

ESTUDO SOBRE CRIMINALIDADE NOS ESTADOS BRASILEIROS: UMA ABORDAGEM COM PAINÉIS ESPACIAIS

Rodrigo Monteiro da Silva¹
Luciana Aparecida Bastos²

RESUMO

Este estudo tem como objetivo analisar os fatores determinantes da criminalidade nos estados brasileiros no período de 2011 a 2018. A pesquisa inova ao abordar o tema a partir da estimação de painéis de dados espaciais, haja vista que pesquisas anteriores utilizaram dados em *cross sections* de forma regionalizada. Os resultados obtidos apontam a existência de uma autocorrelação espacial na criminalidade e que o PIB *per capita*, o percentual de homens jovens e a defasagem espacial dos crimes possuem relação direta com a criminalidade, enquanto que gastos com segurança pública e IFDM educação, ainda que não significativos, apresentaram impacto negativo.

Palavras-chave: Economia do Crime; Econometria Espacial; Painel Espacial; Brasil.

STUDY ON CRIMINALITY IN BRAZILIAN STATES: AN APPROACH WITH SPACE PANELS

ABSTRACT

The aim of this study is analyze the determinants of crime in Brazilian states in the period from 2011 to 2018. The research innovates when addressing the theme from the estimation of spatial data panels, given that previous research uses data in cross sections in a way regionalized. The results obtained point to the existence of a spatial autocorrelation in crime and that the GDP per capita, the percentage of young men and the spatial gap of crimes have a direct relationship with crime, while spending on public security and IFDM education, although not significant, had a negative impact.

Keywords: Economy of Crime; Spatial Econometrics; Space Panel; Brazil.

JEL: O10, K42, C23

1 INTRODUÇÃO

A criminalidade é uma atividade que produz diversas externalidades negativas para a sociedade, não apenas do ponto de vista pecuniário, como furtos a propriedades, agressões, homicídios, sequestros, mas também do social, ao afetar diretamente na qualidade de vida da população, dado o sentimento de medo e insegurança gerados.

¹ Mestre em Teoria Econômica - Universidade Estadual de Maringá. Prof. Mediador UniCesumar. E-mail: rodrygomsylva@gmail.com

² Doutora em História Econômica - Universidade de São Paulo. Professora Associada da Universidade Estadual do Paraná-Campus de Campo Mourão, Professora colaboradora do mestrado interdisciplinar "Sociedade e Desenvolvimento", da UNESPAR-Campus de Campo Mourão. E-mail: singerlu@gmail.com



No entanto, compreender quais são os fatores que determinam a escolha de um indivíduo adotar ou não ações criminosas é um debate complexo, que teve início no campo da sociologia, onde teóricos como Sampson (1986), Messner e Blau (1987), Sutherland (1973), Agnew (1991) e Gottfredson e Hirschi (1990), propuseram diversas explicações, baseados em fatores sociológicos, psicológicos e mesmo econômicos. Já no campo da ciência econômica, esse debate ganha destaque a partir das contribuições de Becker (1968) que propôs um modelo, conhecido como o de escolha racional, no qual o indivíduo toma a decisão de cometer uma infração a partir de um modelo microeconômico em que sua escolha é baseada na maximização de sua função de utilidade.

A aplicação de políticas públicas de combate ao crime focam no estudo e análise sobre regiões onde as estatísticas mostram algum padrão (armas, tráfico, drogas, concentração urbana, pobreza) que pode ser associado ao seu elevado nível de crimes para, dessa forma, estabelecer as possíveis diretrizes de controle, combate e prevenção (CERQUEIRA; LOBÃO, 2004). Não obstante, as teorias sociológicas e econômicas contribuem para uma maior efetividade da intervenção pública na redução da criminalidade, ao enfatizar os fatores mais importantes, em um universo de variáveis, e também ao serem validadas por meio de modelos empíricos.

No Brasil, os estudos sobre criminalidade se propõem a compreender, a partir de um conjunto de variáveis socioeconômicas, o que explica a criminalidade no país. Esse é um tema com cada vez mais relevância dado que, de acordo com o Fórum Brasileiro de Segurança Pública (FBSB) no ano de 2019 foram registrados 410136 roubos e furtos de veículos, 39584 casos de homicídio doloso, 1577 casos de latrocínio, 1326 casos de feminicídio, 66348 casos de estupro e 79839 casos de desaparecimento, com destaque para os três últimos tipos de crimes, que tiveram um crescimento de 85,58%, 95,64% e 195,32% desde o primeiro ano em que os dados foram coletados, 2007, 2009, 2015 respectivamente.

Os trabalhos empíricos no Brasil normalmente são de caráter regionalizado, estudando um determinado estado ou região, como é o caso de Bondezan et al. (2019) para o Paraná, Gaulez e Maciel (2015) em São Paulo, Andrade e Lisboa (2000) para Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo e Moreira e Fochezatto (2017) para a Bahia.

Já para o Brasil, o trabalho de Kume (2004) é um dos poucos que considera toda a federação, utilizando um modelo de painel dinâmico. Destaca-se que as pesquisas para estados brasileiros trabalham com a hipótese da existência de dependência espacial na criminalidade utilizando, dessa forma, modelos econométricos espaciais em *cross sections* para modelar essa dependência.

A partir da compreensão sobre os danos que a criminalidade provoca para a sociedade, e visando contribuir para estudos no tema, a presente pesquisa tem como objetivo analisar quais os determinantes da criminalidade no Brasil no período de 2011 a 2018. O trabalho inova ao propor uma metodologia de painel de dados espaciais, com diferentes especificações de modelos para, assim, captar a dependência espacial da criminalidade, medida por homicídios por 100 mil habitantes, bem como demais variáveis explicativas.

Além dessa introdução, o artigo apresenta mais 4 seções. Na segunda seção é realizado uma discussão teórica e empírica sobre criminalidade. A terceira seção aborda a metodologia empregada e a base de dados. Na quarta seção é apresentado os resultados e discussões e, por fim, na quinta seção, tecemos as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Trabalhos que buscam explicar os determinantes da criminalidade têm se pautado em duas grandes principais abordagens: as que abordam o caráter individual da escolha e; a abordagem que enfatiza a existência de um processo no qual a pessoa se torna uma criminosa ao longo de sua vida. Como ambos os motivos se relacionam diretamente com a estrutura social, a sociologia foi a pioneira nos estudos sobre criminalidade. Foi a partir das contribuições teóricas sociológicas que estudos como os de Healy (1915), Sampson e Groves (1989), Burton Jr. et al. (1994) e Tremblay e Tremblay (1998) procuraram validação empírica nas pesquisas.

Já no campo da ciência econômica, os estudos sobre criminalidade começaram a ter maior notoriedade após o trabalho de Becker (1968), quando o autor enfatizou que existe uma relação direta entre criminalidade e economia. Em seu artigo intitulado "*Crime and Punishment: An Economic Approach*" o autor estabeleceu um modelo

econômico onde a decisão de cometer ou não um crime repousava sobre fundamentos microeconômicos de racionalidade, dado os benefícios e custos associados. Para Becker (1968) a escolha do indivíduo resultaria da maximização de sua utilidade esperada ao cometer algum crime, com uma punição associada à probabilidade de ser pego e seu custo de oportunidade, que era não realizar o ato criminoso e optar pelo mercado de trabalho. Seu modelo pode ser representado pela seguinte equação:

$$UE_i = (1 - \varphi)\pi - c - w - pr * pu - m \quad (1)$$

Em que: UE_i : representa a utilidade esperada de se cometer o crime, $(1 - \varphi)\pi$: a probabilidade de ser pego vezes o resultado (botim) do ato criminoso; c : o custo de planejamento do crime; w : o custo de oportunidade, representado pelo salário no mercado de trabalho; $pr * pu$: o valor esperado da punição para o caso de ser pego e; m : o custo moral da ação. Para situações em que $UE_i > 0$ o crime será cometido.

Como apontam Cerqueira e Lobão (2004) diversas pesquisas seguiram as contribuições de Becker, sem mudar sua estrutura microeconômica, mas acrescentando melhorias ao modelo. Dentre essas se destacam a definição de dois principais componentes que influenciariam a decisão da criminalidade, propostos por Leung (1995) e Block e Heinecke (1975) no qual, de um lado, há os fatores considerados positivos, como um bom salário de mercado, as capacidades produtivas individuais, que faria o indivíduo ir para o mercado de trabalho legal e, por outro, os fatores chamados de *deterrence* (dissuasórios), que estimulariam a criminalidade, como baixa eficiência policial e punitiva.

Um fato a ser destacado é que mesmo o modelo de Becker (1968) sendo um modelo com fundamentos microeconômicos, ou seja, voltado para as decisões individuais da ação criminosa, Cerqueira e Lobão (2004) destacam que os trabalhos empíricos que procuram validá-lo usam variáveis com agregação a nível municipal ou estadual. Isso decorre do fato da escassez de bases de dados que trabalham em nível individual, o que faz com que essas pesquisas acabem adotando uma hipótese forte de que quem comete o crime o faz na mesma região que reside.

Pelas razões acima apontadas, os estudos que procuram verificar quais determinantes da criminalidade ganharam cada vez mais importância no debate econômico, dado que essa atividade afeta diretamente a alocação de recursos e a atividade econômica, pois interfere nos incentivos a investimentos em uma região, na produtividade do trabalhador e na formação de Capital Humano da sociedade. No entanto, para o Brasil, de acordo com Saraiva et al. (2017), Santos e Kassouf (2007) e Cerqueira e Leão (2004) grande parte da pesquisa relacionada a criminalidade, principalmente as de caráter empírico, enfrentam severas restrições em decorrência da inexistência de dados que possuam abrangência nacional e que sejam reproduzidos periodicamente de forma sistematizada.

Das pesquisas empíricas no Brasil, há estudos que abordam o tema analisando toda a federação ou de forma regionalizada. Das pesquisas voltadas para o país, Gutierrez et al. (2004) utilizando um painel de dados para os anos de 1981 e 1995, mostraram que variáveis como desemprego, desigualdade e taxa de urbanização eram fatores determinantes da criminalidade, variável essa que foi representada pela taxa de homicídios intencionais por 100 mil habitantes, mas que pobreza não tinha efeito significativo e os gastos com segurança pública tinham uma relação inversa com criminalidade. Já Kume (2004), utilizando com *proxie* de criminalidade a taxa de homicídios intencionais, aplicou um painel de dados entre 1984 e 1998 e não pôde constatar nenhuma relação entre os gastos com segurança pública e a criminalidade.

No trabalho de Teixeira (2011) o objetivo foi, novamente, mediante um painel de dados, verificar se no Brasil havia alguma relação entre criminalidade e educação, focando na questão social do abandono escolar influenciando a criminalidade. Pôde-se observar uma relação direta entre as duas variáveis, ou seja, o jovem que abandona a escola impacta positivamente o crime. Na mesma linha, Becker e Kassouf (2017) propõem analisar a relação entre os gastos com educação e segurança pública com a criminalidade e verificaram que ambas as variáveis afetaram negativamente a taxa de criminalidade do país. Outro estudo para o Brasil foi o de Sachsida e Mendonça (2013) que puderam observar que políticas relacionadas a repressão, sejam elas de incapacitação ou detenção, também possuíam uma relação inversa com a criminalidade.

Nos trabalhos regionais, há o de Andrade e Lisboa (2000) que por meio de um modelo *logit* analisaram os determinantes da criminalidade para os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, no período de 1981 a 1997 utilizando um conjunto de variáveis socioeconômicas como salário, desigualdade de renda, inflação Capital Humano e desemprego. Constataram que melhores salários e redução da desigualdade, principalmente entre o grupo de homens entre 15 e 40 anos, reduziram a probabilidade de entrar para o mundo do crime.

Dos trabalhos sobre criminalidade que empregaram em suas análises, a importância da dependência espacial na criminalidade municipal, empregando modelos econométricos espaciais em *cross sections*, Gaulez e Maciel (2015) verificaram que, para o estado de São Paulo, no ano de 2011, a criminalidade (mensurada como crimes contra patrimônio) era diretamente relacionada ao nível de urbanização, densidade demográfica e renda. Já em Sass, Porse e Silva (2016), para o Paraná, em 2012, também mostraram que os crimes no estado eram positivamente influenciados pelo grau de urbanização e taxa de pobreza, enquanto que o número de policiais, analisado globalmente, não teve efeito algum sobre a criminalidade. Bondezan et al. (2019) em estudo também para o Paraná, utilizando como *proxie* para a criminalidade a média dos anos de 2013 a 2015 da taxa de homicídios por 100 mil habitantes, encontraram um forte *cluster* de municípios com elevada criminalidade na região metropolitana de Curitiba, e que a densidade demográfica, desigualdade de renda, desemprego e percentual de homens jovens afetavam de forma positiva e significativa o número de crimes no estado.

Há também os trabalhos de Moreira e Fochezatto (2017) que, no estudo que fizeram sobre crimes para a Bahia, propuseram um índice de criminalidade para o estado e verificaram uma forte relação espacial entre municípios, além de, como nos demais trabalhos, houve uma influência positiva da densidade demográfica sobre criminalidade. Da mesma forma, Plassa, Paschoalino e Santos (2017) analisando toda a região Nordeste do Brasil em 2014, por meio de uma abordagem espacial, perceberam novamente que a desigualdade, a densidade demográfica e o baixo estoque de Capital Humano impactaram as taxas de criminalidade da região. Por fim, Saraiva et al. (2017) apontaram que boa parte das pesquisas que consideraram o fator

educação como uma variável importante para entender a dinâmica da criminalidade, mostraram que esta exerce um efeito indireto sobre o número de crimes cometidos, fazendo com que as políticas educacionais, mesmo não sendo diretamente relacionadas com a criminalidade e a violência, possuíam efeitos positivos para reduzir o número de ações de caráter ilegal como furtos e homicídios.

3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

Com o propósito de verificar quais os determinantes da criminalidade para os estados brasileiros, utilizando uma abordagem que considere tanto a questão temporal como a espacial, observando a importância da dependência espacial da criminalidade, que como mencionado nas pesquisas de Gaulez e Maciel (2015), Sass, Porse e Silva (2016), Bondezan *et al.* (2019) e Moreira e Fochezatto (2017) se mostrou válida para os estados brasileiros separadamente, a presente pesquisa adotou modelos de painel de dados espaciais no período de 2011 a 2018. Na Tabela 1 a seguir são apresentadas quais foram as variáveis empregadas na pesquisa, sua descrição, qual o tratamento dado e onde foram obtidas.

A variável dependente escolhida foi a taxa média de homicídios por 100 mil habitantes, assim como nos trabalhos de Kume (2004), Saraiva *et al.* (2017), Bondezan *et al.* (2019), Gaulez e Maciel (2015), Gutierrez *et al.* (2004), que foi obtida através do Sistema de Informação de Saúde (SIM) do Ministério da Saúde, empregando a 10ª versão da classificação Internacional de Doenças (CID-10). As variáveis explicativas foram determinadas a partir do arcabouço teórico empírico existente e da disponibilidade de dados existentes, principalmente as relacionadas ao ambiente e estrutura social de uma região.

Tabela 1 – Descrição das variáveis utilizadas na estimação dos painéis

Variáveis	Descrição	Tratamento	Base de dados
Taxa média de homicídios	Taxa média de homicídios por 100 mil habitantes	Taxa	SIM/DATASUS
PIB <i>per capita</i>	Produto Interno Bruto dividido pela população	Logaritmo natural	IBGE

Gastos com segurança pública <i>per capita</i>	Gastos anuais <i>per capita</i> em segurança pública de cada estado	Logaritmo natural	ABSP
Densidade demográfica	Relação entre população e área do estado.	Logaritmo natural	IBGE
Percentual de homens jovens	Proporção de indivíduos homens entre 15 a 29 anos em relação à população total.	Logaritmo natural	SIM/DATASUS
IFDM educação	Índice Firjan de desenvolvimento Municipal, dimensão educação	Logaritmo natural	FIRJAN
IFGF investimentos	Índice Firjan de Gestão Fiscal –dimensão investimentos	Logaritmo natural	FIRJAN

Fonte: Resultado da pesquisa, os autores.

O logaritmo do PIB *per capita* e os gastos com segurança pública *per capita*, ambos a preços de 2018 corrigidos pelo IGP-DI foram escolhidas para representar a estrutura econômica e policial de cada estado. As variáveis: Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal dimensão educação e o Índice Firjan de Gestão Fiscal dimensão investimentos, foram empregadas para verificar o papel do Capital Humano e da representatividade política em termos de investimentos em infraestrutura social e econômica. Para as duas variáveis mencionadas, assim como em Kume (2004), foi utilizado o método de interpolação e extrapolação linear para completar os anos da série, além de terem sido agregadas para cada estado, visto que seu nível de desagregação é municipal. As duas variáveis de caráter populacional foram a densidade demográfica e o percentual de homens jovens de cada estado.

A amostra total é formada pelos 26 estados do Brasil, exceto Distrito Federal³, no período de 2011 a 2018, com $n = 26$ e $t = 8$, totalizando 208 observações. Os modelos de painéis tradicionais estimados, sem considerar a dependência espacial, foram: o empilhado (*pooled*), modelo de efeitos aleatórios e efeitos fixos. De acordo com Greene (2003) há diversos benefícios ao se empregar dados de painéis, ou dados longitudinais, visto que essa estrutura analisa de forma conjunta tanto os *cross sections* representados pelos estados brasileiros como o tempo, o que possibilita um maior número de observações e consequente maior grau de liberdade, além de permitir maior

³ Em decorrência da falta de dados referente ao IFGF investimentos.

controle para má especificação ou omissão de variáveis relevantes. No entanto, Almeida (2012) aponta que modelos de painéis de dados que consideram a defasagem espacial geram estimativas mais robustas que os modelos tradicionais, pois melhor é o ajuste do modelo em relação à heterogeneidade espacial decorrente da instabilidade estrutural entre as unidades geográficas, ou mesmo da má especificação do modelo por não considerar esse tipo de dependência.

O modelo de painel com dependência espacial, em sua forma genérica é expresso pela seguinte expressão:

$$y_{it} = \alpha_i + \rho W_1 y_{i,t} + \beta X_{i,t} + W_1 X \tau + \xi_{i,t} \quad (2)$$

$$\xi_i = \lambda W_2 \xi_i - \varepsilon_i \quad (2a)$$

No qual y_{it} representa a variável dependente, α_i as características individuais fixas no tempo, $\rho W_1 y_{i,t}$ a defasagem espacial da variável dependente, $\beta X_{i,t}$ e $W_1 X \tau$ representam respectivamente o conjunto da variáveis explicativas de cada região e suas defasagens espaciais, $\xi_{i,t}$ e $\lambda W_2 \xi_i$ os choques estruturais exógenos e ε_i o resíduo. A matriz W adotada deve ser aquela que, segundo Baumol (2004)⁴ melhor captar a dependência espacial da variável dependente. Ao se estabelecer restrições nos parâmetros espaciais (aqueles multiplicados pela matriz de pesos espaciais) diversos modelos de efeito com dependência espacial podem ser obtidos, como representados na Tabela 2.

Tabela 2- Modelos de Painéis Espaciais com Efeitos Fixos

Restrições	Modelo espacial
$\rho \neq 0; \tau = 0; \lambda = 0$	Modelo SAR
$\rho = 0; \tau = 0; \lambda \neq 0$	Modelo SEM
$\rho \neq 0; \tau = 0; \lambda \neq 0$	Modelo SAC
$\rho \neq 0; \tau \neq 0; \lambda = 0$	Modelo SDM
$\rho = 0; \tau \neq 0; \lambda \neq 0$	Modelo SDEM

Fonte: Adaptado de Almeida (2012).

⁴ Na presente pesquisa a matriz utilizada foi a de cinco vizinhos.

Para se estimar modelos de painel espacial deve se ter em mente a necessidade de incorporar à endogeneidade gerada pela defasagem espacial. Para casos em que a distribuição do resíduo não seguir uma distribuição normal, Almeida (2012) recomenda utilizar o método de variáveis instrumentais para estimar modelos SAR e SDM, utilizando como instrumentos para a variável dependente as defasagens espaciais das variáveis independentes (WX_t) e (W^2X_t) respectivamente. Porém, como indicam Elhorst (2003) e Elhorst (2010), quando o erro segue uma distribuição normal, os modelos podem ser obtidos por Máxima Verossimilhança, obtido da seguinte forma:

$$\ln L = -\frac{nT}{2} \ln(2\pi\sigma^2) + T \ln |I_n - \rho W| - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T [y_{it}^* - \rho(\sum_{j=1}^n W_{ij}y_{ij})^* - X_{it}^*\beta] \quad (3)$$

As variáveis com asteriscos são subtraídas de suas médias temporais, pois para gerar os estimadores. Elhorst (2010) aponta ser necessário que, para se remover os efeitos fixos, é necessário gerar variáveis diminuídas de suas médias temporais. Dessa forma, para se estimar y^* e Wy^* contra X^* , é preciso gerar o resíduo e substituí-lo na função de log-verossimilhança, concentrando-a em relação a ρ , de forma que:

$$\ln L = C + T \ln |I_n - \rho W| - \frac{nT}{2} \ln [(e_0^* - \rho e_1^*)(e_0^* - \rho e_1^*)] \quad (4)$$

Dessa forma, é possível obter os estimadores dos parâmetros β e σ^2 a partir de ρ :

$$\beta = (X^{*'}X^*)^{-1}X^*[y^* - \rho Wy^*] \quad (5)$$

e

$$\sigma^2 = \frac{1}{nT} (e_0^* - \rho e_1^*)(e_0^* - \rho e_1^*) \quad (6)$$

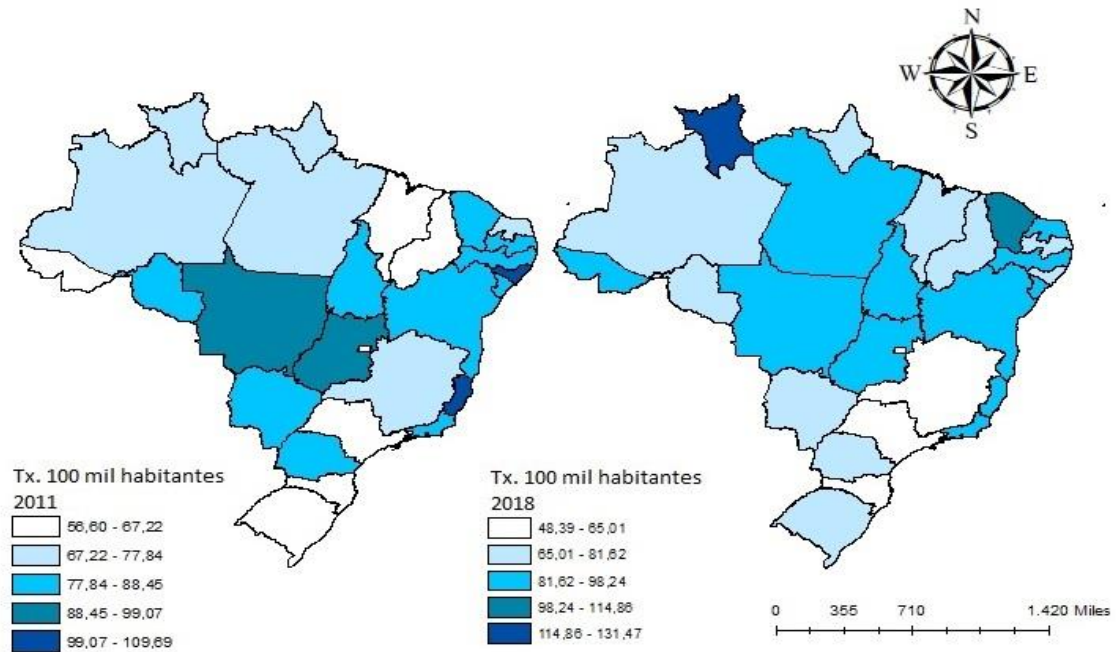
O procedimento de estimação dos modelos espaciais, de acordo com Almeida (2012), pode ser da seguinte maneira. Primeiro, estima-se os modelos de painéis sem considerar a dependência espacial, ou seja, os modelos *pooled*, efeitos aleatórios e efeitos fixos. A partir desses modelos, é preciso selecionar aquele com melhor ajuste partindo dos testes de Chow, que possui como hipótese nula a não rejeição do *pooled* em relação ao de efeitos fixos; de Breusch Pagan, com hipótese nula a não rejeição do modelo *pooled* comparando ao de efeitos aleatórios o teste de Hausman, que ao não se

rejeitar sua hipótese nula, indica ser preferível usar efeitos aleatórios do que efeitos fixos. Posteriormente, selecionado o modelo, proceder o teste de dependência espacial do resíduo, que na presente pesquisa foi adotado o teste de CD Pesaran. Caso nenhuma dependência espacial se manifestar, utilizar os modelos tradicionais. Caso contrário, Almeida (2012) indica estimar distintos modelos de painel espacial utilizando como referência o modelo de melhor ajuste indicado pelos testes de Chow, Breusch Pagan e Hausman. A escolha do melhor modelo será aquele que conseguir corrigir a dependência, verificado pelo teste de I de Moran. Para o caso de mais de um obter tal correção, deve se escolher aquele que tiver os menores valores para os critérios de informação de Akaike e Schwarz.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente, na Figura 1 é apresentada a distribuição espacial da taxa de homicídios por agressões no Brasil nos anos de 2011 e 2018. Pode se verificar que em cada ano não há aleatoriedade na distribuição da criminalidade no país, uma vez que em 2011 estados como Mato Grosso e Goiás, bem como Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará apresentaram elevadas taxas de homicídio por agressão, enquanto o Rio Grande do Sul e Santa Catarina apresentavam um baixo valor, mostrando, assim, que nesse ano a distribuição da criminalidade no país seguia um determinado padrão espacial.

Figura 1 – Mapas da distribuição de mortes por 100 mil habitantes nos anos de 2011 e 2018



Fonte: Resultado da pesquisa, os autores.

No ano de 2018, o que se pode verificar é que houve uma mudança na distribuição espacial da taxa criminalidade em relação a 2011, sendo ainda possível verificar um padrão nessa nova distribuição. Estados como Mato Grosso, Goiás, Pará, Tocantins e Bahia possuíam elevadas taxas de criminalidade, da mesma forma que Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. Essa primeira abordagem mostra que no primeiro e último ano do estudo, é possível que a taxa de criminalidade no Brasil possua uma dinâmica temporal não estática, e sofra influência espacial, sendo por esse motivo necessário considerar tais fatores.

Na Tabela 3 é apresentada a estimação dos modelos de painéis tradicionais, ou modelos não espaciais, que são uma primeira forma de abordar a variável em estudo. A variável responsável por captar o nível da atividade econômica, o PIB *per capita* logaritmizado, mostrou ter efeito positivo e significativo sobre a criminalidade em todos os modelos com exceção do *Pooled*, ou seja, quanto maior for o PIB do estado maior tende a ser a taxa de criminalidade.

Tabela 3 – Estimativas dos modelos de painéis de dados não espaciais

Variáveis	Modelos			
	Pooled	Efeito Fixo	Efeito Aleatório	Efeito Fixo MQGF
Ln PIB per capita	-0,1324***	0,2898***	0,2034***	0,2898***
Ln Gastos com Segurança per capita	0,0938***	-0,0078	0,0072	-0,0078
Ln densidade demográfica	0,0078	0,4297	0,0246	0,4297
Ln percentual de homens	0,4207	1,8323***	1,0110***	1,8325
Ln IFDM educação	0,1056	0,1395	-0,093	0,1395
Ln IFGF investimentos	-0,0831**	0,0125	-0,0015	0,0125
Constante	5,9554***	3,9451***	4,2595***	4,3636
Nº Observações	208	208	208	208
R ²	0,1592	0,1508	0,1311	
Teste de Chow		26,73***		
Teste de Breusch Pagan			299,75***	
Teste de Hausman		34,49***		
Teste de CD Pesaran		3,056***		
Teste de Jarque Bera		3,4990		

Fonte: Resultado da pesquisa, os autores.

Observação: *** significativo a 1%, ** significativo a 5%.

Variáveis que captam o nível de atividade econômica, como apontam Amin *et al.* (2009) e Thomé e Vonbun (2017) tendem a ter efeito incerto na literatura empírica, dado que uma maior atividade econômica pode desestimular a criminalidade devido à elevação do custo de oportunidade da ação criminosa, como no modelo de Becker, (1968), mas também aumenta o valor do butim ou estar relacionado a má distribuição da riqueza gerada no país.

Nos modelos de efeitos fixos e aleatórios, o percentual de homens jovens mostrou-se significativa e com efeito positivo. O impacto positivo dessa variável está de acordo com os trabalhos de Bondezan et al. (2019) e Saraiva et al. (2017), indicando que esse fator explica o aumento da criminalidade no país pois no Brasil essa faixa etária tem poucas oportunidades no mercado de trabalho, o que tende a estimular o crime.

A variável gastos com segurança foi significativa apenas para o modelo *pooled*. Nos modelos de efeito fixos se mostrou negativa, ainda que não significativa, assim como em alguns dos modelos dinâmicos testados por de Kume (2004) e Gutierrez et al.

(2004). As demais variáveis não tiveram significância estatística, com exceção do IFGF dimensão investimentos para o modelo *pooled*, apresentando sinal negativo e indicando que maiores investimentos do setor público em infraestrutura reduz as taxas de criminalidade dos estados.

Dado que se verificou uma não aleatoriedade na distribuição espacial da taxa de criminalidade por 100 mil habitantes, ou seja, há um efeito transbordamento dos crimes cometidos nos estados, é necessário incorporar tal dependência espacial nos modelos de painel. O teste CD Pesaran, criado por Pesaran (2004) verifica se há dependência espacial no resíduo do painel, possuindo como hipótese nula a negação dessa dependência. Como pode ser visto na terceira coluna da Tabela 3, esse teste foi significativo a 1%, indicando assim a dependência espacial, sendo necessário incluir na regressão essa dependência espacial.

Como visto na metodologia, para se decidir quais tipos de modelos usar, se fixos ou aleatórios, deve-se verificar qual desses é indicado a partir dos testes de Chow, que aponta como melhor ajuste entre modelo de efeitos fixos e *pooled*, o teste de Breusch Pagan, que indicará entre efeitos aleatórios e *pooled* e, por fim, o teste de Hausman, que determinará entre efeitos fixos ou aleatórios. Ressalta-se que, para estimação pelo método de máxima verossimilhança, é necessário que o resíduo do painel possua uma distribuição normal (ALMEIDA, 2012).

Dessa forma, o modelo indicado para a estimação dos modelos espaciais é o de efeitos fixos, visto que os testes anteriormente mencionados indicaram ser esse o escolhido, e como o resíduo segue uma distribuição normal, visto que não se rejeitou a hipótese nula do teste Jarque Bera de normalidade, é indicado utilizar a estimação de máxima verossimilhança. Os resultados dos modelos espaciais são apresentados na Tabela 4.

Os modelos estimados foram divididos em dois grupos, como descrito na Tabela 2. Na segunda e quinta colunas, foram consideradas a defasagem espacial somente na variável dependente e na dependente e explicativas, modelo de defasagem espacial (SAR) e modelo Durbin espacial (SDM) respectivamente. Já nas colunas 3 e 6 estão os modelos com defasagem somente no resíduo e no resíduo e nas explicativas, modelo de erros espaciais (SEM) e modelo de Durbin espacial de erro (SDEM). Por fim, na

quarta coluna considera-se a defasagem na variável dependente e no resíduo, modelo espacial autoregressivo (SAC).

Tabela 4 – Estimativas dos modelos de painéis de dados espaciais

Variáveis	Modelos				
	SAR EF	SEM	SAC	SDM EF	SDEM
Ln PIB per capita	0,2317***	-0,0334	-0,0317	0,1219	-0,0356
Ln Gastos com segurança per capita	-0,0053	0,1114***	0,1123***	-0,0039	0,1239***
Ln densidade demográfica	0,1232	-0,0222*	-0,0227*	0,1337	-0,0156
Ln percentual de homens	1,1467**	0,6313**	0,6442**	0,4564	0,7376**
Ln IFDM educação	-0,0102	-0,0288	-0,0364	-0,2369	-0,0994
Ln IFGF investimentos	0,0096	-0,0675*	-0,0672*	0,0379	-0,0343
W_Ln PIB per capita				0,0075	-0,0039
W_Ln Gastos com segurança per capita				0,0014	-0,0064
W_Ln densidade demográfica				-0,0214	-0,001
W_Ln percentual de homens				0,0806**	-0,0171
W_Ln IFDM educação				0,0388***	0,0101
W_Ln IFGF investimentos				-0,0018	-0,0024
λ		-0,0012***	-0,004		0,0000
ρ	0,0129***		-0,0013	0,0079*	
Constante	2,1992*	5,5461***	5,5528***	7,4393***	5,6515***
Nº observações	208	208	208	208	208
Pseudo R ²	0,1550	0,2095	0,0800	0,1667	0,0798
I de Moran	0,2812	0,5221	0,5204	0,5636	0,7324
Crítério de Akaike	0,0052	0,0076	0,0076	0,0051	0,0083
Crítério de Schwarz	0,0059	0,0087	0,0085	0,0067	0,0095

Fonte: Resultado da pesquisa, os autores.

Observação: *** significativo a 1%, ** significativo a 5%.

Inicialmente pode-se verificar que, adicionar a defasagem espacial, provocou mudança nos efeitos das variáveis explicativas em comparação aos painéis tradicionais. O único modelo no qual a variável PIB *per capita* apresentou significância estatística foi no SAR, mantendo o efeito positivo, enquanto nos demais o efeito era ambíguo. Nos

modelos SEM, SAC e SDEM os gastos com segurança pública apresentaram sinal positivo e significativo a 1%, indicando que o aumento nos gastos com segurança influenciaram positivamente a taxa de criminalidade dos estados brasileiros. Esse resultado, como aponta Loureiro e Júnior (2007), Santos e Kassouf (2007), Gutierrez et al. (2004) pode indicar que o aumento dos gastos públicos afetando positivamente a criminalidade em decorrência de uma causalidade reversa, ou seja, há aumento dos gastos em função do aumento da criminalidade.

A variável percentual de homens jovens, assim como nos painéis não espaciais, mostrou sinal positivo e significativo, com exceção do modelo SAC, reforçando que homens na faixa etária entre 15 e 29 anos estão mais dispostos a cometer crimes. A variável que mensura Capital Humano, representada pelo IFDM dimensão educação ainda que não tenha apresentado significância estatística, em todos os modelos indicou ter uma relação negativa com taxa de criminalidade do país, reforçando os trabalhos de Kume (2004), Saraiva et al. (2007), Amin et al. (2009), Teixeira (2011), Chioda, Mello e Soares (2012) e Loureiro (2013).

Para os casos dos modelos no qual a variável IFGF investimentos foi significativa, esta apresentou efeito negativo, como esperado, indicando que quanto maior for os investimentos públicos para melhorar a infraestrutura do estado, menores serão as taxas de criminalidade. Já a variável densidade demográfica, para os modelos SEM e SAC mostrou ser significativa com relação inversa com criminalidade, comportamento não esperado, pois como visto em Bondezan et al. (2019), Saraiva et al. (2017) foi verificado que maior densidade demográfica influencia positivamente a criminalidade.

Das variáveis explicativas com defasagem espacial que tiveram significância estatística, manteve-se o efeito positivo do percentual de homens jovens, indicando assim que esse grupo etário impacta positivamente não somente a região onde habita, mas também as vizinhas, e da mesma forma a educação defasada espacialmente tende a afetar de forma direta a criminalidade. Ao se considerar a defasagem espacial da criminalidade, modelos SAR e SDM, ambos possuíam significância estatística, com sinal positivo, indicando que um aumento na criminalidade em estado vizinho aumenta a criminalidade do seu vizinho. Nos modelos SEM e SDEM a defasagem do resíduo só

foi significativo no primeiro, e com sinal negativo, mostrando que choques exógenos defasados espacialmente diminuiriam a criminalidade no país. Para o modelo SAC, nenhuma defasagem apresentou significância estatística.

Seguindo o proposto por Elhorst (2010) e Almeida (2012) o painel espacial terá bom ajuste para o caso de conseguir incorporar corretamente a dependência espacial do resíduo, o que de fato foi verificado em todos os modelos de painéis espaciais, visto que nenhum rejeitou a hipótese nula de não dependência espacial do teste de I de Moran. Para casos em que mais de um painel tenha sido capaz de corrigir a dependência espacial, como visto na metodologia, o modelo escolhido será aquele com menor critério de informação de Akaike e Schwarz. Dessa forma, o modelo com melhor ajuste foi o SAR, haja vista que ainda que para o critério de Akaike o SDM tenha sido de apenas 0,0001 menor que o SAR, no critério de Schwarz, para o SAR, este apresentou o menor valor e com uma diferença expressiva dos demais

Pode-se constatar, a partir do modelo de painel espacial escolhido, que a defasagem espacial da criminalidade, o PIB *per capita* e o percentual de homens jovens nos estados aumentam a criminalidade no país, enquanto que variáveis IFDM dimensão educação e gastos com segurança pública, ainda que não significativas, mostram ter relação indireta com criminalidade do país.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar quais foram os determinantes da criminalidade no Brasil no período de 2011 a 2018 considerando a presença da dependência espacial, ou seja, que a dinâmica da criminalidade de um estado da federação é afetada pelos demais estados. A partir da revisão de literatura sobre as teorias no campo da sociologia e da economia, que procuram explicar o que faz com que um indivíduo decida tomar a decisão de realizar ações criminosas ao invés de ir para o mercado de trabalho, pode se constatar que existe um conjunto de variáveis de caráter social e econômico influenciando, de modo positivo e negativo, tal escolha.

No campo da ciência econômica verificou-se também que este é um debate recente, surgindo a partir de meados do fim da década de 60, quando Becker (1968) propôs seu modelo de escolha racional. Esse modelo foi seminal entre os estudos da

criminologia, pois atribuiu à decisão da ação criminosa, a maximização da utilidade do indivíduo a partir de uma função matemática, o que fomentou os estudos empíricos na economia com o objetivo de verificar a validade dessa teoria como também verificar se as demais contribuições teóricas da sociologia, de fato, tinham embasamento prático.

Nos estudos de âmbito nacional, mesmo com o aumento no número de pesquisas aplicadas, verificou-se que o Brasil ainda carece de bases de dados periódicas e com maiores níveis de desagregação. No entanto, ao longo das últimas duas décadas surgiram pesquisas que, por meio de metodologias, diversas conseguiram verificar que variáveis como educação, atividade econômica, densidade demográfica, gastos com segurança pública, pobreza e percentual de homens jovens têm impacto sobre a taxa de criminalidade. Além disso, alguns trabalhos evidenciaram a relação espacial da criminalidade, mostrando que há um efeito de transbordamento sobre essa variável.

A partir da metodologia de painel de dados espaciais, a presente pesquisa pôde verificar que, de fato, há uma dependência espacial da criminalidade nos estados brasileiros, representado pelo número de homicídios por 100 mil habitantes, de modo a afetar positivamente a criminalidade. Verificou-se também que variáveis como PIB *per capita*, que representa o nível de atividade econômica, bem como o percentual de homens jovens da população têm uma relação direta com a criminalidade no país. Gastos com segurança pública e educação, ainda que não apresentando significância estatística, tem o potencial de redução da criminalidade nos estados brasileiros.

Dessa forma, o trabalho contribui ao tema por ser pioneiro na abordagem econométrica, evidenciando que as políticas públicas entre os estados brasileiros devem ser tomadas de forma conjunta, uma vez que as externalidades negativas da criminalidade não afetam apenas a região onde ela ocorre, que a fragilidade socioeconômica entre homens jovens é um condicionante para a entrada no mundo do crime e também na importância de melhores políticas de distribuição da riqueza. Por fim, dado a maior preocupação crescente dos órgãos públicos com a criminalidade, pesquisas futuras sobre o tema podem expandir o número de variáveis explicativas, caso sejam disponibilizadas melhores bases de dados, para assim obter maiores informações sobre a dinâmica da criminalidade no Brasil.

REFERENCIAS

AGNEW, R. Goal Achievement and Delinquency. **Sociology and Social Research**, v. 68, p. 435-451, 1984

ALMEIDA, E. **Econometria Espacial Aplicada**. Alínea: Campinas-SP, 2012.

AMIN, M. C.; COMIM, F. V.; IGLESIAS, J. R. Crescimento econômico e criminalidade: refletindo sobre o desenvolvimento. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 37., 2009, Foz de Iguaçu. **Anais...** Foz de Iguaçu, 2009.

ANDRADE, M. V.; LISBOA, M. B. Desesperança de vida: homicídio em Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo: 1981 a 1997. In: SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 9., 2000, Diamantina, MG. **Anais...** Diamantina, MG, 2000.

BECKER, G. Crime and Punishment: An Economic Approach. **Journal of Political Economy**, v. 76, p. 169-217, 1968.

BECKER, K. L.; KASSOUF, A. L. Uma análise do efeito dos gastos públicos em educação sobre a criminalidade no Brasil. **Economia e Sociedade**. 2017.

BLOCK, M. K. e HEINECKE, J. M. A Labor Theoretic Analysis of the Criminal Choice. **American Economic Review**, v. 65, p. 314-325, 1975.

BONDEZAN, K. L. ; LUCAS, M. S. ; CUNHA, M. S. . Determinantes socioeconômicos da criminalidade no Estado do Paraná: uma análise espacial. In: ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL, 22., 2019, Maringá, PR. **Anais...** Maringá, PR, 2019.

BURTON, J. R, EVANS, T. D.; DUNAWAY, R. G. Reconsidering Strain Theory: Operationalization, Rival Theories and Adult Criminality. **Journal of Quantitative Criminology**, v. 10, p. 213-239, 1994.

CARVALHO, J. R; LOUREIRO, A. F. O. O impacto dos gastos públicos sobre a criminalidade no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 35., 2007, Recife. **Anais...** Recife, 2007.

CERQUEIRA, D.; LOBÃO, W. Determinantes da criminalidade: arcabouços teóricos e resultados empíricos. **DADOS-Revista de ciências sociais**, Rio de Janeiro, v. 47, n. 2, p. 233 -269, 2004.

CHIODA, L.; DE MELLO, J.; SOARES, R. R. **Spillovers from conditional cash transfer programs: Bolsa Família and crime in urban Brazil**. Bonn: IZA, 2012.

ELHORST, J.P. Specification and estimation of spatial panel data models. *International Regional Science Review*, v. 26. p. 224-268, 2003.

ELHORST, J.P. Spatial panel data models. In: FISCHER, MM.; GETIS, A. (Ed). **Handbook of Applied Spatial Analysis: Software Tools, Methods and Applications**. Berlin: Springer, 2010.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA (FBSB). **Estatísticas Criminais**. Disponível em: <http://estatisticas.forumseguranca.org.br>. Acesso em: 01 Mar. 2021.

GAULEZ, M. P.; MACIEL, V. F. Determinantes da criminalidade no Estado de São Paulo: uma análise espacial de dados em cross-section. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 43., 2015, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC, 2015.

GOTTFREDSON, D. C.; HIRSCHI, T. **A General Theory of Crime**. Stanford: Stanford University Press. 1990

GREENE, William H. **Análise econométrica**. Pearson. 2003.

GUTIERREZ, M.; MENDONÇA, M.; SACHSIDA, A; LOUREIRO, P. **Inequality and criminality revisited: Further evidence from Brazil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA. ANPEC, 32., 2004, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2004.

HEALY, W. **The Individual Delinquent: A Text-book of Diagnosis and Prognosis for all Concerned in Understanding Offenders**. Boston, Little Brown. 1915.

JUNIOR, C. J. R; LOUREIRO, A. F. O. L. O impacto dos gastos públicos sobre a criminalidade no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 35., 2007, Recife. **Anais...** Recife, 2007.

KUME, L. Uma estimativa dos determinantes da taxa de criminalidade brasileira: uma aplicação em painel dinâmico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 23., 2004, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2004.

LEUNG, S. F. Dynamic Deterrence Theory. **Economica**, n. 62, p. 65-87, 1995.

LOUREIRO, A. **Essays on crime, hysteresis, poverty and conditional cash transfers**. 2013. Thesis (Doctor of Philosophy) – The University of Edinburgh, Edinburgh, 2013.

MESSNER, S. F. e BLAU, J. R. "Routine Leisure Activities and Rates of Crime: A Macro-level Analysis. **Social Forces**, v. 65, p.1.035-1.052, 1987

MOREIRA, R.; FOCHEZATTO, A. Análise Espacial Da Criminalidade No Estado Da Bahia. **Revista de Desenvolvimento Econômico**. 2018.

PESARAN, M. H. General diagnostic tests for cross section dependence in panels. **Cambridge Working Papers in Economics**, Faculty of Economics, University of Cambridge. 2004.

PLASSA, W.; PASCHOALINO, P. T.; SANTOS, M. P. Determinantes socioeconômicos das taxas de homicídios no nordeste brasileiro: uma análise espacial. In: ENCONTRO DE ECONOMIA BAIANA, 13., 2017, Salvador. **Anais...** Salvador, 2017.

SACHSIDA, A., MENDONÇA, M. J. C. Evolução e determinantes da taxa de homicídios no Brasil. **Texto para Discussão**, IPEA, n. 1808, 2013.

SAMPSON, R. J. **Crime in cities**: The effects of formal and informal social control. *Crime and justice*. 1986. p. 271-311.

SAMPSON, R. J.; GROVES, W. B. Community Structure and Crime: Testing Social-Disorganization Theory. **American Journal of Sociology**, v. 94, p. 774-802, 1989.

SANTOS, M; KASSOUF, A. Uma investigação econômica da influência do mercado de drogas ilícitas sobre a criminalidade brasileira. **Economia**, v. 8, n. 2, p. 187–210, 2007.

SARAIVA, M. V.; CONCEIÇÃO, O. C.; FRANCA, M. T. A. Os determinantes da criminalidade nos municípios gaúchos: evidências de um modelo econométrico-espacial. **ENSAIOS FEE (ONLINE)**, v. 38, p. 521-552, 2017.

SASS, K. S.; PORSSE, A. A.; SILVA, E. R. H. Determinantes das taxas de crimes no Paraná: uma abordagem espacial. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 10, p. 44-63, 2016.

SUTHERLAND, E. H. Development of the Theory. In: SCHUESSLE, K. (Ed.). **Edwin Sutherland on Analyzing Crime**. Chicago, IL: Chicago University Press.1973. p. 30-41

TEIXEIRA, E. C. **Dois ensaios acerca da relação entre criminalidade e educação**. 2011. Tese (Doutorado em Economia aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. Piracicaba. 2011.

TREMBLAY, M. e TREMBLAY, P. Social Structure, Interaction Opportunities and the Direction of Violent Offenses. **Journal of Research in Crime and Delinquency**, v. 35, p. 295-315,1998.