

ESTIMAÇÃO DE UM ÍNDICE DE CRIMINALIDADE PARA OS MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO SUL NOS ANOS DE 2005 A 2015 – IGcrime RS

*Jonatas de Oliveira¹
Fernanda Dachi Carrets²
Tiarajú Alves de Freitas³*

RESUMO

Este trabalho buscou como tema de pesquisa a propagação da criminalidade no Estado do Rio Grande do Sul. O crescente aumento da criminalidade vem sendo foco de discussão entre pesquisadores e formuladores de políticas públicas. Diferentes metodologias têm sido utilizadas, na tentativa de ilustrar as dimensões do problema, compreender seus determinantes, identificar grupos de risco e mensurar impactos sociais e econômicos. O objetivo deste trabalho é analisar a evolução do nível de criminalidade geral a partir de uma composição com base em 12 tipologias criminais extraídas das estatísticas oficiais da Secretaria de Segurança Pública do Rio Grande do Sul para o período 2005-2015 para todos os municípios gaúchos. O indicador utilizado é denominado Índice Geral de Criminalidade (IGcrime Bayesiano) e seu valor oscila entre *zero* e *um*, onde *zero* representa um baixo nível de criminalidade e *um* representa um alto nível de criminalidade. O IGcrime Bayesiano agrupou as 12 tipologias de crimes e realizou uma ponderação com base nas penas atribuídas pelo Código Penal Brasileiro, na Lei Antidrogas e no Estatuto do Desarmamento. O IGcrime Bayesiano calculado para o Estado mostrou que os piores índices estão concentrados nas regiões mais populosas, principalmente na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA).

Palavras-chave: Índice Geral de Criminalidade. Rio Grande do Sul. Evolução da Criminalidade.

Classificação JEL: C11, K14.

ABSTRACT

This work sought as a research theme the spread of crime in the State of Rio Grande do Sul. The increasing increase in crime has been a focus of discussion between researchers and policy makers. Different methodologies have been used in an attempt to illustrate the dimensions of the problem, to understand its determinants, to identify risk groups and to measure social and economic impacts. The objective of this work is to analyze the evolution of the level of general crime based on a composition based on 12 criminal typologies extracted from the official statistics of the Secretaria de Segurança Pública do Rio Grande do Sul for the period 2005-2015 for all the municipalities of Rio Grande do Sul. The indicator used is called the Índice Geral de Criminalidade (IGCrimeBayesiano) and its value ranges from zero to one, where zero represents a low level of crime and one represents a high level of crime. IGcrime Bayesiano grouped the 12 typologies of crimes and carried out a weighting based on the penalties attributed by the Código Penal Brasileiro, Lei Antidrogas and the Estatuto do Desarmamento. The calculated IGcrime Bayesiano index for the state showed that the worst indexes are concentrated in the most populated regions, mainly in the Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA).

Keywords: General Index of Crime. Rio Grande do Sul. Evolution of crime.

JEL Classification: C11, K14.

¹ Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada – PPGEMar/FURG. Contato: jonatasoliveira@furg.br.

² Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Economia – PPGE/UFRGS. Contato: fe.dachi@gmail.com.

³ Professor adjunto da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, doutor em Economia Aplicada pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – PPGE/UFRGS. Contato: tiarajufreitas@hotmail.com.

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a criminalidade vem sendo foco de discussão entre pesquisadores e formuladores de políticas públicas. Diferentes metodologias têm sido utilizadas, na tentativa de ilustrar as dimensões do problema, compreender seus determinantes, identificar grupos de risco e mensurar impactos sociais e econômicos. A questão da segurança pública é um tema primordial quando se trata de qualidade de vida e de condições de cidadania de uma população. Portanto, é imprescindível que haja estudos que busquem entender os diversos aspectos que propulsionam a criminalidade.

Uma análise mais aprofundada sobre a criminalidade levanta questionamentos de grande complexidade, pois seus fatores determinantes abrangem diversas áreas do conhecimento e diferentes setores da sociedade. A Economia do Crime é o campo da economia que estuda a relação do crime para com a sociedade (Oliveira, 2008). Smith (1776) foi o primeiro economista a escrever sobre crimes e a demanda da sociedade por proteção contra eles, salientando que isso era incitado pela acumulação de ativos de propriedade. Já os primeiros estudos que tentam analisar a relação entre crime e economia foram realizados por Smigel-Leibowitz (1965) e Ehrlich (1967), conforme destacado por Santos e Kassouf (2006). No entanto, a concepção de um arcabouço teórico para a Economia do Crime só foi desenvolvida em 1968 por Gary Becker.

Este trabalho visa contribuir para a investigação econômica do crime com uma análise mais criteriosa da evolução da criminalidade no Estado do Rio Grande do Sul. Existe na literatura brasileira alguns trabalhos que elaboraram índices com esta característica comum e que apresentam especificidades particulares no conjunto das variáveis que os constituem. O desenvolvimento de índices se diferencia em termos metodológicos. Por exemplo, Monteiro (2009) apresentou um indicador de criminalidade para o Estado do Rio Grande do Sul, baseado no método multivariado com a utilização de uma estatística espacial a fim de controlar a segurança pública. Já o trabalho de Soares, Zobot e Ribeiro (2011) utilizou-se da técnica de análise fatorial para obter um índice de criminalidade para as mesorregiões catarinenses e também da análise envoltória de dados, que permite criação de uma fronteira de eficiência relativa não-paramétrica entre os municípios.

De acordo com Khan (2005), as estatísticas oficiais da segurança pública são geradas através das notificações policiais (boletins de ocorrência) e, por isso, podem não representar fielmente todos os crimes que de fato ocorreram. Sendo assim, o autor ressalta a importância de se tomar alguns cuidados quanto à elaboração de um indicador de criminalidade em face da validade e confiabilidade dos dados em análise. Ainda segundo Khan (2005), “para que um crime faça parte das estatísticas oficiais são necessárias três etapas sucessivas: o crime deve ser detectado, notificado às autoridades policiais e por último registrado no boletim de ocorrência” (KHAN, 2005, p. 4).

Khan (2005) ressalta que pesquisas de vitimização realizadas no Brasil indicam que, em média, apenas um terço dos crimes são registrados. Sendo assim, elevações nos dados oficiais da criminalidade podem ser vistos como um efeito positivo do aumento da credibilidade da população na segurança pública e de melhora na performance policial (Khan, 2005).

Atualmente não existe de forma institucionalizada, por meio de centros de pesquisa econômica, um indicador geral de criminalidade disponível para análise de gestores de políticas públicas, de pesquisadores e da sociedade em geral. Neste sentido, o presente trabalho desenvolve uma metodologia de cálculo de um indicador geral de criminalidade que gera um método de mapeamento da criminalidade e contribui para o desenvolvimento da temática de economia do crime.

O objetivo deste trabalho é analisar a evolução do nível de criminalidade geral a partir de uma composição com base em 12 tipologias criminais extraídas das estatísticas oficiais da Secretaria de Segurança Pública do Rio Grande do Sul para o período 2005-2015 para todos os municípios gaúchos. O indicador utilizado é denominado Índice Geral

de Criminalidade (IGcrime Bayesiano) e seu valor varia entre zero e *um*, onde zero representa um baixo nível de criminalidade e *um* representa um alto nível de criminalidade. Assim, será possível responder se o nível de criminalidade aumentou ou diminuiu nos onze anos analisados para uma combinação de 12 tipologias de crimes.

A metodologia utilizada para desenvolver o IGcrime Bayesiano se preocupou com dois critérios. O primeiro, permitiu que municípios de população pequena pudessem estar juntos na análise de nível de criminalidade com os municípios grandes. Isto foi possível ao se controlar a hipótese de aleatoriedade na ocorrência de um crime em uma cidade pequena. O segundo, ao combinar diferentes tipologias criminais em um único indicador. Isto foi feito através da utilização das penas impostas a estes crimes pelo conjunto de legislação jurídica do nosso país.

Com o intuito de retirar a hipótese de aleatoriedade sobre as estimativas de ocorrências dos crimes, aplicou-se uma taxa de correção bayesiana para o grupo dos 496 municípios gaúchos. Desta forma, pode-se incorporar os riscos contidos em outras áreas, neste caso cidades, para estimar o risco de uma cidade específica. Com isso, os municípios foram divididos em 11 classes que se referem ao tamanho de sua população, sendo que a última classe não sofreu influência da correção bayesiana por ser composta por municípios com população maior ou igual a cem mil habitantes. Assim, além de responder se houve um aumento da criminalidade no período, também buscar-se-á testar a validade do IGcrime Bayesiano frente a não utilização do componente bayesiano.

Os resultados deste trabalho para o IGcrime Bayesiano indicam que a criminalidade se concentrou em municípios mais populosos, principalmente nos que estão localizados na Região Metropolitana de Porto Alegre, durante o período analisado. Os resultados do IGcrime Bruto evidenciaram a necessidade de se utilizar a taxa de correção bayesiana, pois os maiores resultados do índice foram registrados, na maioria dos casos, em municípios com população pequena. Como estes resultados do IGcrime Bruto foram registrados uma única vez nestes municípios, podemos dizer que se tratam de ocorrências aleatórias que não devem influenciar ou causar qualquer tipo de efeito sobre os resultados, já que um índice busca fazer uma análise à longo prazo que não prioriza a análise de eventos aleatórios.

Além desta Introdução, o presente trabalho está estruturado em mais quatro seções. Na segunda seção é apresentado o referencial teórico e uma síntese dos principais trabalhos que tratam do estudo da criminalidade. A terceira seção apresenta a metodologia utilizada no cálculo do IGcrime Bayesiano e do IGcrime Bruto. Já na quarta seção são discutidos e apresentados os resultados e, finalmente, a quinta seção traz as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico está centrado em questões econômicas associadas à criminalidade e nos princípios metodológicos necessários para a análise do Índice Geral de Criminalidade – IGcrime Bayesiano – para o Rio Grande do Sul, cuja base mínima espacial é cada município que compõe o Estado.

Tratando primeiramente sobre o referencial teórico, foi a partir dos estudos de Gary Becker (1968) que os interesses econômicos pela atividade criminal passaram a ter relevância científica, pois este foi o primeiro trabalho que modelou e analisou o comportamento dos criminosos com uma abordagem do mercado de ofensas (crimes). Seu modelo ficou amplamente conhecido pois fez uma análise simples, porém robusta, dos mercados ilícitos e, por isso, foi utilizado posteriormente em diversos trabalhos.

Em seu modelo, Becker (1968) definiu crime como qualquer atividade ilícita que cause perda de bem-estar para a sociedade, nos mesmos moldes definidos por Beccaria (1764). Assim, estabeleceu que o número de ofensas seria uma função tal que:

$$O_i = O_i p_i, f_i, u_i \quad \forall i \quad (1)$$

Onde:

O_i é o número de ofensas (crimes) cometidas no tempo i ;
 p_i é a probabilidade de condenação por ofensa cometida;
 f_i é o equivalente monetário da punição por ofensa;
 u_i é um vetor de variáveis com todas as outras influências possíveis.

O artigo seminal apresentado por Becker (1968) parte da ideia de que o criminoso é um ser racional que responde a estímulos econômicos, ou seja, o criminoso é o agente econômico e a atividade criminosa é um setor da economia. Nesse cenário o indivíduo vai tomar a decisão de praticar ou não atividades ilegais, analisando racionalmente todos os custos (punições penal e moral) e benefícios (retornos financeiros) inerentes à sua escolha.

Por isso o autor evidencia a ideia de que qualquer indivíduo consegue ser um criminoso, ou seja, os crimes podem ser cometidos por qualquer pessoa, independente das suas condições psíquicas. O autor também destaca que a prática de um crime abarca um determinado risco e, conseqüentemente, aqueles indivíduos que tenham aversão ao risco não cometeriam nenhum crime.

Outra equação importante desse modelo é a utilidade esperada em cometer uma ofensa (crime), expressa por:

$$E U_i = p_i U_i Y_i - f_i + 1 - p_i U_i Y_i \quad (2)$$

Onde:

Y_i é a renda monetária e física de uma ofensa;
 $U_i Y_i$ é a utilidade gerada pela ofensa;
 $U_i Y_i - f_i$ é a utilidade de uma ofensa descontada a punição sofrida.

Becker (1968) traz um resultado importante para a literatura de Teoria Econômica do Crime com a equação 2, pois indica que tanto o aumento da punição esperada pelo infrator como a probabilidade de que ele acabe preso reduzem os ganhos esperados com a atividade ilícita e, assim, resultam em um desestímulo para tal atividade. Ou seja, “o modelo apresentado por Becker (1968) deixa claro que a criminalidade é sensível a probabilidade de ser punido e a severidade da punição” (OLIVEIRA, 2005, p. 7).

Outros autores, como Fleisher (1966), Tullock (1967), Rottenberg (1968), Posner (1973) e Stigler (1971) também utilizaram a ideia do mercado de ofensas como uma forma de enfatizar a hipótese de que os agentes são racionais, ao analisar a criminalidade e outras atividades ilícitas. Com o passar dos anos, o modelo de Becker (1968) sofreu algumas alterações e foi aperfeiçoado para que fossem encontrados resultados e respostas mais satisfatórias para o cenário da criminalidade.

Vale ressaltar, “que a Teoria Econômica do Crime não distingue *a priori* quais indivíduos seriam mais propensos à prática de delitos, diferindo de outras correntes que buscam explicações para a existência de comportamento criminoso” (MARIANI, 2011, p. 3). Ainda segundo Mariani (2011), outras correntes de pesquisa buscam o motivo para uma pessoa ter práticas criminosas em diversos fatores, como por exemplo, biológicos, genéticos ou étnicos. Então, o fato da economia não buscar essa diferenciação permite que, sob a visão econômica, os indivíduos que praticam crimes não sejam considerados portadores de qualquer patologia.

Cerqueira e Lobão (2003) ressaltam que além da visão econômica do crime há diversas correntes de pesquisa na área biológica. A questão de patologias individuais como determinantes para a criminalidade foi muito utilizada antigamente por sociólogos e trouxeram grandes contribuições ao tema, porém caiu em desuso após a 2ª Guerra Mundial visto o conteúdo racista nela impregnado.

Além disso, quando tratamos da escolha do indivíduo de praticar ou não uma atividade ilícita, precisamos levar em conta “que a decisão de cometer um crime envolve um processo evolutivo anterior ao momento da decisão em que o ambiente de cada

cidade é fundamental neste processo” (OLIVEIRA, 2005, p. 5).

Sendo assim, a composição do mercado de trabalho legal de uma cidade determinará o custo de oportunidade do indivíduo ao optar pela atividade ilegal, mas a estrutura da cidade também desempenha um papel extremamente importante nessa tomada de decisão, pois o acesso de um indivíduo ao mercado de trabalho pode depender, por exemplo, do seu acesso à escola, a cursos profissionalizantes e ao ensino superior.

2.1 Estudos empíricos

No âmbito dos estudos econômicos sobre a criminalidade, diversos autores buscam realizar uma análise mais aprofundada com o intuito de buscar fatores socioeconômicos que impactam direta ou indiretamente na prática criminosa. Nesse sentido, Santos e Kassouf (2006) agregam e discutem os estudos econômicos da criminalidade feitos no Brasil, expondo as principais dificuldades, evidências e controvérsias encontradas nas pesquisas empíricas, além de algumas das principais bases de dados criminais disponíveis. Os autores destacam que dentre as principais dificuldades inerentes à investigação econômica do crime encontram-se a geral indisponibilidade de dados e a alta taxa de sub-registro nos dados oficiais. Como principal resultado, os autores encontraram evidências que indicam que a desigualdade de renda e os retornos do crime são fatores de incremento da criminalidade.

Em seu trabalho, Oliveira (2005), por exemplo, busca averiguar as causas da criminalidade e sua correspondência com o tamanho das cidades. O autor apresenta um modelo formal em que a criminalidade nas cidades pode ser explicitada por características locais através de um modelo econométrico em painel utilizando dados das cidades brasileiras na década de noventa do século XX. Os resultados obtidos atestam a importância do tamanho da cidade na explicação da criminalidade além da relevância da desigualdade de renda e da pobreza como fatores que potencializam a criminalidade em cidades.

Gaulez e Maciel (2015), com o intuito de contribuir para o aperfeiçoamento na implantação e avaliação de políticas de combate ao crime, analisam os determinantes da criminalidade contra o patrimônio no Estado de São Paulo, utilizando-se de técnicas que levam em conta a distribuição espacial para entender suas causalidades. Os resultados encontrados pelos autores mostram que densidade demográfica e grau de urbanização afetam positivamente a criminalidade, ou seja, a ocorrência de crimes contra o patrimônio tem maior incidência em regiões mais urbanizadas, mais densamente ocupadas e com maior nível de renda, pois o retorno esperado ao se cometer tal crime é maior nessas regiões. Freitas, Gonçalves e Cadaval (2015) também encontraram resultados que corroboram com o efeito positivo da densidade demográfica sobre a incidência de crimes.

Monteiro (2009) empenha-se na criação de um indicador de criminalidade com o intuito de examinar a evolução da criminalidade nos municípios do Rio Grande do Sul, entre os anos de 2005 e 2008. Para criar o Indicador de Criminalidade Geral (ICG) Monteiro (2009) fez uma combinação entre a correlação dos delitos e os fatores da análise fatorial, utilizando a correlação de Spearman. A metodologia envolve métodos multivariados e estatística espacial com a finalidade de gerar um índice único de criminalidade. O método multivariado envolveu análise fatorial dos componentes principais. Já a estatística espacial levou em conta a formação de clusters entre municípios que apresentavam características comuns quanto ao nível de criminalidade bem como a evolução destes crimes ao longo do tempo entre os municípios.

Por outro lado, Soares, Zobot e Ribeiro (2011), analisam os gastos públicos e os indicadores criminológicos dos principais municípios das mesorregiões catarinenses, a partir da criação de um índice geral de criminalidade e da eficiência relativa dos mesmos para o ano de 2003. Para desenvolver o índice geral de criminalidade, utilizam a técnica de Análise Fatorial e a técnica de Análise Envoltória de Dados, cujas relações

matemáticas permitem a criação de uma fronteira de eficiência relativa entre os municípios.

Como resultado, Soares, Zabet e Ribeiro (2011) constataram que os municípios mais eficientes conseguiram obter menores indicadores criminológicos, de modo que quanto maior a eficiência do gasto público, menor tende a ser o nível de criminalidade dos municípios.

3 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho é uma adaptação de Freitas, Gonçalves e Cadaval (2015), que buscaram desenvolver um indicador geral de criminalidade (IGcrime) com base em 14 tipologias de crimes das estatísticas oficiais da Secretaria de Segurança Pública do Estado Rio Grande do Sul para os 496 municípios gaúchos, no ano de 2013.

Trabalhando com uma base de dados com periodicidade anual, buscou-se os dados da população e da frota total de veículos⁴ de cada um dos municípios bem como os geocódigos destes municípios para a realização de uma análise espacial através de mapas georreferenciados ao IGcrime. Com a informação da população de cada cidade e as ocorrências registradas de cada tipo de crime, calcula-se a taxa de ocorrência (TO_{jik}) do crime j para cada 100 mil. Especificamente para os crimes de Roubo de Veículo e Furto de Veículo utilizou-se a frota total de veículos de cada município para calcular a quantidade de crimes ocorridos para cada 100 mil veículos. A principal finalidade da taxa por 100 mil é permitir a comparação entre locais com diferentes tamanhos de população e neutralizar o crescimento populacional, permitindo a comparação a médio e longo prazos.

Desta forma tem-se:

$$TO_{jik} = \frac{\text{ocorrências}_{jik} \times 100000}{\text{população}_{ik}} \quad (3)$$

Onde:

$i = 1, 2, \dots, 496$; $j = 1, 2, \dots, 12$ e $k = 2005, \dots, 2015$;

TO_{jik} é a taxa de ocorrência do crime j , no município i , no ano k para cada 100 mil (habitantes ou veículos);

ocorrências_{jik} é a quantidade de ocorrências registradas do crime j , no município i , no ano k ;

população_{ik} é a população ou a frota total do município i , no ano k .

O passo seguinte será olhar com especial atenção o componente populacional dos municípios gaúchos.

A Tabela 1 mostra o total de ocorrências registradas nas 30 maiores cidades gaúchas quanto a sua população e a participação relativa destas na criminalidade registrada no Rio Grande do Sul para o ano de 2015. Verifica-se que há uma grande concentração da criminalidade nas grandes cidades, uma vez que estas concentram, para a maioria dos tipos de crime, mais de 60% das ocorrências registradas em todo o Estado. Observa-se, por exemplo, que nas 30 maiores cidades do Rio Grande do Sul são registrados 92% dos roubos a veículos, 89% dos roubos, 75% dos homicídios e 73% dos latrocínios. Do total de ocorrências registradas em todo o Estado no ano de 2015 para as 12 tipologias criminais analisadas, 71% ocorreram nos 30 maiores municípios do Estado.

⁴ A frota total de veículos é composta por: automóveis, bondes, caminhões, caminhonetes, camionetas, ciclomotores, micro-ônibus, motocicletas, motonetas, ônibus, triciclos, quadriciclos, reboques, tratores e utilitários (DENATRAN/MT).

Tabela 1 - Total de Ocorrências registradas nas 30 maiores cidades do RS em 2015

Crime	Total 30 cidades (A)	Total Estado RS (B)	(A/B)x100
Furto de Veículo	15.563	20.409	76%
Roubo de Veículo	16.678	18.142	92%
Homicídio Doloso	1.833	2.429	75%
Furtos	94.209	158.009	60%
Roubos	70.361	79.112	89%
Latrocínio	102	140	73%
Extorsão	261	388	67%
Extorsão Mediante Sequestro	14	18	78%
Estelionato	10.824	15.517	70%
Delitos Relacionados à Corrupção	226	404	56%
Delitos Relacionados à Armas e Munições	4.426	7.469	59%
Entorpecentes - Tráfico	6.441	8.984	72%
Total de todos os crimes	220.938	311.021	71%

Fonte: Elaboração própria com dados da Secretaria de Segurança Pública – SSP/RS.

Embora as grandes cidades concentrem uma parcela significativa do total de ocorrências registradas no Estado, a ocorrência de cada evento impacta de forma diferente sobre os índices de criminalidade de cidades de portes diferentes. A proporção representada pela ocorrência de um crime/100 mil é substancialmente diferente entre municípios grandes e pequenos. Neste sentido, a ocorrência aleatória de um crime em um município de pequena população tem grande impacto, podendo gerar a informação de que o índice de criminalidade no município é elevado em determinado período, justificando a aplicação de recursos para o aumento do nível de segurança pública na área. No entanto, se o evento não se repete ao longo do tempo, não haveria necessidade de mobilizar tais recursos, uma vez que o evento é aleatório.

Utilizando o método proposto por Marshall (1991), que também foi utilizado por Freitas, Gonçalves e Cadaval (2015), pode-se retirar essa hipótese de aleatoriedade sobre as estimativas de crimes, aplicando uma taxa bayesiana para o grupo dos 496 municípios. Desta forma, pode-se incorporar os riscos contidos em outras áreas, neste caso cidades, para estimar o risco de uma cidade específica.

O método consiste em calcular uma taxa de risco (taxa de ocorrência bayesiana: TO_{bjik}) ponderada por dois elementos, um contendo o evento ocorrido (taxa de ocorrência: TO_{jik}) ponderado por um parâmetro ($c_{\zeta k}$) entre zero e um, somado a outro elemento cujo parâmetro é o complementar ($1 - c_{\zeta k}$) multiplicado pela taxa média dos eventos ocorridos em cidades de mesmo porte (taxa de ocorrência média da classe ζ : $TO_{m_{j\zeta k}}$). Isto significa que se utiliza a taxa de ocorrência média da classe ao qual o município pertence para gerar a taxa de risco deste evento no município em análise. Assim, a equação da taxa de risco de uma cidade fica:

$$TO_{bjik} = c_{\zeta k} \times TO_{jik} + 1 - c_{\zeta k} \times TO_{m_{j\zeta k}} \quad (4)$$

Onde:

$i = 1, 2, \dots, 496$; $j = 1, 2, \dots, 12$; $k = 2005, \dots, 2015$ e $\zeta = 1, 2, \dots, 11$;

TO_{bjik} é a taxa de ocorrência bayesiana (que é uma estimativa corrigida do total de ocorrências registradas) para o crime j , no município i , no ano k ;

$c_{\zeta k}$ é o parâmetro que amortece o valor do evento ocorrido na classe ζ , no ano k ;

TO_{jik} é a taxa de ocorrência do crime j , para o município i , no ano k ;

$TO_{m_{j\zeta k}}$ é a taxa de ocorrência média para o crime j , na classe ζ , no ano k .

Antes de apresentarmos a forma de se calcular o parâmetro $c_{\zeta k}$, é importante expormos aqui que para se definir a quantidade de classes (ζ) em que se dividirão os 496 municípios, Freitas, Gonçalves e Cadaval (2015) utilizaram o critério de Sturges⁵, que indica que se utilize onze classes ($\zeta = 11$). Assim, pode-se determinar as faixas de população referentes a cada classe, conforme indica a Tabela 2. É importante ressaltar que os municípios não estão fixos em determinada classe, ou seja, caso sua população aumente ou diminua, o município pode mudar de classe conforme as faixas de população da Tabela 2:

Tabela 2 - Caracterização das classes quanto a faixa de população

Classe (s)	Faixa de população
1	1000 a 1999
2	2000 a 3999
3	4000 a 4999
4	5000 a 5999
5	6000 a 6999
6	7000 a 7999
7	8000 a 8999
8	9000 a 19999
9	20000 a 49999
10	50000 a 99999
11	100000 a 1500000

Fonte: Adaptado de Freitas, Gonçalves e Cadaval (2015).

Definidas a quantidade de classes e a faixa de população de cada classe, utilizou-se os mesmos critérios adotados por Freitas, Gonçalves e Cadaval (2015) para se calcular os valores do parâmetro $c_{\zeta k}$ para cada uma das onze classes:

$$c_{\zeta k} = \frac{medpop_{\zeta k}}{medpop_{\zeta k}} \quad (5)$$

Onde:

$c_{\zeta k}$ é o parâmetro que amortece o valor do evento ocorrido na classe ζ , no ano k ;

$medpop_{\zeta k}$ é a média de população da classe ζ no ano k ;

$medpop_{\zeta}$ é a média de população da classe onze no ano k .

Desta forma, pode-se encontrar os valores de $c_{\zeta k}$ para todas as classes ζ e para todos os anos k , conforme a Tabela 3. Estes valores tiveram pequenas variações durante o período analisado, que correspondem diretamente as variações nas médias populacionais de cada classe ($medpop_{\zeta k}$).

⁵O critério de Sturges é determinado por: $k = 1 + 3,322 \cdot \log_{10}(n)$, onde $n = 496$.

Tabela 3 – Valores do parâmetro c por classe para todos os anos do período analisado

Classe/Ano	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
2	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
3	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,015	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
4	0,020	0,020	0,020	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,020	0,020	0,020
5	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,024	0,023	0,023
6	0,027	0,027	0,026	0,026	0,026	0,026	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
7	0,031	0,031	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,031	0,030	0,031
8	0,049	0,048	0,047	0,048	0,047	0,047	0,049	0,047	0,049	0,048	0,048
9	0,107	0,106	0,104	0,105	0,104	0,104	0,108	0,107	0,111	0,110	0,111
10	0,254	0,253	0,250	0,249	0,248	0,246	0,250	0,249	0,252	0,250	0,252
11	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a equação de Marshall (1991), para as cidades da amostra que possuem menor população $c_{\zeta k}$ tende a zero e, para as cidades com maior população $c_{\zeta k}$ tende a 1,000. Desta forma tem-se que as cidades que pertencem a classe onze ($\zeta = 11$), por exemplo, não são afetadas pela correção bayesiana, pois $c_{\zeta k} = 1,000$ e, portanto, $TOb_{jik} = TO_{jik}$.

A seguir, obtêm-se as taxas mínimas (TOb_{jmin}) e máximas ($TOb_{jm \acute{a}x}$) do total de ocorrências registradas para cada uma das 12 tipologias. Isto permite que sejam feitas comparações dos resultados alcançados em diferentes anos dentro de todo o período analisado. Estas taxas serão parâmetros entre os limites inferiores e superiores de referência para as amplitudes mínimas e máximas que cada um dos crimes poderá apresentar. Vale ressaltar que estas taxas (TOb_{jmin} e $TOb_{jm \acute{a}x}$) foram definidas observando-se a menor e a maior taxa de ocorrência bayesiana de cada tipologia criminal durante todo o período analisado, ou seja, entre 2005 e 2015. Subtrai-se do total de ocorrências registradas em um determinado município o mínimo registrado entre todos os municípios. Posteriormente, se divide o resultado pela diferença entre os parâmetros máximos e mínimos. De forma algébrica tem-se:

$$IGC_{jik} = \frac{(TOb_{jik} - TOb_{jmin})}{(TOb_{jm \acute{a}x} - TOb_{jmin})} \quad (6)$$

Onde:

$i = 1, 2, \dots, 496$; $j = 1, 2, \dots, 12$ e $k = 2005, \dots, 2015$;

IGC_{jik} é o índice geral do crime ocorrido no município i no ano k ;

TOb_{jik} é a taxa de ocorrência bayesiana (que é uma estimativa corrigida do total de ocorrências registradas) para o crime j , no município i , no ano k ;

TOb_{jmin} é o menor valor registrado durante todo o período analisado para a taxa de ocorrência do crime j ;

$TOb_{jm \acute{a}x}$ é o maior valor registrado durante todo o período analisado para a taxa de ocorrência do crime j .

Na forma como o resultado desta fase se encontra, quanto mais próximo de zero for o valor, melhor o resultado, ou seja, menor a ocorrência de criminalidade. Este trabalho utilizou em sua metodologia um critério que correspondesse – pelo menos em parte – como a sociedade brasileira classifica os crimes quanto a sua nocividade. Deste modo, o critério utilizado para agrupar as 12 tipologias de crime em um indicador foi a pena mínima correspondente a cada tipo de crime determinada no Código Penal

Brasileiro, no Estatuto do Desarmamento e na Lei Antidrogas⁶.

A Tabela 4 mostra as penas mínimas e máximas praticadas no Brasil segundo o Código Penal Brasileiro, a Lei Antidrogas e o Estatuto do Desarmamento, na sua forma mais ampla, para as 12 tipologias criminais que são utilizadas neste trabalho. Como exemplos, pode-se notar que o indivíduo que cometer um roubo pode ser sentenciado a um período de 4 a 15 anos de prisão, já aquele que pratica o crime de homicídio a pena varia entre 6 e 30 anos.

Tabela 4 - Penas por tipos de crimes praticados no Brasil segundo o Código Penal Brasileiro, Lei Antidrogas e Estatuto do Desarmamento

Crime	Penas em anos	Média	Peso do crime no índice (%) - γ_j
Latrocínio	20 a 30	20	27,65
Extorsão mediante sequestro	8 a 15 12 a 20 16 a 24 24 a 30	15	20,74
Homicídio Doloso	6 a 20 12 a 30	9	12,44
Roubo	4 a 10 7 a 15	5,5	7,60
Entorpecente Tráfico	3 a 10 5 a 15 8 a 20	5,3	7,37
Extorsão	4 a 10 6 a 12	5	6,91
Roubo de Veículo	5,3 a 13,3 6 a 15	5,6	5,53
Delitos relacionados à armas e munições	1 a 3 2 a 4 3 a 6 4 a 8	2,5	3,45
Furto de veículo	1 a 4 2 a 8 3 a 8	2	2,76
Furto	1 a 4 2 a 8	1,5	2,08
Delitos relacionados à corrupção	1 a 8 2 a 12	1,5	2,08
Estelionato	1 a 5	1	1,39
Total		73,9	100

Fonte: Elaboração própria com base no Código Penal Brasileiro (Decreto-Lei 2.848, de 07 de dezembro de 1940), na Lei Antidrogas (Lei 11.343, de 23 de agosto de 2006) e no Estatuto do Desarmamento (Lei 10.826, de 22 de dezembro de 2003).

Vale ressaltar que, para se calcular os pesos (γ_j) de cada crime no índice, utilizou-se a média das penas mínimas de cada tipologia criminal. Esse critério baseia-se em resultados encontrados em pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Ciências Criminais (IBCCrim) em parceria com o Instituto de Defesa do Direito de Defesa (IDDD), que ao analisar os processos de roubo com sentença condenatória no Estado de São Paulo nos quais houve recurso de apelação ao Tribunal de Alçada Criminal (TACRIM-SP), para os anos 1999 e 2000, constatou que, do total de 6.530 processos julgados, em

⁶ Este critério de ponderação, que adota as penas estabelecidas pela legislação brasileira como parâmetro de agregação dos crimes, não leva em consideração a correlação existente entre as diferentes tipologias criminais que formam o IGcrime Bayesiano.

77,19% dos casos a pena fixada restou no mínimo legal (IBCCrim, 2007). Ou seja, a sentença condenatória empregada pelo juiz se baseou na pena mínima estabelecida no Código Penal Brasileiro. Além deste resultado, a pesquisa também verificou que o regime de cumprimento imposto foi o fechado em 80,75% para as penas aplicadas entre 04 e 08 anos e para indivíduos primários, e em 97,6% para reincidentes (IBCCrim, 2007).

O IGcrime para cada município pode ser descrito através da seguinte expressão:

$$IGcrime_{ik} = \sum_{j=1}^{12} \gamma_j \cdot IGC_{jik} \quad (7)$$

Onde:

$i = 1, 2, \dots, 496$, $j = 1, 2, \dots, 12$ e $k = 2005, \dots, 2015$.

$IGcrime_{ik}$ é o índice geral de criminalidade para o município i no ano k , resultado do peso aplicado a cada uma das doze tipologias de crimes;

γ_j é o peso aplicado ao respectivo crime conforme a Tabela 4. γ_j é, originalmente, uma matriz de doze linhas por uma coluna. Ela é utilizada na forma transposta;

IGC_{jik} é o índice de criminalidade calculado para a tipologia de crime j , no município i para o ano k . IGC_{jik} é uma matriz de doze linhas por uma coluna.

Desta forma foi obtido o IGcrime Bayesiano que agrega as 12 tipologias criminais para cada um dos 496 municípios gaúchos, para o período 2005-2015.

Com o intuito de verificar se para o quantum dos municípios a hipótese de correção bayesiana é válida e necessária, calculou-se o IGcrime Bruto. A única diferença no cálculo do IGcrime Bruto em relação ao IGcrime Bayesiano é que, neste caso, o componente populacional dos municípios não tem grande relevância. Sendo assim, não se utiliza a taxa bayesiana para retirar a hipótese de aleatoriedade das estimativas criminais dos municípios pequenos. Isto facilita a análise quando se quer verificar se a ocorrência de crimes durante o período analisado é aleatória ou não em determinado município.

De forma resumida, o Quadro 1 apresenta as etapas do cálculo do IGcrime Bayesiano e do IGcrime Bruto.

Quadro 1 - Resumo das etapas metodológicas

Equação	IGcrime Bayesiano	IGcrime Bruto
$TO_{jik} = \frac{\text{ocorrências}_{jik} \times 100000}{\text{população}_{ik}}$	x	x
$TO_{bjk} = c_{\zeta k} \times TO_{jik} + 1 - c_{\zeta k} \times TOM_{j\zeta k}$	x	
$c_{\zeta k} = \frac{\text{medpop}_{\zeta k}}{\text{medpop}_{\zeta k}}$	x	
$IGC_{jik} = \frac{(TO_{bjk} - TO_{bjmin})}{(TO_{bjmax} - TO_{bjmin})}$	x	
$IGC_{jik} = \frac{(TO_{jik} - TO_{jmin})}{(TO_{jmax} - TO_{jmin})}$		x
$IGcrime_{ik} = \sum_{j=1}^{12} \gamma_j \cdot IGC_{jik}$	x	x

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados alcançados tanto para o IGcrime Bayesiano quanto para o IGcrime Bruto serão apresentados na próxima seção.

4 RESULTADOS

A partir de agora são apresentados os resultados do IGcrime Bayesiano e, em seguida, do IGcrime Bruto, com base na Metodologia discutida na seção anterior. Para facilitar a discussão sobre os resultados, mais uma vez destaca-se apenas os resultados encontrados para os anos de 2005, 2010 e 2015. Além de analisar esses resultados e verificar se a criminalidade aumentou no Estado durante o período analisado, apurar-se-á, para o quantum de municípios, se é realmente válida a hipótese de correção bayesiana.

Portanto, antes de aprofundar as análises, apresenta-se a estatística descritiva para o IGcrime Bayesiano e para o IGcrime Bruto. Para isso, a Tabela 5, mostra o Mínimo, o Máximo, a Média, o Desvio-Padrão e o Coeficiente de Variação dos dois índices (IGcrime Bayesiano e IGcrime Bruto) para os anos de 2005, 2010 e 2015.

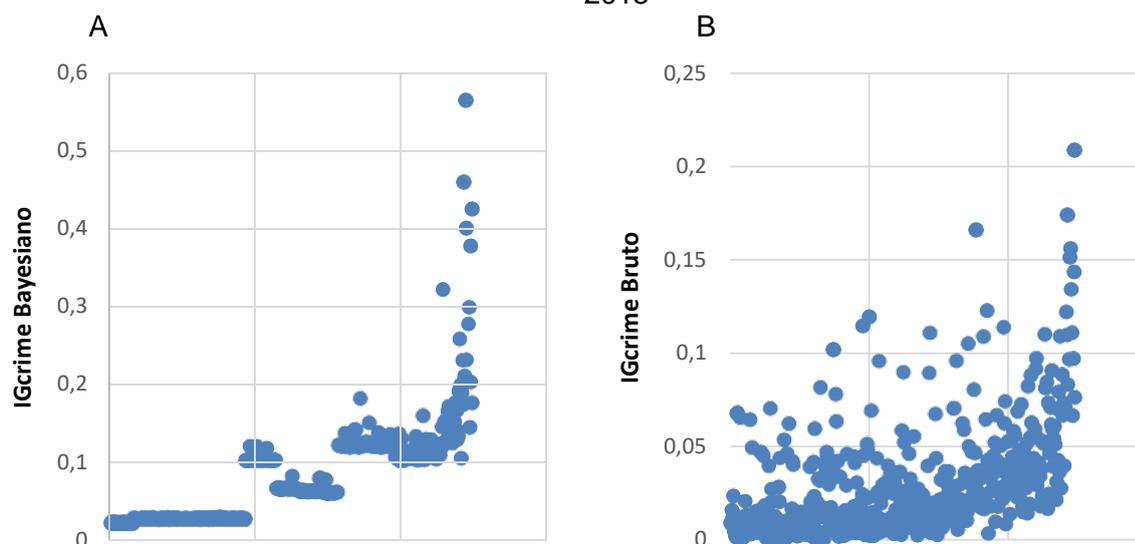
Tabela 5 - Estatística descritiva do IGcrime Bayesiano e do IGcrime Bruto

Tipo/Ano	IGcrime Bayesiano			IGcrime Bruto		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Mínimo	0,0085	0,0215	0,0225	0,0001	0,0009	0,0003
Máximo	0,3998	0,2826	0,5632	0,2346	0,2713	0,2090
Média	0,0899	0,0831	0,0820	0,0281	0,0278	0,0307
Desvio-Padrão	0,0569	0,0501	0,0623	0,0283	0,0288	0,0304
Coeficiente de Variação (%)	63,3261	60,2382	75,9965	100,5681	103,5037	98,9286

Fonte: Elaboração própria.

Como pode-se observar na Tabela 5, o IGcrime Bayesiano apresentou valores máximos e mínimos maiores que o IGcrime Bruto e também teve uma média maior. Com relação ao desvio-padrão, o IGcrime Bruto apresentou um valor menor, o que mostra que a dispersão dos resultados em relação à média é menor do que no IGcrime Bayesiano. Mas, quando se analisa o coeficiente de variação, observa-se que o IGcrime Bruto apresentou resultados mais heterogêneos, ou seja, com maior dispersão. Sendo assim, tem-se que o IGcrime Bayesiano apresentou resultados mais homogêneos pois a correção bayesiana fez com que os índices dos municípios que estão na mesma classe ficassem parecidos, já que a correção bayesiana dá maior peso para a média da classe na qual o município está inserido. O Gráfico 1 evidencia essa diferença que existe na dispersão dos resultados do IGcrime Bayesiano e do IGcrime Bruto, utilizando o ano de 2015 como exemplo.

Gráfico 1 - Distribuição dos resultados do IGcrime Bayesiano e do IGcrime Bruto para o ano de 2015



Fonte: Elaboração própria.

Vale ressaltar que no Gráfico 1 os municípios estão ordenados por tamanho de população e, conseqüentemente, por classes. De modo que os pontos localizados à esquerda do gráfico referem-se aos municípios de menor população e que estão na classe 1. Já os pontos localizados mais à direita pertencem aos municípios que possuem maior população e estão em classes mais elevadas.

4.1 IGcrime Bayesiano

Tratando primeiramente do IGcrime Bayesiano, temos a Tabela 6 que apresenta os dez maiores níveis de criminalidade do índice para os anos de 2005, 2010 e 2015. Os maiores valores do IGcrime Bayesiano foram registrados para os municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). Para o ano de 2005, dos dez piores resultados, sete foram de municípios da RMPA. Em 2015, oito municípios da RMPA apareceram entre os dez piores, sendo que o município de Novo Hamburgo registrou o mais elevado valor do IGcrime Bayesiano de todo o período analisado.

Tabela 6 - Maiores níveis de criminalidade do IGcrime Bayesiano nos anos de 2005, 2010 e 2015

2005		2010		2015		
Município	IGcrime	Município	IGcrime	Município	IGcrime	
1	São Leopoldo	0,400	Porto Alegre	0,283	Novo Hamburgo	0,563
2	Canoas	0,396	Passo Fundo	0,257	Alvorada	0,458
3	Porto Alegre	0,378	Miraguai	0,250	Porto Alegre	0,425
4	Caxias Do Sul	0,330	Mata	0,248	São Leopoldo	0,401
5	Uruguiana	0,269	Santa Cruz Do Sul	0,239	Canoas	0,378
6	Novo Hamburgo	0,246	Rio Grande	0,237	Parobé	0,321
7	Três Coroas	0,245	Sapucaia Do Sul	0,236	Gravataí	0,298
8	Alvorada	0,233	Alvorada	0,228	Viamão	0,277
9	Portão	0,224	Rondinha	0,215	Erechim	0,258
10	Triunfo	0,211	Caxias Do Sul	0,208	Rio Grande	0,231

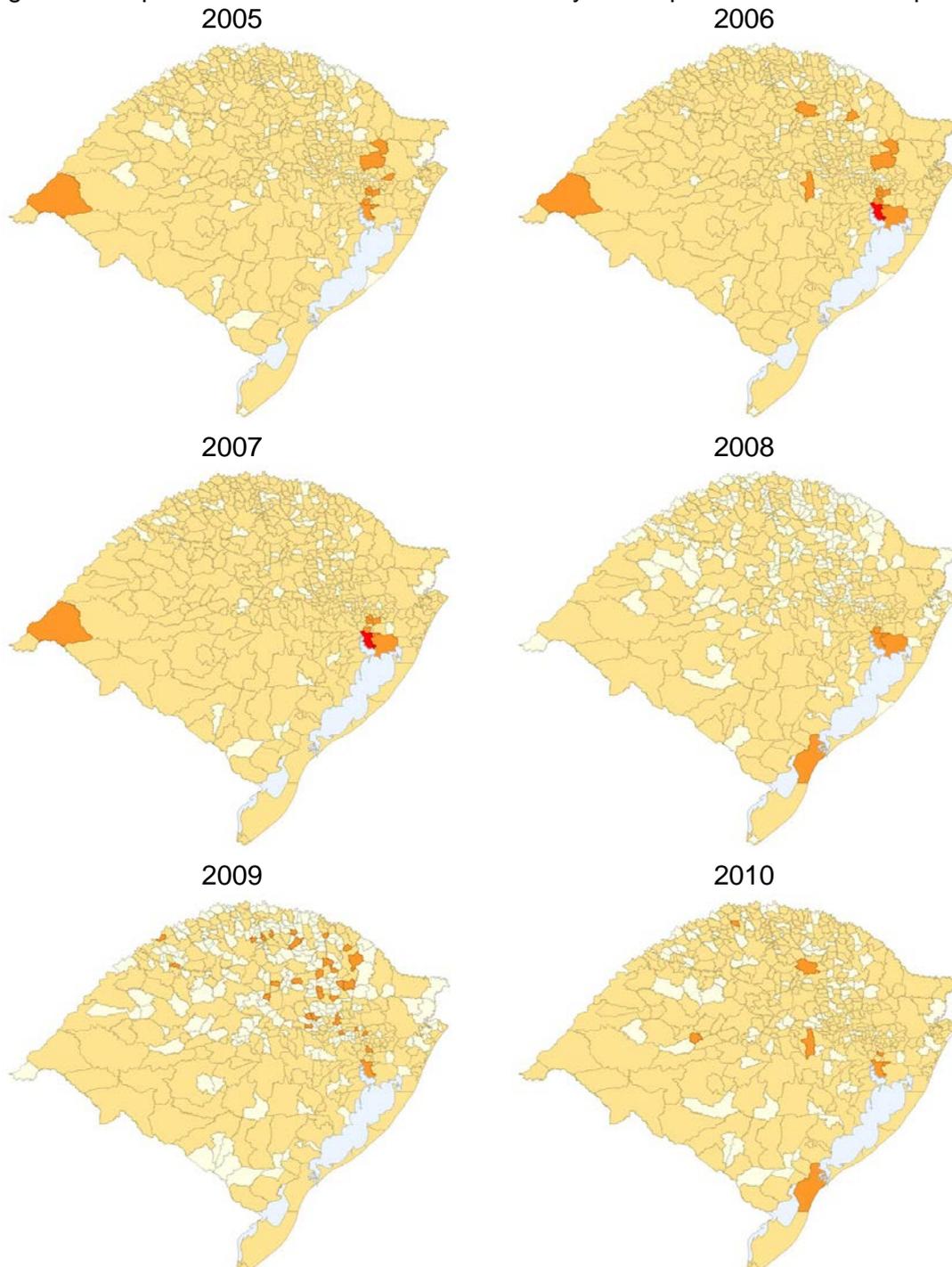
Fonte: Elaboração própria.

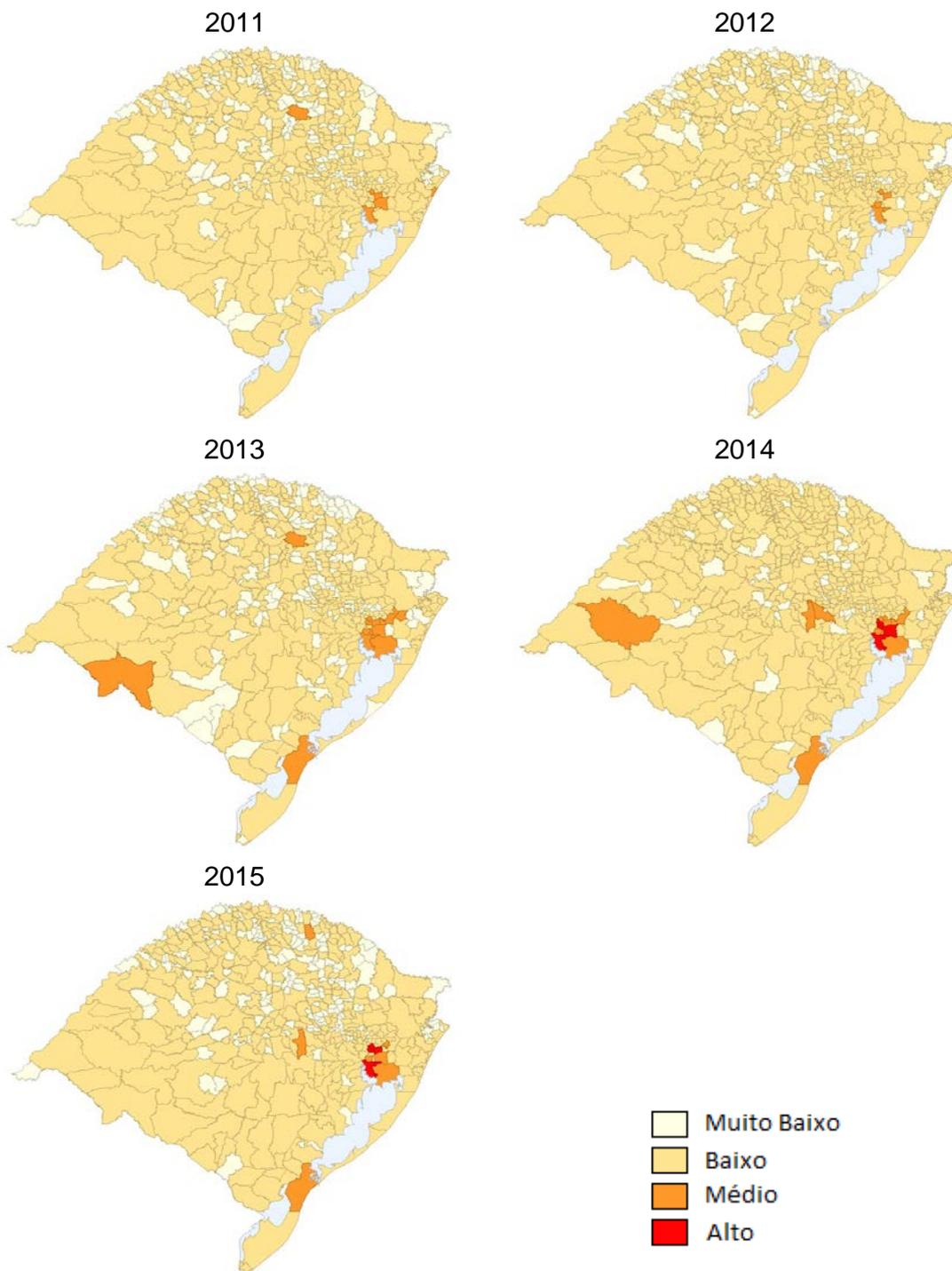
Outra característica que chama a atenção é que os piores índices de criminalidade são, na maioria das vezes, registrados em municípios mais populosos e que,

consequentemente, estão nas maiores classes. Resultado parecido também foi encontrado por Oliveira (2005), que ao investigar as causas da criminalidade através de um modelo econométrico em painel verificou que o tamanho das cidades tem grande relevância na ocorrência da criminalidade. Monteiro (2009) destacou que as cidades da RMPA, por integrarem uma região com grande densidade populacional, apresentam altas taxas de criminalidade de forma constante.

Os mapas georreferenciados para todos os municípios gaúchos apresentados abaixo na Figura 1 ajudam a visualizar melhor o comportamento do IGcrime Bayesiano durante todo o período analisado e evidenciam a característica de concentração de altos valores do índice em municípios mais populosos. Tem-se através deste recurso a possibilidade de verificar como os níveis de criminalidade se manifestam espacialmente no Estado.

Figura 1 - Mapas com os resultados do IGcrime Bayesiano para o RS durante o período analisado





Fonte: Elaboração própria utilizando o *software* GeoDa 1.8.14.

Nota: Utilizou-se o método *Natural Breaks* para gerar as categorias entre os municípios.

Com o intuito de facilitar a análise dos resultados do IGcrime Bayesiano nos mapas georreferenciados, foram geradas quatro categorias para classificar os resultados. Essas categorias foram geradas diretamente no *software* GeoDa através do método *Natural Breaks* e os resultados do IGcrime Bayesiano estão ordenados da seguinte forma nas respectivas categorias:

- a) Muito Baixo: $[0,000;0,050]$;
- b) Baixo: $(0,050;0,225]$;
- c) Médio: $(0,225;0,400]$ e
- d) Alto: $>0,400$.

Como pode-se observar, nem sempre o maior valor registrado para o IGcrime

Bayesiano em determinado ano é considerado um valor pertencente à categoria Alto. Os maiores valores do IGcrime Bayesiano do ano de 2010 são um exemplo disto. Conforme a Tabela 6, o maior valor registrado do índice em 2010 foi de 0,283 para o município de Porto Alegre, de modo que, neste ano, não foi verificado nenhum valor considerado alto do IGcrime Bayesiano, já que esta categoria abrange apenas valores maiores que 0,400. Já no ano de 2015 temos quatro municípios que registraram valores considerados altos do IGcrime Bayesiano.

O menor valor do IGcrime Bayesiano de todo o período analisado foi registrado em Montauri, no ano de 2005, quando o índice foi de 0,0085. De forma geral, pode-se verificar que o IGcrime Bayesiano iniciou uma trajetória de queda do índice a partir do ano 2008, que se estendeu até o ano 2012. Já a partir de 2013 o índice reverteu sua situação anterior e iniciou uma trajetória de alta, chegando a registrar, em 2015, o maior valor de todo o período analisado, quando o índice foi de 0,563 no município de Novo Hamburgo. Desta forma, pode-se concluir através do IGcrime Bayesiano que o nível de criminalidade aumentou no Rio Grande do Sul nos últimos anos.

Outra forma de analisar o crescimento da criminalidade do Estado durante o período analisado é verificar como se deu o comportamento do IGcrime Bayesiano em cada uma das onze classes. Para isso, a Tabela 7 mostra o IGcrime Bayesiano médio por classes para os anos de 2005 e 2015 e a variação percentual entre os dois anos, tomando como base o ano de 2005.

Como podemos observar, o IGcrime Bayesiano apresentou queda apenas em quatro das onze classes. Nas sete classes restantes o índice apresentou um crescimento considerável, chegando a 96,6% na classe 3 e 56,5% na classe 4. Os resultados apresentados na Tabela 7 também deixam claro que, apesar da criminalidade estar concentrada nos grandes centros urbanos, pode-se observar um crescimento preocupante em cidades menores, que estão localizadas no interior do Estado. Estas cidades pequenas tornam-se alvos fáceis para ações coordenadas de grupos organizados e fortemente armados justamente por possuírem menor infraestrutura das forças de segurança pública, fato que propicia ataques com maiores probabilidades de impunidade.

Tabela 7 - Média do IGcrime Bayesiano por classes para os anos de 2005 e 2015

Classe	Faixas de População	IGcrime Bayesiano Médio 2005	IGcrime Bayesiano Médio 2015	Δ IGcrime (%)
1	1000 a 1999	0,0155	0,0227	47,12
2	2000 a 3999	0,0616	0,0276	-55,13
3	4000 a 4999	0,0529	0,1040	96,61
4	5000 a 5999	0,0428	0,0670	56,51
5	6000 a 6999	0,1341	0,0640	-52,25
6	7000 a 7999	0,0494	0,0622	25,84
7	8000 a 8999	0,0932	0,1239	32,99
8	9000 a 19999	0,0946	0,1252	32,23
9	20000 a 49999	0,1598	0,1138	-28,79
10	50000 a 99999	0,1587	0,1531	-3,54
11	100000 a 1500000	0,2084	0,2657	27,48

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Para facilitar a análise, os municípios foram fixados na classe a que pertenciam no ano de 2015.

4.2 IGcrime Bruto

Esta seção expõe os resultados do IGcrime Bruto. Para tanto, a Tabela 8 apresenta os dez maiores resultados do índice para os anos de 2005, 2010 e 2015. Diferentemente do IGcrime Bayesiano, onde os municípios com maiores populações registraram maiores

valores do índice, no IGcrime Bruto os maiores valores foram registrados, na maioria das vezes, em municípios de menor população. Em 2005, o maior resultado do IGcrime Bruto foi registrado para o município de Porto Mauá. Para o ano de 2010, dos dez municípios com os maiores valores do índice, cinco são municípios com população pequena: Gramado dos Loureiros, Sagrada Família, Miraguai, Novo Cabrais e Mata. Diferentemente dos outros anos, em 2015 os maiores valores do IGcrime Bruto foram registrados em municípios que possuem maiores populações e, conseqüentemente, estão em classes mais elevadas.

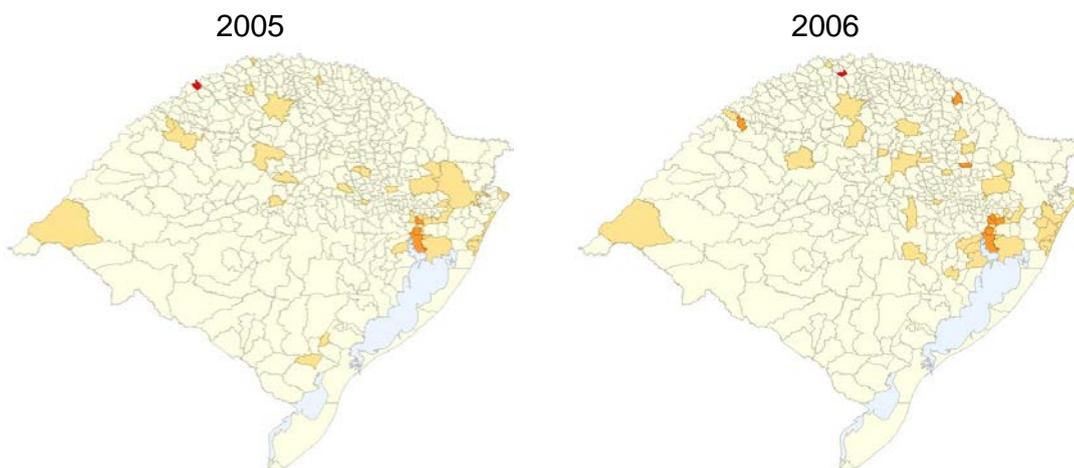
Tabela 8 - Maiores resultados do IGcrime Bruto nos anos de 2005, 2010 e 2015

2005			2010		2015	
	Município	IGcrime	Município	IGcrime	Município	IGcrime
1	Porto Mauá	0,235	Gramado Dos Loureiros	0,271	Porto Alegre	0,209
2	Porto Alegre	0,177	Sagrada Família	0,193	Alvorada	0,174
3	São Leopoldo	0,147	Miraguai	0,148	Balneário Pinhal	0,166
4	Canoas	0,147	Novo Cabrais	0,142	Novo Hamburgo	0,156
5	Dezesseis de Novembro	0,137	Porto Alegre	0,140	São Leopoldo	0,151
6	Esteio	0,125	Mata	0,127	Canoas	0,143
7	Cidreira	0,121	Planalto	0,124	Viamão	0,134
8	Alvorada	0,118	Alvorada	0,123	Cidreira	0,123
9	Ilópolis	0,116	Sapucaia Do Sul	0,116	Cachoeirinha	0,122
10	Novo Hamburgo	0,115	Cidreira	0,111	Cerro Branco	0,119

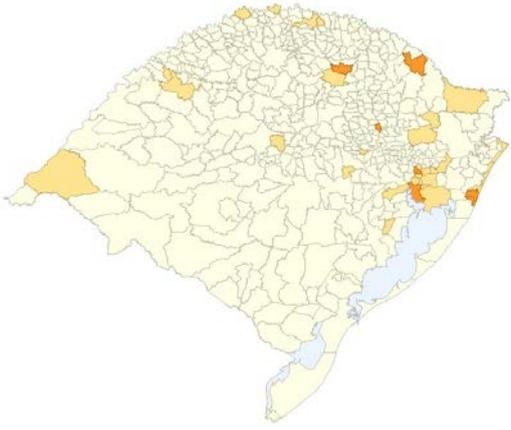
Fonte: Elaboração própria.

Conforme foi discutido no início desta seção, o IGcrime Bruto apresentou resultados mais heterogêneos que o IGcrime Bayesiano e, como pode-se observar na Tabela 8, também apresentou maior variabilidade dos seus resultados no que se refere ao tamanho populacional dos municípios. Ou seja, enquanto o IGcrime Bayesiano registrou seus maiores valores do índice em municípios mais populosos, o IGcrime Bruto registrou seus maiores valores em municípios menos populosos. A Figura 2, ao apresentar os mapas georreferenciados para todos os municípios gaúchos com os valores do IGcrime Bruto de todos os anos analisados, evidencia essa característica do índice.

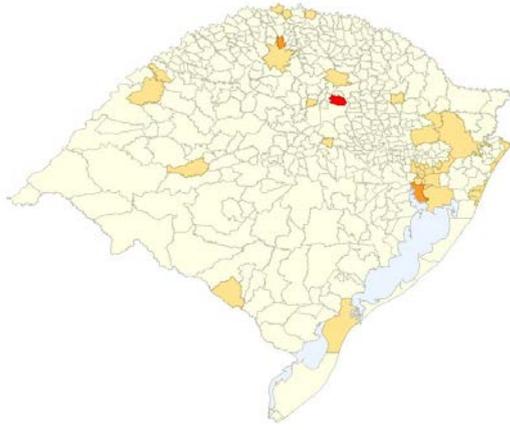
Figura 2 - Mapas com os resultados do IGcrime Bruto para o RS durante o período analisado



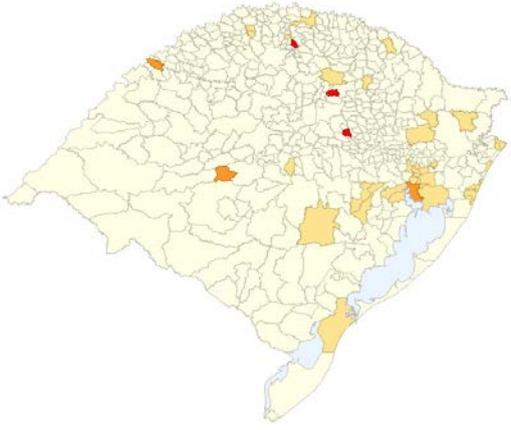
2007



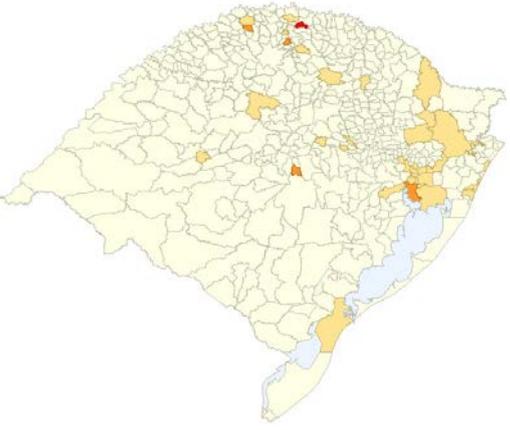
2008



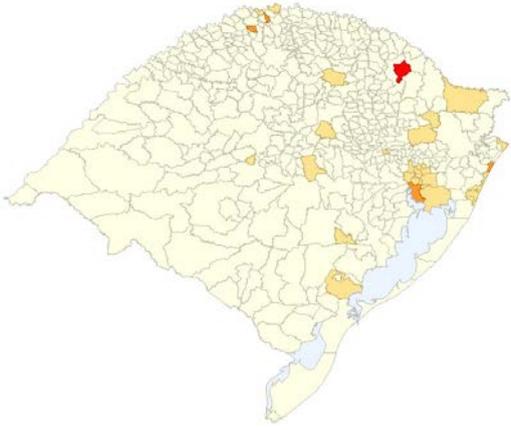
2009



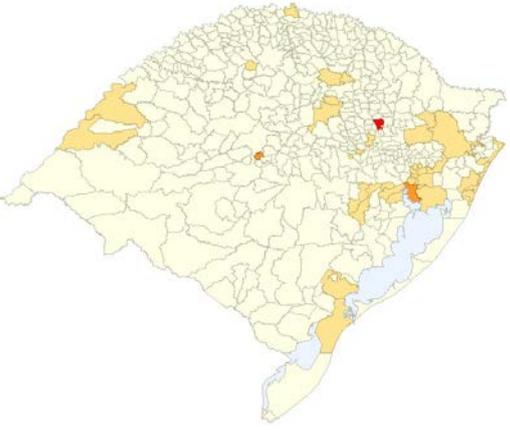
2010



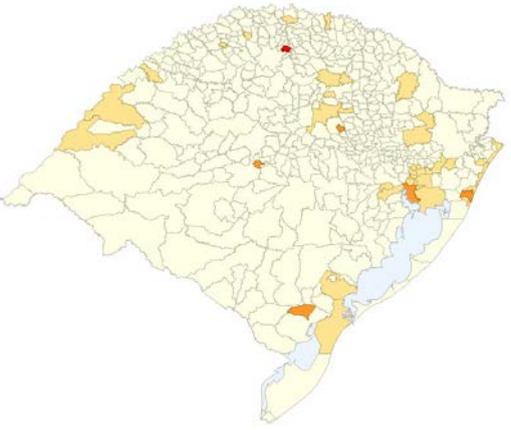
2011



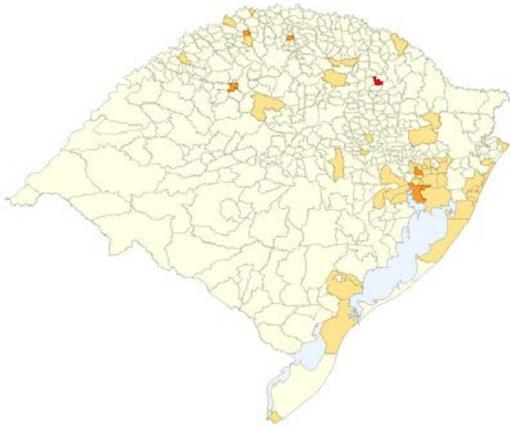
2012

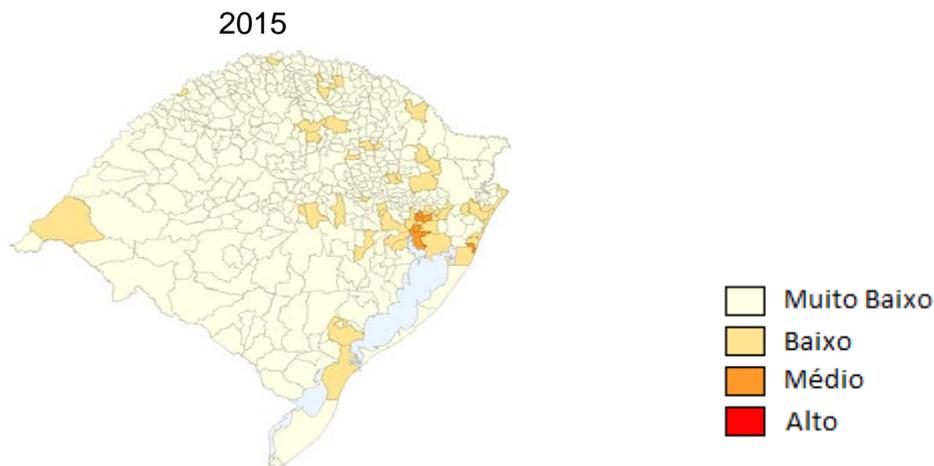


2013



2014





Fonte: Elaboração própria utilizando o *software* GeoDa 1.8.14.

Nota: Utilizou-se o método *Natural Breaks* para gerar as categorias entre os municípios.

Para facilitar a análise dos resultados do IGcrime Bruto nos mapas georreferenciados, foram geradas quatro categorias para classificar os resultados. Essas categorias foram geradas diretamente no *software* GeoDa através do método *Natural Breaks* e os resultados do IGcrime Bruto estão ordenados da seguinte forma nas respectivas categorias:

- a) Muito Baixo: [0,000;0,067];
- b) Baixo: (0,067;0,140];
- c) Médio: (0,140;0,213] e
- d) Alto: >0,213.

Conforme pode-se observar na Figura 2, com exceção dos anos 2007 e 2015, em todos os demais anos foi registrada a ocorrência de pelo menos um valor do IGcrime Bruto na categoria Alto. De forma geral, o IGcrime Bruto teve poucas oscilações durante o período analisado e não apresentou mudanças bruscas no valor do índice. O IGcrime Bruto apresentou seu menor valor em 2009, quando registrou 0,00008 no município de Alto Alegre. Já o maior valor do índice foi registrado em 2014, no município de Muliterno, quando o valor do IGcrime Bruto foi de 0,285.

Outro fato que chama a atenção e que já foi mencionado anteriormente é que, na maioria dos anos, os maiores valores do IGcrime Bruto foram registrados em municípios que possuem população pequena e que, conseqüentemente, estão nas menores classes. Mas, como esses municípios menos populosos aparecem uma única vez com um alto valor do índice, pode-se dizer que se trata de uma ocorrência aleatória. O município de Porto Mauá, por exemplo, apareceu uma única vez, no ano de 2005, entre os maiores valores do IGcrime Bruto. Outros municípios pequenostambém registraram alto valor do IGcrime Bruto: Nicolau Vergueiro, em 2009; Gramado dos Loureiros, em 2010; e Muliterno, em 2014.

Foi justamente para corrigir essa hipótese de aleatoriedade da ocorrência de alta criminalidade em municípios com população pequena que se utilizou a taxa de correção bayesiana ao se calcular o IGcrime Bayesiano. Os resultados do IGcrime Bruto apresentados nesta seção evidenciaram a necessidade de se retirar a influência destas ocorrências aleatórias sobre os resultados, já que um índice busca fazer uma análise à longo prazo que não prioriza a análise de eventos aleatórios e, portanto, não deve ser diretamente afetado por eles.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar a evolução do nível de criminalidade geral a partir de uma composição com base em 12 tipologias criminais extraídas das estatísticas oficiais da Secretaria de Segurança Pública do Rio Grande do Sul para o período 2005-2015 para todos os municípios gaúchos. O indicador utilizado é denominado Índice Geral de Criminalidade (IGcrime Bayesiano) e seu valor oscila entre zero e *um*, onde zero representa um baixo nível de criminalidade e *um* representa um alto nível de criminalidade.

Além disso, este trabalho também propôs verificar se para o quantum dos municípios a hipótese de correção bayesiana é válida. Para isso, calculou-se o IGcrime Bruto com o intuito de analisar se a hipótese de aleatoriedade da ocorrência de alta criminalidade em municípios que possuem população pequena realmente se verificava nos dados. Confirmada essa hipótese de aleatoriedade, constatou-se a importância de se utilizar a correção bayesiana para amenizar a ocorrência aleatória de crimes nestes municípios com população pequena.

Diferentemente da abordagem adotada por Monteiro (2009) e Soares, Zobot e Ribeiro (2011), que ao desenvolver um indicador geral de criminalidade utilizou a análise de componentes principais para elaborar as ponderações de cada crime pertencentes ao indicador, este trabalho empregou como ponderador na atribuição dos pesos as penas mínimas de cada crime estabelecidas no Código Penal Brasileiro, na Lei Antidrogas e no Estatuto do Desarmamento. Assim, espera-se incorporar ao índice uma demonstração da forma como a sociedade brasileira relaciona os crimes quanto a sua nocividade.

Os resultados mostram que, de forma geral, o IGcrime Bayesiano iniciou uma trajetória de queda do índice a partir do ano 2008, que se estendeu até o ano 2012. Mas, a partir de 2013 o índice reverteu sua situação anterior e iniciou uma trajetória de alta, chegando a registrar, em 2015, o maior valor de todo o período analisado. Ademais, o resultado do IGcrime Bayesiano indicou uma concentração da ocorrência de alta criminalidade nos municípios mais populosos, principalmente nos municípios que estão localizados na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA).

Além disso, também é possível observar através dos resultados do IGcrime Bayesiano que a criminalidade tem avançado para o interior do Estado. Na comparação do valor médio do IGcrime Bayesiano entre as onze classes para os anos de 2005 e 2015, é possível notar que houve um crescimento considerável do índice nas classes com baixa população, chamando a atenção o alto crescimento apresentado nas classes 3 e 4, onde o crescimento foi de 96,6% e 56,5%, respectivamente.

Enquanto o IGcrime Bayesiano registrou seus maiores valores nos municípios mais populosos, os maiores valores do IGcrime Bruto foram registrados em municípios pequenos, mostrando que as ocorrências aleatórias de crimes influenciam nos resultados do IGcrime Bruto. Foi justamente para corrigir essa hipótese de aleatoriedade da ocorrência de alta criminalidade em municípios com população pequena que se utilizou a taxa de correção bayesiana ao se calcular o IGcrime Bayesiano.

Mas, nem sempre a ocorrência de alta criminalidade em um município de pequena população é um evento aleatório. Constatou-se que, em alguns municípios litorâneos com população pequena, a hipótese de aleatoriedade de alta criminalidade não se verifica, pois nesses municípios o IGcrime Bruto apresentou resultados elevados diversas vezes durante o período analisado. Fica como sugestão para trabalhos futuros a análise da criminalidade do Estado através de um IGcrime Bayesiano composto por doze classes de municípios. Esta nova classe seria formada apenas por municípios litorâneos, independentemente do tamanho de sua população. O acréscimo de mais uma classe permitiria que o IGcrime Bayesiano absorvesse todas as ocorrências aleatórias e sazonais de crimes.

Dada a importância do debate sobre criminalidade, o IGcrime Bayesiano, proposto

neste trabalho, se mostra uma importante ferramenta para auxiliar na tomada de decisão quando se busca desenvolver políticas públicas eficientes no combate à criminalidade, pois aumenta a percepção de quais são as áreas mais críticas do Estado e que, conseqüentemente, necessitam de ações estratégicas. Além disso, identificar quais municípios ou regiões do Estado possuem elevados índices de criminalidade é um passo importante para melhorar a distribuição de recursos financeiros e humanos necessários para a redução destes índices.

REFERÊNCIAS

BAILEY, Trevor C. **Spatial statistical methods in health**. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 17(5):1083-1098, set-out, 2001.

BECCARIA, Cesare. **On crimes and punishments**. 1986, 1764.

BECKER, Gary S. **Crime and Punishment: An Economic Approach**. Journal of Political Economy. 76. P. 169-217, 1968.

BRASIL. **Código Penal e Constituição Federal**. 52. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2014.

_____. DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito. **Frota Nacional de Veículos por Municípios para dezembro de 2014**. Disponível em <<http://www.denatran.gov.br/frota2014.htm>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2016.

_____. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2016.

_____. Lei 10.826, de 22 de dezembro de 2003. Dispõe sobre registro, posse e comercialização de armas de fogo e munição, sobre o Sistema Nacional de Armas – Sinarm, define crimes e dá outras providências. Brasília – DF. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.826.htm>. Acesso em 31 de março de 2016.

_____. Lei 11.343, de 23 de agosto de 2006. Institui o Sistema Nacional de Políticas Públicas sobre Drogas - Sisnad; prescreve medidas para prevenção do uso indevido, atenção e reinserção social de usuários e dependentes de drogas; estabelece normas para repressão à produção não autorizada e ao tráfico ilícito de drogas; define crimes e dá outras providências. Brasília – DF. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11343.htm>. Acesso em 31 de março de 2016.

CAMPOS, Marcelo da Silveira. **Escolha racional e criminalidade: uma avaliação crítica do modelo**. Revista da Seção Judiciária do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, n. 22, p. 93-110, 2008.

CARVALHO, Alexandre Xavier Ywata de; SILVA, Gabriela Drummond Marques da; ALMEIDA JÚNIOR, Gilberto Rezende de; ALBUQUERQUE, Pedro Henrique Melo de. **Taxas bayesianas para o mapeamento de homicídios nos municípios brasileiros**. Caderno de Saúde Pública. V. 28(7): p. 1249-1262, jul. 2012.

CERQUEIRA, Daniel; LOBÃO, Waldir. **Determinantes da criminalidade: Arcabouços teóricos e resultados empíricos**. Revista de Ciências Sociais, 47(2):233-269, 2007.

FLEISHER, Belton M. **The effect of income on delinquency**. The American Economic Review, JSTOR, v. 56, n. 1/2, p. 118–137, 1966.

FREITAS, Tiarajú Alves de; CADAVAL, Audrei Fernandes; GONÇALVES, Glauber Acunha. **A estimação de um índice geral de criminalidade para os municípios do Rio Grande do Sul – IGcrime RS**. XIII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos. ENABER, Curitiba 2015. Disponível em <<http://www.brsa.org.br/site/encontros-artigos.php?enaber=11>>. Acesso em 05 de abril de 2016.

GAULEZ, MaiaraPatti; MACIEL, Vladimir Fernandes. **Determinantes da Criminalidade no Estado de São Paulo: uma análise espacial de dados em cross-section**. 43º Encontro Nacional de Economia. ANPEC, Costão do Santinho 2015. Disponível em <http://www.anpec.org.br/encontro/2015/submissao/files_l/i12-8a5bcf2d9c8ec5c8690571936cc03e4b.pdf>. Acesso em 05 de abril de 2016.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA, SIP/PROCERGS. Base de dados anual de 14 tipos de crimes para o período de 2005 - 2015. Disponível em <<http://www.ssp.rs.gov.br/?model=conteudo&menu=189>>. Extraído em 15 de fevereiro de 2016.

IBCCrim – Instituto Brasileiro de Ciências Criminais. **Visões de Política Criminal entre Operadores da Justiça Criminal de São Paulo: Relatório de Pesquisa**. São Paulo: Revista dos Tribunais, set. 2007.

KHAN, Túlio. **Estatística de criminalidade – manual de interpretação**. Disponível em <<http://www.ssp.sp.gov.br/estatistica/downloads/manual.pdf>>. Acesso em 03 de abril de 2016.

MARQUES, Ana Paula da Silva; HOLZSCHUH, Marcelo Leandro; TACHIBANA, Vilma Mayumi; IMAI, Nilton Nobuhiro. **Análise Exploratória de Dados de Área para Índices de Furto na Mesorregião de Presidente Prudente – SP**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. III SIMGEO, Recife 2010. Disponível em <https://www.ufpe.br/cgtq/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/CartografiaeSIG/SIG/A_223.pdf>. Acesso em 06 de abril 2016.

MARSHALL, Roger J. Mapping disease and mortality rates using empirical bayes estimators. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 40, p. 2, p. 283-294, 1991.

MONTEIRO, Jaimar de Barros. **Indicador de Criminalidade Geral baseado em Métodos Multivariados e Estatística Espacial para Controle na Segurança Pública do Estado**. Monografia para obtenção de grau de bacharel em Estatística na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Defendida em 18 de dezembro de 2009. Porto Alegre, 85 p.

OLIVEIRA, Cristiano Aguiar de. **Criminalidade e o tamanho das cidades brasileiras: um enfoque da economia do crime**. 33º Encontro Nacional de Economia. ANPEC, Natal 2005. Disponível em <<http://econpapers.repec.org/paper/anpen2005/152>>. Acesso em 02 de abril de 2016.

OLIVEIRA, Cristiano Aguiar de. **Análise espacial da criminalidade no Rio Grande do Sul**. Revista de Economia, v. 34, n. 3 (ano 32), p. 35-60, set./dez. 2008. Editora UFPR.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Relatório Mundial sobre a Prevenção da**

- Violência 2014.** Tradução do Núcleo de Estudos da Violência da Universidade de São Paulo (USP) 2015.
- POSNER, Richard A. **Economic analysis of law.** Little Brown and Company, 1973.
- ROTTENBERG, Simon. **The clandestine distribution of heroin, its discovery and suppression.** The Journal of Political Economy, JSTOR, p. 78–90, 1968.
- SANTOS, Marcelo Justus dos; KASSOUF, Ana Lúcia. **Estudos econômicos das causas da criminalidade no Brasil: evidências e controvérsias.** Economia, Brasília (DF), v. 9, n. 2, p. 343-372, mai/ago 2008.
- SHIKIDA, Pery Francisco Assis. **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 (SP), v.4, n.3, p.315-342, jul./set. 2005.
- SMITH, Adam. **The wealth of nations.** [S.1.]: Reprint. New York: Random House, 1776.
- SOARES, Thiago Costa; ZABOT, Udilmar Carlos e RIBEIRO, Glauco Magno. **Índice Geral de Criminalidade: uma abordagem a partir da análise envoltória de dados para os municípios catarinenses.** Leituras de Economia Política, Campinas, (19): 89-109, dez. 2011.
- STIGLER, George J. **The theory of economic regulation.** The Bell journal of economics and management science, JSTOR, p. 3–21, 1971.
- TULLOCK, Gordon. **The welfare costs of tariffs, monopolies, and theft.** Economic Inquiry, Wiley Online Library, v. 5, n. 3, p. 224–232, 1967.
- WASELFISZ, Julio Jacobo. **Mapa da Violência 2013: Mortes Matadas por Armas de Fogo.** Disponível em http://mapadaviolencia.org.br/pdf2013/mapa2013_homicidios_juventude.pdf. Acesso em 02 de abril de 2016.
- WASELFISZ, Julio Jacobo. **Mapa da Violência 2014: Os jovens do Brasil.** Disponível em http://www.mapadaviolencia.org.br/pdf2014/Mapa2014_JovensBrasil_Preliminar.pdf. Acesso em 03 de abril de 2016.
- WASELFISZ, Julio Jacobo. **Mapa da Violência 2015: Mortes Matadas por Armas de Fogo.** Disponível em <http://www.mapadaviolencia.org.br/pdf2015/mapaViolencia2015.pdf>. Acesso em 03 de abril de 2016.
- WASELFISZ, Julio Jacobo. **Mapa da Violência 2016: Homicídios por armas de fogo no Brasil.** Disponível em http://www.mapadaviolencia.org.br/pdf2016/Mapa2016_armas_web.pdf. Acesso em 27 de agosto de 2016.