



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BACHARELADO EM ESTATÍSTICA**

**RAYZA CAMILA DOS SANTOS SILVA**

**ANÁLISE ESPACIAL DA VIOLÊNCIA DOMÉSTICA E FAMILIAR  
CONTRA MULHERES NO ESTADO DE PERNAMBUCO.**

**CAMPINA GRANDE-PB**

**2023**

**RAYZA CAMILA DOS SANTOS SILVA**

**ANÁLISE ESPACIAL DA VIOLÊNCIA DOMÉSTICA E FAMILIAR  
CONTRA MULHERES NO ESTADO DE PERNAMBUCO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Estatística do Departamento de Estatística do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Estatística.

**Área de concentração:** Estatística.

**Orientador:** Prof. Dr. Ricardo Alves de Olinda.

**CAMPINA GRANDE-PB**

**2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586a Silva, Rayza Camila dos Santos.  
Análise espacial da violência doméstica e familiar contra mulheres no estado de Pernambuco [manuscrito] / Rayza Camila dos Santos Silva. - 2023.  
39 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Estatística) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2023.

"Orientação : Prof. Dr. Ricardo Alves de Olinda, Coordenação do Curso de Estatística - CCT. "

1. Violência doméstica. 2. Violência contra a mulher. 3. Estatística espacial. I. Título

21. ed. CDD 519.5

RAYZA CAMILA DOS SANTOS SILVA

**ANÁLISE ESPACIAL DA VIOLÊNCIA DOMÉSTICA E FAMILIAR  
CONTRA MULHERES NO ESTADO DE PERNAMBUCO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Estatística do Departamento de Estatística do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Estatística.

**Área de concentração:** Estatística.

Aprovada em: 24/11/2023.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Ricardo Alves de Olinda (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Profa. Dra. Ana Patrícia Bastos Peixoto  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof. Dr. Elias Silva de Medeiros  
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

Dedico este trabalho a Sandra, minha mãe; a Iêda, minha avó; e à minha tia Helda, por toda paciência e incentivo durante essa minha jornada acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a DEUS por despertar em mim o desejo de estudar.

Aos professores do Curso da UEPB, expresso minha gratidão pela paciência e por dedicarem parte do seu tempo para transmitirem os conteúdos necessários à minha formação.

Agradeço à minha mãe, Sandra, por sempre me incentivar nos estudos desde pequena. Sou grata à minha família pelo apoio que sempre me deram durante toda a minha vida e pela compreensão de minha ausência nas reuniões familiares.

Ao meus avôs Miguel(*in momoriam*) e Iêda, quero expressar minha gratidão por tudo que vocês fizeram por mim.

Ao orientador, Prof. Dr. Ricardo Olinda, expresso minha gratidão pela confiança e paciência nessa trajetória acadêmica.

Aos meus queridos amigos, em especial, Rosângela, Fabiana e Ruanda, agradeço imensamente por terem sido um apoio fundamental ao longo da minha jornada acadêmica.

“O Senhor é a minha luz e a minha salvação; a quem temerei? O Senhor é a força da minha vida; de quem me recearei?” (Salmos 27:1)

## RESUMO

A violência doméstica contra as mulheres é uma preocupação endêmica que transcende barreiras de raça, etnia, classe social e religião, ocorrendo em todas as partes do mundo. No primeiro semestre de 2022 o estado de Pernambuco, ao registrar 1.117 denúncias, figura como o quinto estado brasileiro com a maior incidência de casos de violência doméstica contra a mulher. Este estudo tem como objetivo a modelagem espacial das taxas de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres no estado de Pernambuco durante o período de 2016 a 2021. Trata-se de uma pesquisa ecológica abrangendo os 185 pernambucanos, com a aplicação de cálculos dos índices de Moran e o uso de mapas da Estatística Espacial, juntamente com modelos espaciais para verificar a dependência espacial. As variáveis independentes examinadas incluem a taxa de analfabetismo feminino, taxa de desemprego, índice de vulnerabilidade feminina e o número de divórcios, enquanto a variável dependente é a taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres em cada um dos anos considerados. Os resultados revelaram uma estrutura de autocorrelação espacial significativa entre os municípios do estado de Pernambuco, formando diferentes agrupamento. O modelo de regressão espacial, ajustado aos dados, demonstrou eficácia na descrição do relacionamento entre a taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres nos municípios do estado de Pernambuco e as variáveis independentes, tais como a taxa de analfabetismo feminino, índice de vulnerabilidade social feminino e número de divórcios. Uma análise espacial e temporal evidenciou a necessidade de estratégias específicas para abordar a questão da violência contra a mulher em diferentes contextos, ressaltando a importância de considerar fatores socioeconômicos e educacionais como parte integrante do combate a esse grave problema social.

**Palavras-chave:** taxa de incidência; autocorrelação; socioeconômicos.



## ABSTRACT

Domestic violence against women is an endemic concern that transcends barriers of race, ethnicity, social class and religion, occurring in all parts of the world. In the first half of 2022, the state of Pernambuco, registering 1,117 complaints, ranks as the fifth Brazilian state with the highest incidence of cases of domestic violence against women. This study aims to spatially model the incidence rates of domestic and family violence against women in the state of Pernambuco during the period from 2016 to 2021. This is an ecological research covering 185 Pernambuco residents, with the application of index calculations de Moran and the use of Spatial Statistics maps, together with spatial models to verify spatial dependence. The independent variables examined include the female illiteracy rate, unemployment rate, female vulnerability index and the number of divorces, while the dependent variable is the incidence rate of domestic and family violence against women in each of the years considered. The results revealed a significant spatial autocorrelation structure between the municipalities in the state of Pernambuco, forming different clusters. The spatial regression model, adjusted to the data, demonstrated effectiveness in describing the relationship between the incidence rate of domestic and family violence against women in the municipalities of the state of Pernambuco and the independent variables, such as the female illiteracy rate, vulnerability index female social status and number of divorces. A spatial and temporal analysis highlighted the need for specific strategies to address the issue of violence against women in different contexts, highlighting the importance of considering socioeconomic and educational factors as an integral part of combating this serious social problem.

**Keywords:** incidence rate; autocorrelation; socioeconomic.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1– Mapa de localização do estado de Pernambuco com seus respectivos municípios. . . . .   | 14 |
| Figura 2– Matriz de proximidade espacial com linhas normalizadas. . . . .  | 16 |
| Figura 3– Processo de seleção de modelos usando teste dos Multiplicadores de Lagrange(LM) e Robusto LM. . . . .  | 23 |
| Figura 4– Mapa de quartis para a taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres no municípios do estado de Pernambuco. . . . .                   | 26 |
| Figura 5– Diagrama de espalhamento de Moran para a taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres no municípios do estado de Pernambuco. . . . . | 28 |
| Figura 6– Lisa Map para a taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres no municípios do estado de Pernambuco. . . . .                          | 30 |
| Figura 7– Moran Map para a taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres no municípios do estado de Pernambuco. . . . .                         | 32 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1– Taxa de Incidência por Município (2016-2021) . . . . .  | 24 |
| Tabela 2– Estatística Descritiva para as taxas de incidência violência doméstica e familiar contra as mulheres nos municípios do estado de Pernambuco nos anos 2016 a 2021. . . . . | 25 |
| Tabela 3– Estimativas $I$ de Moran Global para a taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres nos municípios do estado de Pernambuco. . . . .               | 27 |
| Tabela 4– Coeficientes estimados no modelo de regressão clássica. . . . .   | 33 |
| Tabela 5– Teste de multiplicadores de Lagrange para os modelos de regressão espacial. . . . .   | 33 |
| Tabela 6– Coeficientes estimados para modelos de regressão espacial(2016). . .  | 34 |
| Tabela 7– Coeficientes estimados para modelos de regressão espacial(2017). . . .  | 34 |
| Tabela 8– Coeficientes estimados para modelos de regressão espacial(2018). . . .  | 35 |
| Tabela 9– Coeficientes estimados para modelos de regressão espacial(2019). . . .  | 35 |
| Tabela 10– Coeficientes estimados para modelos de regressão espacial(2020). . . .   | 35 |
| Tabela 11– Coeficientes estimados para os modelos de regressão espacial(2021). .  | 36 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|               |  |
|---------------|--|
| <b>AIC</b>    | Akaike Information Criterion (Critério de Informação de Akaike)      |
| <b>IVSF</b>   | Índice de Vulnerabilidade Social Feminino                            |
| <b>Q1</b>     | Primeiro quadrante   |
| <b>Q2</b>     | Segundo quadrante  |
| <b>Q3</b>     | Terceiro quadrante   |
| <b>Q4</b>     | Quarto quadrante   |
| <b>SAR</b>    | <i>Spatial Autoregressive Model</i> (Modelo Espacial Autoregressivo) |
| <b>SDM</b>    | <i>Spatial Durbin Model</i> (Modelo Espacial de Durbin)              |
| <b>SEM</b>    | <i>Spatial Error Model</i> (Modelo de Erro Espacial)                 |
| <b>SDS-PE</b> | Secretaria de Defesa Social de Pernambuco                            |
| <b>TAF</b>    | Taxa de Analfabetismo Feminino                                       |

## SUMÁRIO

|            | Página  |
|------------|---|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO</b> <b>12</b>   |
| <b>2</b>   | <b>MATERIAL</b> <b>14</b>   |
| <b>2.1</b> | <b>Dados utilizados na pesquisa</b> . . . . . 14                            |
| <b>3</b>   | <b>METODOLOGIA</b> <b>16</b>  |
| <b>3.1</b> | <b>Matriz de proximidade espacial (W)</b> . . . . . 16                      |
| <b>3.2</b> | <b>Média Móvel</b> . . . . . 17   |
| <b>3.3</b> | <b>Autocorrelação Espacial</b> . . . . . 17                                 |
| 3.3.1      | Autocorrelação Espacial Global ( <i>I</i> de Moran) . . . . . 17            |
| 3.3.2      | Autocorrelação Espacial Global (Estatística <i>C</i> de Geary) . . . . . 18 |
| 3.3.3      | Autocorrelação Espacial Local ( <i>I</i> de Moran Local) . . . . . 18       |
| 3.3.4      | Diagrama de Espalhamento de Moran . . . . . 18                              |
| 3.3.5      | Lisa Map e Moran Map . . . . . 19   |
| <b>3.4</b> | <b>Modelos de Regressão Espacial</b> . . . . . 20                           |
| 3.4.1      | Modelo Linear Clássico . . . . . 20   |
| 3.4.2      | Modelo Autorregressivo Espacial – SAR . . . . . 21                          |
| 3.4.3      | Modelo de Erro Autorregressivo Espacial - SEM . . . . . 21                  |
| 3.4.4      | Modelo Espacial de Durbin - SDM . . . . . 21                                |
| 3.4.5      | Teste dos Multiplicadores de Lagrange . . . . . 22                          |
| 3.4.6      | Seleção do modelo apropriado . . . . . 23                                   |
| <b>4</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> <b>24</b>                                     |
| <b>4.1</b> | <b>Análise Descritiva</b> . . . . . 25                                      |
| <b>4.2</b> | <b>Análise espacial</b> . . . . . 27  |
| <b>4.3</b> | <b>Regressão espacial</b> . . . . . 33                                      |
| <b>5</b>   | <b>CONCLUSÃO</b> <b>37</b>  |
|            | <b>REFERÊNCIAS</b> <b>38</b>  |

## 1 INTRODUÇÃO

A violência doméstica contra as mulheres é um problema endêmico que acontece em todas as partes do mundo, independentemente de raça, etnia, classe social ou religião. Anderson (1997), argumenta que os homens são mais propensos a cometer violência doméstica do que as mulheres, e que as mulheres que vivem em relações de posição de inferioridade têm maior probabilidade de serem vítimas de violência doméstica.

Segundo a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS, 2023), qualquer ato de violência de gênero que resulte ou possa resultar em danos ou sofrimento físicos, sexuais ou mentais contra as mulheres, ou até ameaças de tais atos, como coação ou privação arbitrária de liberdade é considerado violência doméstica contra as mulheres. No Brasil, apesar das campanhas de conscientização e das leis que protegem as mulheres da violência doméstica, o problema tem crescido de forma exponencial nos últimos anos, chegando a níveis alarmantes.

A Lei Maria da Penha, promulgada no Brasil em 2006, representa um marco significativo no combate à violência doméstica contra as mulheres. (Presidência, 2006)Essa legislação foi criada com o intuito de proteger as mulheres contra a violência física, sexual, psicológica, patrimonial e moral no âmbito doméstico e familiar. Esta lei foi batizada em homenagem à farmacêutica Maria da Penha Maia Fernandes, que sobreviveu a duas tentativas de homicídio por parte do seu esposo e foi uma das primeiras mulheres a denunciar seu marido por violência doméstica no Brasil (da Penha, 2023).

Durante o primeiro semestre de 2022, a Central de Atendimento da Ouvidoria Nacional dos Direitos Humanos (ONDH) recebeu um total de 31.398 denúncias e registrou 169.676 violações relacionadas à violência doméstica contra as mulheres. Além disso, o estado de Pernambuco, foram registradas 1.117 denúncias, posicionando-o como o quinto estado brasileiro com o maior número de casos de violência doméstica relatado (Federal, 2022).

Com base na Lei nº 13.104/2015, que classifica o feminicídio como homicídio qualificado e o inclui na lista de crimes hediondos com penas substancialmente mais severas, variando de 12 a 30 anos de prisão, e na Lei nº 11.340, conhecida como Lei Maria da Penha, é evidente que as medidas legais foram fortalecidas para proteger as vítimas de violência de gênero no Brasil. No entanto, apesar desses respaldo legal, muitas mulheres ainda relutam em denunciar seus agressores.

De acordo com a Secretaria de Defesa Social de Pernambuco (SDS-PE), houve um aumento de 14,2% no número de homicídios em março de 2022 em comparação com o mesmo período em 2019, passando de 316 para 361 homicídios (Social, 2022). As estatísticas ressaltam a complexidade dos desafios enfrentados na prevenção e combate à violência, incluindo a violência contra as mulheres, apesar das melhorias na legislação. Este aumento nos homicídios destaca a necessidade contínua de políticas e ações eficazes

para proteger todas as pessoas, especialmente as mulheres, contra a violência.

Segundo dos Santos Veiga (2021) análise espacial tem se destacado como uma abordagem fundamental na compreensão e enfrentamento da violência doméstica e familiar contra mulheres. A aplicação desses métodos proporciona uma visão aprofundada dos padrões geográficos desse fenômeno, permitindo uma resposta mais eficaz por parte das autoridades, organizações não governamentais e demais atores envolvidos na mitigação dessa grave problemática social.

Uma das principais vantagens da análise espacial nesse contexto reside na capacidade de identificar áreas específicas com maior incidência de violência. Ao mapear essas regiões, os gestores públicos podem direcionar recursos de maneira estratégica, implementando medidas preventivas e de intervenção nas quais são mais necessárias. Essa abordagem localizada é essencial para enfrentar as disparidades geográficas e garantir que as ações sejam adaptadas à realidade específica de cada comunidade.

Além disso, a análise espacial permite a incorporação de variáveis demográficas e socioeconômicas, enriquecendo a compreensão dos determinantes da violência doméstica. Ao integrar dados demográficos e econômicos com informações geográficas, pode-se identificar correlações espaciais, contribuindo para uma análise mais holística das causas subjacentes e facilitando a elaboração de políticas mais contextualmente relevantes.

Nesse contexto, a principal questão que motivou este estudo da modelagem espacial dos registros de violência doméstica e familiar contra mulheres no estado de Pernambuco baseia-se na hipótese de que podem existir regiões propícias à propagação dessa violência, correlacionadas com fatores socioeconômicos, como Taxa de Analfabetismo Feminino, Taxa de Desemprego, Índice de Vulnerabilidade Social Feminino e Número de Divórcios. Além disso, realizou-se uma quantificação e, por meio de mapas temáticos, valores preditos da variabilidade espacial, em escala global e local, utilizando também métodos de regressão espacial para avaliar possíveis associações das variáveis.

Através da aplicação de métodos avançados de análise espacial, esta pesquisa busca lançar luz sobre a geografia da violência doméstica e familiar contra as mulheres em Pernambuco. O principal objetivo é não apenas mapear os padrões geográficos dessa violência, mas também gerar ideias valiosas que possam orientar a formulação de políticas e ações práticas destinadas à erradicação desse fenômeno. O propósito final é contribuir para a construção de uma sociedade mais segura e equitativa para as mulheres.

## 2 MATERIAL

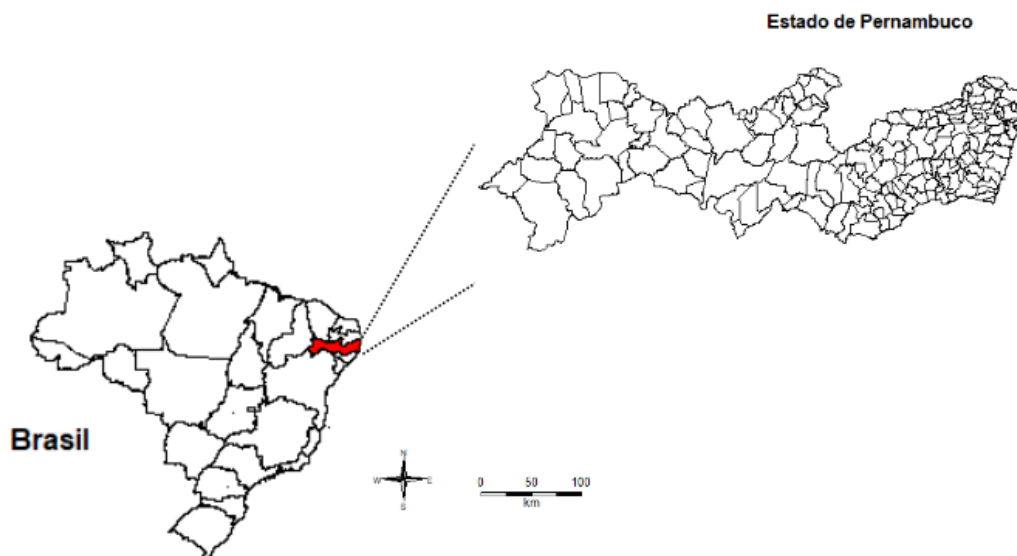
Nesta seção, detalharemos os dados fundamentais para esta pesquisa, destacando também o *software* empregado na análise. A compreensão profunda desses elementos é essencial para a construção robusta e precisa dos resultados que serão discutidos ao longo deste trabalho.

### 2.1 Dados utilizados na pesquisa

O foco do estudo é o estado de Pernambuco, localizado na região Nordeste do Brasil, como uma superfície territorial de 98.067,877  $km^2$ . De acordo com dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Pernambuco possui uma população estimada de 9.058.155 habitantes, distribuídas em 185 municípios. (IBGE, 2022)

Para a condução deste estudo, os dados referentes aos registros de violência doméstica contra mulheres nos municípios de Pernambuco foram obtidos junto à Secretaria de Defesa Social de Pernambuco (SDS-PE), abrangendo o período de 2016 a 2021. Esses dados são números absolutos dos casos registrados pela SDS-PE nos municípios pernambucanos e mostram claramente que os maiores números de registros ocorreram nas maiores cidades: Recife, Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Caruaru, Petrolina e Paulista. Entretanto, é importante conhecer a distribuição relativa, ou seja, a distribuição de casos ponderada pelo número de habitantes (taxa de incidência dos casos). Dessa forma, torna-se possível comparar, por exemplo, o número de casos no ano de 2019 em Recife (10.668 registros) com a cidade do sertão, Exu (114 registros) sem o viés do peso populacional da metrópole.

Figura 1 – Mapa de localização do estado de Pernambuco com seus respectivos municípios.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.



Neste estudo, a variável dependente abordada é a Taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra as mulheres por 100.000 habitantes nos municípios do estado de Pernambuco no período de 2016 a 2021. Os dados utilizados foram fornecidos pela Secretaria de Defesa Social de Pernambuco (SDS-PE)<sup>1</sup> e pela Secretaria de Saúde de Pernambuco (SES-PE)<sup>2</sup>. No Capítulo 4, será fornecida uma explicação detalhada sobre o cálculo da Taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra as mulheres por 100.000 habitantes.

As variáveis independentes consideradas nesta pesquisa incluem a Taxa de analfabetismo feminino de 2010 e a Taxa de desemprego de 2010, ambas retiradas da base de dados do Ministério da Saúde (DATASUS)<sup>3</sup>, o Índice de vulnerabilidade Social feminino entre 2016 a 2021, obtido da base de dados do Atlas da Vulnerabilidade Social (IVS)<sup>4</sup> e o Número de divórcios entre 2016 a 2021, extraído da Base de Dados do Estado (BDE-PE)<sup>5</sup>. Todas as análises estatísticas foram conduzidas utilizando o Software R, versão 4.2.3, desenvolvido pela equipe do R Core Team em 2023, garantindo um ambiente robusto e confiável para a interpretação dos resultados.

---

<sup>1</sup><https://www.sds.pe.gov.br/estatisticas>

<sup>2</sup><https://tabnet.saude.pe.gov.br/>

<sup>3</sup><https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>

<sup>4</sup><http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/>

<sup>5</sup><http://www.bde.pe.gov.br/EstruturacaoGeral/MapaSite.aspx>

### 3 METODOLOGIA

Na esfera da estatística espacial, distinguem-se três métodos, a saber: processos pontuais, superfície contínua e dados de área. Neste estudo, destaca-se a análise espacial de dados de área como abordagem central. Nesse contexto, os dados são apresentados de forma agregada para unidades específicas de área, como bairros, distritos, setores censitários ou municípios. Essa técnica é comumente empregada em estudos que visam identificar padrões espaciais em dados demográficos, econômicos ou sociais, proporcionando uma compreensão mais aprofundada da distribuição geográfica dos fenômenos analisados

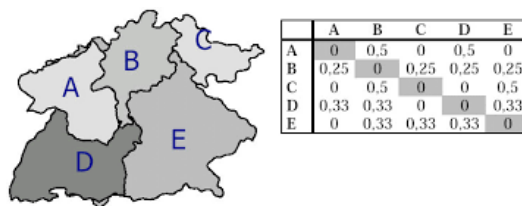
#### 3.1 Matriz de proximidade espacial (W)

Os métodos de análise de dados de área iniciam-se com a elaboração da matriz de proximidade espacial, também denominada como matriz de distância ou matriz de vizinhança. A associação de observações na matriz de proximidade é definida para cada localização e pode ser expressa por meio de uma contiguidade ou pesos espaciais em uma matriz  $W$  de ordem  $n \times n$ . Conforme Câmara (2004), a matriz de proximidade é definida como:

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nn} \end{bmatrix},$$

em que,  $n$  representa o número de observações e cada elemento  $w_{ij}$  (elementos da matriz  $W$ ) representa o nível de proximidade entre região de estudo  $A_i$  e  $A_j$ . Os elementos da matriz  $w_{ij}$  assumem o de valor  $w_{ij} = 1$ , quando as áreas  $i$  e  $j$  são consideradas vizinhas e  $w_{ij} = 0$  caso contrário. Após o preenchimento completo da matriz com essas medidas, é essencial realizar um passo adicional. A fim de assegurar que a matriz represente adequadamente a relação espacial entre as localizações e seja aplicável em análises posteriores, torna-se necessário normalizar suas linhas de modo que a soma dos pesos de cada linha seja igual a 1, conforme ilustrado na (Figura 2).

Figura 2 – Matriz de proximidade espacial com linhas normalizadas.



Fonte:(Câmara, 2004)

### 3.2 Média Móvel

A média móvel é um método comumente empregado na análise espacial para suavizar dados. Consiste em calcular a média dos valores de uma variável em um conjunto de dados específico utilizando um intervalo de tempo determinado. A suavização de superfícies espaciais por meio da média móvel é uma abordagem eficaz para reduzir flutuações locais e evidenciar padrões mais amplos (Cressie, 1993). A equação que a representa é a seguinte:

$$\hat{\mu}_i = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n w_{ij} (y_j - \bar{y}), \quad (3.1)$$

em que,  $\mu_i$  são médias ponderadas,  $w_{ij}$  a matriz de proximidade espacial normalizada  $W$ ,  $y_j$  é o valor do atributo em cada área e  $n$  é o número de polígonos.

### 3.3 Autocorrelação Espacial

Ao realizar análises sobre dados de áreas geograficamente distribuída, umas das primeiras etapas é examinar e quantificar a autocorrelação espacial, ou seja, a correlação entre a variável de interesse entre as unidades de amostras próximas. De acordo com as diretrizes de O'sullivan (2003), o objetivo fundamental desta análise exploratória é estimar o nível de autocorrelação espacial presente nas áreas em questão.

Nesse sentido, são comumente usados o índice global de Moran e o índice de Geary. No entanto, quando lidamos com um grande número de áreas, a natureza dos processos subjacentes muitas vezes sugere a presença de diferentes padrões de correlação espacial em sub-regiões específicas.

#### 3.3.1 Autocorrelação Espacial Global ( $I$ de Moran)

O Índice de Moran Global, proposto por Patrick Alfred Pierce Moran (1948), é uma estatística amplamente utilizada para avaliar a autocorrelação espacial em dados georreferenciados. O índice  $I$  de Moran calcula a autocorrelação espacial como uma covariância a partir do produto dos desvios em relação à média. Este índice quantifica o grau de associação espacial no conjunto de dados com  $n$  localizações, enquanto a hipótese nula parte do pressuposto de independência espacial, é expressa da seguinte forma:

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad (3.2)$$

no qual,  $n$  corresponde ao número de áreas,  $y_i$  é o valor do atributo considerado na área  $i$ ,  $\bar{y}$  é o valor médio dos atributos na região de estudo e o  $w_{ij}$  são os pesos atribuídos de acordo com a conexão espacial entre as áreas  $i$  e  $j$ .

O índice  $I$  de Moran possui valores restritos ao intervalo entre  $[-1,1]$ . Nesse contexto, um valor de 0 indica independência espacial, ou seja, a ausência de correlação espacial significativa. Quanto mais próximo de -1 estiver o valor do  $I$ , maior será a correlação

espacial inversa, indicando que áreas com valores semelhantes estão mais distantes umas das outras. Da mesma forma, quanto mais próximo de 1 estiver o  $I$ , mais forte será a correlação espacial direta da variável, sugerindo que áreas com valores semelhantes estão mais próximas umas das outras.

### 3.3.2 Autocorrelação Espacial Global (Estatística C de Geary)

A estatística C de Geary é uma medida de autocorrelação espacial que é calculada como a média dos quadrados das diferenças entre os valores de uma variável em unidades espaciais adjacentes, dividida pela variância dos valores da variável (Cliff, 1973). O índice de Geary é expresso da seguinte forma :

$$C = \frac{n-1}{2 \sum_{i=1}^n \sum_{i \neq j}^n} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}, \quad (3.3)$$

no qual,  $n$  corresponde ao número de áreas,  $z_i$  é o valor do atributo considerado na área  $i$ ,  $\bar{z}$  é a média dos atributos na região de estudo e o  $w_{ij}$  são os pesos atribuídos de acordo com a conexão espacial entre as áreas  $i$  e  $j$ .

A estatística C de Geary varia em um intervalo de  $[0, 2]$ . Valores próximos de 0 indicam uma associação perfeita, enquanto valores próximos de 1 sugerem um comportamento aleatório. Por outro lado, valores próximos de 2 representam uma dispersão perfeita.

### 3.3.3 Autocorrelação Espacial Local ( $I$ de Moran Local)

Embora essas medidas globais sejam valiosas para fornecer uma indicação de autocorrelação espacial global nos dados, é essencial complementar essa avaliação com estatísticas locais. De acordo com Anselin (1995), os indicadores locais produzem valores específicos para cada área, permitindo a identificação de padrões espaciais que podem não ser evidentes através do índice  $I$  de Moran. O Índice de Moran Local é dado por:

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad (3.4)$$

a estatística de teste pode ser interpretada da seguinte forma: valores positivos de  $I_i$  indicam a presença de grupos espaciais com valores semelhantes (sejam eles altos ou baixos) da variável em estudo. Por outro lado, valores negativos indicam a existência de grupos espaciais com valores distintos da variável entre as áreas e seus vizinhos.

### 3.3.4 Diagrama de Espalhamento de Moran

O Diagrama de Espalhamento de Moran oferece uma representação visual da dependência espacial. Esse diagrama é gerado a partir de valores normalizados (valores de

atributos subtraídos de sua média e divididos pelo desvio padrão), possibilitando uma análise mais aprofundada do padrão de variabilidade espacial (Câmara, 2004). Os quadrantes resultantes desse diagrama podem ser interpretados da seguinte forma:

- (i) **Quadrante 1(Q1)**: Classificado como Alto-Alto;
- (ii) **Quadrante 2(Q2)**: Classificado como Baixo-Baixo;
- (iii) **Quadrante 3(Q3)**: Classificado como Alto-Baixo;
- (iv) **Quadrante 4(Q4)**: Classificado como Baixo-Alto.

As áreas posicionadas nos quadrantes Q1 e Q2 apresentam autocorrelação local positiva, o que significa que seus valores são semelhantes. Enquanto isso, nas áreas localizadas nos quadrantes Q3 e Q4, observa-se uma autocorrelação negativa, devido à notável dissimilaridade entre as áreas vizinhas.

### 3.3.5 Lisa Map e Moran Map

Os LISA Map e Moran Map são duas técnicas estatísticas utilizadas para a análise de autocorrelação espacial. A autocorrelação espacial é a dependência entre os valores de uma variável em diferentes locais. O **LISA Map** é uma técnica que identifica regiões que apresentam correlação local significativamente diferente das demais. De acordo com Silva (2011), a avaliação da significância é realizada através da comparação, por meio de 999 permutações dos valores dos atributos dos vizinhos, sob a hipótese nula de inexistência de autocorrelação espacial. As regiões são classificadas em quatro grupos:

- Não significativos;
- Significativos a 5%;
- Significativos a 1 %;
- Significativos a 0,1%.

Outra ferramenta de visualização relevante é o **Moran Map**. Assim como o Lisa Map, o Moran Map destaca exclusivamente as regiões consideradas significativas, classificando-as com base nos quadrantes do Diagrama de Espalhamento de Moran. As áreas em que o índice local apresentou significância são categorizadas em grupos conforme os quadrantes do gráfico de espalhamento de Moran a que pertencem. Por outro lado, as áreas que não demonstram significância são classificadas como não significativas (Silva, 2011).

### 3.4 Modelos de Regressão Espacial

Os modelos de regressão espacial foram criados com a finalidade de integrar a autocorrelação espacial na estrutura do modelo. Embora esses modelos exijam a consideração dos três principais pressupostos do modelo de regressão convencional, sua inclusão do componente “espacial” na formulação tende a resolver, em grande parte, os desafios associados à autocorrelação e heterocedasticidade (Anselin, 1988).

A inferência em modelos de regressão que lidam com dados espaciais pode ser questionável devido à influência da proximidade geográfica, conforme afirmado pela primeira lei da geografia de Tobler (1970), que destaca a tendência de objetos próximos a serem semelhantes e isso levanta a questão de que casos individuais podem não ser verdadeiramente independentes. Portanto, é crucial realizar diagnósticos abrangentes desses modelos antes de reportar seus resultados.

Além disso, é de grande importância avaliar a autocorrelação espacial nos resíduos, uma vez que os resíduos são presumivelmente independentes e não correlacionados, mas a dependência espacial pode desafiar essa suposição. Na análise de regressão espacial, perseguimos dois objetivos principais: alcançar um ajuste sólido entre os valores previstos pelo modelo e os valores observados da variável dependente, e identificar quais variáveis explicativas são estatisticamente significativas na relação linear. Portanto, diagnósticos rigorosos são essenciais para garantir a validade dos resultados.

Os modelos que consideram a autocorrelação espacial entre as observações incluem o *Spatial Autoregressive Model*(SAR), o *Spatial Error Model* (SEM), o *General Spatial Model* (SAC), o *Spatial Durbin Model* (SDM) e o *Spatial Durbin Error Model*(SDEM). (Cressie, 1993)

#### 3.4.1 Modelo Linear Clássico

O princípio básico da regressão clássica é encontrar a relação entre a variável dependente e as variáveis independentes por meio de uma equação linear. De acordo com Câmara (2004), caso seja identificada autocorrelação espacial, é necessário incorporar uma estrutura espacial ao modelo, uma vez que isso impacta a capacidade explicativa dos dados no modelo, é denotado por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon, \quad (3.5)$$

na qual  $\mathbf{Y}$  é a variável dependente,  $\mathbf{X}$  é a matriz da variável independente,  $\beta$  é o coeficiente de regressão e  $\varepsilon$  é o erro associado as observações da variável dependente. É necessário que os erros apresentem uma distribuição normal, com média 0 e variância constante  $\sigma^2$ , e que seja independentes entre si, isto é ,  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$  e  $Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0, i \neq j$

### 3.4.2 Modelo Autorregressivo Espacial – SAR

Segundo Fischer (2011), o Modelo Autoregressivo SAR (Spatial Autoregressive - SAR) é uma extensão da análise de regressão linear que leva em consideração a dependência espacial entre as observações. Essa dependência é capturada por um termo espacial que é calculado a partir da autocorrelação espacial, que é uma medida da semelhança entre as observações vizinhas. O modelo pode ser expresso em sua forma mista, da seguinte maneira:

$$Y = \rho \mathbf{W} \mathbf{Y} + X\beta + \varepsilon, \quad (3.6)$$

em que  $\mathbf{W}$  é a matriz de vizinhança que multiplicada a  $\mathbf{Y}$  indica a relação de dependência espacial e  $\rho$  é o coeficiente de defasagem espacial, com valor pertencente ao intervalo aberto -1 e 1. Quando  $\rho$  assume valor zero, significa que não há dependência espacial entre as observações, isto significa que as observações vizinhas não influenciam nos valores da variável em estudo.

### 3.4.3 Modelo de Erro Autorregressivo Espacial - SEM

No modelo espacial do erro (Spatial Error Model - SEM), a dependência espacial é incorporada através dos erros, em que diferentes áreas podem exibir covariância espacial. A especificação mais comum envolve a inclusão de um processo autorregressivo de primeira ordem, dado da seguinte maneira:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\beta + \varepsilon, \quad \varepsilon = \lambda W\varepsilon + \xi, \quad (3.7)$$

sendo,  $\mathbf{Y}$  representando a variável dependente,  $W\varepsilon$  uma matriz que representa uma média dos erros nas regiões vizinhas,  $\lambda$  que representa o parâmetro do erro autorregressivo espacial, em que  $|\lambda| < 1$ ,  $\mathbf{X}$  é uma matriz de variáveis explicativas,  $\beta$  é o coeficientes de regressão e  $\xi$  é o termo de erro aleatório (Fischer, 2011).

### 3.4.4 Modelo Espacial de Durbin - SDM

No Modelo Espacial de Durbin (SDM), as interações entre unidades espaciais vizinhas são levadas em consideração tanto no nível da variável dependente defasada espacialmente ( $WY$ ) quanto no nível das variáveis explicativas ( $WX$ ). Este modelo é uma extensão do Modelo de Erro Autorregressivo Espacial (Spatial Error Model - SEM) que incorpora a dependência espacial em ambas as variáveis dependentes e independentes. O modelo pode ser representada formalmente da seguinte maneira:

$$Y = \rho W y + X\beta + W X \Theta + \varepsilon, \quad (3.8)$$

em que o vetor  $\mathbf{Y}$  representa as variáveis dependentes,  $\mathbf{X}$  é a matriz contém as variáveis explicativas,  $\beta$  é composto pelos parâmetros do modelo,  $\rho$  é o parâmetro autorregressivo espacial,  $W$  é a matriz que expressa a proximidade espacial entre as observações e  $\Theta$  é o lag espacial das variáveis explicativas (Almeida, 2012).

### 3.4.5 Teste dos Multiplicadores de Lagrange

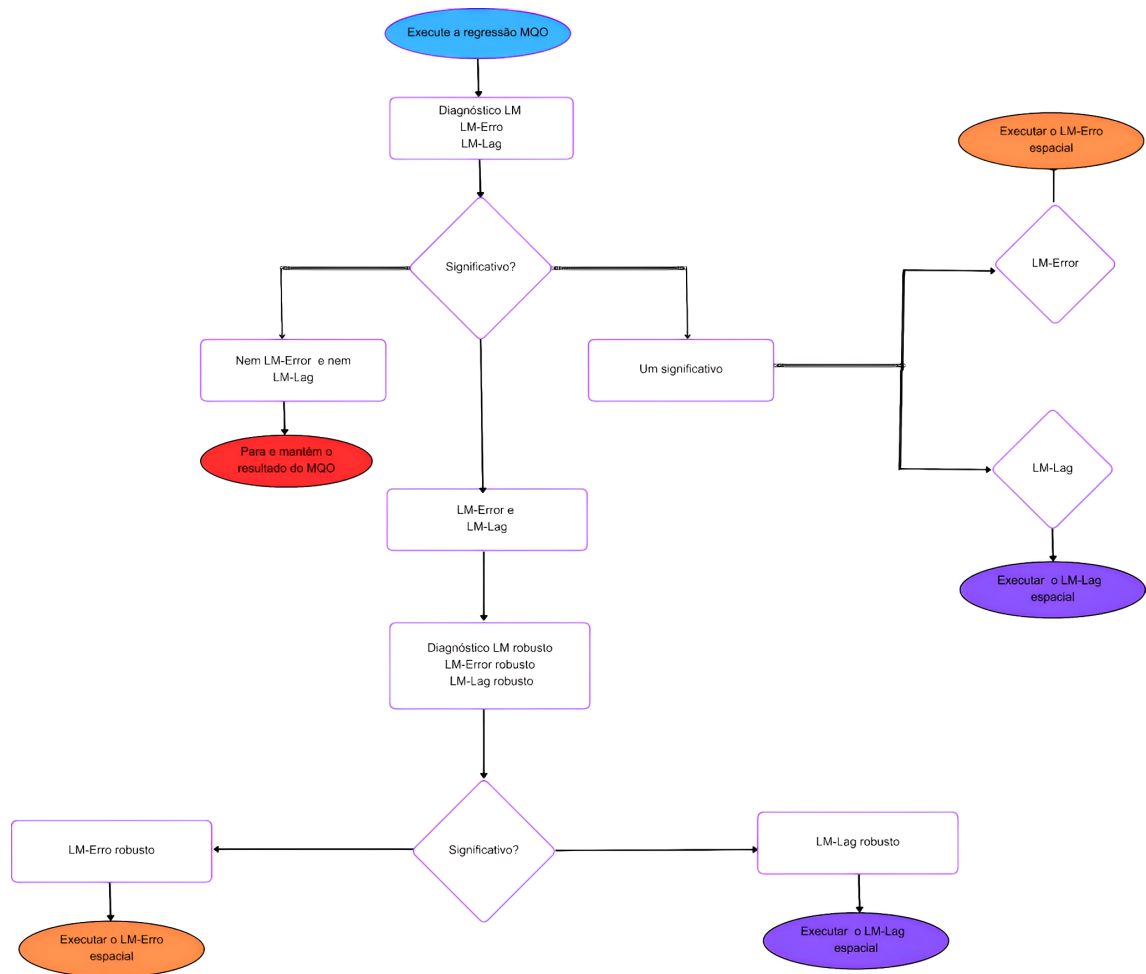
O Teste dos Multiplicadores de Lagrange (LM) é um método estatístico usado para testar a existência de dependência estrutural entre duas ou mais variáveis. Esse teste calcula a diferença entre a soma dos quadrados dos resíduos da regressão linear com e sem um termo de autocorrelação espacial. Se a diferença for estatisticamente significativa, então a hipótese nula de não autocorrelação espacial é rejeitada.

O teste robusto dos Multiplicadores de Lagrange (LM robusto) para a defasagem tem como objetivo identificar a presença de efeitos de defasagem espacial na variável dependente. De acordo com Anselin (1996), este teste segue uma distribuição qui-quadrado assintótica com um grau de liberdade, assumindo a hipótese nula de inexistência de defasagem espacial na variável dependente.

Após a implementação do Modelo de Regressão de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), os testes LM-Error e LM-Lag são realizados. Na ausência de significância em qualquer um desses testes, infere-se que os resíduos do modelo não apresentam correlação espacial. No entanto, se qualquer um dos testes produzir um resultado significativo, o modelo correspondente é examinado mais detalhadamente. Caso ambos os testes sejam estatisticamente significativos, as versões robustas do teste LM são executadas para avaliar a viabilidade de exclusão de um dos modelos, conforme ilustrado no fluxograma a seguir:



Figura 3 – Processo de seleção de modelos usando teste dos Multiplicadores de Lagrange(LM) e Robusto LM.



Fonte: (Anselin, 1988).

### 3.4.6 Seleção do modelo apropriado

A comparação de modelos é comumente realizada utilizando o Critério de Informação de Akaike (AIC), uma métrica que auxilia na determinação do modelo mais apropriado. No contexto do AIC, o modelo que apresenta o valor mais baixo é considerado o mais adequado. O AIC baseia-se no logaritmo da máxima verossimilhança e no número de parâmetros ajustados independentemente no modelo de regressão, conforme proposto por (Akaike, 1998). Sua fórmula é a seguinte:

$$AIC = -2\log L(\hat{\theta}) + 2k, \quad (3.9)$$

na qual  $\hat{\theta}$  representa a função de máxima verossimilhança e  $k$  é o número de parâmetros ajustados.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Elaborou-se inicialmente uma tabela que consolidam os dados dos 5 municípios com as maiores taxas de incidência de violência doméstica e familiar contra as mulheres. Essas taxas são calculadas considerando os casos registrados em relação à estimativa populacional feminina para cada municípios referente a cada ano em estudo. A equação subjacente a essa análise é a seguinte:

$$\frac{\text{casos\_registrados}}{\text{estimativa\_populacional\_feminina\_do\_ano}} \times 100.000,$$

assim sendo, conforme evidenciado pela Tabelas 1 a seguir, torna-se possível identificar os municípios com as taxas mais elevadas de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres em cada ano correspondente. A análise temporal revela variações significativas tanto entre os municípios quanto ao longo do tempo, apontando para dinâmicas complexas nesse fenômeno. Destacam-se, de maneira consistente, municípios como Afogados da Ingazeira, Salgueiro, Itaíba e Cabrobó, os quais apresentam persistentemente altas taxas. Essa recorrência aponta para a necessidade urgente de estratégias específicas nessas regiões. É relevante ressaltar a abrangência da análise, englobando todos os 185 municípios do estado de Pernambuco ao longo de um período de seis anos 2016 a 2021, subdivididos em cinco mesorregiões: Metropolitana do Recife, Mata, Agreste, Sertão e São Francisco.

Tabela 1 – Taxa de Incidência por Município (2016-2021)

| Municípios            | 2016     | 2017      | 2018     | 2019     | 2020     | 2021     |
|-----------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| Salgueiro             | 1.233,25 | -         | -        | -        | -        | 1.464,06 |
| Cabrobó               | 1.075,77 | -         | 1.437,53 | 1.362,83 | -        | -        |
| Itaíba                | 1.056,04 | -         | 1.590,33 | 1.421,80 | 1.610,77 | 1.379,01 |
| Arcoverde             | 1.032,68 | -         | 1.199,49 | 1.501,52 | 1.529,68 | 1.377,08 |
| Recife                | 973,38   | 92.295,08 | -        | -        | -        | -        |
| Petrolina             | -        | 26.944,68 | -        | -        | -        | -        |
| Olinda                | -        | 14.922,58 | -        | -        | -        | -        |
| Paulista              | -        | 11.225,67 | -        | -        | -        | -        |
| Serra Talhada         | -        | 5.576,01  | -        | -        | -        | -        |
| Afogados da Ingazeira | -        | -         | 1.560,56 | 1.502,68 | 1.825,17 | 1.940,95 |
| Caruaru               | -        | -         | 1.327,70 | -        | -        | -        |
| Garanhuns             | -        | -         | -        | 1.279,73 | -        | 1.308,43 |
| Tuparetama            | -        | -         | -        | -        | 1.602,64 | -        |
| Brejinho              | -        | -         | -        | -        | 1.422,92 | -        |

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

#### 4.1 Análise Descritiva

Inicialmente, procedeu-se a uma análise descritiva das taxas de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres nos municípios do estado de Pernambuco no período de 2016 a 2021. A Tabela 2 revela uma tendência preocupante de crescimento constante, evidenciando um aumento expressivo ao longo desses anos. Nota-se que a taxa máxima atingiu 1.941,95 em 2021, representando um incremento significativo em relação ao valor máximo registrado em 2016, que foi de 1.233,25. Em particular, o ano de 2017 destaca-se, apresentando um pico notável com uma taxa máxima alarmante de 92.295,08, substancialmente superior às taxas dos anos adjacentes.

Ao observar os quartis, percebe-se um crescimento constante nas taxas ao longo dos anos, sugerindo uma tendência de aumento generalizado. A média e a mediana também corroboram essa tendência ascendente, indicando que, em média, os municípios experimentaram um aumento nas taxas de incidência. No entanto, a presença de valores extremos e a elevada variância evidenciam a diversidade considerável entre os municípios, exigindo uma abordagem diferenciada para compreender as diferentes realidades locais desse fenômeno.

Tabela 2 – Estatística Descritiva para as taxas de incidência violência doméstica e familiar contra as mulheres nos municípios do estado de Pernambuco nos anos 2016 a 2021.

| Estatística   | 2016     | 2017       | 2018     | 2019     | 2020     | 2021     |
|---------------|----------|------------|----------|----------|----------|----------|
| Máximo        | 1.233,25 | 92.295,08  | 1.590,33 | 1.502,68 | 1.825,17 | 1.940,95 |
| Mínimo        | 66,85    | 1,14       | 102,5    | 141,31   | 110,72   | 109,11   |
| 1º Quartil    | 244,88   | 230        | 420      | 438      | 484      | 456      |
| 3º Quartil    | 570,48   | 590        | 770      | 794      | 848      | 814      |
| Média         | 418,92   | 1.300      | 616      | 650,9    | 677      | 653      |
| Mediana       | 350,16   | 379,8      | 573,8    | 629,5    | 613,7    | 615,6    |
| Variância     | 56.036,1 | 51.445.931 | 72.025   | 72.393   | 94.083   | 80.684   |
| Desvio Padrão | 236,72   | 7.173      | 268,4    | 269,1    | 306,7    | 284,1    |
| Curtose       | 0,33     | 138,8      | 0,98     | 0,5      | 1,01     | 1,65     |

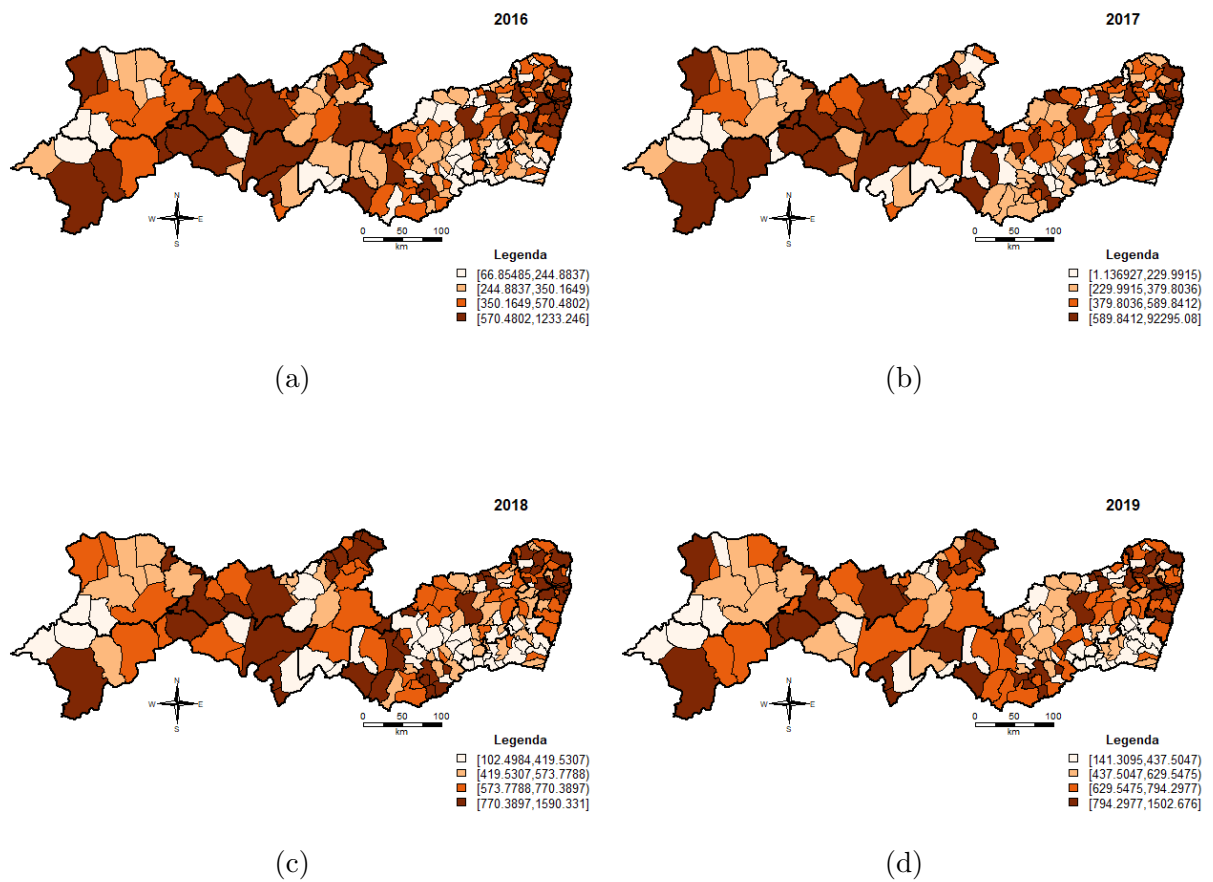
**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

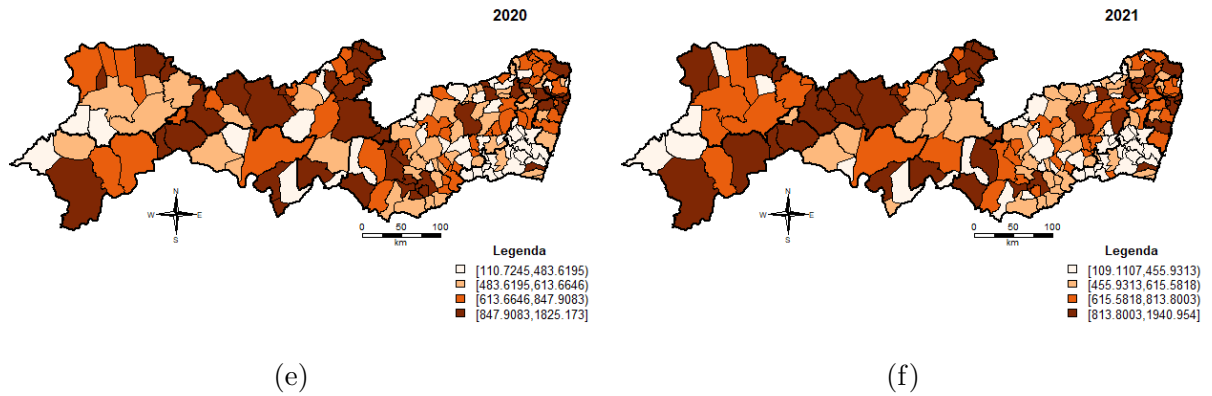
A violência enfrentada pelas mulheres abarca uma variedade de formas, englobando desde agressões físicas até modalidades mais sutis, como violência patrimonial, psicológica, moral e sexual. De maneira trágica, muitas vezes, essa violência atinge seu ápice na forma de assassinato, representando a expressão mais extrema do mal perpetrado contra as mulheres. De acordo com o relato da Folha de Pernambuco (2017), o estado de Pernambuco atingiu uma marca alarmante de violência em 2017, registrando mais de 5 mil homicídios, entre outras formas de violência. Esse número impactante não apenas evidencia a gravidade do problema, mas também sublinha a urgência de medidas eficazes para combater e prevenir tais atrocidades.

Ao analisar a Figura 4, que apresenta mapas dos quartis representando as frequências das taxas de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres nos municípios do estado de Pernambuco, observa-se um padrão evidente de aumento nas taxas ao longo dos anos. Os mapas indicam que as taxas de incidência de violência doméstica são mais elevadas, com destaque para a Região Metropolitana do Recife. Paralelamente, as mesorregiões do Sertão e São Francisco também apresentam taxas de incidência significativas. Nota-se, ainda, uma particularidade na zona sul da região da Mata, que exibe uma baixa taxa de incidência entre 2018 e 2021.

Entre os municípios com as taxas mais elevadas nos anos analisados, destacam-se Olinda, Paulista, Petrolina e Recife, ressaltando a necessidade de estratégias específicas de intervenção tanto em áreas urbanas quanto rurais para enfrentar essa problemática complexa.

Figura 4 – Mapa de quartis para a taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres no municípios do estado de Pernambuco.





**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

## 4.2 Análise espacial

Neste estudo, foram identificados Índices de Moran significativos, alcançando um nível de significância de 5%, evidenciando a existência de dependência espacial entre os municípios do estado de Pernambuco. Os resultados da análise estatística espacial, apresentados na Tabela 3 para todos os anos, revelam valores p consistentemente baixos, todos inferiores a 0,05. Essa constatação indica que a autocorrelação espacial observada é estatisticamente significativa em todos os anos analisados.

Tabela 3 – Estimativas  $I$  de Moran Global para a taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres nos municípios do estado de Pernambuco.

| Variáveis | Estatística $I$ Moran | p-valor      |
|-----------|-----------------------|--------------|
| 2016      | 0,2105                | $< 2e^{-06}$ |
| 2017      | 0,1446                | $< 5e^{-12}$ |
| 2018      | 0,2015                | $< 5e^{-06}$ |
| 2019      | 0,1642                | $< 2e^{-04}$ |
| 2020      | 0,2090                | $< 3e^{-06}$ |
| 2021      | 0,1795                | $< 4e^{-05}$ |

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

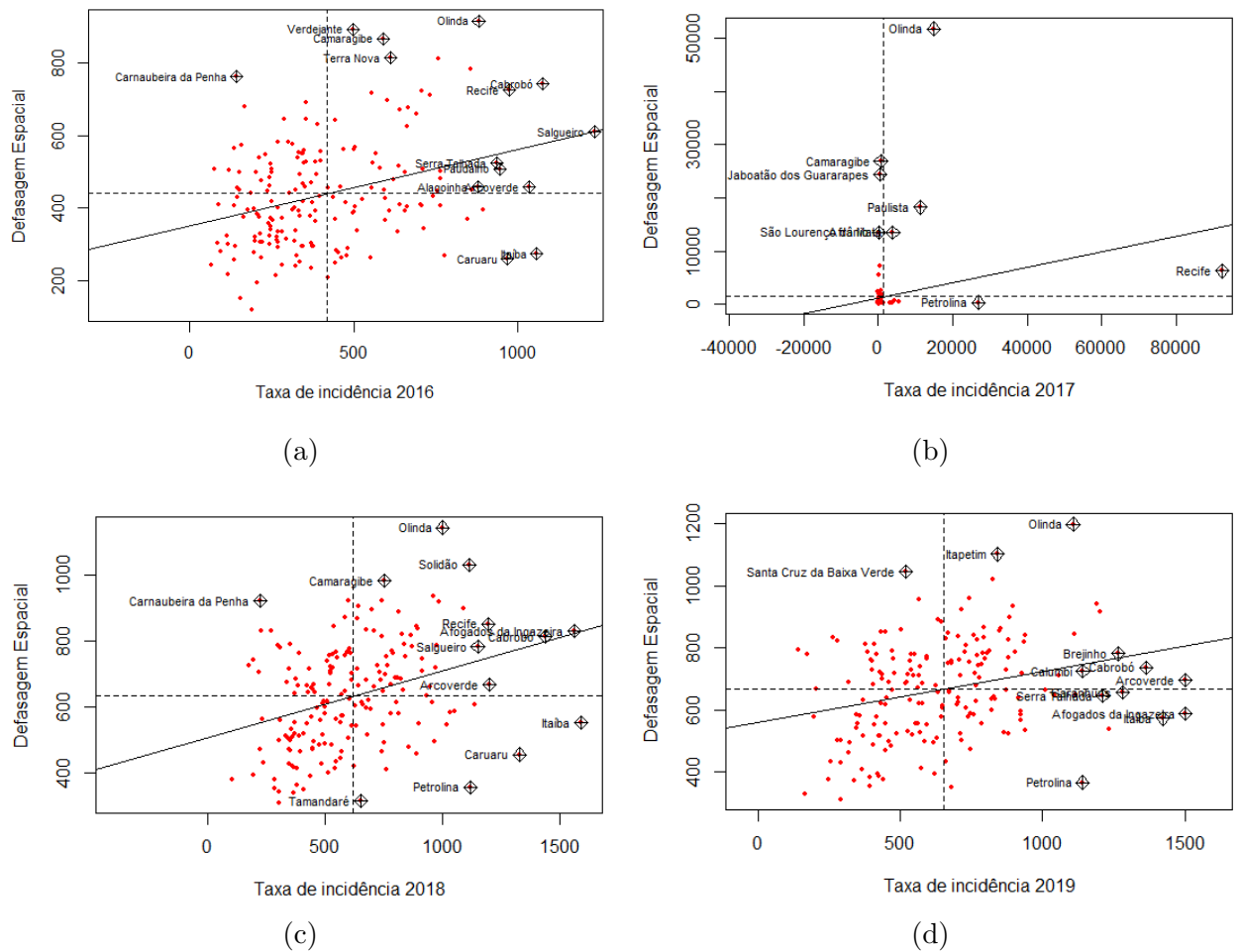
Em um estudo conduzido por Silva (2016) durante o período de 2012 a 2015, cujo objetivo era determinar a distribuição espacial da violência doméstica e familiar contra a mulher no estado de Pernambuco, foi constatada a presença de autocorrelação espacial para a variável difamação no ano de 2015 ( $I = 0,3593$ ,  $p = 0,0000$ ), e para a variável injúria ( $I = 0,1870$ ,  $p = 0,0000$ ).

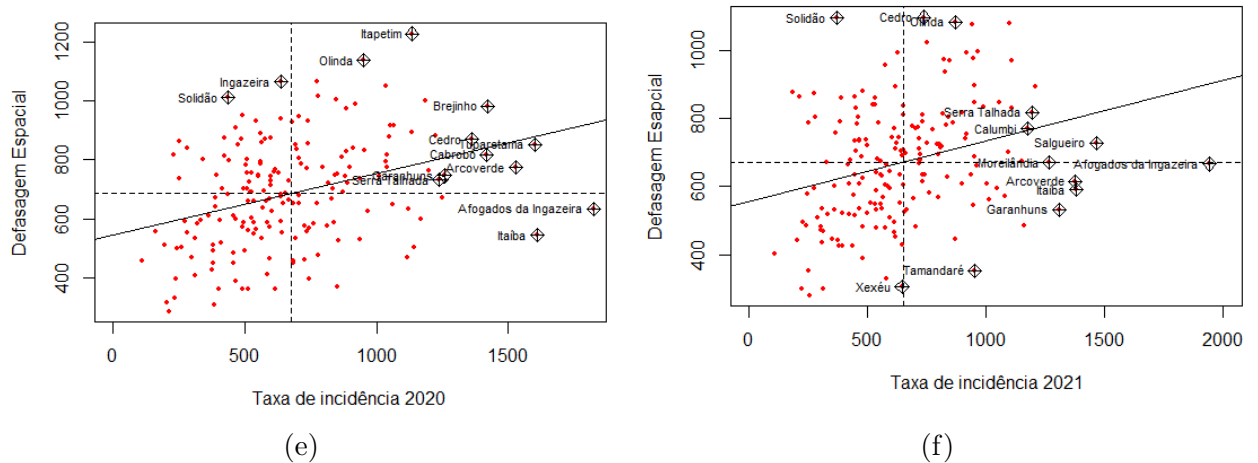
A Estatística  $I$  de Moran Global é utilizada para identificar padrões de agrupamento ou dispersão espacial nos dados. Valores positivos dessa estatística indicam autocorrelação espacial positiva, sugerindo que municípios com altas taxas de incidência de violência contra mulheres estão geograficamente próximos uns dos outros, assim como ocorre com

municípios de baixas taxas.

Contudo, antes de concluir sobre a dependência espacial com base no Índice de Moran global, é apropriado empregar o Índice de Moran local e o Mapa Lisa para validar essa constatação. Ao levar em conta essas medidas locais, é possível obter informações mais detalhadas sobre a dinâmica espacial das taxas de violência contra mulheres nos municípios de Pernambuco, o que contribui para uma melhor compreensão da distribuição geográfica desse fenômeno. Posteriormente, o comportamento espacial foi examinado por meio do diagrama de espalhamento de Moran. Nesse diagrama, os municípios foram categorizados em quatro quadrantes, com base em seus índices locais, para classificar a natureza da influência espacial que apresentam.

Figura 5 – Diagrama de espalhamento de Moran para a taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres no municípios do estado de Pernambuco.





**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

Na Figura 5, é perceptível a presença de municípios nos quadrantes Q1 e Q3. Todos os municípios no Q1 exibem valores positivos, indicando que essas localidades têm taxas de incidência positivas e influenciam seus vizinhos a terem valores semelhantes, contribuindo para a elevação dessa taxa. Além disso, observam-se alguns municípios no Q3 que apresentam baixas taxas de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres, mas cujos vizinhos registram altas taxas de incidência.

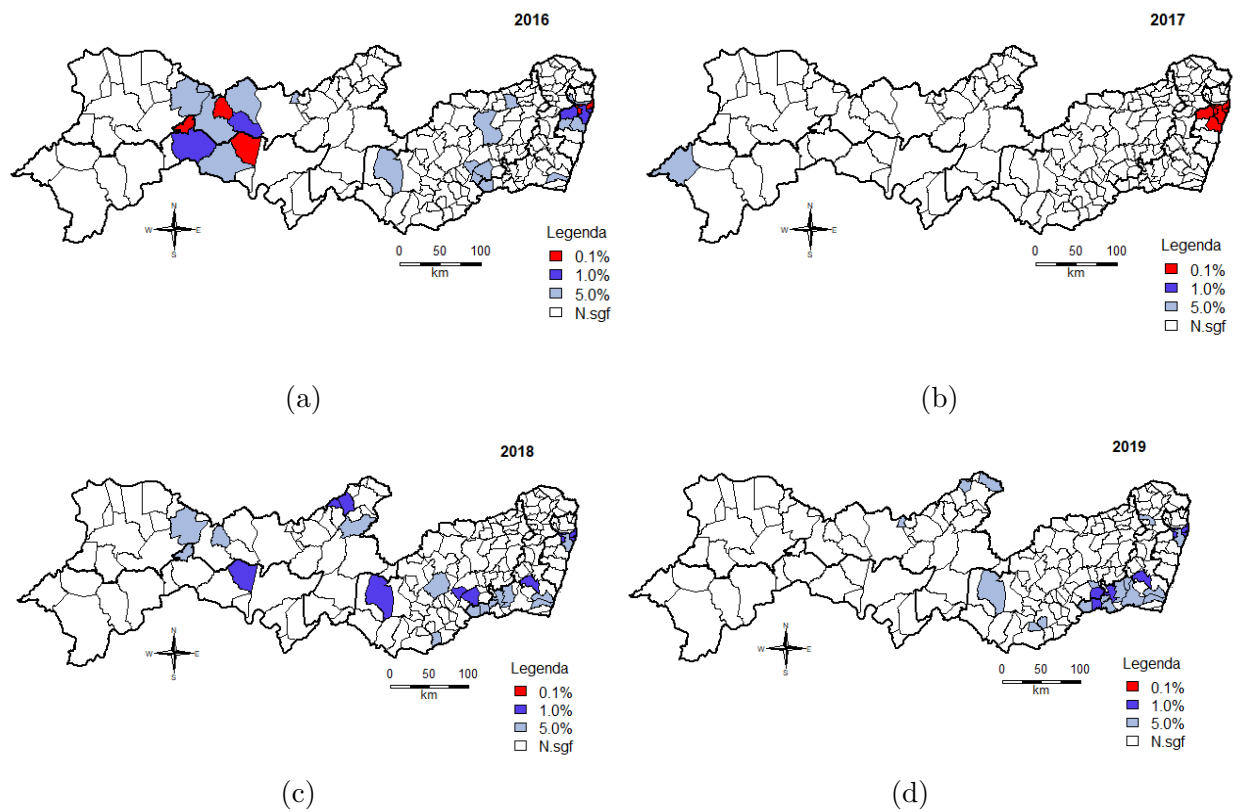
É notório que Olinda é consistentemente posicionada no Q1 em todos os anos nos diagramas, indicando que o município possui altas taxas de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres, e seus municípios vizinhos também registram índices elevados. Além disso, destaca-se uma concentração significativa de alguns municípios da Mesorregião de São Francisco Pernambucano e do Agreste Pernambucano no Q3. Essa observação sugere que, embora esses municípios específicos apresentem taxas relativamente baixas de violência doméstica, seus vizinhos experimentam índices mais elevados. Essa constatação se alinha com a Figura 4, reforçando a indicação de que a Região Metropolitana do Recife e o Agreste exibe uma alta taxa de violência contra mulheres.

Esses padrões revelam dinâmicas complexas de influência espacial, em que certas áreas exercem um impacto expressivo sobre as taxas de incidência em seus arredores, mesmo quando apresentam níveis mais moderados de violência. A Figura 6 destaca os municípios que exercem uma influência significativa sobre seus vizinhos, rejeitando a hipótese de associação espacial aleatória e demonstrando correlação significativa com seus vizinhos. Essa influência é representada por um índice local de Moran significativo nos níveis de 0,1%, 1% e 5,0%, representados pelas cores vermelha, azul escuro e azul claro, respectivamente. Já os municípios não significativos são identificados pela cor branca.

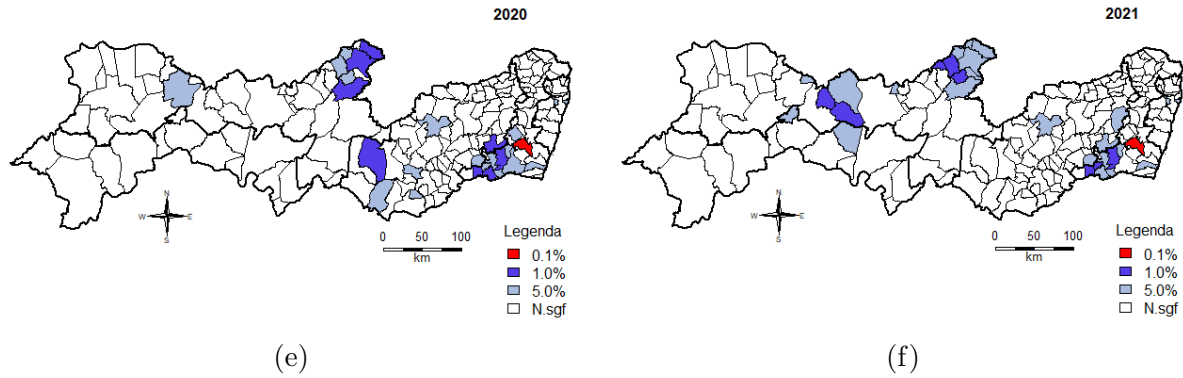
Avaliando a evolução do Lisa Map ao longo do período de 2016 a 2021, torna-se possível identificar as áreas de influência local e a apresentação dos padrões espaciais.

No ano de 2017, diversos municípios da Região Metropolitana do Recife, como Olinda, Recife, Paulista, Abreu, São José da Mata, entre outros, exibem uma correlação espacial significativa com seus vizinhos. Notavelmente, Afrânio, integrante da Mesorregião do São Francisco Pernambucano, apresenta uma correlação especialmente significativa de 5%. No ano anterior, 2016, alguns municípios da região demonstram significância espacial notável, especialmente na Mesorregião do Sertão Pernambucano, Mesorregião São Francisco Pernambucano e Região Metropolitana do Recife.

Figura 6 – Lisa Map para a taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres no municípios do estado de Pernambuco.







**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

Além disso, nos anos de 2018 e 2019, observou-se que os municípios apresentaram significância em níveis de 5% e 1%, sendo que a maioria não foi significativa. Em contrapartida, nos anos de 2020 e 2021, destaca-se uma significância semelhante para alguns municípios localizados no sul da mesorregião da Zona da Mata e no leste da mesorregião do Sertão, que faz divisa com alguns municípios do Estado da Paraíba, como Maturéia, Teixeira e Imaculada.

A Figura 7 apresenta um conjunto de mapas de Moran para a taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres nos municípios do estado de Pernambuco, divididos em seis períodos de tempo, de 2016 a 2021. Os mapas evidenciam uma tendência consistente de agrupamento na taxa de incidência de violência, indicando um padrão espacial de autocorrelação positiva. Isso significa que municípios com altas taxas tendem a estar próximos de outros com altas taxas, e o mesmo ocorre para municípios com baixas taxas.

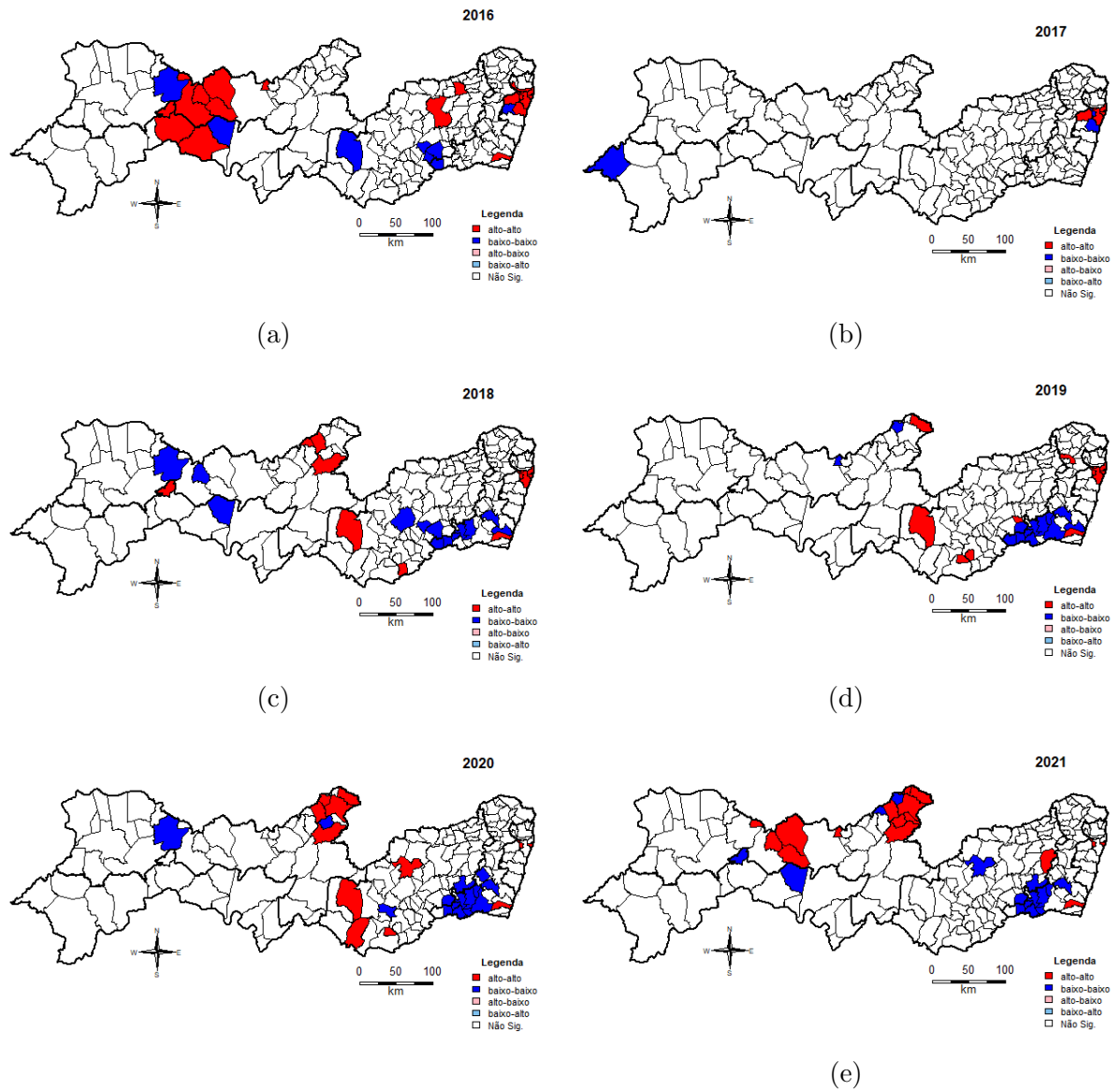
A autocorrelação positiva parece ser mais pronunciada nos anos de 2016 e 2017, diminuindo nos anos subsequentes. Essa correlação é mais expressiva nas regiões metropolitanas, como Abreu e Lima, Paulista, Olinda e Recife. No entanto, a figura também revela uma autocorrelação positiva na mesorregião do Agreste, com municípios como Caruaru e Surubim, e na mesorregião do São Francisco e Sertão, com destaque para Orobó, Cabrobó, Terra Nova, Parnamirim, Salgueiro, entre outros.

Os gráficos (e) e (f) revelam municípios com uma elevada taxa de incidência, especialmente no leste do Sertão, próximo à divisa com a Paraíba. Além disso, o sul da mesorregião da Zona da Mata e do Agreste apresenta uma baixa autocorrelação com suas vizinhanças. Essa relação pode estar sendo explicada pela implementação do isolamento social em 2020 e 2021 no Brasil, devido à pandemia de covid-19. O aumento da convivência no ambiente doméstico gerou insegurança e tensão, fatores que contribuíram para o crescimento da violência doméstica.

Em resumo, os mapas de Moran indicam uma maior incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres nos municípios do interior e Agreste de Pernambuco. Essas áreas,

caracterizadas por sua condição rural e maior vulnerabilidade socioeconômica, evidenciam índices significativos de desigualdade social.

Figura 7 – Moran Map para a taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres no municípios do estado de Pernambuco.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

### 4.3 Regressão espacial

Após a execução da análise espacial, procedeu-se à realização de ajustes em modelos multivariados por meio de regressão linear. Nessa abordagem, a variável resposta utilizada foi a Taxa de incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres, observada anualmente. As variáveis independentes incluídas no modelo foram Taxa de Analfabetismo Feminino (TAF), Taxa de Desemprego (Taxa Desemp.), Índice de Vulnerabilidade Social Feminino (IVSF) e o Número de Divórcios. Na Tabela 4, apresentam-se as estimativas dos parâmetros obtidos por meio do modelo clássico de regressão, utilizando as mencionadas covariáveis.

Tabela 4 – Coeficientes estimados no modelo de regressão clássica.

| Ano  | Intercepto (P-valor)       | TAF (P-valor)        | Taxa Desemp. (P-valor) | IVSF (P-valor)              | Divórcios (P-valor)     | $R^2$ Ajust. |
|------|----------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------|
| 2016 | 1.025,99 ( $2,33e^{-15}$ ) | -915,14 (0,000168)   | 5,40 (0,105593)        | -1.020,75 (0,000140)        | 0,77 ( $5,50e^{-07}$ )  | 0,37         |
| 2017 | 3.403,83 (0,3765)          | 18.921,25 (0,0164)   | -50,88 (0,6424)        | -17.009,47 (0,0459)         | 52,68 ( $1,23e^{-10}$ ) | 0,26         |
| 2018 | 1.283,43 ( $1,5e^{-15}$ )  | -834,55 (0,006371)   | 4,49 (0,289635)        | -1.136,41(0,000595)         | 0,44 (0,007620)         | 0,21         |
| 2019 | 1.287,96 ( $2,3e^{-15}$ )  | -731,54 (0,016354)   | 2,52 (0,550280)        | -1.098,07 (0,001057)        | 0,36 (0,000628)         | 0,22         |
| 2020 | 1.597,24 ( $2e^{-16}$ )    | -914,66 (0,0097)     | 0,61 ( $5,41e^{-05}$ ) | -1.551,11 ( $5,41e^{-05}$ ) | 0,19 (0,1801)           | 0,19         |
| 2021 | 1.438,99 ( $2e^{-16}$ )    | -1.121,80 (0,000479) | 1,74 (0,693079)        | -1.189,52 (0,000620)        | 0,27 (0,022932)         | 0,24         |

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

De acordo com os resultados apresentados na tabela acima, observamos um  $R^2$  Ajustado relativamente baixo nos modelos de regressão clássica, variando de 19% a 38%. Esses valores sugerem que a taxa de violência doméstica e familiar contra mulheres nos municípios de Pernambuco não é adequadamente explicada pelas variáveis incluídas no modelo, indicando a presença de fatores desconhecidos ou não considerados nas análises.

Diante disso, é crucial aplicar o modelo de regressão espacial e verificar a robustez levando em consideração a autocorrelação espacial subjacente nos dados. A Tabela 5, apresenta os resultados do diagnóstico da dependência espacial usando os testes de multiplicadores de Lagrange.

Tabela 5 – Teste de multiplicadores de Lagrange para os modelos de regressão espacial.

| Covariáveis | LM-error (p-valor)       | LM-lag (p-valor)        |
|-------------|--------------------------|-------------------------|
| 2016        | 10,89 (0,0009945)        | 9,13 (0,002518)         |
| 2017        | 2,48 (0,115)             | 3,78 (0,05188)          |
| 2018        | 21,11( $4,34e^{-06}$ )   | 15,43 ( $8,57e^{-05}$ ) |
| 2019        | 12,82 (0,000343)         | 9,33 (0,002259)         |
| 2020        | 24,68 ( $6,785e^{-07}$ ) | 17,29( $3,212e^{-05}$ ) |
| 2021        | 8,61(0,003339)           | 7,10(0,007847)          |

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

Os resultados dos testes de multiplicadores de Lagrange, detalhados na Tabela 5, proporcionam uma compreensão crucial da presença de dependência espacial nos resíduos do modelo de regressão. Notavelmente, esses testes revelam de maneira consistente a existência de dependência espacial nos anos de 2016, 2018, 2019, 2020 e 2021, tanto no

teste LM-error quanto no teste LM-lag. Isso sugere que padrões espaciais influenciam significativamente os resíduos do modelo, destacando a importância de incorporar considerações espaciais para uma modelagem mais precisa da violência doméstica e familiar contra mulheres em Pernambuco. Em relação a 2017, apresenta ausência de autocorrelação espacial global para ambos os testes.

Diante da detecção da autocorrelação espacial nos dados, torna-se fundamental a introdução de extensões apropriadas no modelo de regressão clássica. As Tabelas 6 a 11 apresentam estatísticas resumidas para os modelos de defasagem espacial (SAR), erro espacial (SEM) e Durbin espacial (SDM) nos anos de 2016 a 2021, respectivamente. Esses modelos, ao incorporar a dimensão espacial, evidenciam uma notável melhoria de desempenho em relação ao modelo de regressão clássica, fornecendo uma abordagem mais robusta para a modelagem da taxa de incidência de violência doméstica e familiar nos municípios de Pernambuco.

Tabela 6 – Coeficientes estimados para modelos de regressão espacial(2016).

| Covariáveis | SAR (p-valor)             | SEM (p-valor)               | SDM (p-valor)                |
|-------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Intercepto  | 892,75 ( $9,077e^{-13}$ ) | 1.042,57 ( $2,2e^{-16}$ )   | 575,04(0,004344)             |
| TAF         | -840,38(0,0002592)        | -849,82(0,0003235)          | -815,27(0,000620)            |
| Taxa Desem. | 5,43 (0,0900080)          | 6,34(0,0656748)             | 6,66(0,065512)               |
| IVSF        | -976,27(0,0001203)        | -1.108,04( $3,929e^{-05}$ ) | -1.222,65 ( $1,950e^{-05}$ ) |
| Divórcios   | 0,73( $4,345e^{-07}$ )    | 0,69646( $2,385e^{-06}$ )   | 0,66( $9,498e^{-06}$ )       |
| $\rho$      | 0,22(0,0067629)           | –                           | 0,27 (0,0052036)             |
| $\lambda$   | –                         | 0,29 (0,0030704)            | –                            |
| AIC         | 2.448,4                   | –                           | 2.451,5                      |

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

Tabela 7 – Coeficientes estimados para modelos de regressão espacial(2017).

| Covariáveis | SAR (p-valor)           | SEM (p-valor)           | SDM (p-valor)           |
|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Intercepto  | 2.833,38(0,45229)       | 3.307,94(0,39720)       | 3.586,65(0,56113)       |
| TAF         | 19.202,15 (0,01192)     | 19.397,07(0,01287)      | 20.376,11 (0,01131)     |
| Taxa Desem. | -53,69(0,61601)         | -61,14 (0,58266)        | -91,18(0,45576)         |
| IVSF        | -16.159,42(0,05108)     | -16.724,55(0,05095)     | -16.742,01(0,07785)     |
| Divórcios   | 51,01( $1,461e^{-11}$ ) | 50,90( $3,179e^{-11}$ ) | 49,41( $3,792e^{-10}$ ) |
| $\rho$      | 0,13(0,11277)           | –                       | 0,10(0,30397)           |
| $\lambda$   | –                       | 0,12 (0,19459)          | –                       |
| AIC         | 3.738,5                 | –                       | 3.744,8                 |

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

Tabela 8 – Coeficientes estimados para modelos de regressão espacial(2018).

| Covariáveis | SAR (p-valor)                     | SEM (p-valor)                    | SDM (p-valor)                 |
|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Intercepto  | 1.015,62(1, 127e <sup>-10</sup> ) | 1.280,89 (2, 2e <sup>-16</sup> ) | 687,34(0,0062814)             |
| TAF         | -736,62(0,009967)                 | -764,07(0,0089592)               | -764,29(0,0094056)            |
| Taxa Desem. | 4.88(0,220727)                    | 5,83( 0,1790619)                 | 6,05(0,1754942)               |
| IVSF        | -1.052,31(0,000657)               | -1.206,37(0,0002317)             | -1.268,30(0,0001919)          |
| Divórcios   | 0,45( 0,003429)                   | 0,49(0,0012285)                  | 0,48 (0,0020745)              |
| $\rho$      | 0,32(0.0003497)                   | –                                | 0,41(3, 153e <sup>-05</sup> ) |
| $\lambda$   | –                                 | 0,41(2, 477e <sup>-05</sup> )    | –                             |
| AIC         | 2.531,6                           | –                                | 2.533,8                       |

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

Tabela 9 – Coeficientes estimados para modelos de regressão espacial(2019).

| Covariáveis | SAR (p-valor)                                   | SEM (p-valor)                                  | SDM (p-valor)                                     |
|-------------|---|--|---|
| Intercepto  | 1,0808e <sup>+03</sup> (4, 71e <sup>-11</sup> ) | 1,3248e <sup>+03</sup> (2, 2e <sup>-16</sup> ) | 7,1552e <sup>+02</sup> (0, 0061127)               |
| TAF         | -6,5863e <sup>+02</sup> (0, 0232985)            | -6,5370e <sup>+02</sup> (0, 0283074)           | -6,2172e <sup>+02</sup> (0, 0388783)              |
| Taxa Desem. | 3,1557e <sup>+00</sup> (0, 4353286)             | 3,6920e <sup>+00</sup> (0, 3977620)            | 3,7942e <sup>+00</sup> (0, 4061249)               |
| IVSF        | -1,0596e <sup>+03</sup> (0, 0008962)            | -1,2437e <sup>+03</sup> (0.0002179)            | -1,3871e <sup>+03</sup> (9, 019e <sup>-05</sup> ) |
| Divórcios   | 3,5179e-01(0,0004065)                           | 3,5008e <sup>-01</sup> (0,0004617)             | 3,3234e <sup>-01</sup> (0,0009778)                |
| $\rho$      | 0,25(0,005375)                                  | –  | 0,31 (0,0020082)                                  |
| $\lambda$   | –   | 0,32(0,0010762)                                | –   |
| AIC         | 2.535,5   | –  | 2.538,8   |

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

Tabela 10 – Coeficientes estimados para modelos de regressão espacial(2020).

| Covariáveis | SAR (p-valor)                       | SEM (p-valor)                      | SDM (p-valor)                       |
|-------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Intercepto  | 1.299,33 (1, 914e <sup>-12</sup> )  | 1.669,15 (2, 2e <sup>-16</sup> )   | 763,59 (0,008967)                   |
| TAF         | -753,83 (0,02178)                   | -691,26 (0,03869)                  | -671,71(0,044474)                   |
| Taxa Desem. | 2,22 (0,62750)                      | 3,21 (0,51993)                     | 3,67 (0,470422)                     |
| IVSF        | -1.529,54 (1, 720e <sup>-05</sup> ) | -1.876,36 (6, 62e <sup>-07</sup> ) | -2.038,94 (1, 687e <sup>-07</sup> ) |
| Divórcios   | 0,18(0,17814)                       | 0,20 (0,14344)                     | 0,17(0,220070)                      |
| $\rho$      | 0,34 (0,00014632)                   | –                                  | 0,40 (2, 2173e <sup>-05</sup> )     |
| $\lambda$   | –                                   | 0,43 (5, 3104e <sup>-06</sup> )    | –                                   |
| AIC         | 2.583,7                             | –                                  | 2.581,4                             |

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

Tabela 11 – Coeficientes estimados para os modelos de regressão espacial(2021).

| Covariáveis | SAR (p-valor)               | SEM (p-valor)             | SDM (p-valor)               |
|-------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Intercepto  | 1.218,18 ( $1,953e^{-12}$ ) | 1.377,15 ( $2,2e^{-16}$ ) | 1.141,19 ( $9,651e^{-05}$ ) |
| TAF         | -982,66 (0,0013113)         | -889,93 (0,0044948)       | -798,29 (0,0110681)         |
| Taxa Desem. | 2,87(0,4997221)             | 4,31 (0,3453247)          | 6,26 (0,1893970)            |
| IVSF        | -1.120,50 (0,0007411)       | -1.240,76 (0,0004032)     | -1.351,58(0,0002653)        |
| Divórcios   | 0,28 (0,0154899)            | 0,33(0,0073047)           | 0,33(0,0086597)             |
| $\rho$      | 0,22 (0,016311)             | –                         | 0,24 (0,015106)             |
| $\lambda$   | –                           | 0,28(0,0061912)           | –                           |
| AIC         | 2.554                       | –                         | 2.553                       |

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

O modelo SAR mostrou-se mais adequado aos dados nos anos de 2016, 2018 e 2019, evidenciando os menores valores de AIC. Para os anos de 2020 e 2021, o modelo SDM foi o mais apropriado. Importante notar que, em 2017, embora o coeficiente de autocorrelação espacial ( $\rho$ ) seja positivo, indicando alguma autocorrelação espacial, ele não alcança significância estatística no nível de 0,05, conforme apresentado na Tabela 7. Nos demais anos, os coeficientes de autocorrelação espacial ( $\rho$  e  $\lambda$ ) foram positivos, apontando para uma autocorrelação espacial moderada.

Conforme discutido por Cerqueira et al. (2019), mulheres com nove anos de estudo têm uma probabilidade maior de vivenciar qualquer tipo de violência doméstica em comparação com aquelas com menor escolaridade. Adicionalmente, mulheres que se separaram do cônjuge mostraram um aumento positivo na incidência de violência doméstica. É importante observar que Pernambuco enfrenta um índice de vulnerabilidade social elevado, tornando desafiador para as mulheres atenderem às suas necessidades básicas, como moradia, alimentação e emprego digno.

Nos anos de 2016, 2018 e 2019, no modelo SAR, as variáveis TAF, IVSF e Divórcios foram estatisticamente significativas. Isso sugere que, à medida que a Taxa de Analfabetismo Feminino e o Índice de Vulnerabilidade Social aumentam, a incidência de violência doméstica e familiar contra as mulheres diminui. Quanto à variável independente divórcios, seu aumento está associado a um incremento na incidência de violência doméstica e familiar contra as mulheres. Já em 2021, no modelo SDM, as variáveis TAF e IVSF mantiveram sua significância, indicando que o aumento da Taxa de Analfabetismo Feminino e do Índice de Vulnerabilidade Social está associado à redução na incidência de violência doméstica e familiar contra as mulheres.

## 5 CONCLUSÃO

Em síntese, a análise dos dados relativos à incidência de violência doméstica e familiar contra mulheres nos municípios de Pernambuco revelou padrões complexos e dinâmicos ao longo do período de 2016 a 2021. As taxas de incidência apresentaram variações significativas entre diferentes regiões, destacando-se municípios como Afogados da Ingazeira, Salgueiro, Itaíba e Cabrobó, que consistentemente registraram altas taxas ao longo dos anos. A análise espacial e temporal evidenciou a necessidade de estratégias específicas para abordar a violência de gênero em diferentes contextos, tanto urbanos quanto rurais, ressaltando a importância de considerar fatores socioeconômicos e educacionais.

Essas constatações apontam para a necessidade de ações urgentes para combater esse grave problema. É fundamental que as políticas públicas de enfrentamento à violência contra as mulheres sejam implementadas de forma eficaz e coordenada. Além disso, é preciso investir na educação e na conscientização da população sobre o tema, para promover mudanças culturais que contribuam para a erradicação da violência contra as mulheres.

## REFERÊNCIAS

- AKAIKE, H. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. Springer, p. 199–213, 1998.
- ALMEIDA, E. Econometria espacial. *Campinas–SP. Alínea*, v. 31, 2012.
- ANDERSON, K. L. Gender, status, and domestic violence: An integration of feminist and family violence approaches. *Journal of Marriage and the Family*, JSTOR, p. 655–669, 1997.
- ANSELIN, L. Spatial econometrics: methods and models. Springer Science & Business Media, v. 4, 1988.
- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association—lisa. *Geographical analysis*, Wiley Online Library, v. 27, n. 2, p. 93–115, 1995.
- ANSELIN, L. Chapter eight the moran scatterplot as an esda tool to assess local instability in spatial association. *Spatial Analytical*, CRC Press, v. 4, p. 121, 1996.
- CÂMARA, G. Análise espacial de áreas. *Análise espacial de dados geográficos*, Embrapa Planaltina, v.2, 2004.
- CERQUEIRA, D.; MOURA, R. L. de; IZUMINO, W. P. *Participação no mercado de trabalho e violência doméstica contra as mulheres no Brasil*. [S.l.], 2019.
- CLIFF, A. D.; ORD, J. K. Spatial autocorrelation. *Progress in Human Geography*, v. 19, p. 245 – 249, 1995. Disponível em: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:129189690>.
- CRESSIE, N. *Statistics for spatial data*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 1993.
- FEDERAL, G. *Brasil tem mais de 31 mil denúncias de violência contra as mulheres no contexto de violência doméstica ou familiar*. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mdh/pt-br/assuntos/noticias>. Acessado em: 17 de setembro de 2023.
- FISCHER, M. M.; WANG, J. *Spatial data analysis: models, methods and techniques*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2011.
- IBGE. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe.html>. Acessado em: 12 de outubro de 2023.
- MORAN, P. A. The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, JSTOR, v. 10, n. 2, p. 243–251, 1948.
- OPAS. *Violência contra as mulheres*. 2023. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topics/violence-against-women>. Acessado em: 16 de setembro de 2023.
- O’SULLIVAN DAVID E UNWIN, D. *Geographic information analysis*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2003.
- PENHA, M. da. *O que é Violência Doméstica*. 2023. Disponível em: <https://www.institutomariadapenha.org.br/violencia-domestica/o-que-e-violencia-domestica.html>. Acessado em: 17 de setembro de 2023.



PERNAMBUCO, F. d. *Pernambuco atinge a marca inédita de cinco mil homicídios em 2017*. 2017. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/noticias/pernambuco-atinge-a-marca-inedita-de-cinco-mil-homicidios-em-2017/50328/>. Acessado em: 31 de outubro de 2023.

PRESIDÊNCIA, R. *Lei nº 11.340, de 7 de agosto de 2006*. 2006. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111340.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111340.htm). Acessado em: 17 de setembro de 2023.

SILVA, N. C. N. e. a. Análise de dados de área aplicada a dois indicadores econômicos de mesorregiões do estado de minas gerais. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 29, n. 3, p. 369–395, 2011.

SILVA, T. P. *Modelação e análise espacial da violência doméstica e familiar contra a mulher*. Tese (Doutorado), 2016.

SOCIAL, S. D. *Vioência contra a mulher recusa em marcha em Pernambuco*. 2022. Disponível em: <https://www.sds.pe.gov.br/noticias/11186-violencia-contra-a-mulher-recua-em-marco-em-pernambuco>. Acessado em: 17 de setembro de 2023.

TOBLER, W. R. A computer movie simulating urban growth in the detroit region. *Economic geography*, Taylor & Francis, v. 46, n. sup1, p. 234–240, 1970.

VEIGA, B. C. dos S. Distribuição espacial da violência contra a mulher: uma análise por geoprocessamento. *Revista Brasileira de Ciências Criminais*, v. 186, n. 2021, p. 285–319, 2021.