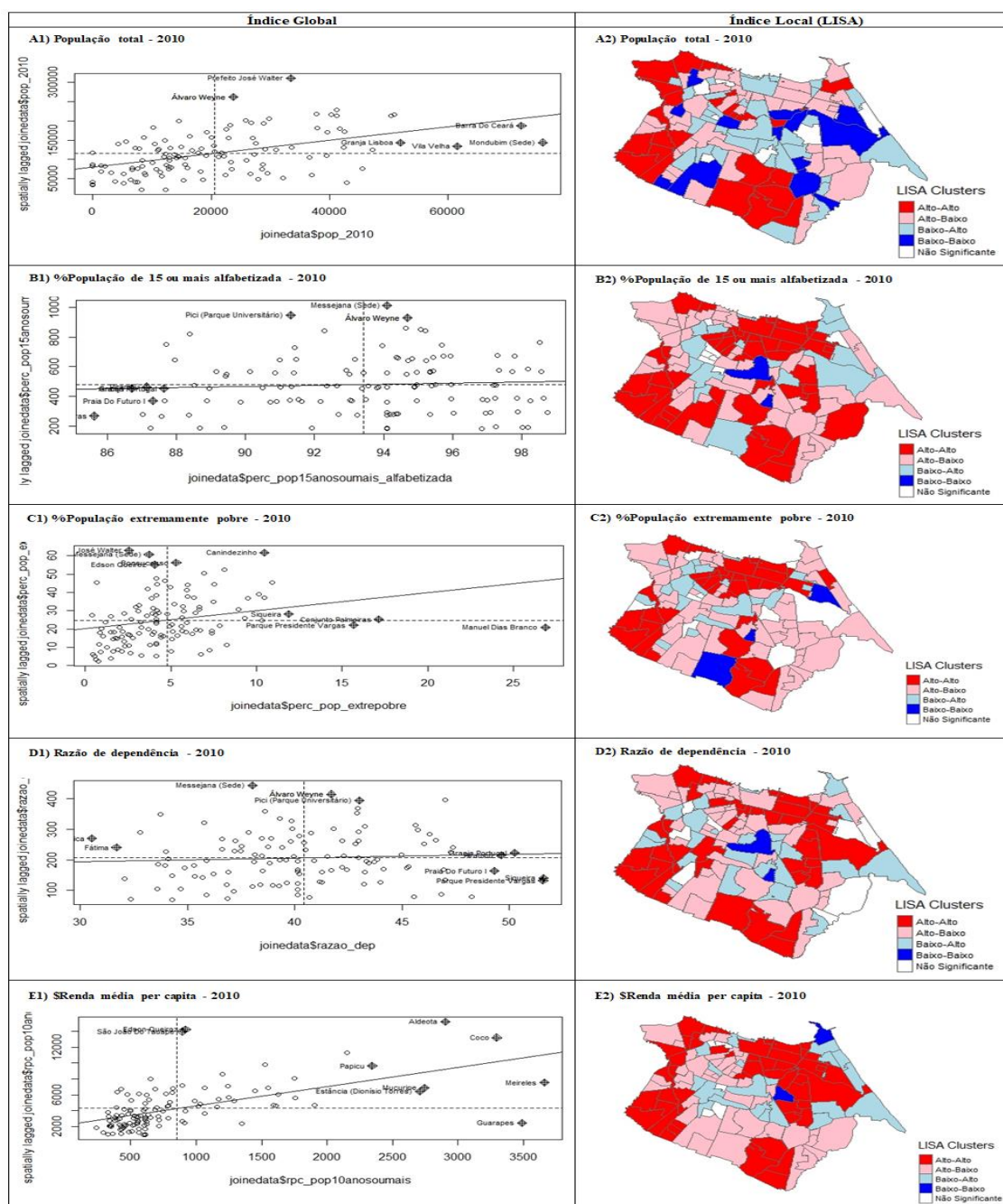
Clusterização do índice de autocorrelação espacial I-Moran Global e Local univariado, para as variáveis estudadas, segundo os bairros do perímetro urbano do município de Fortaleza-CE, 2010-2021



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SIM/DATASUS/PMF, SUPESP/SSPDS/CE e IBGE (2024).

Figura 4

Clusterização do índice de autocorrelação espacial I-Moran Global e Local univariado, para as variáveis estudadas, segundo os bairros do perímetro urbano do município de Fortaleza-CE, 2010-2021



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SIM/DATASUS/PMF, SUPESP/SSPDS/CE e IBGE (2024).

É possível observar também que tanto os homicídios como as áreas urbanas mais vulneráveis socialmente se concentram na região periférica da cidade de Fortaleza/CE, principalmente ao Sul, Sudoeste e Noroeste da área central. No Centro de Fortaleza predominam

áreas com poucos homicídios, exceto a região no entorno dos bairros que formam os distritos centrais, que apresenta um pequeno cluster de homicídios.

Seguindo a metodologia para decidir o modelo mais apropriado que analisa os determinantes da V&C, foi estimado o modelo utilizando a metodologia de OLS, desconsiderando os efeitos espaciais, apresentado na primeira coluna da **Tabela 6** (Painel A). Porém, sabe-se que, uma vez detectada a autocorrelação espacial, o que justifica a utilização das técnicas de econometria espacial, é necessário definir o modelo, isto é, o modelo de defasagem espacial ou o modelo de erro espacial que melhor se adeque à análise.

A hipótese de ausência de dependência espacial é testada utilizando o Teste do Multiplicador de Lagrange (Tabela 6, Painel B). Entre os testes dos Multiplicadores de Lagrange, apenas o de defasagem (ML ρ) mostrou-se estatisticamente significativo a 10%, portanto, é possível afirmar que o método de OLS não é o mais apropriado. Desse modo, é preciso averiguar as versões robustas dos dois testes (ML* ρ e ML* λ) e escolher como modelo apropriado o que for mais significativo. Uma vez que ML* ρ é significativo a 10%, enquanto que o teste ML* λ não é significativo nem a 10%, o modelo adequado é o de defasagem espacial (SAR).

Tabela 7

Resultado das estimativas econométricas, segundo os bairros do perímetro urbano do município de Fortaleza-CE, 2010-2021

Painel A - Comparação de Modelos OLS, SAR, SEM e SAC			
Parâmetro	OLS	SAR	SEM
P	-	0,0075*	-
Λ	-	-	-0,0289
Constante	3,1442	3,3847	3,0809
Nº de ocorrências de roubo e furto	0,1424	0,1216	0,1261
Massa apreendida de drogas/entorpecentes	-0,0181	-0,0173	-0,0175
Apreensão de armas de fogo	0,6582***	0,6604***	0,6589***
População total (2010)	0,0000**	0,0000**	0,0000***
Razão de dependência	0,0017	0,0013	0,0024
%Homens entre 15 e 24 anos de idade	-0,0929**	-0,0899**	-0,0913**
IDH-Geral	-0,9455**	-0,8145**	-0,8995**
%Pessoas alfabetizadas com 15 anos ou mais de idade	-0,0196	-0,0228	-0,0191
\$Renda <i>per capita</i> pessoas de 10 anos ou mais de idade	-0,0001	-0,0001*	-0,0001*
%Pessoas extremamente pobre	-0,0172**	-0,0168**	-0,0163**
Painel B - Diagnóstico para dependência especial			
Moran	-0,0431	-	-
ML ρ (defasagem)	2,7673*	-	-
ML λ (erro)	0,54042	-	-
ML* ρ (defasagem robusta)	3,2500*	-	-
ML* λ (erro robusto)	1,0231	-	-
R ²	0,8533	0,8569	0,8550
N.de Obs.	113	113	113

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SIM/DATASUS/PMF, SSPDS/CE e IBGE (2024).

Nota: *** p-valor < 0,01; ** p-valor < 0,05; * p-valor < 0,1.

A diferença entre os três modelos expostos na **Tabela 7 (Painel A)** consiste basicamente na magnitude dos parâmetros, não havendo grandes diferenças nos sinais das estimativas, o que demonstra que os resultados foram robustos. Contudo, como já expressei, seguindo Oliveira (2019), o modelo mais adequado a ser analisando é o de defasagem espacial. Nesse sentido, o parâmetro responsável por ponderar a autocorrelação espacial, diga-se ρ , foi estatisticamente significativo e diferente de zero ao nível de 10%, indicando a influência média dos óbitos por homicídios dos bairros vizinhos j sobre os óbitos por homicídios no bairro i .

Dessa forma, conforme a **Tabela 7 (Painel A)**, observa-se que o valor de 0,0075 referente ao coeficiente ρ indica a incorporação de autocorrelação na estimativa, ou seja, que existe dependência espacial significativa e positiva envolvendo ao acumulado de óbitos por homicídios dos 113 bairros da capital cearense.

Constata-se ainda, que para um aumento da “apreensão de armas de fogo” em 1%, tem-se um aumento nos óbitos por homicídios em 0,66% em média. Mas, quando se observa uma queda no “Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)” em 1%, há um aumento nos homicídios, em média, de 0,82%. Verifica-se também que um aumento em 1% na “renda total média das pessoas de 10 anos ou mais de idade (R\$)” dos bairros de Fortaleza/CE provocaria uma redução, em média, dos óbitos por homicídios de 0,0001%.

Pode-se observar que alguns dos coeficientes não se mostraram estatisticamente significantes, como por exemplo: número de ocorrências de roubo e furto; massa apreendida de drogas/entorpecentes; razão de dependência; % de pessoas alfabetizadas com 15 anos ou mais de idade.

Em geral, os resultados mostram que a redução dos óbitos por homicídios nos bairros de Fortaleza é mais sensível à diminuição das desigualdades sociais do que a variações de renda per capita. Essa evidência reforça o argumento de que a desigualdade, mais do que a pobreza absoluta, constitui um dos principais motores da violência letal em contextos urbanos, como demonstrado por Fajnzylber, Lederman e Loayza (2002), ao identificarem que países mais desiguais, independentemente do nível médio de renda, apresentam taxas significativamente maiores de criminalidade violenta.

Adicionalmente, o estudo mostra que os efeitos espaciais associados à concentração territorial da violência, revelados pelos coeficientes de defasagem espacial positivos e significativos no modelo SAR, tendem a ser mais expressivos do que os efeitos diretos da renda nos níveis de homicídio. Esses achados estão em consonância com Sampson, Morenoff e Gannon-

Rowley (2002), que enfatizam o papel das dinâmicas de vizinhança, da desorganização social e da fragmentação urbana na produção de padrões localizados de violência. Também dialogam com Breetzke (2010), que demonstra, em contexto sul-africano, que a criminalidade violenta é moldada tanto por fatores estruturais quanto por processos de aglomeração espacial. Nesse sentido, os resultados deste trabalho confirmam que intervenções pontuais sobre renda são insuficientes para conter a violência se não forem acompanhadas de ações que reduzam desigualdades estruturais e desintegrações territoriais.

CONCLUSÃO

Os resultados empíricos deste estudo demonstram de forma consistente que a distribuição dos homicídios em Fortaleza não ocorre aleatoriamente, mas sim segundo padrões espaciais bem definidos, revelando clusters de alta violência concentrados em áreas com baixas condições socioeconômicas. Essa constatação confirma os princípios centrais da Teoria da Desorganização Social, tal como formulada por Shaw e McKay (1942) e aprofundada por Sampson e Groves (1989), segundo os quais a fragmentação comunitária, instabilidade residencial e pobreza se correlacionam com níveis elevados de criminalidade. Ao identificar a presença de autocorrelação espacial significativa por meio do índice de Moran, este trabalho reforça que a geografia do crime importa e que políticas públicas que ignoram essa dimensão incorrem em falhas de diagnóstico e de alocação de recursos.

A modelagem econométrica espacial, especialmente por meio do modelo SAR (Spatial Autoregressive Model), permitiu evidenciar que a violência letal nos bairros da capital cearense sofre influência direta das condições dos bairros vizinhos. Essa interdependência espacial, que sugere um efeito de transbordamento da violência, dialoga com os achados de Breetzke (2010) e Cohen e Tita (1999), ao mostrar que os fatores que geram violência não respeitam fronteiras administrativas e se difundem por conexões territoriais. Em outras palavras, o comportamento criminoso é moldado por redes sociais e estruturais que extrapolam os limites de um único bairro, exigindo, portanto, uma abordagem intersetorial e multiescalar na formulação de políticas.

A análise das elasticidades indicou que o número de homicídios é mais sensível à desigualdade social do que à renda absoluta. Este resultado alinha-se com os estudos de Fajnzylber, Lederman e Loayza (2002), que mostram que a desigualdade é um preditor mais robusto da criminalidade violenta do que a pobreza em si, especialmente em contextos urbanos

latino-americanos. Tal evidência empírica fornece base sólida para reorientar programas de prevenção do crime com foco na redução das assimetrias estruturais entre os bairros, ao invés de políticas focalizadas exclusivamente no crescimento da renda per capita.

Além disso, o achado de que variáveis como apreensão de armas apresentam forte associação com o aumento da violência sugere que o aparato de segurança, por si só, não é capaz de conter o avanço da criminalidade sem uma estratégia complementar de desenvolvimento social e urbanístico. Isso dialoga com os argumentos de Clarke (1982) e da literatura sobre prevenção situacional, ao indicar que o combate à violência exige tanto ações reativas quanto intervenções no desenho urbano e nos fatores de risco ambientais. Reduzir a exposição a armas e melhorar a infraestrutura urbana em bairros periféricos pode ter efeito direto sobre a desarticulação das redes criminais.

Em termos de contribuição à literatura, este estudo reafirma a importância do uso de ferramentas espaciais para investigar fenômenos socioeconômicos complexos como a criminalidade. Além disso, ao aplicar técnicas de regressão espacial a uma base de dados detalhada e georreferenciada no nível de bairros, o artigo oferece uma perspectiva granular da violência urbana em Fortaleza, com potencial de replicação em outras capitais brasileiras. O trabalho, portanto, contribui para uma agenda de pesquisa empírica e aplicada voltada à segurança pública e políticas urbanas baseadas em evidência.

REFERÊNCIAS

- Almeida, ES. (2012). **Econometria Espacial Aplicada**. Editora Alínea: Campinas, SP.
- Anselin, L., Bera, AK. (1998). Spatial Dependence in linear Regression Models with an Introduction to Spatial Econometrics. In: **Handbook of Applied Economic Statistics**, A. Ullah and D.E.A. Giles, Eds., Marcel Dekker, NY/USA.
- Araujo, MVA. (2023). **Um Modelo Espaço-Temporal para a Criminalidade nos Bairros de Fortaleza: A Influência de Fatores Comuns e o Efeito Vizinhança**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Programa de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza.
- Alves, JS. (2019). Geografia dos Crimes Violentos na Região Sul do Estado de Minas Gerais: uma análise com base nas teorias da desorganização social e temperatura-crime. **Geographia Opportuno Tempore**, 5(2), pp. 43-64.
- Becker, HS. (1963). **Outsiders: Studies in the Sociology of Deviance**, New York: Free Press.
- Becker, G. (1968). Crime and Punishment: An Economic Approach. **Journal of Political**

Economy. 76(2).

Breetzke, GD. (2010). Modeling violent crime rates: A test of social disorganization in the city of Tshwane, South Africa. **Journal of Criminal Justice**, 38(4).

Bivand, RS. *et al.* (2013). **Applied spatial data analysis with R**. New York: Springer.

Carneiro, LA. (2022). Uma revisão sobre a Teoria da Desorganização Social. **Revista do Instituto Brasileiro de Segurança Pública (RIBSP)**, 5(13).

Chamlin, MB., Cochran, JK. (1997). Social altruism and crime. **Criminology**, 35(2).

Clarke, AH., Lewis, MJ. (1982). Fear of crime among the elderly: An exploratory study. **The British journal of criminology**, 22(1).

Cohen, LE., Felson, M. (1979). Social change and crime rate trends: A routine activity approach. **American Sociological Review**, 44, pp. 588-608.

Cohen, J., Tita, G. (1999). Diffusion in homicide: Exploring a general method for detecting spatial diffusion processes. **Journal of quantitative criminology**, 15(4), pp. 451-493.

Castro Filho, FTS., Silva Frota, FH. (2023). Influência da desorganização social na criminalidade e o papel do policiamento comunitário. **Conhecer: debate entre o público e o privado**, 13(31), pp. 118-149.

Entorf, H., Spengler, H. (2000). Socioeconomic and Demographic Factors of Crime in Germany: Evidence from Panel Data of the German States. **International Review of Law and Economics, Crime in Europe Causes and Consequences**. Berlin, Ed. Springer. 20, pp. 75-106.

Ehrlich, I. (1973). Participation in illegitimate activities: A theoretical and empirical investigation. **Journal of political Economy**, 81(3), pp. 521-565.

Fajnzylber, P., Lederman, D., Loayza, N. (2002). Inequality and violent crime. **The journal of Law and Economics**, 45(1), p. 1-39.

Fajnzylber, P., Lederman, D., Loayza, N. (1998). **Determinants of crime rates in Latin America and the world: an empirical assessment**. World Bank Publications.

Grogger, J. (1991). Certainty vs. severity of punishment. **Economic inquiry**, 29(2), pp. 297-309.

Golgher, AB. (2015). **Introdução à Econometria Espacial**. Editora Paco, 1. ed.

Groves, WB., Sampson, RJ. (1986). Critical theory and criminology. **Social Problems**, 33(6), pp.

Heineke, JM. (1978). **Economic models of criminal behavior: An overview**. North-Holland Publishing Company.

- Hirschi, T.; Stark, R. (1969). Hellfire and delinquency. **Social problems**, 17(2), pp. 202-213.
- Lesage, JP., Pace, RK. (2009). Spatial econometric models. In: **Handbook of applied spatial analysis: Software tools, methods and applications**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 355-376.
- Linhares, ÉMM., Pordeus, MP. (2022). A juvenilização como fenômeno no contexto da escola municipal José Ramos Torres de Melo. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], 8(3), pp. 20585–20602, Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/45555>. Acesso em: 2 jul. 2025.
- Medeiros, CN., Pinheiro, FSA., Souza, GM., Pinheiro, DRC. (2013). Correlações espaciais entre ocorrências de homicídios e concentração de aglomerados subnormais em Fortaleza/CE/Brasil. **Revista GeoUECE - Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE Fortaleza/CE**, 2(1), pp. 92-110
- Morenoff, JD., Sampson, RJ., Raudenbush, SW. (2001). Neighborhood inequality, collective efficacy, and the spatial dynamics of urban violence. **Criminology**, 39(3), pp. 517-558.
- Moresi, EAD., Filho, RPS., Silva, JWC. (2012). Inteligência Geoespacial: um estudo aplicado à Polícia Civil do Distrito Federal. **Sistemas, Cibernética e Informática**. 09(02), pp. 40-45.
- Paternoster, R., Iovanni, L. (1989). The labeling perspective and delinquency: An elaboration of the theory and an assessment of the evidence. **Justice Quarterly**, 6(3), pp. 359-394.
- Pordeus, MF., Santos, MD., Fernandes, PRL. (2023). A violência e a criminalidade em seus múltiplos cenários contemporâneos: regional, nacional e internacional. Polícia Militar de Mato Grosso (PMMT), Centro de Desenvolvimento e Pesquisa. **Revista Homem do Mato (RHM)**, 23(01), pp. 147-160.
- Pordeus, MP., Pordeus, CLV., Mesquita, SMS. (2022). O trabalhador e a conjuntura do desemprego na pandemia de Covid-19: consequências para a saúde mental. **Conjecturas**, v. 22, n. 4. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/361976158_O_trabalhador_e_a_conjuntura_do_deseemprego_na_pandemia_de_COVID-19_consequencias_para_a_saude_mental. Acesso em: 02 jul. 2025.
- Pureza, D. (2023). **Manual de criminologia**. 2. São Paulo: Ed. JusPODIVM.
- Sampaio, MA. *et al.* (2021). Análise Espacial dos Homicídios no Nordeste em 2010 e 2019. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, 15(4), pp. 558-578.
- Sampson, RJ., Groves, WB. (1989). Community structure and crime: Testing social-disorganization theory. **American journal of sociology**, 94(4), pp. 774-802.
- Sampson, RJ., Morenoff, JD., Gannon-Rowley, T. (2002). Assessing “neighborhood effects”: Social processes and new directions in research. **Annual review of sociology**, 28(1), pp. 443-478.

- Santos, MD. (2020). **Ensaio sobre violência e criminalidade (V&C) em uma análise teórica, empírica e espacial**: evidências para o Estado do Ceará, capital de Fortaleza e bairros. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Programa de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza.
- Souza, EB., Silva, BAT. (2020). A teoria criminológica do labelling approach e atividade de polícia judiciária: um estudo de caso no âmbito da delegacia de homicídios de Betim/MG. *Brazilian Journal of Development*, 06(01), pp. 103-125.
- Souza, MGTC. *et al.* (2020). As causas dos homicídios em Pernambuco- contrastando a narrativa oficial e a experiência da população. *Revista EDUCAmazônia* - Educação Sociedade e Meio Ambiente, Humaitá, 24(01), pp. 314-345.
- SSPDS/CE (2024). Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social do Ceará. **Boletim mensal de Crimes violentos letais e intencionais (CVLI), Crimes violentos contra o Patrimônio (CVP) e Furtos**. Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública do Ceará (SUPESP/CE); Gerência de Estatística e Geoprocessamento (GEESP), Fortaleza, CE.
- Tavares, R. *et al.* (2016). Homicídios e vulnerabilidade social. *Ciência & Saúde Coletiva*, 21(03), pp. 923-934.
- Veloso, AON., Medeiros, KKAS., Soares, RAS., Pereira, FJR., Wilcox, P., Kenneth, L., Hunt, SA. (2018). **Criminal circumstance**: A dynamic multi- contextual criminal opportunity theory. Routledge.