

## **Distribuição e autocorrelação espacial de homicídios ocorridos na capital paulista entre 2017 e 2022**

Johnny Rennys Bastos Alves<sup>1\*</sup>; Mauricio Evandro Eloy<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Cidade de São Paulo. Rua Cesário Galeno, 448 – Tatuapé; 03071-000 São Paulo, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup> Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP-ESALQ). Mestre em Matemática. Av. Pádua Dias, 235, 13.418-900 Piracicaba, São Paulo, Brasil

\*autor correspondente: johnny.bts01@gmail.com

## **Distribuição e autocorrelação espacial de homicídios ocorridos na capital paulista entre 2017 e 2022**

### **Resumo**

É cada vez mais nítido a importância de dados e relações entre as ciências sociais e estudos envolvendo o meio urbano. Tendo o município de São Paulo e os homicídios ocorridos entre os anos de 2017 e 2022 como objeto e parâmetros de análise, esse estudo buscou identificar a presença de grupos espaciais utilizando técnicas de autocorrelação espacial, comparar a evolução ao longo dos anos e também buscar evidências espaciais da redução desse indicador. A interpretação dos resultados mostrou evidência estatística de autocorrelação global, persistência de grupos de distritos da zona sul da capital e também a perda de significância estatística de diversos outros distritos ao longo dos anos.

**Palavras-chave:** clusters espaciais; moran index; lisamap; análise espacial; autocorrelação espacial

### **Spatial distribution and autocorrelation of homicides that occurred in the city of São Paulo between 2017 and 2022**

### **Abstract**

The importance of data and relationships between social sciences and studies involving the urban environment is becoming increasingly clear. With the municipality of São Paulo and the homicides that occurred between 2017 and 2022 as the object and parameters of analysis, this study aimed to identify the presence of spatial groups using spatial autocorrelation techniques, compare the evolution over the years, and also seek spatial evidence of the reduction of this indicator. The interpretation of the results showed statistical evidence of global autocorrelation, persistence of groups of districts in the southern zone of the capital, and also the loss of statistical significance of several other districts over the years.

**Keywords:** spatial clusters; moran index; lisamap; spatial analysis; spatial autocorrelation

### **Introdução**

A definição teórica de um homicídio é simplesmente o ato de uma pessoa tirar intencionalmente a vida de outra. Atualmente, a capital paulistana apresenta o menor índice de homicídios desde o início da série histórica, em 2001, de acordo com a Secretaria de Segurança Pública. Com menos de 5 casos para cada 100 mil habitantes até julho de 2022, bem abaixo do limite considerável como suportável, 10 casos para cada 100 mil habitantes (OMS), o município detém o título de capital com menor taxa de assassinatos do país (Portal do Governo, 2022).

Dentre os motivos dessa redução, de acordo com Rupp (2022), as disputas entre facções por domínio em presídios e influência em áreas da cidade são relevantes e há uma tendência de alta nos assassinatos quando eles estão em curso e uma queda quando estão em trégua. Quando um grupo único vai se consolidando em um território, os conflitos tendem a diminuir. Há também uma profissionalização do mercado criminal, isto é, competidores

tendem a aprender a conviver entre si e descobrir formas de criar regulamentações para suas relações e isso reduz a quantidade de conflitos que podem se tornar fatais.

Sabe-se que o tráfico de drogas está relacionado aos índices de homicídios por conta de conflitos relacionados, principalmente homicídios de autoria desconhecida. Arthur Lemos (2022), em entrevista para a Folha de São Paulo, destaca que esse tipo de homicídio tem concentração nas comunidades, atrelados ao tráfico de drogas em localidade onde impera a “Lei do silêncio”, onde há receio em revelar os autores de crime por medo de retaliações.

As características dos homicídios, das vítimas e dos óbitos e principalmente o comportamento geográfico pode ser utilizado para a manutenção de políticas públicas e eventual redução das taxas. Sendo assim, uma das ferramentas que podem ser utilizadas para estudar a magnitude desses eventos é a análise espacial pois permite observar comportamentos, padrões e correlações que ocorrem em determinada divisão territorial.

No interesse de oferecer um método simples e eficaz para validar a magnitude de autocorrelações espaciais com base em dados de homicídios na capital paulistana esse trabalho tem como objetivo entender de fato como estão dispostos espacialmente os dados de homicídios da capital paulistana e observar se existe evidência suficiente para indicar que existem correlações ou agrupamentos naturais entre os distritos ao longo dos anos.

## **Material e Métodos**

Essa pesquisa será do tipo aplicada, de cunho exploratório e utilizará metodologias de sistemas de informação geográfica (SIG) para explorar espacialmente a capital paulista de seus distritos.

Atualmente o município de São Paulo se divide em 96 distritos que pertencem a 32 subprefeituras para fins de gestão, direção e decisões da administração municipal (Portal da Prefeitura, 2016 e LEI Nº 13.399, DE 1º DE AGOSTO DE 2002). Essa pesquisa observa o território georreferenciado ao nível distritos.

Para a investigação dos homicídios e suas abordagens quantitativas dentro de determinados limites territoriais, optou-se em utilizar técnicas de análise espacial utilizando a linguagem de programação *Python* e suas bibliotecas relacionadas tanto a tratamento de dados e exibição de dados (*pandas*, *numpy*, *seaborn*) e tratamento de dados espaciais (*geopandas*, *splot*).

Através do Portal da transparência, serviço gerenciado pela Controladoria Geral do Estado que fornece aos cidadãos informações sobre diversos assuntos relacionados a gestão pública, foram coletados *datasets* com dados do indicador de homicídios dolosos, incluindo feminicídios, conforme descrição representada na Tabela 1 ocorridos entre 2017 e 2022.

Tabela 1 – Descrição do indicador

Indicador	Descrição
Homicídios Dolosos	Todos boletins registrados com a natureza Homicídio Doloso Consumado (art. 121 do CP). Esses boletins contém as qualificadoras conforme registradas, incluindo-se o inciso VI do §2º - Feminicídio

Fonte: Portal da Transparência SP

Notou-se uma quantidade considerável de registros de ocorrências (Tabela 2) sem a informação de logradouro e consequentemente sem coordenadas geográficas (Latitude e Longitude), tornando a análise georreferenciada impossível para esses casos, assim, optou-se por utilizar as coordenadas geográficas da delegacia de circunscrição do fato ocorrido para todos os registros nulos já que não é estritamente necessário o local exato do crime e sim a área ou distrito pertencente. As coordenadas geográficas foram obtidas através de técnicas de “raspagem de dados” utilizando a biblioteca *selenium* e buscando os dados de latitude e longitude do bairro via *google maps*.

Tabela 2 - Dados e quantidades do indicador de homicídios por ano.

Ano da ocorrência	Sem Lat./Long.	Com Lat./Long.	Qtd. Ocorrências
2017	154	623	777
2018	159	564	723
2019	155	530	685
2020	173	536	709
2021	139	464	603
2022	114	406	520
Qtd. Ocorrências	894	3123	4017

Fonte: Portal da Transparência SP

A fim de verificar relações espaciais entre os distritos, foram utilizados indicadores de autocorrelação espacial global e local, *Moran I* e *Moran's I Local*, os conceitos estatísticos mais comumente utilizados como indicadores de autocorrelações espaciais, conforme discutido por Monica, Huang e Xie (2010).

### **Crítérios de contiguidade, Pesos espaciais e Matriz de vizinhança**

A matriz de vizinhança é uma representação matemática da relação de contiguidade espacial entre as unidades geográficas. Ela pode ser definida de diversas formas, dependendo do critério de contiguidade adotado. Uma das formas mais comuns de se definir

a matriz de vizinhança é por meio dos pesos espaciais representada por uma matriz  $W$  e assume o valor 1 caso haja uma fronteira comum ou 0 para a ausência, matematicamente representada por:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{caso haja contiguidade entre } i \text{ e } j \\ 0, & \text{caso não haja contiguidade entre } i \text{ e } j \end{cases} \quad (1)$$

Os pesos espaciais por sua vez são valores numéricos que representam a intensidade da relação de contiguidade espacial entre as unidades geográficas. Eles são atribuídos às células da matriz de vizinhança e variam de acordo com o critério de contiguidade adotado.

Os critérios de contiguidade são utilizados para definir a matriz de vizinhança na análise espacial, dentre os principais estão:

- Critério de contiguidade rook: considera que duas unidades geográficas são vizinhas se elas compartilham um lado.
- Critério de contiguidade queen: considera que duas unidades geográficas são vizinhas se elas compartilham um lado ou uma diagonal.
- Critério de contiguidade KNN (k-vizinhos mais próximos): considera apenas as k unidades vizinhas mais próximas para cada unidade geográfica.

A Figura 1 mostra os relacionamentos entre os distritos paulistas com diferentes critérios de contiguidades:

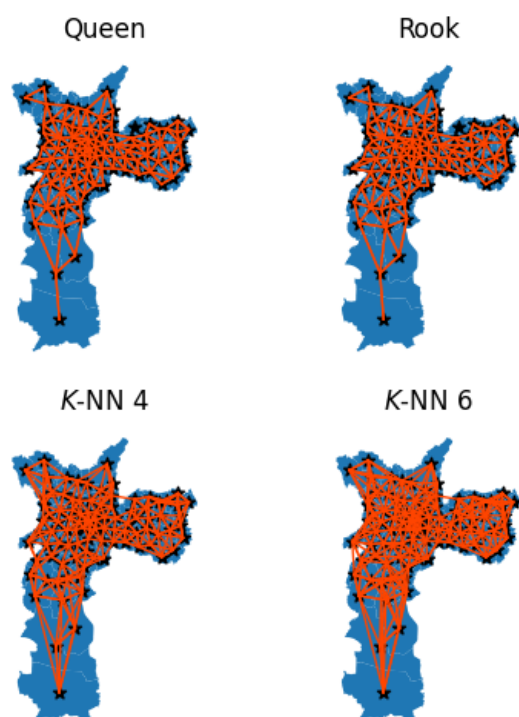


Figura 1: Exemplos critérios de contiguidades nos distritos do município de São Paulo  
Fonte: Elaboração própria.

### Autocorrelação global

A noção da autocorrelação relaciona a existência de “um relacionamento funcional entre o que acontece em um ponto no espaço e o que acontece em qualquer outro lugar” (ANSELIN, 88). Assim, a correlação global nos mostra uma tendência geral sobre o grau de possíveis clusters que podem existir nos dados de estudo. É definida por:

$$I = \frac{n}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{\sum_i z_i^2} \quad (2)$$

Onde  $n$  é o número de observações,  $z_{\{i\}}$  é a forma padronizada da variável de interesse no local  $i$ , e  $w_{\{ij\}}$  é a célula correspondente numa matriz de pesos espaciais  $W$ , que representa a relação geográfica entre pontos. Em termos globais, deseja-se saber se os dados amostrais representam autocorrelação espacial podendo variar de -1 a 1. Quando o valor de  $I$  é próximo de 1, significa que há uma alta correlação espacial positiva, indicando que as áreas com valores semelhantes estão próximas umas das outras. Quando o valor de  $I$  é próximo de -1, significa que há uma alta correlação espacial negativa, indicando que as áreas com valores diferentes estão próximas umas das outras. Se o valor de  $I$  for próximo de 0, significa que não há correlação espacial significativa entre os valores do atributo em diferentes áreas.

### Autocorrelação local

Também é possível realizar uma decomposição do *Moran's I* para construção de uma medida local de autocorrelação, chamada de *Moran's I Local*. A ideia principal é identificar casos em que uma observação e a média das áreas ao redor são similares ou dissimilares do que esperaríamos por acaso. É formalmente representada por:

$$I_i = \frac{z_i}{m_2} \sum_j w_{ij} z_j; m_2 = \frac{\sum_i z_i^2}{n} \quad (3)$$

Onde  $m_2$  é a variância da distribuição dos valores dos dados,  $z_i = y_i - \underline{y}$ ,  $w_{i,j}$  é o peso espacial para o par de observações  $i$  e  $j$  e  $n$  é o número de observações.

Uma abordagem utilizada para visualizar a autocorrelação é baseada no diagrama de dispersão de Moran, que mostra a defasagem espacial da variável de interesse no eixo  $y$  e o

valor da variável de interesse no eixo  $x$ . Assim, o diagrama da Figura 2 fornece a possibilidade de verificar quatro tipos de associação linear espacial:

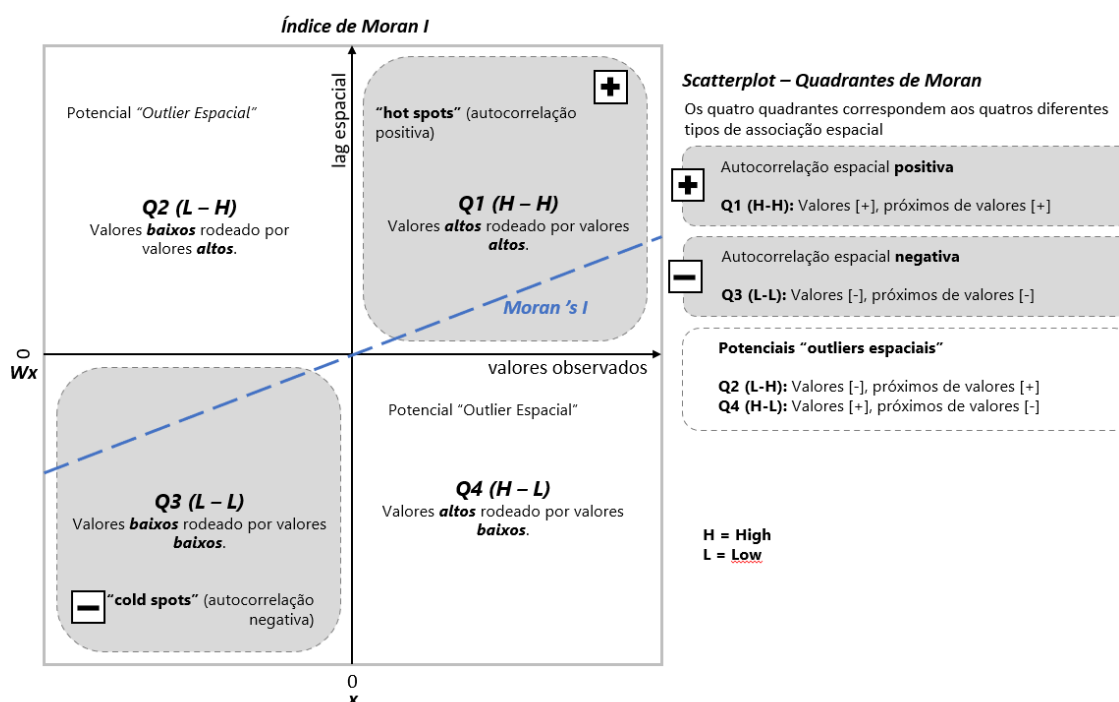


Figura 2. Resumo quadrantes do gráfico de dispersão Moran

Fonte: Traduzido de Koutsos, Menexes e Mamolos (2021)

A função do gráfico de dispersão Moran ou diagrama de espelhamento de Moran é comparar valores normalizados de cada área ( $x$ ) com a média dos valores normalizados ( $Wx$ ) sendo possível visualizar a dependência espacial presente nos dados (ANSELIN, 92). Nesse caso, municípios localizados nos quadrantes 1 e 3 [Q1 e Q3] representam correlação positiva e podemos concluir que o município e seu vizinho possuem valores semelhantes quanto a variável estudada, diferentemente dos quadrantes 2 e 4 [Q2 e Q4], comumente descritos como *outliers espaciais* (valores altos próximos de valores baixos, e vice-versa). Essa correlação (Q1 e Q3) pode apresentar associação espacial em High-High [HH] (valores altos ao redor de valores altos ou Q1) ou Low-Low [LL] (valores baixos rodeados de valores baixos ou Q3), conforme discutido por CHEN, 2013. A plotagem desses municípios por quadrantes é denominada *Box map*.

O Lisa Map é um mapa gerado a partir do Indicador de Associação Espacial Local (LISA) cuja definição é um parâmetro estatístico que fornece indícios de *clusterização* espacial de valores similares ao redor da observação e a soma total do LISA é proporcional ao valor obtido pelo índice de Moran Global (ANSELIN, 1995). A autocorrelação com significância

superior a 95% indica áreas com grande semelhança entre seus vizinhos. (SANTOS E RAIA JUNIOR, 2006).

## Resultados e Discussão

Considerando que não somente os homicídios, mas qualquer outro indicador de criminalidade tem seus reflexos culturais e institucionais em diferentes regiões com concentrações diferentes para cada divisão territorial, esse estudo busca identificar a existência de clusters de distritos estatisticamente semelhantes com o indicador de homicídio no município de São Paulo e identificar se há evidências espaciais visuais que sustente o que se conhece atualmente na literatura em relação a queda desse indicador ao menor patamar desde 2001 (Portal do Governo, 2022).

O resultado do I de Moran para cada ano mostrou-se estatisticamente significativo com evidências suficientes para indicar autocorrelação global, ou seja, uma relação de dependência espacial entre distritos em todos anos observados. Os resultados foram consolidados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados *Moran's I*

Anos	Moran I	p-valor
2017	0,325	0.001
2018	0,311	0.001
2019	0,281	0.001
2020	0,303	0.002
2021	0,457	0.001
2022	0,509	0.001

Fonte: Resultados originais da pesquisa

A Figura 3 representa a plotagem em dois eixos distintos a quantidade de homicídios ocorridos na capital para cada 100mil habitantes conforme dados do Portal da Transparência pelo resultado encontrado utilizando o índice de Moran. É possível observar uma contraposição entre as linhas indicando que apesar de existir uma redução na quantidade de homicídios desde 2017 (Figura 1 e Tabela 2) a autocorrelação espacial aumentou a partir de 2020. Esse efeito pode ser avaliado através dos *Box Maps* (Figura 2) onde representam a plotagem dos quadrantes do diagrama de dispersão Moran em todos os anos observados. Nota-se um aumento na quantidade de distritos classificados no quadrante LL (distritos com baixo volume de homicídios rodeado por outros distritos também com baixo volume de homicídios) em anos mais recentes (Figura 4), assim, é esperado um aumento no índice de autocorrelação global, impulsionado por mais distritos com poucos homicídios.



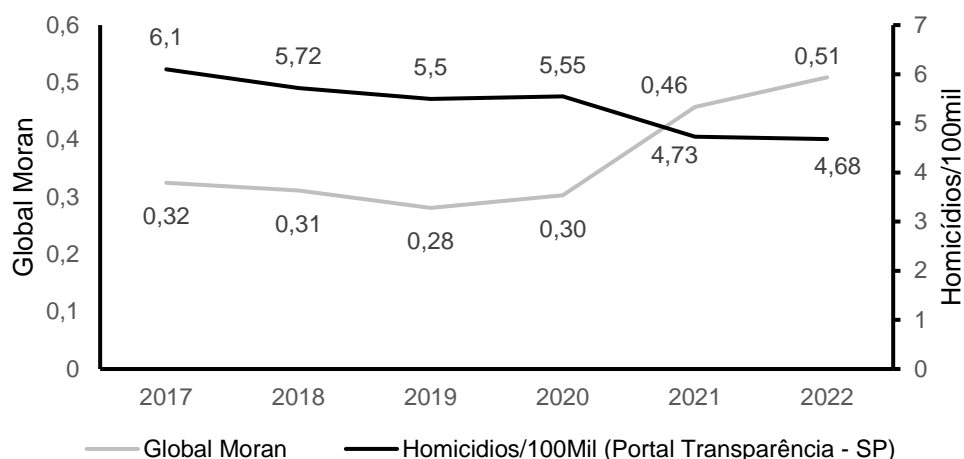


Figura 3: Homicídios/100Mil habitantes versus autocorrelação global por ano. Nota-se aumento de correlação global e redução na quantidade de homicídios por 100mil habitantes.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Portal da Transparência SP

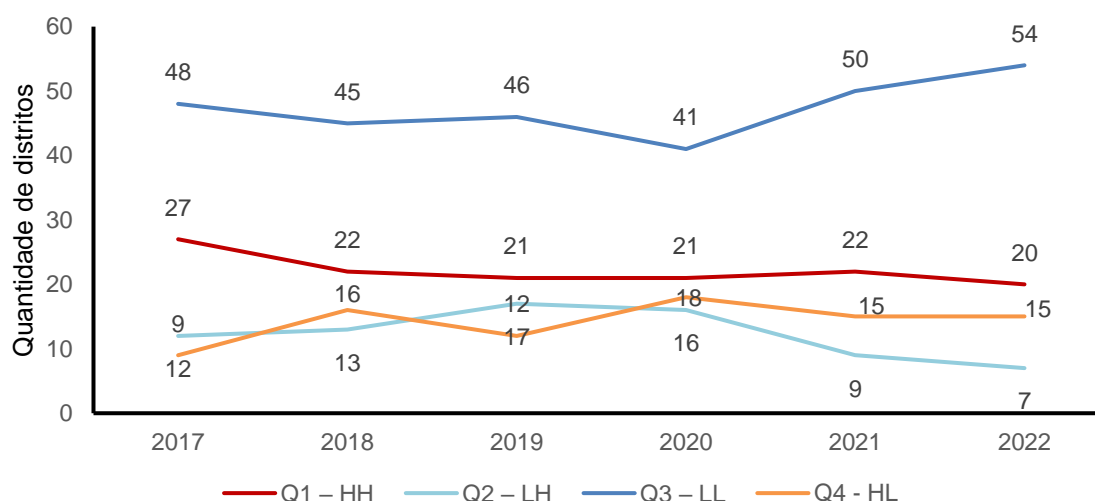


Figura 4: Movimentação dos quadrantes ao longo dos anos. É possível observar um aumento na quantidade de distritos com poucos homicídios em anos recentes.

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Em geral, os mapas produzidos com esta técnica (Figura 5), na maioria dos anos, mostrou concentrações na quantidade de homicídios com mais densidade nas regiões da zona sul, tendo como principais os distritos de Jardim Ângela, Campo Limpo, Capão Redondo, Jardim São Luís, Grajaú. Algumas regiões do extremo leste, como São Mateus, Iguatemi, Cidade Tiradentes também aparecem com certa densidade. A Sé, no centro de São Paulo, Tremembé, Jaraguá, Brasilândia, nas regiões Norte e Noroeste também possuem relevância.

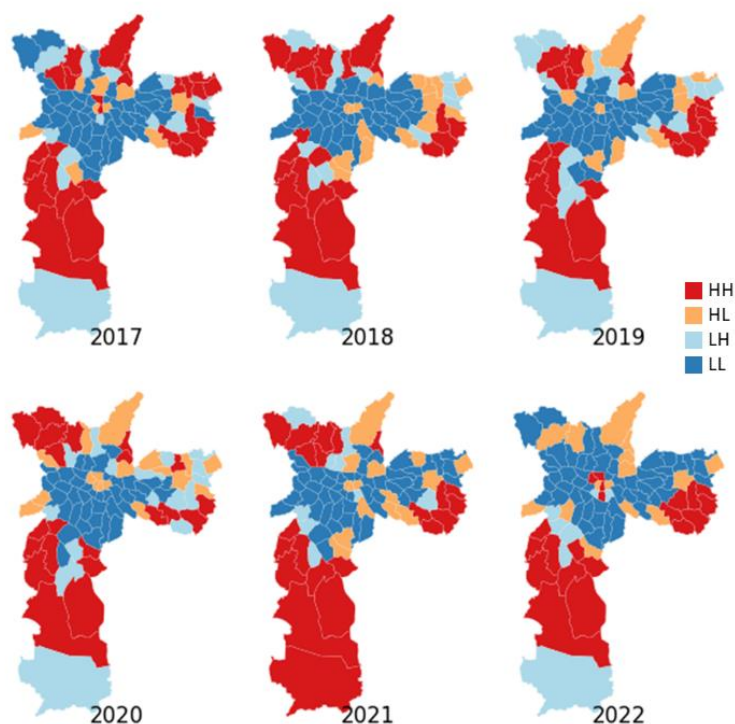


Figura 5 – Plotagens do mapa do município de São Paulo com os quadrantes de Moran mostrando concentrações em regiões próxima aos extremos.

Na Figura 6 encontram-se os mapas de significância da autocorrelação espacial local de Moran (*Lisa Map*) ao nível de 5% de significância. Nestes mapas, os distritos são classificados em função da significância dos valores de seus índices locais. Neste ponto, analisa-se a presença de “bolsões” de significância ou *clusters* de distritos com dependência espacial.

Nos *Lisa Map* (Figura 6) observou-se que diversas áreas deixaram de fazer parte dos *clusters* devido a pouca expressividade estatística. De modo geral, os padrões são parecidos em todos os anos, os distritos de Campo Limpo, Capão Redondo, Jardim Ângela, Parelheiros, Jardim São Luiz aparecem com relevância em todos os anos no quadrante HH (valores altos próximos a valores altos), com destaque para o distrito do Grajaú, Cidade Dutra e Pedreira por ganharem significância estatística em anos mais recentes (destaque tracejado).

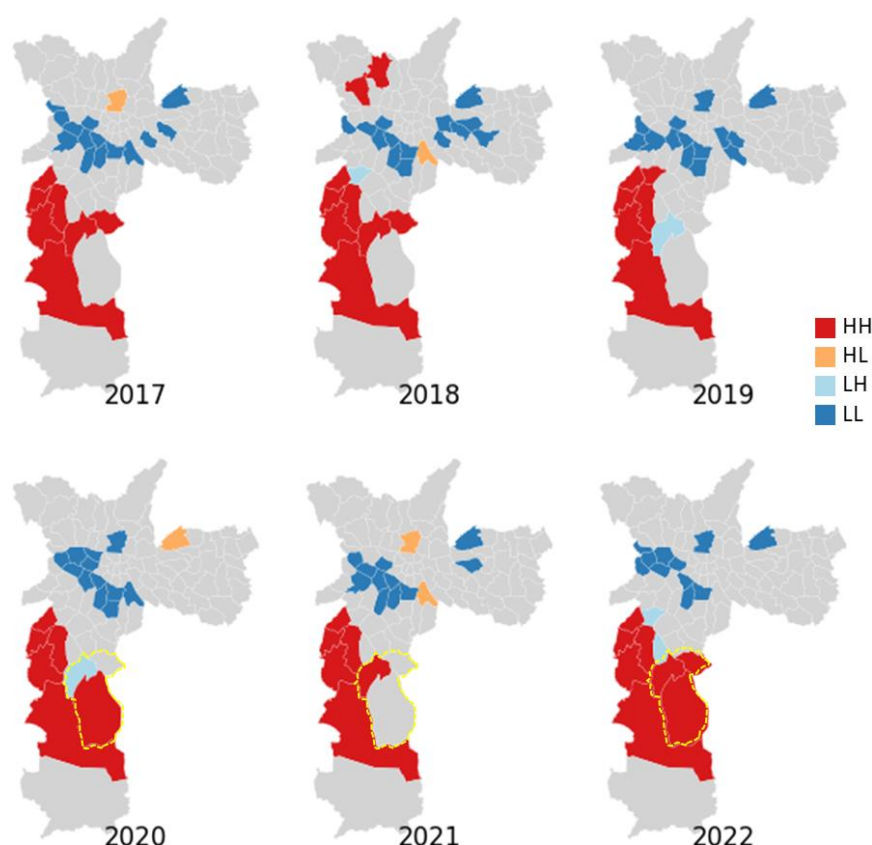


Figura 6 – Plotagem do mapa de autocorrelação local ao nível de 5% de significância evidenciado persistência de grupos de distritos com valores elevados de homicídios.

Em Cardia e Schiffer, 2000; Adorno, 2002; Peres et al., 2011 verificou-se que os elementos indispensáveis para os modelos explicativos dos movimentos dos homicídios estão o volume populacional, ou seja, a densidade demográfica e o crescimento populacional, a infraestrutura urbana (saúde, lazer, segurança e educação), condições de moradias e característica acerca de gênero, idade e raça. Neres, Souza, Peres, Cardia e Adorno (2014) levanta hipóteses para explicar a dinâmica da violência e a tendência da redução das taxas de homicídios, entre elas estão a atuação da gestão municipal, políticas públicas sociais, o papel do crime organizado em especial relacionado ao crime de entorpecentes e também alterações demográficas.

Levando em consideração os indicadores citados por autores referência como sendo modelos explicativos para as mortes, observou-se um levantamento realizado pela Rede Nossa São Paulo, uma organização de sociedade civil, que tem como objetivo trazer dados que retratam a realidade dos distritos da capital paulista, cujo objetivo foi comparar o valor de alguns dos principais indicadores (Tabela 4) dos distritos dentro do cluster de autocorrelação local (HH) de 2022 com a média total da capital paulistana por indicador. O levantamento,

denominado Mapa da Desigualdade, busca subsidiar a Administração Municipal na gestão da cidade e no planejamento de Políticas Públicas.

Tabela 4 – Detalhes dos indicadores do Mapa da Desigualdade.

Indicador	Descrição	Valor Médio	Tipo
População	População total. por distrito	124,1	População
Favelas	Proporção (%) estimada de domicílios em favelas	9,4	Moradia
Emprego	em relação ao total de domicílios Taxa de oferta de emprego formal, por dez habitantes participantes da população em idade ativa (PIA)	4,3	Emprego
Idade ao morrer	Média de idade (em anos) das pessoas que morreram (de acordo com o local de residência)	68,1	Saúde
Nota Ideb	Nota média do Ideb para as escolas públicas do Ensino Fundamental (anos iniciais)	5,9	Educação
Equip. Culturais	Proporção (%) de equipamentos públicos de cultura (municipais), para cada cem mil habitantes	2,1	Lazer

Fonte: Mapa da desigualdade 2022

Observou-se (Tabela 5) que todos os distritos enquadrados como estatisticamente significantes quanto o número de homicídios em 2022 apresentou valores distantes do valor médio da capital (Tabela 4) em pelo menos 5 dos 6 indicadores, exceto Cidade Dutra, sustentando a hipótese de que esses distritos podem estar sofrendo com desigualdades em relação aos demais distritos e densidade demográfica elevada.

Tabela 5 – Dados dos indicadores por distritos em 2022 - Nota-se que muitos distritos tem valores aquém do valor médio do município em diversos indicadores.

Distrito	População	Favelas (%)	Emprego	Idade ao morrer	Ideb	Equip. Culturais
Jd. São Luís	295,7	20,6	1,6	63,5	5,6	1,4
Jd. Ângela	341,9	19,4	0,5	59,8	5,4	1,8
Parelheiros	155,5	8,1	0,6	61,9	5,7	1,9
Campo Limpo	230,3	21,7	1,0	63,4	5,8	3
Capão Redondo	298,6	21,1	0,5	62,8	5,7	1,3
Cidade Dutra	203,8	8,7	2,1	66,1	6,2	2
Grajaú	392,7	13,5	0,5	60,4	5,8	1,8
Pedreira	162,4	18,1	1,0	62,1	5,5	0,6

Fonte: Mapa da desigualdade 2022

## Considerações Finais

A utilização da técnica de análise exploratória espacial em conjunto com as ferramentas de SIG resultou na produção de tabelas e mapas precisos e claros, que fornecem informações coerentes com a realidade da dinâmica dos homicídios ocorridos na capital paulista.

Os resultados mostraram que para a variável quantidade de homicídios em todos os anos objeto de estudo não se deve rejeitar a hipótese de autocorrelação indicando que existem semelhanças entre determinado distrito e seus vizinhos, sejam elas relações de valores altos ou baixos. O aumento de regiões com relações de baixa quantidade de mortes elevou o índice estatístico de Moran, o que de certa forma explica a contradição observada entre a redução de mortes ao menor patamar desde a série histórica e o aumento de autocorrelação.

Ao nível local, a presença de clusters ou bolsões de significância é mais forte e persistente em regiões da zona sul da capital que conforme citado por autores referenciados podem estar sofrendo com a desigualdades de alguns dos principais indicadores necessários para a manutenção da vivência. Para estender o estudo e levar em consideração o contexto de desigualdades, observou-se os valores de alguns dos principais indicadores de infraestrutura urbana e população.

Nesse sentido, recomenda-se que esse estudo seja ampliado para uma exploração mais abrangente. Ainda utilizando os critérios de autocorrelação, porém trazendo dados de indicadores socioeconômicos para agregar ou subsidiar trabalhos que busquem explicar a dinâmica entre os distritos do município de São Paulo em relação a autocorrelações espaciais.

## **Referências**

RUPP, Isadora. POR QUE É ERRADO LIGAR A QUEDA DE HOMICÍDIOS AO MAIOR ACESSO A ARMAS. NEXO, 2022. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/expresso/2022/03/13/por-que-%C3%A9-errado-ligar-a-queda-de-homic%C3%ADdios-ao-maior-acesso-a-armas>. Acesso em: 02 nov. 2022.

Portal do Governo. São Paulo tem a menor taxa de mortes violentas do Brasil. Governo de São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/sao-paulo-tem-a-menor-taxa-de-mortes-violentas-do-brasil/>. Acesso em: 02 nov. 2022.

Portal do Governo. Taxa de homicídios em SP é a mais baixa da história. Governo de São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/taxa-de-homicidios-em-sp-e-a-mais-baixa-da-historia/>. Acesso em: 02 nov. 2022.

PAIVA, Deslange. Homicídios, roubos e letalidade policial caíram entre 2018 e 2022 no estado de SP; só estupros não tiveram queda significativa, diz estudo. G1, 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2022/10/05/homicidios-roubos-e-letalidade-policial-cairam-entre-2018-e-2022-no-estado-de-sp-so-estupros-nao-tiveram-queda-significativa-diz-estudo.ghtml>. Acesso em: 02 nov. 2022.

NUNES, Fabrizia. ANÁLISE EXPLORATÓRIA ESPACIAL DE INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SOCIOAMBIENTAL DAS REGIÕES DE PLANEJAMENTO DO NORTE E NORDESTE GOIANO. Ateliê Geográfico, 2013. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/19809>. Acesso em: 02 nov. 2022.

FONSECA, S. F.; AGUIAR, H. H. Identificação de cluster de Concentração de Renda e Dependência Demográfica nos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. RA'EGA: Espaço Geográfico em Análise, v. 46, p. 132-144, 2019.

CARDIA, N. e SCHIFFER, N. (2000). Violência e desigualdade social. Ciência e Cultura, v. 54, n. 1, pp. 25-31

Koutsos, T.M.; Menexes, G.C.; Mamolos, A.P. The Use of Crop Yield Autocorrelation Data as a Sustainable Approach to Adjust Agronomic Inputs. Sustainability 2021, 13, 2362. <https://doi.org/10.3390/su13042362>

SANTOS, L.; RAIA JUNIOR, A. A. Análise Espacial de Dados Geográficos: A Utilização da Exploratory Spatial Data Analysis –ESDA para Identificação de Áreas Críticas de Acidentes de Trânsito no Município de São Carlos (SP). Sociedade & Natureza, Uberlândia, v.18 (35), p. 97-107. 2006

CHEN, Y. 2013 New Approaches for Calculating Moran's Index of Spatial Autocorrelation. PLoS ONE 8 (7). July, 12.

Anselin, L. Spatial Econometrics: Methods and Models; Kluwer Academic Publishers: Boston, MA, USA, 1988

Geographic Data Science with python. Global Spatial Autocorrelation, 2020. Disponível em: [https://geographicdata.science/book/notebooks/06\\_spatial\\_autocorrelation.html](https://geographicdata.science/book/notebooks/06_spatial_autocorrelation.html). Acesso em :01 fev. 2023.

Mapa da desigualdade, Rede Nossa São Paulo, 2022. Disponível em: [https://www.nossasaopaulo.org.br/wp-content/uploads/2022/11/Mapa-da-Desigualdade-2022\\_Tabelas.pdf](https://www.nossasaopaulo.org.br/wp-content/uploads/2022/11/Mapa-da-Desigualdade-2022_Tabelas.pdf). Acesso em: 10 mar. 2023.