

**Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul**

**Tesouro do Estado**

**Divisão de Estudos Econômicos e Fiscais e Qualidade do Gasto**

**Análise do padrão espacial da criminalidade  
no Rio Grande do Sul de 2010-2015**

Adelar Fochezatto<sup>1</sup>

Guilherme Petry<sup>2</sup>

Jacó Braatz<sup>3</sup>

**TEXTO PARA DISCUSSÃO TE/RS Nº 08  
Abril/2018**

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Tesouro do Estado, ou de interesse da instituição, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões e debates de ideias. Todas as contribuições recebidas passam, necessariamente, por avaliação de admissibilidade e por análise dos pares. As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do órgão.

---

<sup>1</sup> Doutor em Economia. Professor Titular da PUCRS. Pesquisador do CNPq. E-mail: adelar@puers.br

<sup>2</sup> Mestrando no PPGE/PUCRS. Auditor-Fiscal da Receita Estadual. E-mail: guilhermecp@sefaz.rs.gov.br

<sup>3</sup> Doutor em Economia do Desenvolvimento. Auditor-Fiscal da Receita Estadual. E-mail: jacob@sefaz.rs.gov.br

## Resumo

Muitos estudos na área da criminalidade se dedicam a localizar concentrações espaciais de criminalidade. O conhecimento de onde ocorrem essas concentrações em cada momento do tempo pode ajudar nas decisões sobre a alocação de recursos na área da segurança. Dependendo de como o crime se distribui espacialmente, pode ser mais eficiente aumentar o policiamento em uma região e diminuir em outra. O objetivo deste estudo é fazer uma análise espacial do policiamento e da criminalidade no Rio Grande do Sul no período de 2010 a 2015. Para isso é utilizada a metodologia de análise exploratória de dados espaciais. Além disso, utilizando o método de diferenças em diferenças (Diff-in-Diff) são feitos dois testes para verificar a existência de relação causal entre policiamento e criminalidade. Em termos espaciais, foram identificadas diferenças significativas de criminalidade em função da população, sendo que nos municípios mais populosos a criminalidade é relativamente maior. Sob o ponto de vista temporal, identificou-se um aumento da criminalidade após 2013 e um aumento significativo da remuneração dos policiais a partir de 2012. Os resultados indicam também a presença de clusters espaciais de criminalidade, principalmente na Região Metropolitana de Porto Alegre e no Litoral Norte. Por outro lado, foram identificados clusters espaciais de policiamento principalmente na metade oeste do Estado. Por fim, os resultados obtidos não permitem confirmar a existência de uma relação causal entre policiamento e criminalidade.

**Palavras-chave:** economia do crime; dependência espacial; diferenças em diferenças.

**JEL:** H4; R5; R12

Área Temática EEG: Desenvolvimento Econômico

---

## 1. Introdução

Os crimes não acontecem de forma aleatória no espaço geográfico. O mesmo pode ser dito em relação aos criminosos, eles vêm de determinados lugares. Estes lugares podem ser os mesmos locais do crime ou, mais comumente, perto deles. O local, portanto, desempenha um papel vital na compreensão da criminalidade na definição de estratégias para combatê-la.

Os estudos sobre criminalidade têm tradicionalmente sido objeto de estudo de disciplinas como a sociologia e a psicologia. Com os estudos da escola de Chicago na década de 1930, a geografia começou a ganhar importância na compreensão da criminalidade (Shaw e McKay, 1931). A partir do final dos anos 1990, a polícia norte-americana começou a usar teorias e técnicas da análise espacial para a compreensão e combate ao crime (Chainey e Ratcliffe, 2005).

Em vista disso, aumentaram as parcerias entre profissionais da área de segurança e pesquisadores acadêmicos. Entre as técnicas de análise espacial utilizadas em estudos da criminalidade destacam-se a identificação de padrões e concentrações de crimes; identificação de relações entre o crime e as características ambientais ou socioeconômicas; e avaliação da eficácia e a efetividade de programas de redução do crime. Um dos produtos mais encontrados dessas parcerias é o mapeamento do crime, combinando informações criminais com o campo de pesquisa de sistemas de informação geográfica (SIG).

Entre as principais áreas de aplicação das técnicas de análise espacial em estudos de segurança pública e de criminalidade estão: mapeamento da atividade policial; identificação de crimes que ocorreram recentemente e previsão de onde o crime pode ocorrer no futuro; identificação de “pontos quentes” de criminalidade auxiliando no direcionamento de recursos; compreensão da distribuição espacial do crime e sua relação com outras informações locais; monitoramento dos impactos das iniciativas de redução do crime; e utilização de mapas como um meio para comunicar as estatísticas do crime e as iniciativas que estão sendo implementadas para resolver os problemas de criminalidade.

No Brasil, pouco se sabe sobre o uso dessas técnicas no combate ao crime. O que pode ser observado é um aumento significativo de informações estatísticas sobre criminalidade disponibilizadas ao público nos últimos anos. Na Secretaria de Segurança do Rio Grande do Sul, é possível encontrar informações mensais de criminalidade, por diferentes tipos de crimes para cada município do Estado. Como resultado, percebe-se um crescimento do número de estudos acadêmicos sobre o tema.

O objetivo deste estudo é fazer uma análise espacial do policiamento e da criminalidade no Rio Grande do Sul no período de 2010 a 2015. Para isso é utilizada a metodologia de análise exploratória de dados espaciais. O conhecimento de onde ocorrem essas concentrações, em cada momento do tempo, pode ajudar nas decisões sobre a alocação de recursos escassos na área da segurança. Dependendo de como o crime se distribui espacialmente, pode ser mais eficiente, por exemplo, aumentar o efetivo policial em uma região e diminuir em outra ou, então, alocar melhor os recursos financeiros.

## **2. Revisão bibliográfica**

Carrets et al (2016) realizaram uma análise espacial da criminalidade do Rio Grande do Sul, identificando padrões espaciais nos anos de 2000, 2005 e 2015. Através do instrumental espacial para a construção de indicadores de dependência espacial para crimes de homicídios, furto e furto de veículo, roubo e roubo de veículo, mapearam o comportamento da criminalidade no Estado com a identificação de *clusters* de municípios com alta (baixa) taxa de criminalidade. Os resultados constataam a existência de forte dependência espacial para as taxas de crimes na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA).

Araujo Jr e Fajnzylber (2000) analisaram as tendências longitudinais e espaciais das taxas de crimes em Minas Gerais e estimaram os determinantes das taxas de criminalidade nas microrregiões do estado. Para tanto, utilizaram variáveis representativas dos níveis educacionais médios, da desigualdade na distribuição de renda, do grau de urbanização, do grau de desorganização social e da participação de jovens na população. Os principais resultados são: maiores níveis educacionais implicam menores taxas de crime contra a pessoa e maiores taxas de crimes contra a propriedade; a desigualdade de renda encontra-se associada a maiores taxas de homicídios e homicídios tentados, e a menores taxas de roubos de veículos; microrregiões mais urbanizadas tendem a ter maiores taxas de estupro; a desorganização social, medida pela taxa de separações, está associada a maiores taxas para todos os crimes; uma maior proporção de jovens na população implica maiores taxas de crimes, particularmente aqueles contra a pessoa.

Oliveira (2008) faz uma análise espacial da criminalidade no Estado do Rio Grande do Sul. Para este fim, é apresentado um modelo econométrico espacial para os determinantes da criminalidade. O modelo segue as contribuições da economia do crime, porém acrescenta as contribuições da abordagem ecológica e as teorias do aprendizado social. No modelo, a criminalidade em cidades pode ser explicada por características locais em que o ambiente, a vizinhança e o histórico do indivíduo afetam a criminalidade. São utilizados dados municipais

agregados para homicídios, roubos e furtos no ano de 2000. Os testes realizados mostram a existência de dependência espacial em roubos furtos e independência espacial em homicídios. No artigo ficam destacados os papéis da desigualdade de renda e das aglomerações urbanas como fatores que potencializam a criminalidade em cidades. No artigo são discutidas também as importâncias da família e da escola na explicação da criminalidade. Os resultados obtidos mostram que problemas na estrutura familiar e a ineficiência do ensino afetam positivamente a criminalidade. Neste artigo, os benefícios do crime e os custos de oportunidade são divididos, o que permite concluir que o crescimento econômico não implica diretamente o aumento da criminalidade. Isto porque se houver um aumento da renda dos mais pobres a criminalidade diminui.

Freitas et al (2015), criaram um indicador geral de criminalidade com base em 14 tipologias de crimes extraídas das estatísticas oficiais da Secretaria de Segurança Pública do Rio Grande do Sul para os 496 municípios gaúchos para o ano de 2013. O indicador foi denominado de IGcrime e seu valor varia de zero a um, onde um representa um baixo nível de criminalidade e zero um alto nível de criminalidade. O IGcrime agrupou todas as tipologias de crimes realizando uma ponderação com base nas penas atribuídas pelo Código Penal Brasileiro. Ademais o IGcrime de cada município foi calculado utilizando um critério bayesiano empírico que promove um ajustamento das taxas brutas dos crimes a fim de diminuir o efeito aleatório de crimes ocorridos em municípios de população pequena. O IGcrime calculado para o RS mostrou que os piores índices estão concentrados em sete municípios na Região Metropolitana de Porto Alegre e em três municípios do interior.

Kleinschmitt et al (2012) analisam a distribuição espacial dos homicídios no Estado do Paraná e a sua relação com as variáveis socioeconômicas, demográficas e de infraestrutura urbana. O método de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) foi utilizado para medir o grau de autocorrelação espacial entre as variáveis estudadas, a partir das características dos municípios do Estado. Os resultados demonstraram a existência da autocorrelação espacial das taxas de homicídio entre os municípios paranaenses. Ao considerar os mapas de clusters, verificou-se a presença de quatro grandes clusters do tipo Alto-Alto (AA) e quatro grandes clusters do tipo Baixo-Baixo (BB).

Farias et al (2008) verificam a existência de clusters entre os municípios mineiros e determinam um índice de criminalidade municipal, usando variáveis representativas de crimes violentos. Consideraram as similaridades apresentadas entre as taxas de crimes e a existência de possíveis padrões espaciais. Os resultados permitem inferir que existem sete grupos de

municípios distintos em Minas Gerais, conforme nível de criminalidade. Identificaram também que há dependência espacial nas taxas de criminalidade no Estado e que existem clusters distintos para crimes violentos contra o patrimônio e contra pessoas.

Kleinschmitt et al (2010) analisaram a evolução temporal e o perfil da mortalidade por homicídios no Estado do Paraná, bem como, avaliaram a distribuição espacial destes homicídios no espaço. Constataram que as vítimas de homicídio, em sua grande maioria, eram do sexo masculino, jovens e solteiros, sendo as mortes provocadas por armas de fogo. O método de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) foi utilizado para verificar a presença de autocorrelação espacial das taxas de homicídio entre os municípios do Estado. Os resultados demonstraram a existência da autocorrelação espacial das taxas de homicídio entre os municípios paranaenses. Ao considerar os mapas de clusters, verificou-se a presença de três grandes clusters do tipo Alto-Alto (AA) no período de 1997 e 2001 e quatro grandes clusters do tipo AA no período 2002-2006. As maiores taxas de homicídio foram encontradas nos clusters constituídos por municípios situados na Mesorregião Metropolitana de Curitiba, na Mesorregião Norte Central, na Mesorregião Oeste e num conjunto de municípios das Mesorregiões Centro-Sul, Centro Ocidental, Oeste e Sudoeste.

### **3. Metodologia**

Para ter uma ideia geral da distribuição espacial do policiamento e da criminalidade nos municípios do Rio Grande do Sul, são apresentados alguns mapas temáticos. Existem muitas opções de mapas, mas neste estudo será utilizado o mapa de percentis. Este tipo de mapa classifica as informações em seis classes, dando destaque aos casos extremos: menor que 1%, de 1 a 10%, de 10 a 50%, de 50 a 90%, de 90 a 99%, maior que 99%. As porcentagens se referem ao número de unidades espaciais (neste caso municípios). Por exemplo, utilizando a variável número de crimes por município, o mapa mostra, pela ordem: os 5 (1%) municípios com muito baixa criminalidade, os 50 (9%) municípios com baixa criminalidade, os 198 (40%) municípios com média-baixa criminalidade, os 198 (40%) municípios com média-alta criminalidade, os 50 (9%) municípios com alta criminalidade e os 5 (1%) municípios com muito alta criminalidade.

Para analisar as relações entre policiamento, criminalidade e outros indicadores relacionados com o tema, são utilizadas técnicas de autocorrelação espacial global e local. A análise de autocorrelação espacial serve para mostrar se o valor de um determinado indicador depende de sua localização nas diferentes unidades espaciais em análise. Em outras palavras,

ela mostra se o valor de um determinado indicador segue ou não um padrão espacial aleatório. Quando uma determinada unidade espacial e suas unidades espaciais vizinhas têm comportamentos semelhantes, significa que há autocorrelação espacial positiva e quando elas têm comportamentos diferentes, ela é negativa. Se não há um padrão definido, significa que não há autocorrelação, significando que a distribuição espacial da variável de interesse é aleatória. O principal índice usado para fazer essa mensuração é o I de Moran, o qual é definido por:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

onde:  $I$  é o índice de correlação espacial global (I de Moran);  $n$  é o número de unidades espaciais;  $x_i$  é o valor da variável de interesse na unidade espacial  $i$ ;  $x_j$  é o valor da variável na unidade espacial  $j$ ;  $\bar{x}$  é a média da variável  $x$ ; e  $w_{ij}$  é uma matriz de pesos espaciais que indica a relação de contiguidade entre as unidades espaciais  $i$  e  $j$ . Se  $i$  e  $j$  compartilham fronteira, então  $w_{ij} = 1$ , senão,  $w_{ij} = 0$ .

O I de Moran é um índice de autocorrelação espacial global, ou seja, considerando todo o conjunto das unidades espaciais. No entanto, é possível que haja autocorrelação espacial entre algumas unidades espaciais e não entre outras, configurando a formação de clusters espaciais. Para verificar a existência de clusters espaciais utiliza-se o LISA (Local Indicators of Spatial Association), o qual é definido por:

$$I_i = (x_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad (2)$$

Além dos testes de dependência espacial global e local, foram feitos alguns testes de diferenças de médias (Teste F) e análises exploratórias de efeitos de tratamentos (diferenças em diferenças ou diff-in-diff). Compara-se a média de uma variável em áreas selecionadas com a média da mesma variável nas áreas não selecionadas dentro do conjunto de observações. Também, compara-se a média de uma variável em dois períodos de tempo distintos. Para analisar os efeitos de tratamentos, utiliza-se a interação entre diferentes áreas selecionadas e diferentes períodos de tempo. Para isso, são definidas duas *dummies*, a primeira recebendo o valor 1 para as áreas selecionadas e 0 para as não selecionadas e a

segunda recebendo o valor 1 para o período final (depois) e 0 para o período inicial (antes). O Quadro 1 sintetiza esses procedimentos.

Quadro 1 – Procedimentos adotados para a análise de diferenças em diferenças.

Grupos	Área selecionada	Área não selecionada	Diferença: área selecionada menos área não selecionada
Antes	A	B	(A-B)
Depois	C	D	(C-D)
Diferença: depois menos antes	(C-A)	(D-B)	(C-D)-(A-B)

Em termos formais, o modelo de diferenças em diferenças pode ser escrito da seguinte maneira:

$$Y = \alpha + \beta_1 G + \beta_2 T + \beta_3 G * T + \varepsilon$$

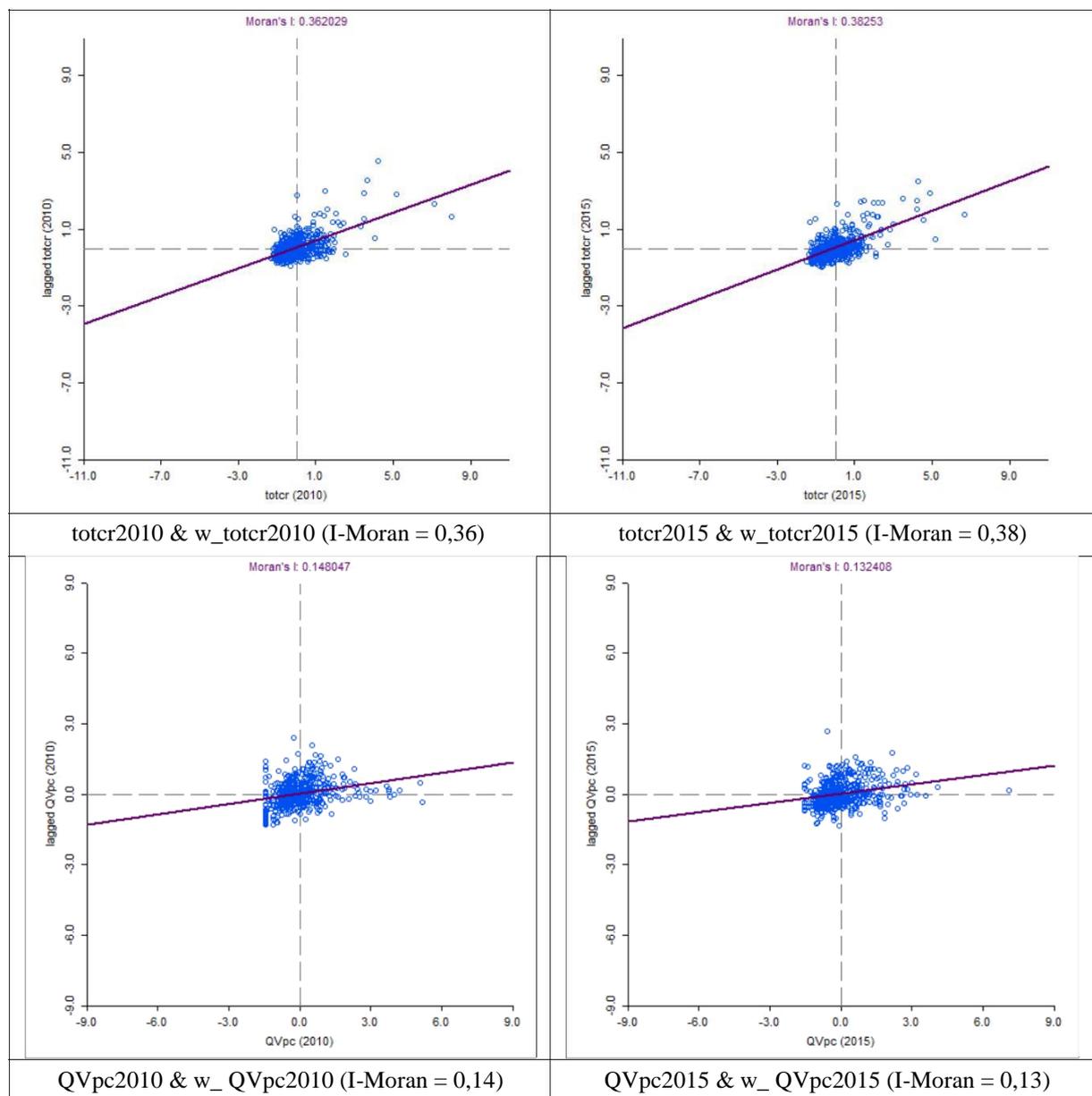
onde Y é a variável que representa o resultado do programa avaliado; G mostra o efeito espacial (geográfico), sendo uma variável binária assumindo o valor 1 no grupo de municípios selecionados (grupo tratado) e zero nos demais municípios; T mostra o efeito temporal, sendo uma variável binária assumindo o valor 1 no período depois da intervenção e zero no período antes da intervenção; G\*T é a variável de interação (grupo selecionado e depois da intervenção);  $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  são parâmetros estimados e  $\varepsilon$  é o termo de erro. O parâmetro de interesse do modelo é o  $\beta_3$ .

#### 4. Análise dos resultados

O primeiro ponto a ser analisado é se existe dependência espacial da criminalidade e do policiamento. Esta análise permite afirmar se estas variáveis apresentam uma distribuição espacial ou geográfica aleatória ou se, pelo contrário, apresentam distribuição heterogênea com concentrações em alguns lugares. Para isso foram utilizadas informações sobre o número total de crimes e número de policiais ativos da brigada militar por município. As duas informações foram padronizadas pela população, tendo sido divididas por mil habitantes. A mesma análise foi feita para cada um dos seguintes grupos de crimes: roubos e furtos; entorpecentes; e outros crimes. Como a quantidade de roubos e furtos em relação aos demais crimes é muito alta, os resultados para esta variável e para o total de crimes são semelhantes. Por isso, nesta análise optou-se por analisar apenas o total de crimes. A Figura 1 mostra a

dependência espacial (I-Moran) da criminalidade e do policiamento nos municípios do RS nos anos de 2010 e 2015.

Figura 1: Dependência espacial (I-Moran) da criminalidade e do policiamento nos municípios do RS, 2010 e 2015.

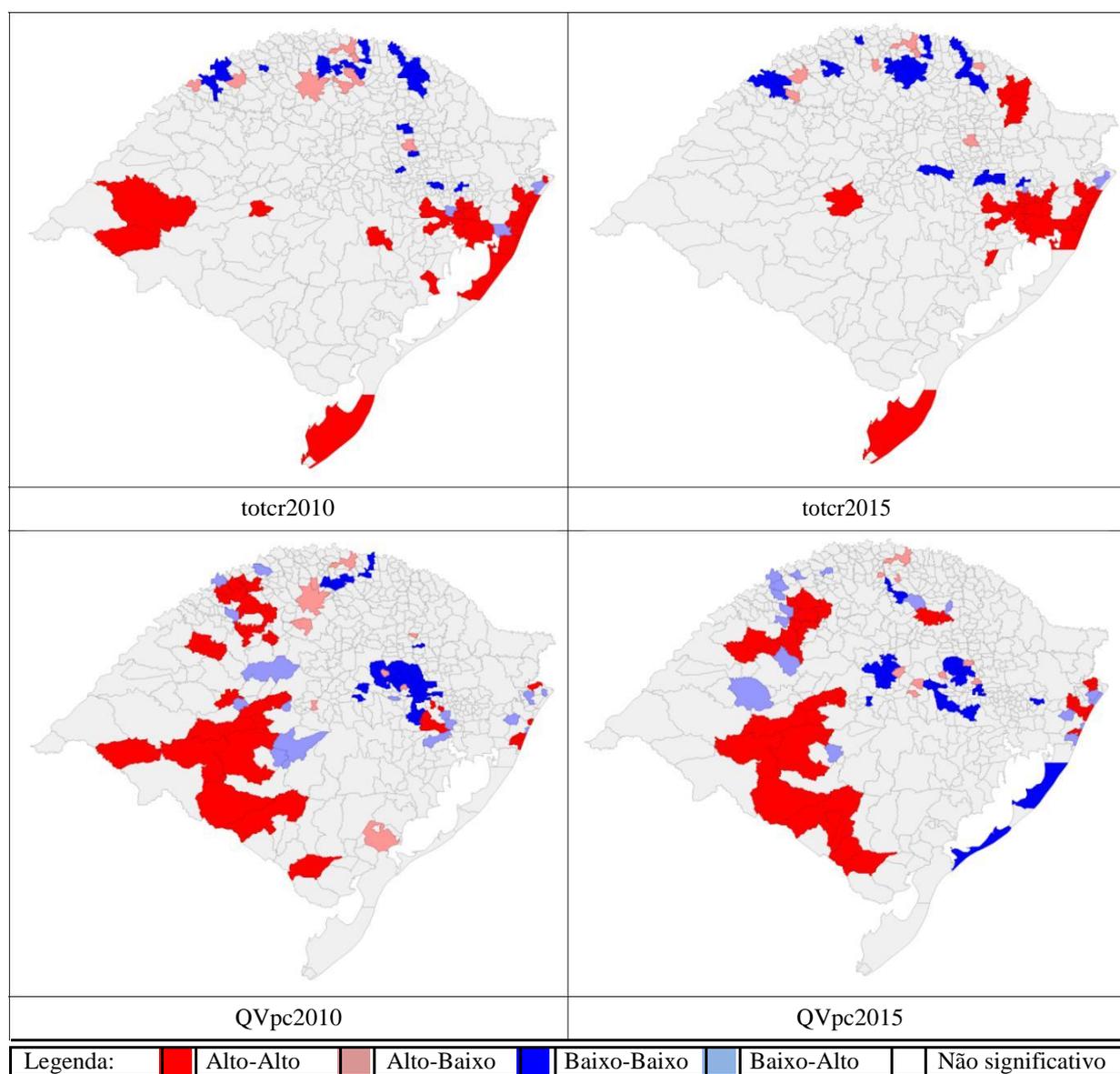


Fonte: resultados da pesquisa.

Os resultados mostrados na Figura 1 permitem afirmar que a criminalidade apresenta uma dependência espacial muito mais acentuada que o policiamento. Além disso, entre 2010 e 2015 a dependência espacial da criminalidade teve um pequeno aumento, enquanto que a do policiamento teve uma pequena diminuição. Isso significa dizer que, por um lado, a criminalidade se concentra cada vez mais em alguns espaços geográficos e, por outro lado, o policiamento se distribui cada vez mais homogeneamente entre esses espaços.

Conforme salientado na metodologia, o I-Moran é um índice de autocorrelação espacial global, considerando conjuntamente todas as unidades espaciais (municípios). No entanto, dentro deste conjunto, é possível que haja autocorrelação espacial entre algumas unidades espaciais e não entre outras, configurando a presença de clusters espaciais. Para verificar a existência de clusters espaciais de criminalidade e de policiamento, foi calculado o indicador local LISA, cujos resultados estão na Figura 2.

Figura 2: Clusters espaciais de criminalidade e de policiamento nos municípios do RS, 2010 e 2015.



Fonte: resultados da pesquisa.

Para que haja a presença de cluster espacial do tipo Alto-Alto (cor vermelha) é preciso que o comportamento da variável em questão apresente resultados similares em cada município e nos municípios vizinhos. Para as variáveis que estão sendo analisadas, clusters do

tipo Alto-Alto aparecem naqueles espaços geográficos em que uma alta criminalidade por mil habitantes em um município é acompanhada por alta criminalidade também nos seus municípios vizinhos (com fronteira comum). O mesmo raciocínio vale para o número de policiais por mil habitantes. Para os demais tipos de clusters, a interpretação é similar: a primeira palavra sempre se refere ao município e a segunda aos seus vizinhos.

Observando a Figura 2, é possível identificar a presença de clusters de alta criminalidade por mil habitantes principalmente na parte leste do Estado, mais especificamente na Região Metropolitana de Porto Alegre e Litoral Norte. Isto ocorre tanto em 2010 quanto em 2015. Por outro lado, os clusters de alto policiamento por mil habitantes aparecem mais fortemente na parte oeste do Estado. Em princípio, se espera que haja coincidência espacial de clusters de criminalidade e policiamento, ou seja, o efetivo policial deve ser relativamente maior onde a criminalidade é relativamente mais forte. Tendo por base os resultados da Figura 2, claramente isso não está ocorrendo no RS o que sinaliza a existência de um desajuste na alocação espacial do policiamento.

No entanto, o fato de haver uma menor criminalidade onde tem maior policiamento pode ser o resultado da ação policial. Para verificar esta possibilidade é preciso analisar se está ocorrendo esta relação causal. Para isso foram feitos dois testes utilizando o método de diferenças em diferenças (diff-in-diff). O primeiro classificando os municípios em função do número de policiais por mil habitantes e o segundo em função do aumento do número policiais por mil habitantes.

No primeiro teste, o grupo tratado é composto pelos 50 municípios com maior policiamento em 2010. Os demais municípios são o grupo não tratado. Assim, o ano de 2010 é o período antes do tratamento e cada ano entre 2011 e 2015 é considerado como período depois do tratamento. A variável de interesse é o número total de crimes por mil habitantes. Com isso, o problema consiste em verificar se o fato de haver um maior policiamento por mil habitantes em 2010 causou uma redução da criminalidade nestes locais nos anos subsequentes. Foram estimadas as regressões para todos os anos e em nenhum dos modelos o parâmetro de interesse foi significativo. O Quadro 2 mostra os resultados apenas para os anos 2010 (antes) e 2015 (depois).

Quadro 2: Resultados da aplicação do modelo de diferenças em diferenças para o nível de policiamento, 2010-2015.

REGRESSION (DIFF-IN-DIFF, COMPARE REGIMES AND TIME PERIOD)					
SUMMARY OF OUTPUT: ORDINARY LEAST SQUARES ESTIMATION					
Data Set	:	Malha_Mun_RS3			
Dependent Variable	:	totcr (2010,2015)			
Num. of Observations:		992			
Mean dependent var	:	15.1155	Number of Variables	:	
S.D. dependent var	:	9.76794	Degrees of Freedom	:	
			4		
			988		
R-squared	:	0.029803	F-statistic	:	
Adjusted R-squared	:	0.026857	Prob(F-statistic)	:	
Sum squared residual:		91828.6	Log likelihood	:	
Sigma-square	:	92.9439	Akaike info criterion	:	
S.E. of regression	:	9.64074	Schwarz criterion	:	
Sigma-square ML	:	92.5691			
S.E of regression ML:		9.62128			
-----					
Variable		Coefficient	Std.Error	t-Statistic	Probability
-----					
CONSTANT		14.1788	0.456502	31.0596	0.00000
SPACE		5.49425	1.4378	3.82129	0.00014
T2010_2015		0.773644	0.645592	1.19835	0.23107
INTERACT		-0.0794042	2.03336	-0.0390508	0.96879
-----					

Fonte: resultados da pesquisa.

Os resultados mostram que o efeito espacial (SPACE) é significativo, mas que o efeito temporal (T2010\_2015) e o efeito interação (INTERACT) não são. Como este é o coeficiente de interesse, não é possível afirmar que houve redução relativa de criminalidade nos 50 municípios com maior policiamento em 2010. Interpretando os coeficientes individualmente, em relação ao efeito espacial, os resultados mostram que os residentes nos 50 municípios com maior policiamento em 2010, estavam sujeitos a 5,49 crimes por mil habitantes a mais que os residentes nos demais municípios. O efeito temporal indica que o número de crimes por mil habitantes em 2015 aumentou em 0,77 em comparação com 2010. O efeito interação combina essas duas informações e indica que nos 50 municípios com maior policiamento o número de crimes aumentou relativamente menos (0,70) que nos demais municípios ( $0,70 - 0,77 = -0,07$ ). No entanto, esses dois últimos efeitos não podem ser considerados, já que não foram significativos sob o ponto de vista estatístico.

No teste anterior, é possível que o policiamento tenha diminuído depois de 2010 nos 50 municípios selecionados. Por isso, foi feito um segundo teste selecionando agora os 50 municípios com maior aumento do número de policiais por mil habitantes entre 2010 e 2012. Neste período o policiamento passou de 0,98 para 1,59 policiais por mil habitantes nestes

municípios. Nos demais municípios, no mesmo período, o policiamento diminuiu de 1,53 para 1,39 policiais por mil habitantes.

Neste segundo teste, o grupo tratado é composto pelos 50 municípios com maior aumento de policiamento entre 2010 e 2012. Os demais municípios são o grupo não tratado. Assim, o ano de 2010 é o período antes do tratamento e cada ano entre 2013 e 2015 é considerado como período depois do tratamento. Novamente, a variável de interesse é o número total de crimes por mil habitantes. Com isso, o problema consiste em verificar se o fato de ter havido um aumento no policiamento por mil habitantes causou uma redução da criminalidade nestes municípios nos anos subsequentes. Foram estimadas as regressões para todos os anos e em nenhum dos modelos o parâmetro de interesse foi significativo. O Quadro 3 mostra os resultados apenas para os anos 2010 (antes) e 2013 (depois).

Quadro 3: Resultados da aplicação do modelo de diferenças em diferenças para o aumento do policiamento, 2010-2013.

REGRESSION (DIFF-IN-DIFF, COMPARE REGIMES AND TIME PERIOD)				
SUMMARY OF OUTPUT: ORDINARY LEAST SQUARES ESTIMATION				
Data Set	: Malha_Mun_RS3			
Dependent Variable	: totcr (2010,2013)			
Num. of Observations:	992			
Mean dependent var	: 14.5517	Number of Variables	: 4	
S.D. dependent var	: 9.74654	Degrees of Freedom	: 988	
R-squared	: 0.012252	F-statistic	: 4.08516	
Adjusted R-squared	: 0.009253	Prob(F-statistic)	: 0.00677172	
Sum squared residual:	93080.5	Log likelihood	: -3660.17	
Sigma-square	: 94.2111	Akaike info criterion	: 7328.34	
S.E. of regression	: 9.70624	Schwarz criterion	: 7347.94	
Sigma-square ML	: 93.8312			
S.E of regression ML:	9.68665			
Variable	Coefficient	Std.Error	t-Statistic	Probability
CONSTANT	15.0267	0.459604	32.695	0.00000
SPACE	-2.91738	1.44757	-2.01537	0.04414
T2010_2013	-0.2471	0.649978	-0.380166	0.70389
INTERACT	-1.13817	2.04717	-0.555972	0.57837

- Fonte: resultados da pesquisa.

No teste anterior, neste também o efeito espacial (SPACE) é significativo, enquanto que o efeito temporal (T2010\_2013) e o efeito interação (INTERACT) não são. Dado que este é o coeficiente de interesse, não é possível afirmar que houve redução relativa de criminalidade nos 50 municípios com maior aumento de policiamento entre 2010 e 2012. Em

relação ao efeito espacial, os resultados mostram que nos municípios que tiveram aumento de policiamento, havia -2,91 crimes por mil habitantes em 2010. Uma dúvida que surge é porque na época houve um aumento relativo considerável de policiamento em municípios que apresentavam menor criminalidade?

## **5. Comentários finais**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o padrão espacial da criminalidade e do policiamento no Rio Grande do Sul no período de 2010 a 2015, análise exploratória de dados espaciais. Primeiro foram calculados índices de dependência espacial global para verificar se essas variáveis se distribuem de forma aleatória ou não entre os municípios do Estado. Segundo, foram calculados índices de dependência espacial local para identificar a presença e a localização de clusters espaciais de policiamento e de crimes. Por fim, foram feitos dois testes para verificar os efeitos do policiamento sobre a criminalidade.

Os resultados encontrados para os índices de dependência espacial global rejeitaram a hipótese de que o policiamento e a criminalidade se distribuem de forma aleatória entre os municípios. A criminalidade mostrou uma alta dependência espacial, sendo que esta dependência aumentou entre 2010 e 2015. Por outro lado, o policiamento mostrou uma dependência bem menor que a criminalidade, além de ter diminuído entre 2010 e 2015. Estes resultados evidenciam dois padrões espaciais distintos das duas variáveis. Por um lado, o policiamento por mil pessoas tende a convergir para níveis similares entre os municípios enquanto que, por outro lado, a criminalidade por mil habitantes tende a se concentrar em alguns municípios.

Os índices de dependência espacial local permitiram identificar a presença e a localização de clusters de policiamento e de criminalidade. Havendo clusters, era de se esperar que houvesse uma certa sobreposição espacial dos mesmos, já que se imagina que o policiamento deve ser mais forte onde a criminalidade é maior. Isto, no entanto, não aconteceu. De uma maneira geral, pode-se dizer que os clusters de criminalidade predominam na metade leste do Estado, particularmente na região metropolitana de Porto Alegre e Litoral Norte. Os clusters de policiamento, por sua vez, predominam na metade oeste.

Esta não coincidência espacial dos clusters de policiamento e de criminalidade pode ser justificada com o argumento de que a presença do policiamento causa uma menor criminalidade. Para verificar se esta relação causal efetivamente ocorreu, foram feitos dois testes de diferenças em diferenças. No primeiro teste foi feita uma avaliação para verificar se

um maior grau relativo de policiamento em alguns municípios no início do período causou uma redução relativa da criminalidade nestes municípios nos períodos subsequentes. Os resultados obtidos com o teste não permitem confirmar a ocorrência desta relação causal nos municípios do Rio Grande do Sul no período analisado. No segundo teste foi analisado se um maior aumento relativo de policiamento em alguns municípios no período de 2010 a 2012 causou uma redução relativa da criminalidade nestes municípios nos períodos subsequentes. Novamente os resultados não foram significativos, não sendo possível confirmar a existência desta relação causal.

### **Bibliografia**

ALMEIDA E. S.; HADDAD, E. A; HEWINGS, G. J. D. The spatial pattern of crime in Minas Gerais: An exploratory analysis. **Economia Aplicada**, 9, p. 39-55, 2005.

ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association-LISA. **Geographical Analysis**, 27(2), 93-115, 1995.

ARAUJO Jr, A. F.; FAJNZYLBER, P. Crime e Economia: Um Estudo das Microrregiões Mineiras. **Revista Econômica do Nordeste**, v.31, n. Especial, p.630-659, 2000.

CARRETS, F. D.; OLIVEIRA, J.; MENEZES, G. R. A criminalidade no Rio Grande do Sul: uma análise espacial para os anos de 2005, 2010 e 2015. In: **Anais do 8º Encontro de Economia Gaúcha**, Porto Alegre/RS, 2016.

CHANEY, S.; TOMPSON, L e UHLIG, S. The Utility of Hotspot Mapping for Predicting Spatial Patterns of Crime. **Security Journal**, n. 21, 2008. Disponível em: [www.e-education.psu.edu/geog884/sites/www.e-education.psu.edu/geog884/files/image/lesson2/Chaney%20et%20al.%20\(2008\).pdf](http://www.e-education.psu.edu/geog884/sites/www.e-education.psu.edu/geog884/files/image/lesson2/Chaney%20et%20al.%20(2008).pdf)

ECK, J. E.; CHANEY, S.; CAMERON, J. G.; LEITNER, M. e WILSON, R. E. **Mapping crime: understanding hot spots**. U.S. Department of Justice, 2005. [www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/209393.pdf](http://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/209393.pdf)

FARIAS, C. A.; FIGUEIREDO, A. M.; LIMA, J. E. Dependência Espacial e Análise de Agrupamento de Municípios para Diferentes Tipos de Crime em Minas Gerais. **Reuna**, v.13, n.3, p.67-83, 2008.

FREITAS, T. A.; CADAVAL, A. F.; GONÇALVES, G. A. A estimação de um índice geral de criminalidade para os municípios do Rio Grande do Sul – IGcrime RS. In: **Anais do XIII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, Curitiba/PR, 2015.

KLEINSCHMITT, S. C.; WADI, Y. M.; STADUTO, J. A. Análise espacial dos homicídios no Estado do Paraná. **Revista REDES**, v.17, n.3, p.257-290, 2012.

LEIPNIK, M.R.; ALBERT, D.P. **GIS in Law Enforcement: Implementation Issues and Case Studies**. London: Taylor & Francis, 2003.

LAVIGNE, N.G.; GROFF, E.R. The evolution of crime mapping in the United States. In: HIRSCHFIELD, A.; BOWERS, K. (eds). **Mapping and Analysing Crime Data**, p. 203-221. London: Taylor & Francis, 2001.

OLIVEIRA, C. A. Análise espacial da criminalidade no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia**, v.34, n.3, p.35-60, 2008.

KLEINSCHMITT, S. C.; WADI, Y. M.; STADUTO, J. A. Evolução espaço-temporal dos homicídios no Estado do Paraná. **REBESP**, n.3, v.4, p.16 - 27, 2010.

WEISBURD, D.; McEWEN, T. Introduction: Crime mapping and crime prevention. In: WEISBURD, D.; McEWEN, T. (eds). **Crime Mapping and Crime Prevention**, p. 8, 1-23. New York: Criminal Justice Press, 1997.