



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ FACULDADE DE ECONOMIA,  
ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E CONTABILIDADE  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FINANÇAS**

**ABIAS GOMES MOTA**

**ANÁLISE GEOESPACIAL DOS DETERMINANTES DAS OCORRÊNCIAS DOS  
HOMICÍDIOS NOS BAIRROS DE FORTALEZA, CEARÁ**

**FORTALEZA**

**2023**

ABIAS GOMES MOTA

ANÁLISE GEOESPACIAL DOS DETERMINANTES DAS OCORRÊNCIAS DOS  
HOMICÍDIOS NOS BAIRROS DE FORTALEZA, CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao programa de Graduação em Finanças da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Finanças.

Orientador: Prof. Dr. Paulo André Dias Jacome.

Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Davi Santos.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

M871a Mota, Abias Gomes.

Análise geoespacial dos determinantes das ocorrências dos homicídios nos bairros de Fortaleza, Ceará /Abias Gomes Mota. -- 2023.

48 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Finanças, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Paulo André Dias Jacome.

Coorientação: Prof. Dr. Marcelo Davi Santos.

1. Economia do Crime. 2. Segurança Pública. 3. Dependência espacial. 4. Bairros de Fortaleza. I. Título.

CDD 332

---

ABIAS GOMES MOTA

ANÁLISE GEOESPACIAL DOS DETERMINANTES DAS OCORRÊNCIAS DOS  
HOMICÍDIOS NOS BAIRROS DE FORTALEZA, CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Finanças do Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Finanças.

Aprovada em: 14/12/2023.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Paulo André Dias Jacome (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Marcelo Davi Santos (Coorientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Me. Marcus Vinícius Adriano Araújo  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

À minha família, Ozelina e Gizelle.

À minha parceira Malonya.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por trilhar meus caminhos e guiar os meus passos.

A minha família e meus amigos por todos os incentivos.

À minha parceira, Malonya, pelo companheirismo, apoio e preciosas orientações.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo André Dias Jacome, pela resiliência e excelente orientação.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Marcelo Davi Santos, pela amizade, resiliência e excelente orientação.

Aos professores participantes da banca examinadora: Prof. Me. Marcus Vinícius Adriano Araújo e Prof. Dr. Marcelo Davi Santos, pelo tempo, pelo aceite e pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos demais professores do Curso de Finanças e Economia, que tanto contribuíram para minha formação.

## RESUMO

Referente à crescente literatura sobre o tema Violência e Criminalidade, esse trabalho buscou contribuir para a análise e o entendimento da dinâmica espacial dos homicídios nos bairros da cidade de Fortaleza, Ceará. Foram utilizadas técnicas de estimações de dados geoespaciais: Análise Exploratória dos Dados Espaciais (AEDE) e Modelos de Dependência Espacial (SEM, SAR e SAC). Os dados dispostos foram obtidos através de fontes secundárias: Sistema Municipal de Informação sobre Mortalidade (SIM/SMS/PMF), da Secretaria Municipal de Saúde de Fortaleza (SMS/PMF), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública (SUPESP/SSPDS/CE). A amostra da pesquisa é composta pelos indicadores socioeconômicos dos 113 bairros híbridos da capital Fortaleza e pelas taxas do nº de óbitos por homicídios, para o período compreendido de 2010 a 2022. Diante dos resultados apresentados, verificou-se que houve um processo de difusão espacial das taxas de homicídios, na cidade de Fortaleza. Observou-se a existência de dependência espacial positiva, ou seja, áreas com elevada taxa de crimes possuem vizinhos, também, com elevadas taxas de homicídios. Estas duas evidências sugerem que a distribuição dos homicídios na capital cearense não ocorre de forma aleatória em seu espaço geográfico.

**Palavras-chave:** economia do crime; segurança pública; dependência espacial; bairros de Fortaleza.

## ABSTRACT

Regarding the growing literature on the topic of Violence and Crime, this work sought to contribute to the analysis and understanding of the spatial dynamics of homicides in the neighborhoods of the city of Fortaleza, Ceará. Techniques for estimating geospatial data were used: Exploratory Analysis of Spatial Data (AEDE) and Models of Spatial Dependence (SEM, SAR, and SAC). The data provided were obtained through secondary sources: Municipal Information System on Mortality (SIM/SMS/PMF), from the Municipal Health Department of Fortaleza (SMS/PMF), Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), and Superintendence of Research and Public Security Strategy (SUPESP/SSPDS/CE). The research sample is composed of the socioeconomic indicators of the 113 hybrid neighborhoods of the capital Fortaleza and by the rates of the number of deaths by homicides, for the period from 2010 to 2022. Given the results presented, it was found that there was a process of spatial diffusion of homicide rates, in the city of Fortaleza. The existence of positive spatial dependence was observed, that is, areas with a high crime rate have neighbors, also, with high homicide rates. These two pieces of evidence suggest that the distribution of homicides in the capital of Ceará does not occur randomly in its geographic space.

**Keywords:** economics of crime; public safety; spatial dependence; Fortaleza neighborhoods.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Evolução dos homicídios (CVLI), Ceará e Fortaleza, 2009 a 2022 (Em valores absolutos, nº de vítimas).....	14
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.....	34
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.....	39
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.....	40

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Classificação dos bairros segundo as AIS.....	26
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatística descritiva das variáveis, criminais e socioeconômicas, utilizadas no estudo – bairros de Fortaleza-CE, Brasil, 2010-2021.....	27
Tabela 2 – Ranking dos 15 bairros de Fortaleza-CE com as MAIORES médias anuais de homicídios entre os anos 2010-2021.....	30
Tabela 3 – Ranking dos 15 bairros de Fortaleza-CE com as MENORES médias anuais de homicídios entre os anos 2010-2021.....	30
Tabela 4 – Coeficiente do índice I de Moran global univariado para o logaritmo dos óbitos por homicídio segundo os bairros da capital Fortaleza, CE, 2010-2021.....	33
Tabela 5 – Coeficiente do índice I-Moran global univariado para o logaritmo das variáveis estudadas segundo os bairros da capital Fortaleza-CE, 2010-2021.....	37
Tabela 6 – Coeficiente do índice I-Moran Global bivariado para o logaritmo das variáveis estudadas, segundo os bairros da capital Fortaleza-CE, 2010-2021.....	41
Tabela 7 – Resultado das estimativas econométricas.....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIS	Áreas Integradas de Segurança Pública
CID-10	Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde
CVLI	Crimes Violentos Letais e Intencionais
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PMF	Prefeitura Municipal de Fortaleza
SAR	Modelo de Defasagem Espacial ( <i>Spatial Autoregressive Model</i> )
SAC	Modelo Geral Espacial ( <i>General Spatial Model</i> )
SEM	Modelo de Erro Espacial ( <i>Spatial Error Model</i> )
SIM	Sistema de Informação sobre Mortalidade
SMS/PMF	Secretaria Municipal de Saúde de Fortaleza
SSPDS/CE	Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social do Estado do Ceará
SUSESP/CE	Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública do Estado do Ceará

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Teorias criminológicas sobre V&amp;C em áreas urbanas.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Evidências dos principais determinantes da V&amp;C.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3</b>	<b>O contexto espacial-temporal sobre a V&amp;C .....</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA E BASE DE DADOS .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1</b>	<b>Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE).....</b>	<b>21</b>
<b>3.2</b>	<b>Econometria Espacial.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.1</b>	<i>Modelo Autorregressivo Espacial (SAR).....</i>	<i>22</i>
<b>3.2.2</b>	<i>Modelo de Erros Espaciais (SEM).....</i>	<i>23</i>
<b>3.2.3</b>	<i>Modelo de Defasagem Espacial com Erro Autorregressivo Espacial (SAC)....</i>	<i>23</i>
<b>3.2.4</b>	<i>Procedimento do algoritmo econométrico.....</i>	<i>24</i>
<b>3.3</b>	<b>Fontes de dados e variáveis selecionadas.....</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1</b>	<b>Fatos estilizados dos bairros de Fortaleza-CE .....</b>	<b>27</b>
<b>4.2</b>	<b>Análise Exploratória dos Dados Espaciais (AEDE) .....</b>	<b>31</b>
<b>4.3</b>	<b>Resultados econométricos .....</b>	<b>42</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem enfrentado desafios significativos em relação à segurança pública. Historicamente, o país apresenta altos índices de Violência e Criminalidade (V&C), incluindo crimes violentos como homicídios, roubos e furtos. Essa violência está ligada a uma série de fatores, como a desigualdade social, a pobreza, o tráfico de drogas, a falta de investimentos em segurança, a impunidade e a presença de grupos criminosos organizados.

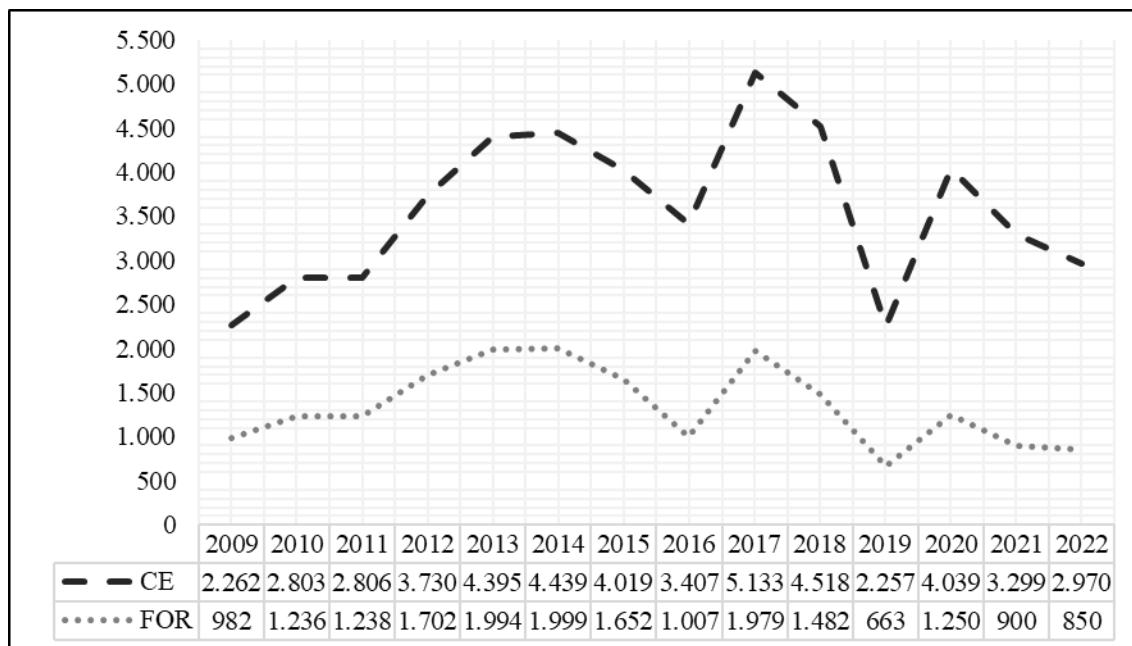
Em contraste com outras regiões do Brasil, o Nordeste apresentou um aumento nos homicídios em 2020. Todos os nove estados da região registraram crescimento, o que resultou em um aumento de 22,4% nos crimes violentos em toda a região.

O Estado do Ceará, nos últimos anos, tem enfrentado um aumento nos índices de violência. Em 2017, o Estado passou por uma grave crise na segurança pública, com uma onda de ataques promovidos por facções criminosas. Esse episódio colocou o Ceará em destaque no debate sobre a violência no país.

A análise relativa ao ano de 2020 revelou um acréscimo de 78,95% no número de homicídios no Ceará, quando comparado ao mesmo período do ano anterior (aumentando de 2.257 para 4.039 casos de CVLI's). Em termos de vidas não salvas, o aumento representa 1.782 vidas perdidas no período. Por outro lado, no acumulado do ano de 2022, se comparado com o mesmo período de 2021, foi registrada uma queda de 9,97% nos homicídios, passando de 3.299 para 2.970 casos. A redução representou 329 vidas salvas entre os anos supracitados.

A Figura 01 a seguir apresenta a distribuição em termos de taxas por 100 mil habitantes para Fortaleza, e o Ceará entre os anos de 2009 a 2022.

Figura 1 – Evolução dos homicídios (CVLI), Ceará e Fortaleza, 2009 a 2022 (Em valores absolutos, nº de vítimas)<sup>(1)(2)(3)</sup>



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SSPDS-CE (2023). 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.

No entanto, nos anos seguintes, houve esforços por parte do governo estadual para enfrentar a situação. O Estado implementou medidas como o fortalecimento do aparato policial, o aumento do efetivo policial e investimentos em inteligência e tecnologia. Além disso, programas de prevenção social e combate às desigualdades têm sido desenvolvidos para abordar as causas subjacentes da violência.

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. A região abriga um importante polo industrial, com empresas nos setores têxtil, calçadista e de alimentos, contribuindo significativamente para o desenvolvimento econômico do Estado do Ceará.

Segundo dados da última estimativa populacional, divulgadas pelo IBGE no mês de julho de 2021, a capital cearense tem uma população aproximada de 2,70 milhões de habitantes. Quanto a densidade demográfica, Fortaleza atingiu o maior valor em 2021, com mais de 8.655 hab./km<sup>2</sup>. A mesma 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. No que diz respeito à região metropolitana de Fortaleza (RMF), esta possui uma

população estimada de aproximadamente 4,2 milhões de habitantes, o que a coloca como uma das áreas urbanas mais populosas do Brasil. Essa densidade populacional contribui para a dinâmica econômica e social da região.

Em janeiro de 2021, a prefeitura de Fortaleza iniciou um processo de reestruturação e transição das regiões que compõem a cidade. Através de um projeto de lei, que foi aprovado ainda em 2019, o município passou a ser dividido em 12 regionais, que juntas compõem a Secretaria Municipal de Gestão Regional (SEGER), e 39 territórios administrativos, também 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.

Quanto a segurança pública, a cidade de Fortaleza, capital do Ceará, lida com seus próprios desafios. A capital cearense possui uma densidade populacional elevada e regiões com grande vulnerabilidade social, fatores que contribuem para a incidência de crimes como roubos, furtos e homicídios.

No entanto, assim como no restante do Estado, Fortaleza tem buscado enfrentar esses desafios com a implementação de políticas públicas voltadas para a segurança. Ações como o fortalecimento do policiamento ostensivo, investimentos em tecnologia de segurança, a criação de programas sociais e a intensificação do trabalho de investigação têm sido realizados para melhorar a segurança na cidade.

Ademais, o ano de 2020 foi o segundo pior resultado da cidade de Fortaleza, capital do Ceará, em termo de variação relativa, dos últimos 11 anos. Entre 2019 e 2020, a capital cearense registrou um crescimento vertiginoso de 88,54%, valor muito acima do registrado entre 2018-2019, que foi de -50,04%. A última vez que a cidade registrou um balanço elevado de CVLI's, próximo a este, foi no ano de 2017, quando apresentou uma variação de aproximadamente 96,52% (Ver figura 01).

Este artigo investiga os “Determinantes Sociais, Econômicos e Demográficos da Violência & Criminalidade” sob o aspecto espacial em um exercício empírico para a cidade de Fortaleza, tendo como foco a taxa do nº de óbitos por homicídio para os bairros entre o período de 2010 a 2022.

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



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Teorias criminológicas sobre V&C em áreas urbanas

A compreensão dos homicídios e da violência urbana é um paradigma relevante, pois, em face desse conhecimento, é possível desenvolver estratégias de segurança pública e prevenção criminal, ao se investigar as causas por trás desses fenômenos, é possível perceber que várias teorias criminológicas têm sido aplicadas para explicar a ocorrência desses crimes em contextos urbanos, ao exemplo da cidade de Fortaleza, Ceará (Brasil *et al.*, 2010; Santos, 2020; Sampaio, 2021).

Um dos pilares na explicação da criminalidade urbana é a *Teoria do Conflito Social*, elaborada por Karl Marx, essa teoria destaca as desigualdades de poder e recursos na sociedade. Em ambientes urbanos, a disparidade econômica pode resultar na marginalização de certas comunidades, aumentando a probabilidade de violência e homicídios, na qual a falta de acesso a oportunidades econômicas e a sensação de exclusão social podem contribuir significativamente para a criminalidade violenta (Brasil *et al.*, 2010; Sampaio, 2021).

Pureza (2023) destaca outra teoria criminológica, denominada por *Teoria do Controle Social*, proposta por Travis Hirschi, em que a mesma enfatiza os laços sociais e o autocontrole na prevenção do crime. Em áreas urbanas, a presença de instituições de apoio social, como família, escola e comunidade, são elementos sociais de redução da criminalidade. A ausência ou enfraquecimento desses laços sociais pode aumentar o risco de comportamento criminoso, incluindo homicídios.

Nesse íterim, supracitado autor disserta sobre a *Teoria da Rotulação*, também conhecida como *Teoria do Etiquetamento*, que é uma perspectiva que destaca como a sociedade rotula e estigmatiza certos grupos como “criminosos”, nas cidades (Brasil *et al.*, 2010). A estigmatização cria um ciclo de criminalidade, na qual os indivíduos rotulados como criminosos enfrentam discriminação e dificuldades para encontrar emprego ou educação, levando a uma maior envolvimento em atividades criminosas, abrangendo homicídios.

Souza *et al.* (2021) explicam sobre a *Teoria do Controle Social Informal*, e argumentam que a prevenção do crime ocorre por meio de influências sociais não institucionais, como amigos, familiares e colegas. Nesse viés, essas redes sociais são significativas na manutenção do controle social. Quando essas redes são enfraquecidas ou quebradas, devido a fatores como migração ou desintegração da comunidade, a taxa de homicídios tende a aumentar.

Em conformidade com Emile Durkheim, em sua *Teoria da Anomia*, observou que

a falta de normas sociais evidentes desencadeiam maiores transgressões. E, na ambientação urbana, é passível que as normas sociais sejam menos definidas, com alta mobilidade social, a anomia pode ocorrer com maior prevalência, gerando aumento da criminalidade, o que inclui homicídios, à medida que as pessoas buscam objetivos individuais sem restrições normativas claras (Souza *et al.*, 2021).

Já por outro lado, é oportuno ainda observar a *Teoria do Espaço Vital*, que possui a perspectiva que o ambiente físico das cidades propicia maior incidência de crimes, um exemplo disso é a ausência de iluminação pública, espaços urbanos abandonados ou até mesmo áreas de grande densidade demográfica (Cespedes *et al.*, 2018).

Existem uma considerável quantidade de teorias que falam sobre a criminalidade, em que é possível mencionar a *Teoria das Subculturas Delinquentes*, que discute a existência de grupos específicos que desenvolvem normas e valores que justificam a criminalidade, onde gangues e comunidades de alto risco podem adotar subculturas que glorificam a violência e os homicídios como meio de ganhar respeito ou poder, comportamento que contribui de forma significativa para com a ocorrência de homicídios em áreas urbanas (Brasil *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2020).

Uma outra teoria relevante é a chamada *Teoria Desorganização Social*, que destaca acerca da desintegração das comunidades, assim como a falta de coesão social são elementos que estão diretamente correlacionados com o aumento da criminalidade, onde a desorganização comunitária, a taxa de homicídios tende a ser maior, uma vez que as interações sociais e os laços comunitários estão enfraquecidos. Um dos principais fatores que determinam a violência e a criminalidade local, segundo tal teoria, são questões: socioeconômicas, sociodemográficas, ineficiência das instituições, dentre outras (Souza *et al.*, 2020).

## **2.2 Evidências dos principais determinantes sociais, econômicos e demográficos da V&C**

Decerto que o estudo dos fatores socioeconômicos e sociodemográficos são relevantes para compreender os padrões de violência e criminalidade, de modo que a relação entre tais aspectos e a incidência de crimes, incluindo homicídios, é um problema de grande complexidade, pois há uma série de variáveis e dinâmicas sociais, bem como econômicas que influenciam o surgimento e a persistência da criminalidade em ambientes urbanos (Martinez-Daza *et al.*, 2018).

Um dos principais fatores socioeconômicos que têm sido associados à criminalidade em áreas urbanas é a desigualdade de renda, como por exemplo, o contexto

brasileiro, em que várias cidades apresentam disparidades econômicas significativas, na qual uma parcela da população possui acesso a recursos e oportunidades substancialmente maiores do que outras. A desigualdade econômica pode criar um ambiente propício para a criminalidade, uma vez que indivíduos em situações de desvantagem socioeconômica podem recorrer a atividades criminosas como uma forma de enfrentar dificuldades financeiras (Martinez-Daza *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2020).

Além da desigualdade de renda, a falta de acesso a oportunidades de educação e emprego também é um fator que está correlacionado à incidência de violência urbana, onde bairros com baixos níveis de educação e altas taxas de desemprego tendem a apresentar índices de criminalidade mais elevadas. A falta de oportunidades de educação e a ausência de perspectivas de emprego comumente levam ao desencanto e à desesperança, guiando alguns indivíduos a se envolverem em comportamentos criminosos (Tavares *et al.*, 2016).

Em conformidade com Tavares *et al.* (2016) e Souza *et al.* (2020), um outro 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 e, conseqüentemente, de crimes, incluindo homicídios. Desse contexto, a falta de espaço e privacidade criam tensões sociais que se manifestam em comportamentos violentos.

Na capital Fortaleza-CE, 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).

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. Os recursos já escassos criam tensões que contribuem para o aumento da criminalidade, ao passo que diferentes grupos étnicos podem incidir em conflitos interculturais (Cespedes *et al.*, 2018).

Dessa forma, a qualidade do ambiente urbano, incluindo a infraestrutura, o acesso a serviços públicos e a condições habitacionais, são elementos determinantes na criminalidade. Bairros carentes de infraestrutura e serviços básicos podem construir ambientes propícios para a criminalidade, uma vez que a falta de iluminação pública, espaços abandonados e acesso limitado a serviços de qualidade influenciam na sensação de

insegurança e facilita a atividade criminosa (Cespedes *et al.*, 2018).

### 2.3 O contexto espacial-temporal sobre a V&C

A análise geoespacial é uma importante ferramenta para compreender a dinâmica do crime em ambientes urbanos, incluindo a cidade de Fortaleza-CE, na qual se baseia na ideia de que a localização dos eventos criminais não é algo aleatória, mas sim influenciada por uma série de fatores geográficos, ambientais e sociais. Essa perspectiva busca mapear onde os crimes ocorrem, e identificar os padrões espaciais, tendências temporais e 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 podem 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, onde 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.

Ainda conforme Medeiros *et al.* (2013), a técnica em questão possui a capacidade de trazer informações para que seja possível realizar planejamento de intervenções, em dado

bairro com situação crítica. Para o caso de um *hotspot* de homicídios, as autoridades concentram recursos adicionais de policiamento, programas de prevenção e melhorias na infraestrutura nessa região específica.

Tendo observância para com a cidade de Fortaleza-CE, certamente que a análise geoespecial é uma ferramenta interessante, de modo a ser possível construir mecanismos de combate tanto no âmbito da prevenção como também na resposta rápida, de modo que nos mapas que mostram a distribuição dos homicídios, as autoridades possam criar parcerias com os residentes locais, incentivando a participação ativa na segurança da comunidade e no desenvolvimento de estratégias de prevenção (Medeiros *et al.*, 2013; Sampaio *et al.*, 2019).

### 3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

Nesta seção discutem-se os procedimentos metodológicos empregados na pesquisa, demonstrando brevemente os fundamentos da análise exploratória de dados, os testes e procedimentos que permitem identificar padrões espaciais. Consolidando a análise, demonstram-se os passos empregados na estratégia empírica para estimação de modelos econométricos espaciais. Finalmente, na última parte da seção, traz-se informações sobre dados e variáveis da pesquisa.

#### 3.1 Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE)

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 análise 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"*.

O uso de informações georreferenciadas, ou dados agregados espacialmente, no processo decisório tem aumentado sistematicamente devido ao avanço da tecnologia. Existem vários softwares voltados para a estatística espacial, como *Geoda*, *SpaceStat*, *Matlab*, *RStudio* etc.

#### 3.2 Econometria Espacial

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, permitem 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 (iii) nos termos de erros.

### 3.2.1 Modelo Autorregressivo Espacial (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 (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;

$\rho$  é o coeficiente escalar que corresponde ao parâmetro autorregressivo;

W é conhecida como matriz de vizinhança;

X é a matriz de variáveis explicativas;

$\beta$  é o vetor de coeficientes das variáveis explicativas; e

$\epsilon$  é um vetor coluna contendo os resíduos da equação com distribuição i.i.d.

### 3.2.2 Modelo de Erros Espaciais (SEM)

O *Modelo de Erros Espaciais (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

$\beta$  é o vetor de coeficientes.

$u$  é o vetor de erros, que segue a distribuição  $u = \lambda Wu + \epsilon$ , onde  $\lambda$  é o parâmetro de autocorrelação espacial,  $W$  é a matriz de pesos espaciais e  $\epsilon$  é um vetor coluna contendo os resíduos da equação com distribuição i.i.d.

### 3.2.3 Modelo de Defasagem Espacial com Erro Autorregressivo Espacial (SAC)

O *Modelo de Defasagem Espacial com Erro Autorregressivo Espacial (SAC)* é capaz de capturar tanto a dependência espacial na variável resposta quanto nos erros. Ele pode ser mais preciso do que o SAR ou o SEM quando a dependência espacial está presente tanto na variável resposta quanto nos erros, sua fórmula geral se dar por:

$$Y = \rho WY + X\beta + u \quad (4)$$

$$u = \lambda Wu + \epsilon \quad (5)$$

Onde,

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



$\rho$  é o coeficiente escalar que corresponde ao parâmetro autorregressivo;

$W$  é conhecida como matriz de vizinhança;

$X$  é a matriz de variáveis explicativas;

$\beta$  é o vetor de coeficientes das variáveis explicativas; e

$u$  é o vetor de erros, que segue a distribuição  $u = \lambda Wu + \epsilon$ , onde  $\lambda$  é o parâmetro de autocorrelação espacial,  $W$  é a matriz de pesos espaciais e  $\epsilon$  é um vetor coluna contendo os resíduos da equação com distribuição i.i.d.

### 3.2.4 Procedimento do algoritmo econométrico

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

**Etapa 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 (Como torre e rainha) são comumente usadas devido à simplicidade e interpretabilidade intuitiva.

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

**Etapa 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;

**Etapa 4** – escolher o modelo com maior  $I$  de Moran;

**Etapa 5** – com base na matriz de pesos escolhida, identificar os *cluster* espaciais segundo os critérios:

- i. AA (Alto-Alto)
- ii. AB (Alto-Baixo)
- 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 rejeite-se ambas as hipóteses nula ( $H_0$ ), se escolhe o modelo com maior índice.

**Etapa 9** – análise e discussão dos coeficientes do modelo estimado.

### 3.3 Fontes de dados e variáveis selecionadas

O quadro 01 abaixo apresenta as variáveis (socioeconômicas, sociodemográficas e V&C) utilizadas no estudo.

Quadro 1 - Condicionantes da *Violência & Criminalidade (V&C)* – Grupo e Variáveis

<b>ID</b>	<b>Descrição</b>	<b>Ano</b>	<b>Fonte</b>	<b>Dimensão</b>	<b>Grupo</b>	<b>Efeito esperado</b>
X1	Nº acumulado de óbitos por homicídios	2010-2021	SIM/DATASUS	Dinâmica da V&C	1	*
X2	Nº acumulado de armas de fogo apreendidas	2010-2021	SSPDSCE	Exposição/propensão marginal delituosa	2	+
X3	Nº acumulado de drogas apreendidas	2010-2021	SSPDSCE	Exposição/propensão marginal delituosa	2	+
X4	Nº acumulado de ocorrências de roubos e furtos	2010-2021	SSPDSCE	Exposição/propensão marginal delituosa	2	+/-
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 (2023).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Fatos estilizados dos bairros de Fortaleza-CE

Inicialmente, foi realizada, nessa seção, uma análise descritiva do perfil da dinâmica da V&C, bem como da radiografia social e econômica dos bairros da capital cearense. Em seguida foram examinados os índices de autocorrelação espacial e, por fim, tem-se a análise de regressão do modelo, que visa examinar os determinantes dos óbitos por homicídios dos 113 bairros híbridos na cidade de Fortaleza-CE.

A Tabela 01 apresenta a estatística descritiva para os bairros de Fortaleza em 2010, para os indicadores sociais e econômicos, e 2010-2021 para os indicadores de V&C. Para mais detalhes ver quadro de variáveis na seção metodológica. O nº médio de ocorrências de delitos ficaram com média em torno de 159 homicídios; 6.564 roubos e furtos; 184,52 kg e 201 armas no acumulado de 2010-2021.

Com relação ao nível de desenvolvimento humano, o IDH, que é uma medida resumida do progresso a longo prazo em três dimensões básicas do desenvolvimento humano (renda, educação e saúde), ficou com média em torno de 0,3821 em 2010, o que é considerado uma média baixa. O bairro com o menor IDH foi (bairro Conjunto Palmeiras, Capital Leste, AIS 03/16º BPM e SER VI), enquanto que os maior IDH contempla o bairro (Meireles, Capital Leste, AIS 01/8º BPM e SER II). O valor do coeficiente de variação (CV) para referida variável é 46,97%, sendo este valor uma evidência para uma dispersão elevada dos dados, dados heterogêneos. Ademais, evidencia uma grande desigualdade social e econômica.

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, SSPDS/CE e IBGE (2023).

Já a média da renda *per capita* para os bairros da capital cearense em 2010 é igual a R\$ 871,12, sendo o bairro Conjunto Palmares (Capital Leste, AIS 03/16º BPM e SER VI) com a renda mínima igual a R\$ 239,25; e Meireles (Capital Leste, AIS 01/8º BPM e SER II) com a máxima de R\$ 3.659,54 (este valor evidencia uma grande diferença entre as médias). O valor do CV em relação à renda *per capita* é 78,35%, indicando que a variação dos dados obtidos em relação à média é considerada alta, ou seja, os dados são considerados heterogêneos, apresentando uma alta dispersão. Portanto há uma grande heterogeneidade da desigualdade de renda entre os bairros da capital para o ano de 2010.

A taxa média de homens entre 15 e 24 anos de idade dos bairros de Fortaleza-CE em 2010 foi de 9,23%, sendo o bairro Meireles, situado na região Capital Leste, AIS 01/8º BPM e SER II, com a menor taxa, 6,78%; e Pedras (Capital Leste, AIS 03/16º BPM e SER VI) com o maior grau de urbanização, com 11,33%. Com relação à dispersão dos dados, o valor do CV em relação à taxa do recorte etário de homens entre 15 e 24 anos de idade é 9,14%, considerado muito baixo, e sendo este valor uma evidência para uma baixa dispersão dos dados, dados homogêneos.

E, por fim, a cidade de Fortaleza-CE tem em média 4,84% de sua população em estado de extrema pobreza no ano de 2010. O bairro Cidade 2000 (Capital Leste, AIS 10/22º BPM, SER II) apresenta a menor participação, com 0,41% da sua população sendo pobre, e Manuel Dias Branco (Capital Leste, AIS 10/22º BPM, SER II) possui a maior participação, em que 26,88% da sua população é classificada como extremamente pobre. O coeficiente CV, 76,39%, considerado alto, os dados são considerados heterogêneos, apresentando uma alta dispersão, conforme a Tabela 01.

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 02 e 03, que os cinco bairros da capital cearense com as maiores médias anuais de homicídios, são: Jangurussu (88 homicídios), Bom Jardim (84 homicídios), Mondubim (58 homicídios), Barra do Ceará (54 homicídios) e Messejana (40 homicídios).

Enquanto, no mesmo período, os bairros Guararapes/Patriolino Ribeiro (0

homicídio), Salinas (0 homicídio), Parque Manibura (1 homicídio), Parreão (1 homicídio) e Bom Futuro (1 homicídio), estão entre as cinco localidades com as menores médias anuais de óbitos por homicídio, respectivamente, segundo a Tabelas 02 e 03.

Vale ressaltar que 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	Taxa média anual de óbitos por homicídios (2010-2021)	Ranking	IDH (2010)
Jangurussu	Capital Leste; AIS 03; 16 ° BPM; SER VI	88	1°	17,33	2°	0,1721
Bom Jardim	Capital Oeste; AIS 02; 17° BPM; SER V	84	2°	22,27	1°	0,1949
Mondubim	Capital Oeste; AIS 09; 21 ° BPM; SER V	58	3°	7,67	9°	0,2328
Barra do Ceará	Capital Oeste; AIS 08; 20° BPM; SER I	54	4°	7,40	11°	0,2157
Messejana	Capital Leste; AIS 03; 16 ° BPM; SER VI	40	5°	9,61	6°	0,3757
Prefeito José Walter	Capital Oeste; AIS 09; 21 ° BPM; SER V	40	6°	11,94	4°	0,3953
Vicente Pinzón	Capital Leste; AIS 01; 8° BPM; SER II	36	7°	7,93	8°	0,3315
Barroso	Capital Leste; AIS 03; 16 ° BPM; SER VI	34	8°	11,36	5°	0,1869
Granja Portugal	Capital Oeste; AIS 02; 17° BPM; SER V	30	9°	7,65	10°	0,1902
Genibaú	Capital Oeste; AIS 02; 17° BPM; SER V	30	10°	7,33	12°	0,1386
Passaré	Capital Leste; AIS 07; 19 ° BPM; SER VI	29	11°	5,77	14°	0,2247
Quintino Cunha	Capital Oeste; AIS 06; 18° BPM; SER III	29	12°	6,08	13°	0,2225
Siqueira	Capital Oeste; AIS 02; 17° BPM; SER V	29	13°	8,52	7°	0,1487
Vila Velha	Capital Oeste; AIS 08; 20° BPM; SER I	28	14°	4,61	15°	0,2717
Edson Queiroz	Capital Leste; AIS 07; 19 ° BPM; SER VI	28	15°	12,76	3°	0,3503

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SIM/DATASUS/PMF, SSPDS/CE e IBGE (2023).

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	Taxa média anual de óbitos por homicídios (2010-2021)	Ranking	IDH (2010)
Guararapes	Capital Leste; AIS 10; 22 ° BPM; SER II	0	1°	0,47	1°	0,7678
Salinas	Capital Leste; AIS 10; 22 ° BPM; SER II	0	2°	0,97	4°	0,4913
Parque Manibura	Capital Leste; AIS 07; 19 ° BPM; SER VI	1	3°	0,66	2°	0,5780
Parreão	Capital Leste; AIS 05; 6 ° BPM; SER IV	1	6°	0,98	5°	0,5720
Bom Futuro	Capital Leste; AIS 05; 6 ° BPM; SER IV	1	5°	1,69	10°	0,5054
Manuel Dias Branco	Capital Leste; AIS 10; 22 ° BPM; SER II	1	4°	7,49	15°	0,3372
José Bonifácio	Capital Leste; AIS 05; 6 ° BPM; SER IV	1	7°	1,32	7°	0,6438
Coaçu	Capital Leste; AIS 03; 16 ° BPM; SER VI	1	8°	1,85	11°	0,2553
São Gerardo	Capital Oeste; AIS 04; 5° BPM; SER I	2	9°	1,03	6°	0,5942
Amadeu Furtado	Capital Oeste; AIS 06; 18° BPM; SER III	2	12°	1,35	8°	0,5877
Damas	Capital Leste; AIS 05; 6 ° BPM; SER IV	2	11°	1,48	9°	0,5106
Parque Iracema	Capital Leste; AIS 07; 19 ° BPM; SER VI	2	10°	1,88	12°	0,5050
Aeroporto	Capital Leste; AIS 05; 6 ° BPM; SER IV	2	13°	1,93	13°	0,1769
Dendê	Capital Leste; AIS 05; 6 ° BPM; SER IV	2	14°	3,10	14°	0,1811
Cocó	Capital Leste; AIS 10; 22 ° BPM; SER II	2	15°	0,89	3°	0,7623

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SIM/DATASUS/PMF, SSPDS/CE e IBGE (2023).

## 4.2 Análise Exploratória dos Dados Espaciais (AEDE)

Nesta subseção, verifica-se a ocorrência de associação espacial agindo sobre as seguintes variáveis: nº acumulado de óbitos por homicídios e os níveis de desigualdade social e econômica para os 113 bairros híbridos do município de Fortaleza-CE. Tal fenômeno será, inicialmente, analisado a partir da utilização de duas medidas específicas de dependência espacial, conforme descrito em Anselin (1998), Almeida (2012) e Golgher (2015).

A primeira denominada de Índice I-Moran Global univariado<sup>1</sup> representado pelo seu diagrama de dispersão (ver a Tabela 04 e as Figuras 2A, 2B, 2C). Neste 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). Neste procedimento estatístico é possível identificar, sobretudo, a ação de tendências gerais na clusterização de dados e revelar à possível existência de padrões de associação espacial.

A segunda medida é o Índice I-Moran local (LISA) univariado, a qual testa a hipótese de distribuição aleatória do fenômeno em questão de cada setor censitário em análise e, conseqüentemente, identifica a possível existência de clusters e outliers espaciais locais (ver as Figuras 2A, 2B, 2C).

Com relação à magnitude, valores próximos de “0” indicam inexistência de autocorrelação espacial significativa (aleatoriedade), quanto mais próximo do valor “1”, mais autocorrelacionado estará. 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).<sup>2</sup>

As figuras 2A, 2B, 2C 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.

Inicialmente, para análise univariada testa-se a hipótese nula de aleatoriedade espacial do nível de criminalidade e das características sociais e econômicas, para tanto, foi utilizado o teste de autocorrelação espacial I-Moran Global<sup>3</sup>. Nesse cenário, nota-se que o

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

<sup>2</sup> 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) entre os vetores no tempo t e a média ponderada dos valores da vizinhança, ou lags espaciais. Além disso, para os autores o valor da estatística de I-Moran representa justamente o coeficiente angular da reta de regressão como exposto nas figuras supracitadas (ver as Figuras 2A, 2B, 2C).

<sup>3</sup> As hipóteses são: (H<sub>0</sub>) admite independência espacial e (H<sub>1</sub>) admite existência de dependência espacial. Os



resultado positivo e significativo da estatística, conforme observado nas figuras, permite concluir que há indícios de dependência espacial positiva nesses indicadores, ou seja, bairros que apresentaram altos níveis médios 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 sociais, econômicos e demográficas (ver as Figuras 2A, 2B, 2C).

Por outro, bairros que registraram baixas médias (criminalidade e péssimas condições social e econômica), geralmente estão rodeados por bairros que também apresentam baixas médias de criminalidade e más condições de vulnerabilidade social no período analisado.

Para Anselin (1998), Almeida (2012) e Golgher (2015), a análise do índice global I-Moran permitiu indicar a presença da associação espacial positiva e significativa, porém, por se tratar de um indicador global, o resultado obtido se apresenta resumido, englobando toda a área de estudo, no caso, os bairros do perímetro urbano da capital Fortaleza-CE.

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) (Anselin, 1998; Almeida, 2012; Golgher, 2015).

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 2A, 2B, 2C).

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. A dependência ou autocorrelação espacial é provocada pela interação dos agentes no espaço. Conforme Almeida (2012), um atributo qualquer associado a um determinado bairro ou comunidade/localidade pode sofrer influências significativas de certos fatores advindos de outras comunidades/localidades que são, geograficamente, vizinhos.

O primeiro dos testes realizados no presente estudo é o diagrama de dispersão do I de Moran Global para os anos de 2010, 2021, e acumulado 2010-2021 conforme a Tabela 04. Dessa forma, analisa-se se há evidências estatísticas de dependência espacial dos óbitos por homicídios para o período amostral. 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-CE segue uma distribuição aleatória. Consequentemente, o estudo da influência espacial da dinâmica da V&C é pertinente.

Tabela 4 – Coeficiente do índice I de Moran global univariado para o logaritmo dos óbitos por homicídio segundo os bairros da capital Fortaleza-CE, 2010-2021

<b>Óbitos por homicídios</b>	<b>I-Moran Univariado</b>	<b>Valor Esperado</b>	<b>p-valor</b>	<b>Permutações</b>
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

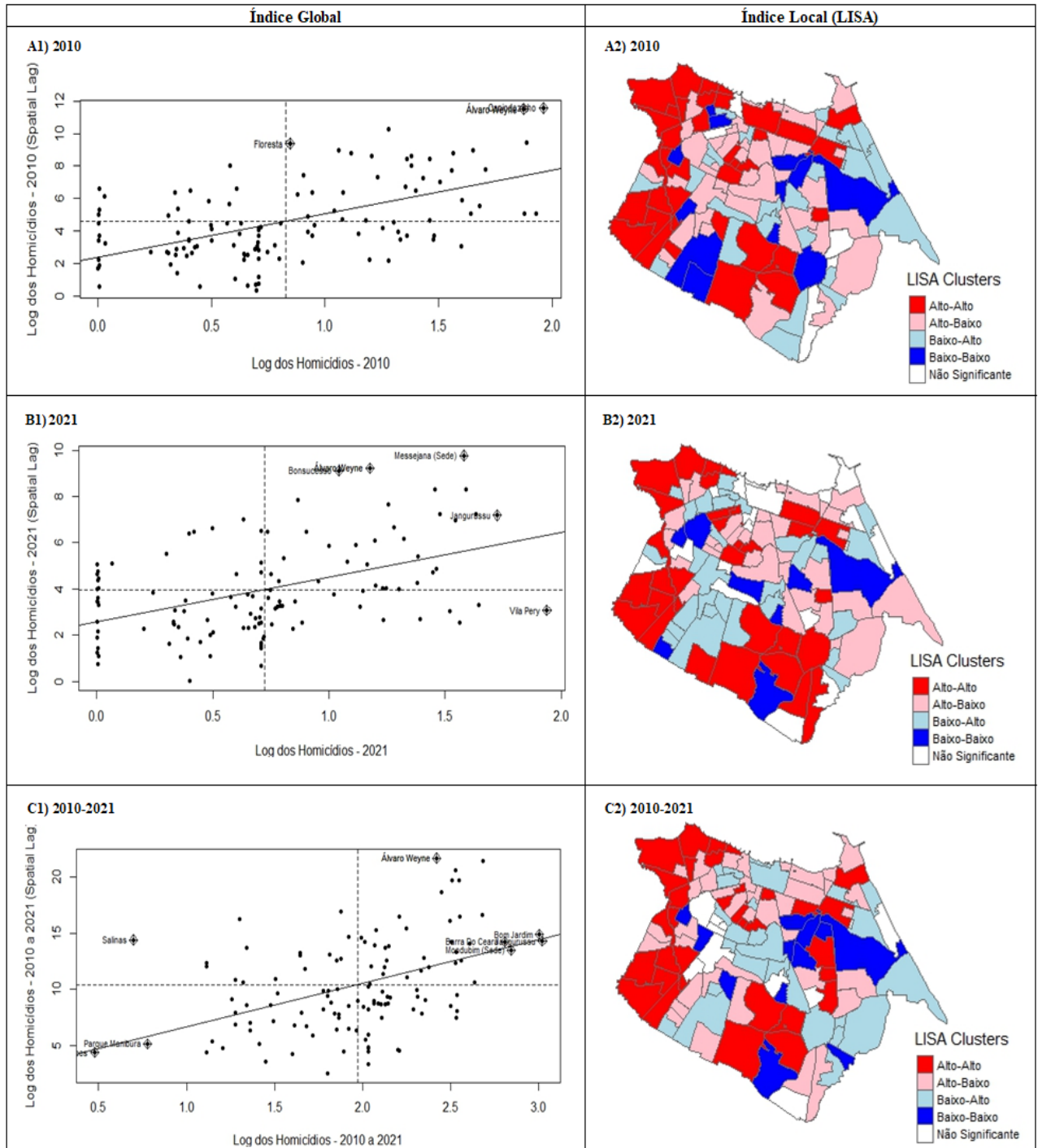
Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SIM/DATASUS/PMF, SSPDS/CE e IBGE (2023).

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

As figuras 2A, 2B, 2C 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.

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, SSPDS/CE e IBGE (2023).

Da mesma forma, o I-Moran Global univariado das variáveis explicativas, conforme a Tabela 05 e as Figuras 03-04, 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 5 – 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, SSPDS/CE e IBGE (2023).

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.

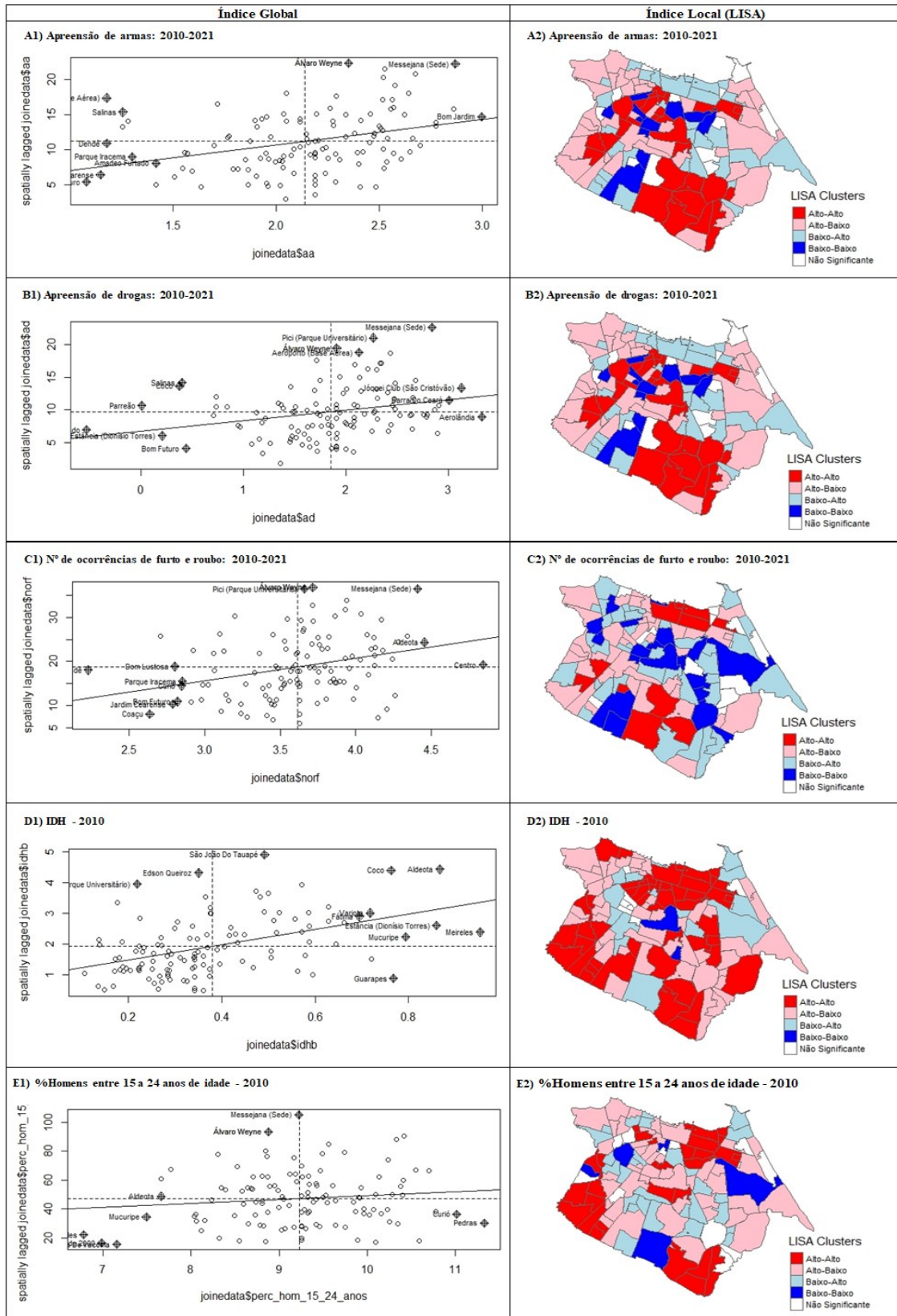
De acordo com a Figura 03-04, por meio do Indicador Local de Associação Espacial (LISA), observa-se que se tratando do acumulado das apreensões de armas de fogo e de drogas, para o período em análise, há uma maior concentração de bairros no *cluster* Alto-Alto, localizados predominantemente nas AIS 03 e AIS 09.

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 03-04).

Nas figuras 02-03-04, que demonstram o resultado obtido a partir da aplicação do Índice Global e Local (LISA), é possível observar também que tanto os homicídios como as

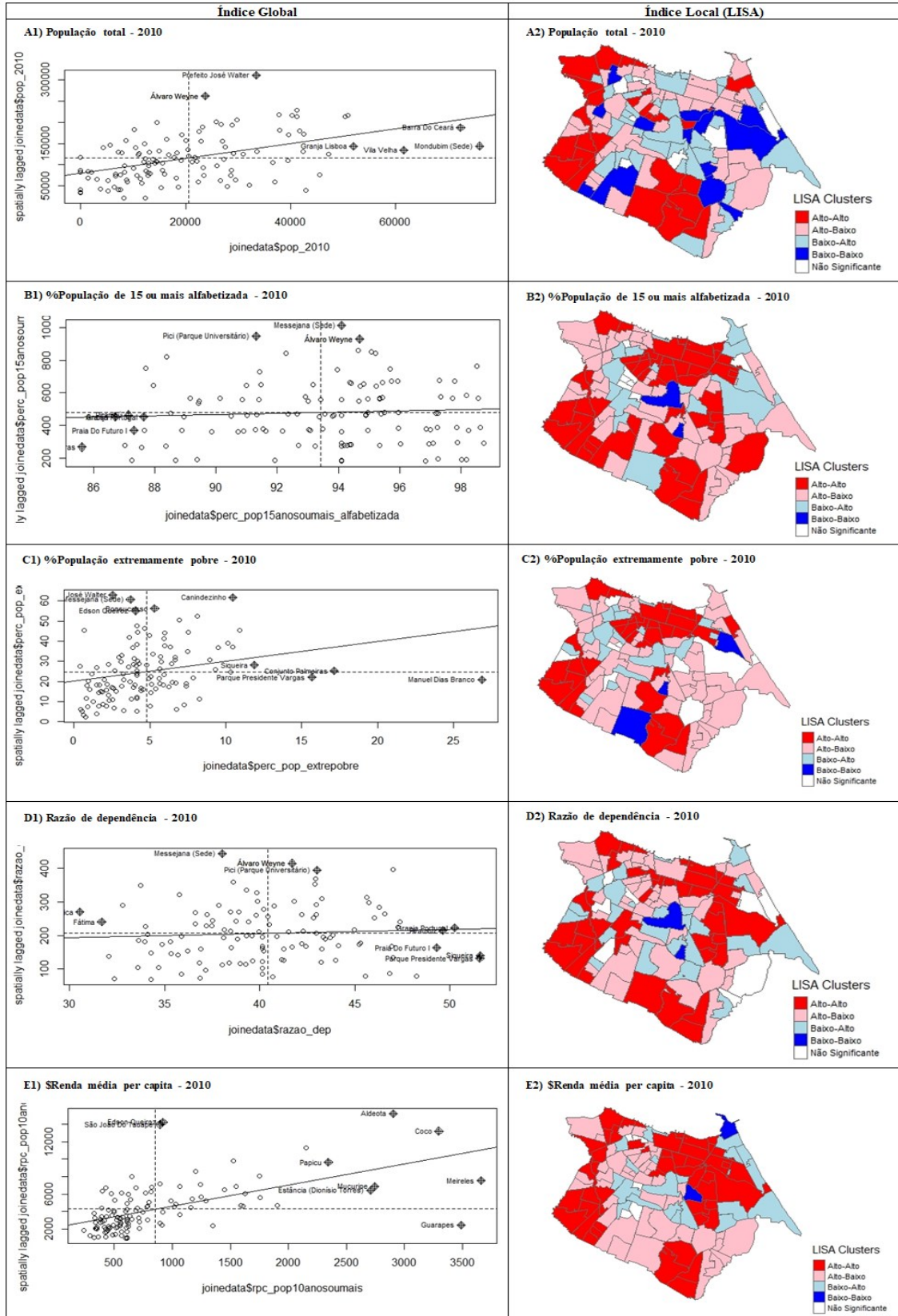
áreas urbanas mais vulneráveis socialmente se concentram na região periférica da cidade de Fortaleza-CE, principalmente ao sul, sudoeste e noroeste da área central. No Centro de Fortaleza-CE predominam áreas com poucos homicídios, exceto a região no entorno dos bairros que formam os distritos centrais, que apresenta um pequeno *cluster* de homicídios.

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, SSPDS/CE e IBGE (2023).

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, SSPDS/CE e IBGE (2023).

Com relação ao Índice I-Moran Global bivariado, este faz a comparação de duas variáveis do modelo, e seus resultados são apresentados na Tabela 06 e nas Figuras 05-06. Para tanto, a variável de interesse “óbitos por homicídios” é comparada com cada uma das variáveis exógenas descritas no Quadro 01.

Os resultados mostram que as variáveis explicativas apresentam impacto espacial no acumulado de homicídios em nível de bairros, dado que todos os *I*'s de Moran bivariados foram estatisticamente significantes ao nível de significância de 1%.

Tabela 6 – Coeficiente do índice I-Moran Global **bivariado** para o logaritmo das variáveis estudadas, segundo os bairros da capital Fortaleza-CE, 2010-2021

(Óbitos por homicídios) versus Variáveis	Ano	I-Moran Bivariado	Permutações
Nº de ocorrências de roubo e furto	2010-2021	-0,0901	999
Massa apreendida de drogas/entorpecentes	2010-2021	0,1202	999
Apreensão de armas de fogos	2010-2021	0,1249	999
População total (2010)	2010	0,1830	999
Razão de dependência	2010	0,3771	999
%Homens entre 15 e 24 anos de idade	2010	0,2778	999
IDH-Geral	2010	-0,3727	999
%Pessoas alfabetizadas com 15 anos ou mais de idade	2010	-0,3292	999
\$Renda <i>per capita</i> pessoas de 10 anos ou mais de idade	2010	-0,3020	999
%Pessoas extremamente pobre	2010	0,2769	999

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SIM/DATASUS/PMF, SSPDS/CE e IBGE (2023).

Em relação às variáveis estudadas, os *I*'s de Moran bivariados indicam que essas variáveis estão, predominantemente, distribuídas entre os quadrantes I e III, de maneira que os bairros com maiores índices de homicídios estão circundados por comunidades/localidades com baixos níveis de condições sociais e econômicos, enquanto que os bairros da capital com baixo nível de V&C estão cercados por localidades com maiores níveis de desenvolvimento econômico.

No que se refere ao indicadores criminais (nº de ocorrências de roubo e furto, massa apreendida de drogas/entorpecentes e apreensão de armas de fogos), o resultado difere das variáveis anteriores, uma vez que há predominância de comunidades pobres com altos níveis de concentração de tais indicadores e bairros menos pobres, com índices menores, conforme a Tabela 06.



### 4.3 Resultados econométricos

Tendo em vista a concentração de homicídios nos bairros da capital cearense, apontados pela observação da dispersão de homicídios por meio da Figura 02 e confirmada pela estatística de I-Moran, a estratégia adotada a seguir é estimar os determinantes da criminalidade para Fortaleza-CE, considerando os efeitos das externalidades espaciais dos homicídios.

Seguindo a metodologia de Medeiros *et al.* (2015) e Oliveira (2019) para decidir o modelo mais apropriado que analisa os determinantes da V&C, inicialmente foi estimado o modelo utilizando a metodologia de OLS desconsiderando os efeitos espaciais, apresentado na primeira coluna da Tabela 07 (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 07, Painel B). Entre os testes dos Multiplicadores de Lagrange, apenas o de defasagem (ML $\rho$ ) mostrou-se estatisticamente significativo a 10%. Desse modo, é preciso averiguar as versões robustas dos dois testes (ML\* $\rho$  e ML\* $\lambda$ ) e escolher como modelo apropriado o que for mais significativo. Uma vez que ML\* $\rho$  é significativo a 10%, enquanto que o teste ML\* $\lambda$  não é significativo nem a 10%, o modelo adequado é o de defasagem espacial (SAR).

Ressalta-se que devido à heterogeneidade entre os bairros de Fortaleza-CE, e almejando minimizar problemas de heterocedasticidade, utiliza-se em todos os modelos as variáveis na forma de logaritmos naturais. Em razão disso, pode-se, ainda, obter diretamente as elasticidades dos homicídios com relação às variáveis explicativas do modelo econométrico.

A diferença entre os três modelos expostos na Tabela 07 (Painel A) consiste basicamente na magnitude dos parâmetros, não havendo grandes diferenças nos sinais das estimativas, o que demonstram que os resultados foram robustos. Contudo, como já expresseo, seguindo Oliveira (2019), o modelo mais adequado a ser analisado será o de defasagem espacial. Nesse sentido, o parâmetro responsável por ponderar a autocorrelação espacial, diga-se  $\rho$ , 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 07 (Painel A), observa-se que o valor de **0,0075** referente ao coeficiente  $\rho$  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%. Observa-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%.

Tabela 7 – Resultado das estimativas econométricas

<b>Painel A - Comparação de Modelos OLS, SAR, SEM e SAC</b>			
<b>Parâmetro</b>	<b>OLS</b>	<b>SAR</b>	<b>SEM</b>
$\rho$	-	<b>0,0075*</b>	-
$\lambda$	-	-	-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	<b>0,6582***</b>	<b>0,6604***</b>	<b>0,6589***</b>
População total (2010)	<b>0,0000**</b>	<b>0,0000**</b>	<b>0,0000***</b>
Razão de dependência	0,0017	0,0013	0,0024
%Homens entre 15 e 24 anos de idade	<b>-0,0929**</b>	<b>-0,0899**</b>	<b>-0,0913**</b>
IDH-Geral	<b>-0,9455**</b>	<b>-0,8145**</b>	<b>-0,8995**</b>
%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	<b>-0,0001*</b>	<b>-0,0001*</b>
%Pessoas extremamente pobre	<b>-0,0172**</b>	<b>-0,0168**</b>	<b>-0,0163**</b>
<b>Painel B - Diagnóstico para dependência especial</b>			
Moran	-0,0431	-	-
ML $\rho$ (defasagem)	<b>2,7673*</b>	-	-
ML $\lambda$ (erro)	0,54042	-	-
ML* $\rho$ (defasagem robusta)	<b>3,2500*</b>	-	-
ML* $\lambda$ (erro robusto)	1,0231	-	-
R <sup>2</sup>	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 (2023).

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

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 é mais

sensível à redução das desigualdades sociais na região. Além disso, as elasticidades de concentração relacionadas à V&C são, geralmente, mais elevadas do que as elasticidades renda com respeito à pobreza.

Os resultados implicam ainda que políticas que buscam a redução das desigualdades sociais devem observar não apenas a condição do bairro, mas também a da vizinhança.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou analisar, contribuir e entender sobre a dinâmica da violência e criminalidade nos bairros da cidade de Fortaleza-CE, através de técnicas de estimações de dados geoespaciais. Tais estimações foram executadas com uma amostra composta pelos indicadores socioeconômicos dos 113 bairros híbridos da capital de Fortaleza, e pelas taxas do nº de óbitos por homicídios dos bairros obtidos pelo sistema DATASUS/Tabnet.

A abordagem econométrica empregada neste trabalho traz contribuições e avanços na literatual atual, trazendo como inovação dados do Sistema DATASUS/Tabnet da SIM/SMS/PMF para o período compreendido de 2010 a 2022. Desse fato, através deste trabalho foi possível verificar os padrões de associação espacial (dependência e heterogeneidade espacial), levando em consideração as características socioeconômicas e populacionais dos bairros de Fortaleza-CE.

Com a estimação dos modelos: OLS, SAR, SEM, verificou-se que o modelo OLS não se torna o mais adequado, tendo em vista que em sua análise o modelo não acomoda efeitos espaciais. Ao passo que foram detectados autocorrelação espacial nos modelos SEM e SAR.

Testando a hipótese de ausência de dependência espacial através do multiplicador de Lagrange, constatou-se que o modelo SEM não é o mais adequado, haja vista apresentar um nível de significância menor do que o nível de significância do modelo SAR, o que traz a conclusão de que o modelo mais adequado para se chegar ao objetivo do trabalho é o modelo de defasagem (ML $\rho$ ). O modelo de defasagem espacial (SAR) apresentou uma significância diferente de zero ao nível de 10%, tal nível de significância indica que existe uma influência média dos óbitos por homicídios dos bairros vizinhos  $j$  sobre os óbitos por homicídios no bairro  $i$ .

A dependência espacial verificada nesse estudo sinaliza que projetos de enfrentamento e prevenção à V&C nos bairros da capital cearense podem ter caráter intrarregional e com efeitos que podem transbordar as fronteiras dos bairros.

Tais resultados possibilitam analisar quais estratégias para redução da V&C podem ser mais eficientes em cada bairro, comunidade ou localidade de Fortaleza-CE. No entanto, a V&C não é um obstáculo singular, mas sim um fenômeno complexo e intrincado às especificidades locais que requerem essencialmente de soluções complexas. A tomada de decisão baseada também nos fatores socioeconômicos são de suma importância para que haja

uma redução dos óbitos por homicídios, levando em consideração que o efeito transbordamento espacial requer que tais medidas sejam tomadas também em toda vizinhança, caso contrário tais medidas podem não ser tão eficientes, não atingindo os resultados esperados.

Nessa era tecnológica, softwares novos e mais eficientes surgem diariamente, recomenda-se que sejam realizadas revisões constantes à medida que novos dados e informações acerca da temática vão surgindo, conforme os softwares vão evoluindo e ficando mais robustos. Da mesma maneira se recomenda o avanço do presente estudo, para que o mesmo seja aplicado de forma estadual, buscando entender melhor a dinâmica de violência e crime no Ceará. Tal avanço seria de suma importância para o entendimento da análise geoespacial da criminalidade do Estado.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. S. **Econometria Espacial Aplicada**. Editora Alínea: Campinas, SP, 2012.
- ANSELIN, L. Chapter 4: Spatial econometrics. *In: A companion to theoretical econometrics*, Book Edited by Badi H. Baltagi, Blackwell Publishing Ltd, 2003.
- ANSELIN, L.; BALLER, R. D.; MESSNER, S. F.; DEANE, G.; HAWKINS, D. F. Structural covariates of US county homicide rates: Incorporating spatial effects. **Criminology**, v. 39, n. 03, p. 561-588; 2001.
- ANSELIN, L.; COHEN, J.; COOK, D.; GORR, W.; TITA, G. Measurement and analysis of crime and justice. **Criminal justice**, v. 4, n. 2, p. 213-262, 2000.
- ANSELIN, L.; BERA, A. K. 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, pp. 237-289; 1998.
- ARBIA, G.; BALTAGI, B. H. **Spatial Econometrics: methods and applications**. Physica Heidelberg, 2009.
- BRASIL, G. M.; ALMEIDA, R. O.; BARREIRA, C.; FREITAS, G. J. **Cartografia da Criminalidade e da Violência na Cidade de Fortaleza**. Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF), 2010.
- CÉSPEDES, E. N.; ESPINOSA, N. M. V.; PRIETO, B. L. A.; RINCÓN, H.; OSPINO, M. A. Criminología ambiental y homicidio en la ciudad de Bogotá (Colombia). **Revista de Estudios Sociales**, n. 63, p. 55-71, 2018.
- FARIA, A. H. P. de; ALVES, D. F. C.; ABREU, J. F. Análise espacial aplicada ao estudo do crime: uma abordagem exploratória da distribuição dos atrativos para o crime no espaço urbano de Belo Horizonte. **Caderno de Geografia**, v. 28, n. 55, p. 1006-1020, 30 out. 2018.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- GOLGHER, A. B. **Introdução à Econometria Espacial**. Editora Paco, 1. ed., 2015.
- GUERRA Jr, M. B. **A Estrutura Social do Crime e o Spillover Espacial do Policiamento: o caso de Fortaleza, Brasil**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Ceará – UFC, Centro de Aperfeiçoamento dos Economistas do Nordeste – CAEN, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2016.
- JUNIOR, A. G. C. **Modelação espacial e inteligência geoespacial para detecção de mineração ilegal no brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/425153441fcd42222745ee3c41504e2/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=yd>. Acesso em: 14 nov. 2023.
- MANSO, Bruno Paes. **Estados do Nordeste puxam aumento da violência no primeiro semestre no Brasil**. G1, São Paulo, 21 ago. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/monitor-da-violencia/noticia/2020/08/21/estados-do-nordeste-puxam-aumento-da-violencia-no-primeiro-semester-no-brasil.ghtml>. Acesso em: 19 dez. 2023.

MARTINEZ-DAZA, D. M.; E GUERRERO-ZAPATA, A. Características criminológicas e sua relação com o modus operandi do homicídio perpetrado por mulheres detidas na Reclusão de Mulheres de Bogotá durante o ano 2015. **Revista Crim. [online]**. v. 60, n. 03, p. 221-234, 2018.

MORESI, E. A. D; FILHO, R. P. S.; SILVA, J. W. C. Inteligência Geoespacial: um estudo aplicado à Polícia Civil do Distrito Federal. **Sistemas, Cibernética e Informática**. v. 09, n. 02, p. 40-45, 2012.

MEDEIROS, C. N.; CARVALHO, J. R.; OLIVEIRA, V. H. Violência, desenvolvimento e demografia: uma análise espacial para a cidade de fortaleza em anos recentes. *In*: BARRETO, F. A. F. D.; MENEZES, A. S. B. de; ASSIS, D. N. C. de; SOUSA, F. J. de. (org.). **Economia do Ceará em Debate**, 2015. Fortaleza, CE: IPECE, v. 1, p. 8-41, 2015.

MEDEIROS, C. N.; PINHEIRO, F. S. A.; SOUZA, G. M.; PINHEIRO, D. R. C. 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**, v. 2, n. 1, p.92-110, jan./jun.; 2013.

OLIVEIRA, C. A. Análise espacial da criminalidade no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia**, v. 34, p. 35-60; 2008.

OLIVEIRA, D. X. A. **Os impactos da criminalidade em uma análise teórica, empírica e espacial**. Tese (Doutorado) - FEAAC - Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade - CAEN - Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza; 2019.

PLASSA, W.; PARRÉ, J. L. A Violência no Estado do Paraná: uma análise espacial das taxas de homicídios e de fatores socioeconômicos. Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbano. **Anais**, Curitiba: ABER; 2015.

PUREZA, D. **Manual de criminologia**. 2. ed. São Paulo: Ed. JusPODIVM, 2023.

SAMPAIO, M. A. *et al.* Análise Espacial dos Homicídios no Nordeste em 2010 e 2019. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 15, n. 4, p. 558-578, 2021.

SANTOS, M. D. **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, 2020.

SANTOS, M. J. Dinâmica Temporal da Criminalidade: Mais Evidências Sobre o “*Efeito Inércia*” nas Taxas de Crimes Letais nos Estados Brasileiros. **Revista Economia**, Brasília/DF, v. 10, n. 1, p. 169-194, jan./abr. 2009.

SARTORIS NETO, A. **Homicídios na cidade de São Paulo**: uma análise da causalidade e autocorrelação espaço-temporal. Tese (Doutorado em Teoria Econômica) Instituto de Pesquisa Econômica de São Paulo, São Paulo; 2000.

SILVA, P. C. A. **A interiorização da violência**: a dinâmica dos homicídios no Brasil (2004-2015). Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco (CFCH), Programa de Mestrado Profissional em Políticas Públicas, Recife, Pernambuco; 2018.

SILVA, R. K. C. S. **Análise espacial da taxa de homicídios nos municípios do Estado de Alagoas no ano de 2010**. Dissertação (Mestrado em Economia) do Mestrado em Economia do Programa de Pós-graduação em Economia aplicada da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió/Alagoas; 2019.

SILVA JUNIOR, I. B. **Impactos das políticas de segurança sobre a difusão da criminalidade entre as cidades**: uma aplicação dos modelos de Econometria Espacial. Inaldo Bezerra da Silva Júnior. 2016.

SOUZA, E. B.; SILVA, B. A. T. 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**, v. 06, n. 01, p. 103-125, 2020.

SOUZA, M. G. T. C. *et al.* As causas dos homicídios em Pernambuco- contrastando a narrativa oficial e a experiência da população. **Revista EDUCAmazônia - Educação Sociedade e Meio Ambiente**, Humaitá, v. 24, n. 01, p. 314-345, 2020.

SSPDS/CE - 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, 2023.

TAISSUN, A. S.; SOUZA, B. C.; SILVA, E. S.; SOUZA, M. G. T. C. Explorando os elementos psicossociais da criminologia do homicídio no nordeste: um estudo empírico. **Rios Eletrônica-Revista Científica da FASETE**, v. 06, n. 06, p. 105-119, 2012.

TAVARES, R. *et al.* Homicídios e vulnerabilidade social. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 03, p. 923-934, 2016.

UCHÔA, C. F.; MENEZES, T. A. *Spillover* espacial da criminalidade: Uma aplicação de Painel Espacial para os Estados Brasileiros. **XL Encontro Nacional de Centro de Pós-Graduação em Economia**, Porto de Galinhas, v. 11; 2012.

VELOSO, A. O. N.; MEDEIROS, K. K. A. S.; SOARES, R. A. S.; PEREIRA, F. J. R.; SILVA NETO, C. F.; CAVALCANTI, A. L. Contexto socioespacial de vítimas de homicídio doloso em uma capital do nordeste brasileiro. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 28, n. 02, p.180-188, 2020.

WASELFISZ, J. J. **Mapa da violência 2012**: os novos padrões da violência homicida no Brasil. Technical report, Instituto Sangari, São Paulo, SP, 2011.

WARNER, B. D.; PIERCE, L. Reexamining social disorganization theory using calls to the police as a measure of crime. **Criminology**, v. 31, p. 493-517, 1993.

WILCOX, P.; KENNETH, L.; HUNT, S. A. **Criminal circumstance**: A dynamic multi-contextual criminal opportunity theory. Routledge, 2018.