



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA – DECON – SEDE

BACHAREL EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

IURI CAVALCANTE PESSOA

CRIMINALIDADE E INVESTIMENTO PÚBLICO EM EDUCAÇÃO E CULTURA: UMA
ANÁLISE EXPLORATÓRIA ESPACIAL

RECIFE

2026

IURI CAVALCANTE PESSOA

CRIMINALIDADE E INVESTIMENTO PÚBLICO EM EDUCAÇÃO E CULTURA: UMA
ANÁLISE EXPLORATÓRIA ESPACIAL

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Ciências
Econômicas da Universidade Federal
Rural de Pernambuco, para apreciação e
julgamento da banca avaliadora.

Orientador: Prof. Dr. Diego Firmino
Costa da Silva

RECIFE

2026

Resumo: Este estudo analisa a relação espacial entre os investimentos públicos em educação e cultura e a criminalidade nos municípios do estado de Pernambuco, no período de 2010 a 2020, sob a perspectiva da Teoria Econômica do Crime. Utilizou-se como indicador de criminalidade e variável explicada a taxa de Mortes Violentas Intencionais (MVI) por cem mil habitantes e, como variável explicativa, o gasto municipal *per capita* em educação e cultura como indicador do gasto em educação. A metodologia empregada baseou-se na Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), utilizando o Índice de Moran Global, Local e Bivariado para identificar padrões de autocorrelação espacial e associações entre as variáveis. Os resultados evidenciaram autocorrelação espacial positiva e estatisticamente significativa para as variáveis de gasto público e criminalidade, indicando a formação de agrupamentos espaciais entre municípios com características semelhantes. Entretanto, o Moran Bivariado Global não identificou associação espacial estatisticamente significativa entre os gastos em educação e cultura e a criminalidade ao nível de 5%, embora tenham sido observadas evidências de associação espacial negativa ao nível de 10% nos anos de 2016 e 2019. As análises locais revelaram a existência de *clusters* espaciais concentrados, sobretudo na Região Metropolitana do Recife, com predominância de associações do tipo Baixo-Alto, indicando municípios com menores gastos em educação e cultura próximos a municípios com elevados níveis de violência. Conclui-se que, embora não tenha sido identificada uma relação espacial global robusta entre as variáveis, os resultados locais sugerem que os investimentos em educação e cultura podem estar associados à dinâmica espacial da criminalidade em áreas específicas, reforçando a importância de políticas públicas integradas e da incorporação da dimensão espacial em estudos sobre violência.

Palavras-chave: Criminalidade; Educação; Cultura; Econometria Espacial; Índice de Moran; Pernambuco.

Abstract: This study analyzes the spatial relationship between public investment in education and culture and crime across the municipalities of the state of Pernambuco, Brazil, from 2010 to 2020, based on the Economic Theory of Crime. The rate of Intentional Violent Deaths (MVI) per 100,000 inhabitants was used as the crime indicator and dependent variable, while municipal *per capita* expenditure on education and culture was adopted as the explanatory variable and a proxy for educational investment. The methodological approach relied on Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA), employing the Global, Local, and Bivariate Moran's I statistics to identify spatial autocorrelation patterns and associations between the variables. The results revealed positive and statistically significant spatial autocorrelation for both public expenditure and crime, indicating the existence of spatial clusters of municipalities with similar characteristics. However, the Global Bivariate Moran's I did not identify a statistically significant spatial association between education and culture expenditures and crime at the 5% significance level, although evidence of a negative spatial association was observed at the 10% significance level in 2016 and 2019. Local analyses identified significant spatial clusters, particularly in the Metropolitan Region of Recife, with a predominance of Low-High associations, indicating municipalities with lower education and culture expenditures located near municipalities with higher levels of violent crime. The findings suggest that, although no robust global spatial relationship was identified, local patterns indicate that public investment in education and culture may be associated with the spatial dynamics of crime in specific areas, reinforcing the importance of integrated public policies and the incorporation of the spatial dimension into studies on violence.

Keywords: Crime; Education; Culture; Spatial Econometrics; Moran's I; Pernambuco.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 TEORIA ECONÔMICA DO CRIME.....	7
3 REVISÃO DA LITERATURA EMPÍRICA.....	10
4 METODOLOGIA.....	12
4.1 Estratégia empírica: Análise Exploratória de Dados Espaciais.....	12
4.2 I-Moran Global.....	13
4.3 I-Moran Local.....	14
4.4 I-Moran Bivariado.....	16
4.5 Base de Dados.....	17
5 RESULTADOS.....	18
5.1 Análise Descritiva dos dados.....	19
5.2 Gráficos com evolução das variáveis.....	20
5.3 Análise Exploratória de Dados Espaciais.....	21
5.4 Análise I-Moran Univariado Global.....	22
5.5 Análise I-Moran Local Univariado.....	23
5.6 Análise I-Moran Bivariado Global.....	25
5.7 Mapas de significância.....	27
5.8 Lisa Bivariado.....	29
6 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

Desde a consolidação da economia como ciência em meados do século XVIII, com autores clássicos como Adam Smith, a análise econômica esteve fortemente voltada para temas como funcionamento dos mercados e a alocação ótima de recursos. No entanto, com o passar do tempo, especialmente no século XX, a economia passou a estudar de forma mais sistemática o comportamento individual dos agentes racionais na tomada de decisões, aplicando o método econômico de estudo a áreas do conhecimento que originalmente não se relacionam com a economia, como a psicologia e a criminalidade. Segundo Salviato e Mourão (2016), os avanços na Ciência Econômica demonstram que ela pertence a um campo vasto de estudo, em que não há exclusividade entre a questão econômica e as mais variadas atividades desempenhadas pelo ser humano, em que o objetivo é a maximização do bem-estar.

A criminalidade constitui um dos principais desafios enfrentados pela sociedade brasileira, não apenas pelos seus impactos sobre a segurança pública, mas também pelos elevados custos sociais e econômicos que impõe ao desenvolvimento. Conforme destaca Shikida (2005), o crescimento da criminalidade desestimula investimentos, eleva os custos associados à segurança e reforça a necessidade de estudos científicos que subsidiem a formulação de políticas públicas mais eficientes de prevenção e combate ao crime. Nesse contexto, partindo do pressuposto de que a economia busca estudar a forma mais eficiente de alocar os recursos escassos da sociedade, buscando maximizar o bem estar social, se faz necessário analisar como utilizar os recursos públicos da melhor forma possível, com o objetivo de diminuir as causas que motivam parte da população a cometer crimes.

Segundo o Atlas da Violência de 2025 divulgado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), em parceria com o Fórum Brasileiro de Segurança Pública (FBSP), as regiões Norte e Nordeste apresentam as maiores taxas de homicídios do Brasil. Conforme os dados apresentados no Anuário Brasileiro de Segurança Pública, divulgado pelo FBSP, em 2024, Pernambuco possuía a quarta maior taxa de Mortes Violentas Intencionais (MVI) entre os estados da federação. Dentre os municípios com as maiores taxas de MVI do país, Cabo de Santo

Agostinho e São Lourenço da Mata ocupam respectivamente a quinta e sexta colocação.

O presente trabalho tem como objetivo analisar se existe associação espacial entre os investimentos públicos em educação e a criminalidade nos municípios do estado de Pernambuco no período de 2010 a 2020, sob a perspectiva da teoria do crime, utilizando técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), buscando compreender a relação espacial entre as variáveis estudadas no período pré pandemia.

Como medida de criminalidade, utilizou-se a taxa de MVI por cem mil habitantes, indicador amplamente empregado em estudos sobre violência por apresentar maior confiabilidade estatística em comparação a outros tipos de ocorrência criminal. Diferentemente de crimes patrimoniais ou de menor potencial ofensivo, os homicídios e demais MVI possuem reduzida subnotificação, uma vez que sua ocorrência demanda registro pelas autoridades de segurança pública e pelos sistemas de saúde, tornando o indicador mais consistente para comparações espaciais e temporais

No que se refere à variável educação, adotou-se o gasto municipal per capita em educação e cultura como *proxy* para o investimento público em educação. Essa escolha decorre da forma como os dados são disponibilizados pelo Ipeadata, que agrega as despesas das funções educação e cultura em uma única rubrica para parte da série histórica analisada. Embora o indicador inclua despesas com cultura, os gastos em educação representam a parcela predominante dessa função orçamentária na maioria dos municípios brasileiros, permitindo que a variável seja utilizada como uma aproximação do esforço público em educação.

A criminalidade não acontece de forma isolada, mas está ligada a fatores sociais, econômicos e também à influência entre regiões vizinhas. De modo geral, as políticas públicas voltadas à educação, ao emprego e à segurança pública desempenham papel relevante na redução da criminalidade, especialmente no longo prazo, sendo a atuação conjunta dessas áreas fundamental para a construção de estratégias mais eficazes de enfrentamento à violência.

2 TEORIA ECONÔMICA DO CRIME

O estudo científico do crime tem início na segunda metade do século XIX, na Itália, com o positivismo criminológico, que deu origem à criminologia enquanto campo de conhecimento. Esse movimento é marcado pela publicação da obra "O Homem Delinquente", de Cesare Lombroso (1876), médico, psiquiatra e antropólogo italiano. Considerada um marco inicial da criminologia, a obra tem como principal característica a mudança de foco do objeto de estudo, do delito para o delinquente. Segundo Lombroso, o comportamento criminoso é influenciado por fatores psicológicos, biológicos e hereditários que levam determinados indivíduos à prática de atos ilícitos. Essa mudança de perspectiva, ao direcionar a atenção para as características e os determinantes do comportamento criminoso, contribuiu para o desenvolvimento posterior de abordagens interdisciplinares sobre a criminalidade, possibilitando, entre elas, a incorporação do tema pela ciência econômica.

Foi a partir do artigo "Crime and Punishment: An Economic Approach" de Gary Becker (1968) que se consolidou a Teoria Econômica do Crime. Segundo Becker (1968), o criminoso é um indivíduo dotado de racionalidade e capaz de avaliar a situação para tomar decisões que o beneficiam. Partindo dessa abordagem, os estudiosos da economia passaram a enxergar a atividade criminosa como uma série de decisões tomadas, no qual o indivíduo avalia o custo benefício de permanecer em atividades lícitas ou a praticar atos ilícitos.

Segundo De Paula, De Aguiar e Cordeiro (2020), a teoria econômica do crime de Becker (1968) é uma teoria da dissuasão. Dado que o direito penal existe para evitar atos socialmente indesejados pela maioria, a punição legal vem como uma forma de desestimular os indivíduos a cometerem tais atos indesejáveis. "Em experimentos de laboratório, até os ratos obedecem a Primeira Lei da Dissuasão, e até o pior ser humano ainda é mais racional do que um rato" (COOTER; ULEN, 2010, p. 480 apud DE PAULA; DE AGUIAR; CORDEIRO, 2020, p. 316).

Assim, partindo do pressuposto de que o criminoso é um agente racional, a teoria econômica do crime de Becker (1968) utiliza o conceito de maximização da utilidade, já conhecida pelos economistas. "Na busca pela maximização do prazer e diminuição da dor, o indivíduo pode entrar em conflito com os interesses e

comportamentos de outro indivíduo – ou da sociedade em geral –, o que pode implicar em uma necessidade de crime.” (SALVIATO; MOURÃO, 2016, p. 92). Desse modo, o criminoso identifica se os custos esperados de cometer o delito são menores que os benefícios esperados. Assim, em termos simplificados, o cálculo feito pelo criminoso para avaliar se o delito tem benefício para ele é representado pela diferença entre o benefício esperado e o custo esperado do delito.

O custo esperado do crime é calculado através da multiplicação entre a quantidade de pena fixada (F) e a probabilidade do autor do crime ser identificado e condenado (p). Enquanto o benefício esperado do crime é dado pela multiplicação do ganho esperado da atividade criminosa (G) pela probabilidade de o autor do crime não ser detido e condenado. A equação (1) representa a decisão do indivíduo em cometer o crime, a qual ocorrerá caso:

$$(1 - p)G > pF \quad (1)$$

De acordo com a teoria econômica do crime, políticas de dissuasão podem atuar por meio do aumento da probabilidade de detenção e condenação, bem como pela elevação da severidade das penas, uma vez que ambos os fatores contribuem para o aumento do custo esperado da atividade criminosa.

Entretanto, do ponto de vista econômico, é necessário considerar que ambas as estratégias de redução da criminalidade geram custos sociais indiretos e, conseqüentemente, podem implicar redução do bem-estar social, uma vez que os recursos alocados à manutenção do sistema prisional e à ampliação do efetivo policial poderiam ser direcionados a outros setores socialmente relevantes, como educação, cultura e saúde. Ademais, segundo De Paula, De Aguiar e Cordeiro (2020) é preciso verificar a combinação adequada entre probabilidade de punição e severidade da pena. Dessa forma, a análise da alocação dos recursos deve ser realizada sob a perspectiva do custo social do delito, o qual pode ser dividido em duas categorias principais: o custo social direto do crime e o custo social indireto do crime.

O custo social direto do crime diz respeito aos danos causados pelo criminoso durante a atividade criminosa. Segundo De Paula, De Aguiar e Cordeiro (2020), os

economistas geralmente consideram o custo social direto como a diferença entre o prejuízo causado à vítima do crime e os benefícios auferidos pelo criminoso. Já o custo social indireto do crime é dado pelos gastos públicos e privados na prevenção ou punição dos atos criminosos.

Portanto, ao buscar a combinação mais eficiente entre a severidade da pena e a probabilidade de apreensão para um mesmo nível de dissuasão, o Estado tende a optar pela alternativa menos dispendiosa para os cofres públicos. Assim, segundo De Paula, De Aguiar e Cordeiro (2020), a política penal mais eficiente, sob a ótica da teoria econômica do crime, não visa à erradicação completa da criminalidade, mas sim à escolha de uma combinação ótima, na qual o benefício marginal de reduzir uma unidade adicional de crime seja igual ao custo marginal dessa redução.

Becker e Kassouf (2017) dizem que a educação é uma medida das habilidades do indivíduo na sua atividade produtiva, seja ela criminosa ou não. Assim, o nível de educação pode afetar as escolhas feitas pelo indivíduo na ponderação entre permanecer na atividade legal ou não. Segundo Becker e Kassouf (2017), os canais pelos quais a educação afeta as decisões do potencial criminoso são dados por: alterações que a escolaridade tem no custo de oportunidade da atividade criminosa, alteração das taxas de aversão ao risco e preferência no tempo do indivíduo. Além disso, a escolaridade pode influenciar a dinâmica de entrada na atividade criminosa ao reduzir a exposição precoce ao crime, uma vez que a permanência na escola mantém os indivíduos ocupados e fora de ambientes propícios à prática de delitos, limitando o chamado efeito de aprendizado pela prática (*learning-by-doing*) na atividade criminosa. Por fim, a educação também pode atuar por meio das interações sociais, na medida em que o ambiente escolar favorece o convívio com pares e a internalização de normas sociais, o que pode reduzir a propensão ao comportamento criminoso.

3 REVISÃO DA LITERATURA EMPÍRICA

A literatura empírica sobre a criminalidade no Brasil tem avançado significativamente com a abordagem econométrica espacial e análise de painel, contribuindo significativamente para a análise dos determinantes do crime e suas interações territoriais.

Conforme observado por Gomes et al. (2017) e Montini (2024), a criminalidade apresenta forte dependência espacial, sendo influenciada pelas características das regiões vizinhas. Além disso, Gomes et al. (2017) destacam o papel dos fatores socioeconômicos, mostrando que o tipo de crime varia conforme a condição econômica da região: crimes contra o patrimônio tendem a ser mais frequentes em áreas mais ricas, enquanto crimes contra a pessoa ocorrem mais em regiões de menor renda.

Diversos trabalhos que se debruçaram sobre o tema da criminalidade no Brasil, encontraram evidências de que o gasto em educação corrobora para a diminuição da criminalidade. Fochezatto et al. (2021) demonstram que o investimento em educação pode proporcionar queda dos homicídios nos municípios e seus vizinhos no estado do Rio Grande do Sul (RS). Becker e Kassouf (2017) encontraram resultados semelhantes sobre os impactos do gasto em educação na criminalidade, segundo os autores o investimento público em educação atua na diminuição da criminalidade via aumento do custo de oportunidade. Becker e Kassouf (2017) observaram ainda, que a cada 10% de aumento no gasto em educação a criminalidade reduz em 1% no período seguinte.

Entretanto, conforme o estudo realizado por Castro, Silva e Lopes (2020) para os municípios brasileiros, o gasto em educação apresentou relação espacial positiva com a criminalidade, ou seja, regiões com alto gasto estavam cercadas por regiões com altos índices de criminalidade, embora a taxa de escolaridade dos municípios tenha apresentado efeito negativo na criminalidade. Segundo os autores, a educação exerce um efeito redutor sobre a criminalidade por meio do aumento do capital humano. Contudo, os gastos públicos em educação podem produzir efeitos ambíguos sobre a criminalidade, a depender da modelagem adotada.

Além disso, os trabalhos de Becker e Kassouf (2017) e Fochezatto et al. (2021) destacam que existe uma defasagem temporal no impacto que a educação tem sobre a criminalidade. Isso significa dizer que ao realizar um investimento em educação os efeitos sobre criminalidade só serão observados ao menos um período depois do investimento realizado.

Diversos estudos apontam que a criminalidade não se distribui de forma aleatória no espaço, apresentando padrões claros de concentração geográfica. Nesse sentido, Moreira Júnior *et al.* (2025) evidenciam que a criminalidade violenta letal em áreas urbanas tende a se concentrar em *clusters* específicos, onde uma pequena parcela do território concentra grande parte dos crimes. Segundo o artigo, cerca de 31,9% dos crimes ocorreram em apenas 3,93% da área urbana do município de Caucaia, Ceará.

Na mesma linha de raciocínio Carvalho, Montenegro e Martins (2024) também destacam a presença de *clusters* espaciais de criminalidade no estado do Rio de Janeiro e destacam a importância das políticas públicas voltadas à educação e geração de emprego na redução da criminalidade.

Ademais, é importante ressaltar que, ao analisar diferentes municípios, observa-se a influência de variáveis entre regiões vizinhas, em função da dependência espacial. Dessa forma, os trabalhos de Gomes *et al.* (2017) e Montini (2024) mostram que as variáveis socioeconômicas, como renda, densidade demográfica e proporção de jovens na população apresentam relação espacial e influenciam na criminalidade dos municípios vizinhos. Castro, Silva e Lopes (2020) e Fochezatto *et al.* (2021), demonstram a mesma influência na criminalidade para os municípios vizinhos em relação ao gasto público em educação e escolaridade. Dessa forma, diversos artigos apresentaram presença de dependências espaciais e evidenciaram a existência de *spillovers*.

4 METODOLOGIA

A utilização de métodos espaciais justifica-se pela possibilidade de existência de dependência espacial entre os municípios, isto é, pela hipótese de que a criminalidade observada em determinada localidade pode estar associada não apenas às características internas do município, mas também às condições socioeconômicas e estruturais dos municípios vizinhos. Dessa forma, torna-se necessário incorporar a dimensão espacial na análise, através de uma matriz de ponderação espacial, permitindo determinar o grau de vizinhança da região e identificar padrões de associação espacial entre as variáveis estudadas. Em outras palavras, segundo Castro, Silva e Lopes (2020) é importante que os efeitos espaciais sejam investigados devido à possível existência de autocorrelação espacial, o que implicaria no valor de determinada variável em uma região i está associado ao valor dessa mesma variável nas regiões vizinhas j .

4.1 Estratégia empírica: Análise Exploratória de Dados Espaciais

“A AEDE é a coleção de técnicas para descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar localidades atípicas (*outliers* espaciais), descobrir padrões de associação espacial (*clusters* espaciais) e sugerir diferentes regimes espaciais e outras formas de instabilidade espacial” (ANSELIN, 1999, p. 258 apud ALMEIDA, 2012, p.102).

Dessa forma, o primeiro passo a ser realizado em uma AEDE consiste em verificar a hipótese de aleatoriedade espacial na distribuição dos dados. Em outras palavras, busca-se identificar se os valores observados de determinada variável são independentes dos valores observados dessa mesma variável nas regiões vizinhas. Assim, a AEDE funciona como uma etapa inicial da análise espacial, permitindo compreender como determinado fenômeno se distribui dentro do território antes da aplicação de modelos econométricos espaciais mais complexos.

Para testar a hipótese de aleatoriedade espacial, a AEDE utiliza o coeficiente de autocorrelação espacial, que tem como objetivo descrever um conjunto de dados ordenados segundo uma sequência espacial. Qualquer coeficiente de autocorrelação é construído através da razão entre uma medida de autocovariância

e uma medida de variação total dos dados. Diferentes medidas de autocovariância irão resultar em diferentes coeficientes de autocorrelação espacial (Almeida, 2012).

Assim, segundo Almeida (2012), para construir uma estatística de autocorrelação espacial são necessários três elementos: uma medida de autocovariância, uma medida de variância dos dados, que tem como objetivo reescalonar e padronizar os dados, e uma matriz de ponderação espacial (W), já que se trata do contexto espacial.

4.2 I-Moran Global

A estatística utilizada neste trabalho para verificar a dependência espacial foi proposta por Moran (1948). O autor desenvolveu um coeficiente de autocorrelação espacial baseado em uma medida de autocovariância do tipo produto cruzado. A estatística I de Moran possibilita identificar a existência de dependência espacial entre as observações, verificando se valores semelhantes de determinada variável tendem a se agrupar espacialmente. A representação algébrica dessa estatística é dada pela equação (2):

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2} \quad (2)$$

em que n representa o número de regiões analisadas; z_i corresponde ao valor padronizado da variável de interesse na região i ; z_j representa o valor padronizado da variável de interesse na região j ; w_{ij} corresponde ao elemento da matriz de pesos espaciais W , indicando o grau de vizinhança entre as regiões i e j ; e S_0 representa a soma de todos os pesos espaciais da matriz, dada por $\sum_i \sum_j w_{ij}$.

Valores que excedem o valor esperado de I indicam autocorrelação espacial positiva, isto é, regiões com características semelhantes localizadas próximas entre si, enquanto valores abaixo do valor esperado indicam autocorrelação espacial negativa, caracterizando a proximidade entre regiões com valores distintos. A

hipótese nula de aleatoriedade espacial é aceita caso a estatística I de Moran seja não significativa.

Assim, conforme Almeida (2012), existem duas formas de inferência para verificar a significância estatística do I de Moran. A forma utilizada no presente trabalho foi baseada no pressuposto da normalidade. Nesse caso, conforme a equação (3), assume-se que a variável padronizada $Z(I)$ segue uma distribuição normal com média zero e variância unitária. A expressão de $Z(I)$ é dada por:

$$Z(I) = \frac{[I - E(I)]}{DP(I)} \quad (3)$$

em que I representa o valor observado da estatística de Moran, $E(I)$ corresponde ao valor esperado da estatística sob a hipótese nula de ausência de autocorrelação espacial, e $DP(I)$ representa o desvio padrão do índice de Moran. Assim, valores elevados, em termos absolutos, da estatística padronizada $Z(I)$ indicam evidências de dependência espacial estatisticamente significativa. Desse modo, rejeita-se a hipótese nula de aleatoriedade espacial quando o p-valor associado à estatística é inferior ao nível de significância adotado.

Portanto, a estatística I de Moran, ou I de Moran global, mede a relação espacial de uma mesma variável entre diferentes regiões da matriz espacial, permitindo identificar a autocorrelação espacial global do conjunto de dados e verificar a existência de dependência espacial.

4.3 I-Moran Local

O indicador de Moran local foi proposto por Anselin (1995) e assim como o I de Moran global, o I de Moran local busca identificar as áreas de *clusters* dentro da matriz espacial, através de uma medida estatística de autocorrelação espacial local. Entretanto, diferente do I de Moran global, o I de Moran local tem capacidade de identificar padrões locais de autocorrelação espacial, estatisticamente significativos, os chamados *Local Indicator of Spatial Association* (LISA).

Uma importante observação a ser feita, é que a indicação de padrões globais de autocorrelação espacial podem estar de acordo com os padrões locais, embora

não seja necessário. Segundo Almeida (2012), existem dois casos em que os padrões globais e locais de autocorrelação espacial se distinguem. O primeiro ocorre quando a estatística I de Moran global indica ausência de autocorrelação espacial global, ocultando a existência de padrões locais de autocorrelação espacial. O segundo caso ocorre quando a estatística I de Moran global indica forte autocorrelação espacial positiva ou negativa, enquanto os padrões espaciais locais apontam associação inversa. Por exemplo, em situações nas quais o I de Moran global evidencia autocorrelação espacial positiva, o I de Moran local de algum subconjunto dos dados pode apresentar autocorrelação espacial negativa.

Segundo Anselin (1995) um indicador LISA, é qualquer estatística que cumpra os dois requisitos: a capacidade para cada observação, de indicar *cluster* espaciais estatisticamente significativos; a propriedade de que o somatório dos indicadores locais, para todas as regiões, corresponde ao indicador de autocorrelação espacial global.

Desse modo, o I de Moran local faz uma decomposição do indicador global de autocorrelação, contribuindo com cada observação local que são divididos em quatro grupos: o agrupamento Alto-Alto (AA) caracteriza-se por unidades espaciais que apresentam elevados valores da variável de interesse e que estão circundadas por unidades vizinhas que também possuem valores elevados. Já o agrupamento Baixo-Alto (BA) refere-se a unidades espaciais com baixos valores da variável de interesse localizadas próximas a unidades com valores elevados. Por sua vez, o agrupamento Baixo-Baixo (BB) representa unidades espaciais com baixos valores cercadas por vizinhos que igualmente apresentam baixos valores. Por fim, o agrupamento Alto-Baixo (AB) corresponde a unidades espaciais com elevados valores da variável de interesse circunvizinhas a unidades espaciais com baixos valores. Cada categoria deste agrupamento de dados corresponde a um quadrante no diagrama de dispersão de Moran (Almeida. 2012).

Assim, o coeficiente de Moran local para uma variável de interesse padronizada pode ser expresso algebricamente da seguinte forma:

$$I_i = z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} z_j \quad (4)$$

em que I_i representa o indicador local de autocorrelação espacial da região i ; z_i corresponde ao valor padronizado da variável de interesse na região i ; w_{ij} representa o elemento da matriz de pesos espaciais W , indicando a relação de vizinhança entre as regiões i e j ; e z_j corresponde ao valor padronizado da variável de interesse nas regiões vizinhas j .

4.4 I-Moran Bivariado

Assim como o I de Moran univariado, o I de Moran bivariado tem como objetivo medir a autocorrelação espacial entre regiões. Entretanto, diferentemente da versão univariada, o I de Moran bivariado analisa a associação espacial entre duas variáveis distintas distribuídas no espaço geográfico. Dessa forma, a estatística mede a relação entre a variável x observada na região i e a defasagem espacial da variável y nas regiões vizinhas de i , e pode ser expressa algebricamente pela equação (5):

$$I_{xy} = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} z_{x_i} z_{y_j}}{\sum_{i=1}^n z_{x_i}^2} \quad (5)$$

em que n representa o número de observações espaciais, w_{ij} corresponde aos elementos da matriz de pesos espaciais W , z_{x_i} representa a variável x padronizada na região i , z_{y_j} representa a variável y padronizada na região vizinha j , e S_0 corresponde à soma total dos pesos espaciais. Valores positivos da estatística indicam associação espacial positiva entre as variáveis analisadas, isto é, regiões com elevados valores da variável x tendem a estar cercadas por regiões com elevados valores da variável y . Em contrapartida, valores negativos indicam associação espacial negativa entre as variáveis.

4.5 Base de Dados

A base de dados presente neste trabalho é composta por um índice de criminalidade, um indicador de gasto em educação e cultura e a população dos municípios do estado de Pernambuco no período de 2010 a 2020. Como base para medir a criminalidade, foram utilizados dados do número de MVI, fornecido pela Secretaria de Defesa Social do Estado de Pernambuco (SDS-PE). A SDS-PE é órgão responsável pela coordenação das forças de segurança pública e defesa civil, além de ter a função de coletar, analisar e divulgar os dados referentes à criminalidade no estado. Representada pelo MVI, a criminalidade será a variável explicada, ou dependente do modelo. O MVI inclui crimes como homicídio doloso, latrocínio e lesão corporal seguida de morte, sendo amplamente utilizada como indicador de violência letal.

A variável explicativa deste trabalho será representada pelo gasto em educação e cultura fornecido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Essa variável será responsável por tentar capturar o esforço do setor público na formação de capital humano, fator frequentemente associado à redução da criminalidade na literatura econômica.

Além das variáveis explicativa e dependente, este trabalho utiliza dados populacionais dos municípios do estado de Pernambuco. Para o ano de 2010, foram utilizados dados do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), enquanto, para o período de 2011 a 2020, foram empregadas as estimativas populacionais também disponibilizadas pelo IBGE. A população será utilizada com o objetivo de padronizar os indicadores de criminalidade e de gastos com educação e cultura, permitindo a comparação entre municípios de diferentes portes populacionais.

Desse modo, a partir dos dados coletados, foram construídas variáveis padronizadas pela população, com o objetivo de minimizar distorções decorrentes das diferenças populacionais entre os municípios. A taxa de criminalidade por cem mil habitantes foi obtida pela razão entre o número de MVI e a população de cada município, multiplicada por cem mil, sendo expressa pela equação (6) da seguinte forma:

$$Taxa\ de\ MVI_i = \frac{MVI_i}{População_i} \times 100000 \quad (6)$$

Já a segunda variável padronizada será o gasto com educação e cultura *per capita*, representada pela equação (7):

$$Gpc_i = \frac{Gasto_i}{População_i} \quad (7)$$

em que Gpc_i representa o gasto *per capita* com educação e cultura no município i , obtido pela razão entre o total de despesas municipais nessa função e a população residente do respectivo município. Dessa forma, a variável expressa o montante de recursos destinados à educação e cultura por habitante.

Além disso, foram utilizados os dados do Deflator Implícito do Produto Interno Bruto (PIB), disponibilizados pelo Ipeadata. Esse indicador consiste em um índice de preços do tipo Paasche, calculado pela razão entre o PIB nominal e o PIB real, sendo utilizado para deflacionar os gastos em educação e cultura e expressá-los em termos reais, eliminando os efeitos da inflação ao longo do período analisado.

5 RESULTADOS

Nesta seção serão realizados, por meio do software RStudio, os testes estatísticos apresentados na seção de metodologia, com o objetivo de analisar a relação entre os gastos públicos em educação e cultura e o número de MVI em Pernambuco no período de 2010 a 2020. Além disso, serão apresentados gráficos

da evolução das variáveis, diagramas de dispersão e mapas LISA, permitindo uma melhor compreensão espacial da dinâmica existente entre as variáveis de interesse.

Antes de calcular as estatísticas descritivas foi realizada uma interpolação linear, com o objetivo de remover as observações faltantes de educação e cultura na base de dados fornecida. A interpolação mostrou-se particularmente adequada para a variável de gasto público, dada sua maior estabilidade temporal decorrente do planejamento orçamentário governamental.

5.1 Análise Descritiva dos dados

A tabela 1 apresenta as principais estatísticas calculadas das variáveis de interesse nos municípios de Pernambuco para o período de 2010 a 2020 após a interpolação dos dados. É possível perceber que a média do gasto *per capita* é de R\$ 750,91 e seu desvio padrão R\$ 255,94, o que demonstra uma variável com grande dispersão dos dados entre municípios. Além disso, a distância entre o mínimo e o máximo da variável demonstra heterogeneidade nos dados de gasto público.

Tabela 1 — Estatísticas descritivas das variáveis de interesse —
Pernambuco, 2010 a 2020

Variável	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Gasto per capita	750,91	255,94	69,13	2.769,63
MVI por 100 mil habitantes	37,14	23,73	0	195,58

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SDS-PE, IPEA e IBGE.

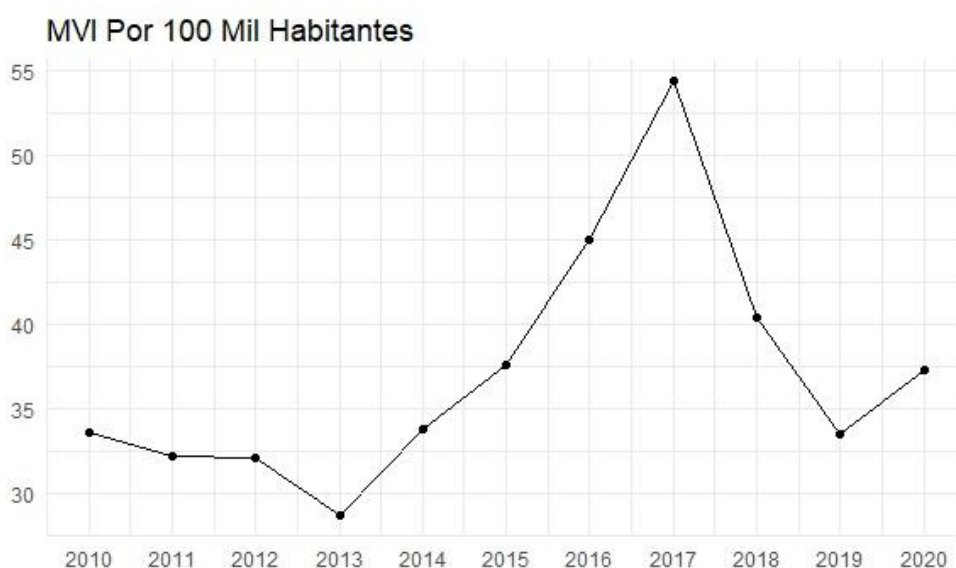
Para a variável de MVI verificou-se média de 37,14 e desvio padrão de 23,73, demonstrando elevada variabilidade espacial da criminalidade entre os municípios pernambucanos. O valor mínimo registrado foi igual a zero, enquanto o máximo alcançou 195,58 mortes por 100 mil habitantes, indicando a existência de municípios com níveis elevados de violência letal na região ao longo do período analisado.

5.2 Gráficos com evolução das variáveis

A seguir serão apresentados gráficos com a evolução média das variáveis, MVI por cem mil habitantes e gasto em educação e cultura do estado de Pernambuco entre os anos de 2010 e 2020.

A figura 1 apresenta a média do MVI por cem mil habitantes. Os resultados mostram valores entre 25 e 40 mortes intencionais por cem mil habitantes na maior parte do período estudado. Apresentando tendência de crescimento a partir de 2013, a variável encontra seu máximo no ano de 2017, quando atinge cerca de 55 mortes intencionais por cem mil habitantes e apresentando queda na sequência para os níveis anteriores entre 25 e 40 mortes intencionais por cem mil habitantes.

Figura 1 — Evolução do número de MVI por cem mil habitantes — Pernambuco, 2010 a 2020

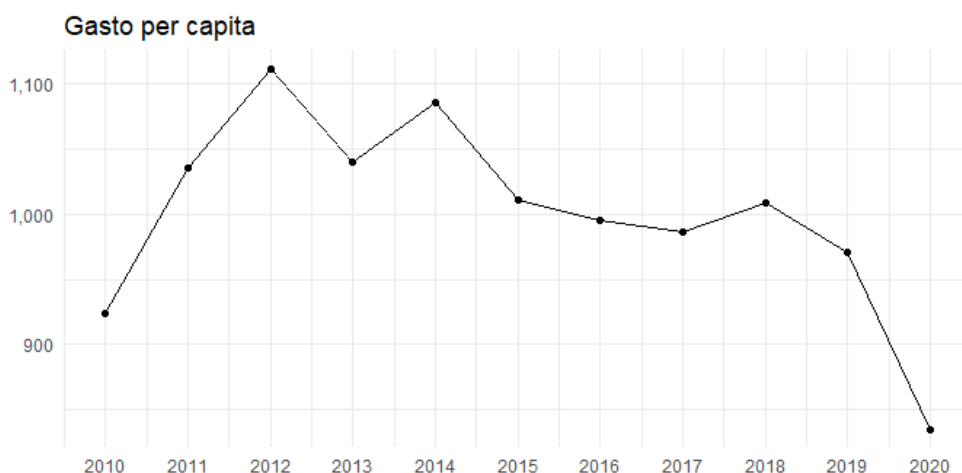


Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SDS-PE, IPEA e IBGE.

A Figura 2 apresenta a evolução do gasto *per capita* real em educação e cultura nos municípios de Pernambuco entre 2010 e 2020. Observa-se um crescimento expressivo dos gastos entre 2010 e 2012, período em que o indicador atingiu seu maior valor da série. Posteriormente, os gastos apresentaram oscilações, seguidas de uma trajetória predominantemente decrescente a partir de 2015. Destaca-se a forte redução observada em 2020, quando o gasto *per capita* real

alcançou o menor valor do período analisado, resultado que pode estar associado aos efeitos da pandemia de COVID-19.

Figura 2 — Evolução do gasto em educação e cultura *per capita* real —
Pernambuco, 2010 a 2020



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SDS-PE, IPEA e IBGE.

5.3 Análise Exploratória de Dados Espaciais

Iniciando a seção de AEDE, é necessário entender que o objetivo da análise é buscar identificar padrões, dependências e agrupamentos espaciais. Para tanto, é preciso especificar a matriz de pesos espaciais utilizada, uma vez que ela define a estrutura de interação espacial entre os municípios e serve de base para o cálculo das estatísticas globais e locais de Moran.

Neste trabalho, a matriz de pesos espaciais foi construída a partir do critério de contiguidade do tipo *Queen*, considerando como vizinhos os municípios que compartilham fronteiras ou vértices. Posteriormente, a matriz foi padronizada por linha, de modo que a soma dos pesos espaciais associados a cada município fosse igual a 1. Essa padronização permite interpretar os valores defasados espacialmente como médias ponderadas dos municípios vizinhos, sendo amplamente utilizada em estudos de econometria espacial e AEDE.

Além disso, é importante destacar que as estatísticas de Moran são calculadas a partir de análises de corte transversal, isto é, considerando a

distribuição espacial das variáveis em um determinado momento do tempo. Dessa forma, a avaliação da dependência espacial não é realizada sobre toda a série temporal simultaneamente, mas sim para anos específicos da amostra. Em razão disso, foram selecionados quatro anos representativos do período de 2010 a 2020 para a realização das análises espaciais: 2010, 2013, 2016 e 2019. A escolha destes anos permitiu acompanhar a evolução dos padrões espaciais ao longo do período analisado, mantendo intervalos regulares entre as observações.

5.4 Análise I-Moran Univariado Global

A Tabela 2 apresenta os resultados do *I* de Moran global univariado para as variáveis de gasto *per capita* em educação e cultura e MVI por cem mil habitantes nos anos selecionados para a análise transversal. O valor esperado da estatística sob a hipótese nula de ausência de autocorrelação espacial é aproximadamente igual a -0,005.

Observa-se que os valores estimados do *I* de Moran foram positivos em todos os anos analisados para ambas as variáveis e estatisticamente significativos aos níveis convencionais de significância, conforme evidenciado pelos baixos p-valores. Esses resultados permitem rejeitar a hipótese de aleatoriedade espacial e indicam a existência de autocorrelação espacial positiva entre os municípios pernambucanos.

Em outras palavras, municípios com elevados gastos *per capita* em educação e cultura tendem a estar localizados próximos a municípios que também apresentam elevados níveis de gasto, enquanto municípios com baixos gastos tendem a estar cercados por municípios com características semelhantes. De forma análoga, observa-se que municípios com elevados níveis de MVI tendem a se concentrar espacialmente próximos a outros municípios com elevados níveis do indicador, ao passo que municípios com baixos níveis de violência tendem a estar próximos de municípios igualmente menos violentos.

Quanto à intensidade da dependência espacial, os coeficientes estimados variaram entre 0,142 e 0,285 para os gastos *per capita* e entre 0,113 e 0,283 para o MVI por cem mil habitantes, indicando uma autocorrelação espacial positiva de magnitude moderada ao longo do período analisado.

Tabela 2 — Resultados estatísticos do I de Moran global univariado — Pernambuco, 2010, 2013, 2016 e 2019

Gastos com Educação e Cultura			Mortes Violentas Intencionais	
Ano	I de Moran	p-valor	I de Moran	p-valor
2010	0,203	0,000	0,150	0,000
2013	0,285	0,000	0,113	0,005
2016	0,248	0,000	0,283	0,000
2019	0,142	0,000	0,250	0,000

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SDS-PE, IPEA e IBGE.

5.5 Análise I-Moran Local Univariado

Para a análise local do Moran univariado serão apresentados um diagrama de dispersão para cada variável de interesse. No diagrama de dispersão de Moran, os municípios são distribuídos em quatro quadrantes de acordo com a relação entre o valor da variável observada e a média ponderada dos valores dos municípios vizinhos.

O quadrante Alto-Alto (AA) localiza-se no canto superior direito e representa municípios com valores acima da média cercados por vizinhos que também apresentam valores acima da média. O quadrante Baixo-Baixo (BB), localizado no canto inferior esquerdo, representa municípios com valores abaixo da média cercados por vizinhos igualmente abaixo da média. Já o quadrante Alto-Baixo (AB), situado no canto inferior direito, indica municípios com valores acima da média cercados por vizinhos com valores abaixo da média. Por fim, o quadrante Baixo-Alto (BA), localizado no canto superior esquerdo, corresponde a municípios com valores abaixo da média, cercados por vizinhos com valores acima da média.

por municípios cujos níveis de MVI são relativamente menores, e vice-versa. Dessa forma, os resultados apontam para uma possível associação espacial inversa entre os gastos em educação e cultura e os níveis de violência.

Entretanto, os p-valores indicam que nenhum dos coeficientes estimados foi estatisticamente significativo ao nível de 5%. Na análise do período corrente, os p-valores variaram entre 0,068 e 0,747, enquanto na análise com o MVI defasado (t+1) variaram entre 0,069 e 0,197. Portanto, não é possível rejeitar a hipótese nula de ausência de autocorrelação espacial bivariada para nenhum dos anos analisados ao nível de significância de 5%.

Tabela 3 — Resultados estatísticos do I de Moran global bivariado —
Pernambuco, 2010, 2013, 2016 e 2019

Ano	I de Moran	p-valor	I de Moran (t+1)	p-valor (t+1)
2010	-0.115	0.252	-0.145	0.164
2013	-0.036	0.746	-0.141	0.197
2016	-0.190	0.068	-0.182	0.087
2019	-0.163	0.097	-0.178	0.069

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SDS-PE, IPEA e IBGE.

Apesar da ausência de significância estatística ao nível de 5%, observa-se que os coeficientes estimados para 2016 e 2019 apresentaram magnitudes relativamente maiores em termos absolutos, tanto na análise do período corrente quanto na análise defasada. Ademais, os menores p-valores da série foram observados justamente nesses anos, enquadrando-se no nível de significância de 10%. Esses resultados podem indicar a existência de uma tendência de associação espacial negativa entre o gasto público em educação e cultura e a criminalidade nos anos em questão, embora as evidências encontradas não sejam suficientemente robustas para confirmar essa relação ao nível de significância de 5%.

No caso específico da análise com o MVI defasado em um período ($t+1$), os resultados indicam que maiores gastos *per capita* em educação e cultura não apresentaram associação espacial significativa com menores níveis futuros de violência nos municípios vizinhos. Assim, os resultados não fornecem evidências estatísticas de que os gastos observados em um determinado ano estejam relacionados à distribuição espacial da violência no período subsequente.

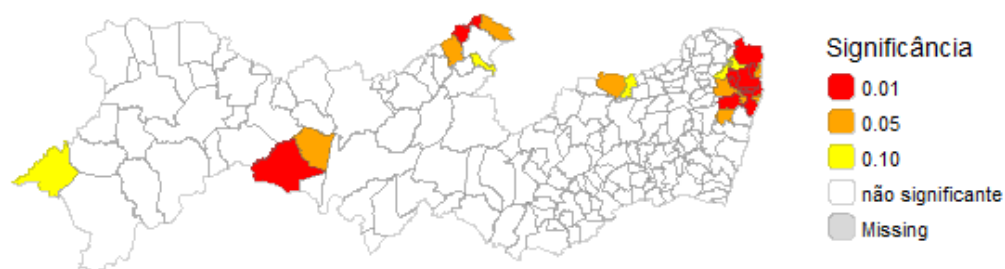
Em síntese, diferentemente dos resultados obtidos para o Moran global univariado, que evidenciaram autocorrelação espacial positiva significativa para ambas as variáveis em todos os anos, o Moran global bivariado identificou associação espacial estatisticamente significativa ao nível de 10% entre os gastos municipais em educação e cultura e o MVI nos anos de 2016 e 2019, tanto na análise do mesmo período quanto considerando uma defasagem temporal do indicador de violência.

5.7 Mapas de significância

Considerando que o I de Moran global bivariado apresentou significância estatística variada para os anos analisados, foram elaborados mapas de significância do LISA bivariado para os municípios de Pernambuco. O objetivo desses mapas é identificar a existência de associações espaciais locais estatisticamente significativas entre as variáveis analisadas, bem como evidenciar os diferentes níveis de significância observados em todos os municípios de Pernambuco para a análise de corte transversal. Para essa análise, foram adotados níveis de significância de 1%, 5% e 10%.

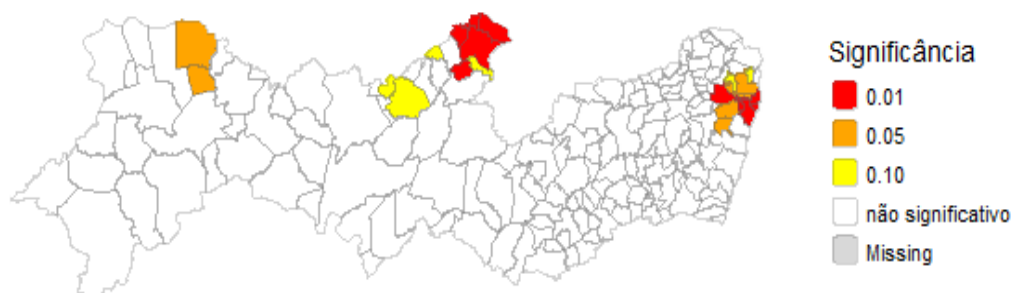
É possível observar nas figuras 5, 6, 7, e 8 que a maioria dos municípios do estado não apresentam significância estatística, o que corrobora com o resultado do I de Moran global bivariado apresentado na tabela 3. Além disso, os mapas mostram que a maior parte dos municípios que apresentaram alto nível de significância estatística encontra-se concentrada na Região Metropolitana do Recife (RMR). Esse padrão pode estar relacionado às características socioeconômicas e demográficas da região, que apresenta elevada densidade populacional e maior integração urbana em comparação com as demais regiões do estado.

Figura 5 — Mapa de significância do LISA bivariado — Pernambuco, 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SDS-PE, IPEA e IBGE.

Figura 6 — Mapa de significância do LISA bivariado — Pernambuco, 2013



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SDS-PE, IPEA e IBGE.

Figura 7 — Mapa de significância do LISA bivariado — Pernambuco, 2016



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SDS-PE, IPEA e IBGE.

Figura 8 — Mapa de significância do LISA bivariado — Pernambuco, 2019



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SDS-PE, IPEA e IBGE.

5.8 Lisa Bivariado

Por fim, para finalizar a AEDE, as Figuras 9, 10, 11 e 12 apresentam os mapas de *clusters* do LISA bivariado para os municípios de Pernambuco. Diferentemente do mapa de significância, que identifica apenas os municípios com associações espaciais estatisticamente significativas, o mapa de *clusters* permite visualizar a natureza dessas associações. Os agrupamentos Alto-Alto (*High-High*) e Baixo-Baixo (*Low-Low*) representam associações espaciais positivas, enquanto os agrupamentos Alto-Baixo (*High-Low*) e Baixo-Alto (*Low-High*) representam associações espaciais negativas. Dessa forma, os mapas possibilitam identificar quais municípios contribuem para os padrões locais de associação espacial observados entre o gasto *per capita* em educação e cultura e o MVI por cem mil habitantes.

Figura 9 — Mapa de *clusters* do LISA bivariado — Pernambuco, 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SDS-PE, IPEA e IBGE.

Figura 10 — Mapa de *clusters* do LISA bivariado — Pernambuco, 2013



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SDS-PE, IPEA e IBGE.

Figura 11 — Mapa de *clusters* do LISA bivariado — Pernambuco, 2016



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SDS-PE, IPEA e IBGE.

Figura 12 — Mapa de *clusters* do LISA bivariado — Pernambuco, 2019



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SDS-PE, IPEA e IBGE.

Como observado nos mapas de significância do LISA bivariado, a maior concentração de municípios com significância estatística encontra-se na RMR. A

análise dos mapas de *clusters* revela que, na maior parte dos anos considerados, predominam associações espaciais negativas do tipo Baixo-Alto (*Low-High*). Esse padrão indica municípios com gastos *per capita* em educação e cultura abaixo da média estadual localizados próximos a municípios cujos níveis de MVI por cem mil habitantes se encontram acima da média.

Dessa forma, os resultados sugerem a existência de uma associação espacial local inversa entre as variáveis analisadas em determinadas áreas da RMR, evidenciando que municípios com menores níveis de gasto tendem a estar inseridos em contextos espaciais caracterizados por maiores níveis de violência nos municípios vizinhos.

A violência apresenta uma dinâmica própria e heterogênea, podendo ser influenciada por diversos fatores. No Brasil, os gastos com segurança pública constituem um dos principais instrumentos utilizados no combate à criminalidade. Apesar disso, conforme afirmado por De Paula, De Aguiar e Cordeiro (2020), segundo a teoria econômica do crime, o Estado não busca erradicar a criminalidade por meio dos investimentos em segurança pública, mas sim promover uma alocação mais eficiente de seus recursos, por meio da combinação ótima entre a probabilidade de apreensão e a severidade da pena.

Já o investimento em educação desempenha uma importante função na formação de capital humano e no aumento do custo de oportunidade da atividade criminosa, contribuindo para o aumento do bem-estar social. Além disso, conforme apresentado neste trabalho e em diversos estudos da literatura, os investimentos em educação podem apresentar associação espacial negativa com a criminalidade. Dessa forma, políticas públicas voltadas à ampliação e à melhoria dos investimentos em educação podem gerar benefícios que transcendem os indicadores educacionais, contribuindo também para a redução de fatores socioeconômicos associados à violência no longo prazo.

Entretanto, os resultados encontrados neste estudo indicam que a relação entre o gasto em educação e cultura e a criminalidade não se manifesta de maneira homogênea e imediata no espaço, sugerindo que os efeitos da educação sobre a criminalidade são complexos e condicionados por outros fatores econômicos, sociais, institucionais e demográficos. Portanto, mostra-se necessária uma maior

contribuição para a literatura por meio de estudos que investiguem de forma conjunta os diversos fatores que influenciam a criminalidade.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar a relação entre os gastos com educação e cultura e o MVI por cem mil habitantes nos municípios do estado de Pernambuco entre os anos de 2010 e 2020, utilizando técnicas da AEDE. Buscou-se investigar tanto a distribuição espacial dessas variáveis quanto a existência de associações espaciais entre elas. Os resultados indicaram a ausência de uma associação espacial global estatisticamente significativa entre as variáveis ao nível de 5%, tanto na análise realizada para o mesmo período quanto na que considerou o MVI defasado em um período. Esse achado revela um resultado aparentemente contraintuitivo à luz da maioria dos estudos empíricos.

Apesar disso, nos anos de 2016 e 2019 foram encontradas evidências de associação espacial global estatisticamente significativa ao nível de 10%. O resultado mais expressivo em termos de magnitude do I de Moran bivariado e de p -valor foi observado em 2016, ano que coincide com o período de crise política e econômica no Brasil. Esse contexto pode ter contribuído para o agravamento dos indicadores de criminalidade observados na Figura 1, embora não seja possível estabelecer uma relação causal direta a partir dos resultados deste estudo.

Ademais, alguns municípios do estado apresentaram significância estatística local em diferentes níveis, especialmente nos municípios da RMR, o que pode estar associado a maior taxa de urbanização e densidade demográfica. Os *clusters* observados através dos mapas LISA nesses municípios que apresentaram significância estatística local, foram majoritariamente do tipo Baixo-Alto (*Low-High*), indicando que municípios com gastos abaixo da média estão próximos a municípios com MVI acima da média.

Dessa forma, embora os resultados globais não indiquem a existência de uma associação espacial significativa entre as variáveis ao nível de 5%, os resultados locais sugerem a presença de uma associação espacial inversa em áreas específicas do estado, evidenciando que municípios com menores níveis de gasto tendem a estar inseridos em contextos espaciais caracterizados por maiores níveis de violência nos municípios vizinhos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. **Econometria espacial aplicada**. Editora Alínea, São Paulo, 2012.

ANSELIN, Luc. Local indicators of spatial association—LISA. **Geographical analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

BECKER, Gary S. Crime and punishment: An economic approach. **Journal of political economy**, v. 76, n. 2, p. 169-217, 1968.

BECKER, Kalinka Léia; KASSOUF, Ana Lúcia. Uma análise do efeito dos gastos públicos em educação sobre a criminalidade no Brasil. **Economia e Sociedade**, v. 26, p. 215-242, 2017.

CARVALHO, Luiza Daniele Silva; MONTENEGRO, Rosa Livia; MARTINS, Marina Alves. EFEITOS DA CRIMINALIDADE NO RIO DE JANEIRO: uma análise espacial para o período entre os anos 2014 e 2016: a spatial analysis for the period between 2014 and 2016. **Gestão & Regionalidade**, v. 40, p. E20248232-E20248232, 2024.

CASTRO, Miguel Angel Rivera; SILVA, Lindomar Pinto; RIOS, Thiago Henrique. Gastos com educação, saúde e segurança pública: uma relação com as taxas de homicídios nos municípios do Brasil. **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade**, v. 10, n. 3, p. 166-187, 2020.

CERQUEIRA, Daniel Ricardo de Castro; BUENO, Samira (coord.). Atlas da violência 2025. Brasília: Ipea; Fórum Brasileiro de Segurança Pública, 2025. Disponível em: [Atlas da Violência 2025](#). Acesso em: 10 maio 2026.

DE PAULA, Allan Versiani; DE AGUIAR, Julio Cesar; CORDEIRO, Nefi. Teoria econômica do crime: por uma política criminal cientificamente orientada. **Meritum, Revista de Direito da Universidade FUMEC**, 2020.

FOCHEZATTO, Adelar et al. Investimento em educação diminui a criminalidade: análise dos municípios do Rio Grande do Sul usando econometria espacial. **Administração Pública e Gestão Social**, 2021.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA. Anuário Brasileiro de Segurança Pública 2025. Disponível em: <https://forumseguranca.org.br/wp-content/uploads/2025/07/anuario-2025.pdf>. Acesso em: 10 maio 2026.

GOMES, Carlos Eduardo et al. Determinantes do crime nos municípios de Minas Gerais e seus possíveis spillovers espaciais. **Econ Ensaios**, v. 31, n. 2, p. 201-228, 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Ipeadata: despesa por função – educação e cultura – empenhada – municipal (PE). Disponível em: <https://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>. Acesso em: 4 abr. 2026.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Ipeadata: deflator implícito do PIB: variação anual. Disponível em: <https://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=1184389724&module=M>. Acesso em: 18 jun. 2026.

JÚNIOR, Flávio Nascimento Moreira et al. Análise espacial do índice de criminalidade na área urbana do município de Caucaia, Ceará, Brasil. **OLAM: Ciência & Tecnologia**, v. 20, n. 1, p. 226-243, 2025.

LOMBROSO, Cesare; POLETTI, F. **L'uomo delinquente: in rapporto all'antropologia, alla giurisprudenza e alle discipline carcerarie**. Bocca, 1878.

MONTINI, Felipe. Ensaio em Economia do Crime: Uma Abordagem Econométrica Espacial. 2024.

MORAN, Patrick AP. The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, v. 10, n. 2, p. 243-251, 1948.

SALVIATO, Rafael Buttini; MOURÃO, Gustavo Nunes. Economia do crime: um estudo sobre a teoria econômica do crime e as suas verificações no estado do Paraná. **Anais Simpósio de Pesquisa e Seminário de Iniciação Científica**, v. 1, n. 1, 2016.

SECRETARIA DE DEFESA SOCIAL DE PERNAMBUCO. MVI Pernambuco: indicadores criminais. Disponível em: <https://www.sds.pe.gov.br/estatisticas/indicadores-criminais/mortes-violentas-intencionalis-mvi>. Acesso em: 4 abr. 2026.

SHIKIDA, Pery FA. Economia do crime: teoria e evidências empíricas a partir de um estudo de caso na Penitenciária Estadual de Piraquara (PR). **Revista de Economia e Administração, São Paulo**, v. 4, n. 3, p. 315-342, 2005.