

Convergência espacial da criminalidade nas Microrregiões do Nordeste Brasileiro*

Helson Gomes de Souza[†]

Stalys Ferreira Rocha[‡]

Fellipy Augusto Holanda Chaves[§]

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo verificar a veracidade da hipótese de convergência para os níveis de criminalidade nas microrregiões do Nordeste brasileiro. Para tanto, foram utilizados dados para 187 microrregiões do Nordeste do Brasil, distribuídos entre os anos de 2001 a 2015. Por meio de uma metodologia espacial para dados em painel, concluiu-se que as taxas de criminalidade das microrregiões do Nordeste brasileiro convergem para uma determinada taxa de equilíbrio. Além disso, foi possível concluir que essa convergência ocorre a uma velocidade relativamente baixa, onde seriam necessários cerca de 8,7 anos para que essa taxa de equilíbrio fosse alcançada.

Palavras-chave: Convergência, Criminalidade, Nordeste Brasileiro, Painel Espacial.

JEL: K42

1 Introdução

As estatísticas criminais evidenciam o crescimento vertiginoso da violência nas áreas urbanas e rurais do Brasil. Atualmente, a criminalidade é considerada um grande obstáculo para uma sociedade que almeja o desenvolvimento econômico e social, devido ao alto custo que esse problema impõe a população. Dada à importância do assunto, a teoria econômica vem dando contribuições significativas para o tema, buscando compreender os determinantes e a dinâmica da criminalidade no mundo.

*Agradecemos os comentários e sugestões dos pareceristas anônimos, bem como aos professores do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (UFC).

[†]Mestre em Economia Rural (MAER/UFC), Doutorando em Economia Aplicada (PPGE/UFPB), E-mail: helson.g.souza@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7873-3798>

[‡]Mestre em Economia Rural (MAER/UFC), Doutorando em Desenvolvimento Rural (PGDR/UFRGS), email: stalysf.rocha@gmail.com, ORCID:<https://orcid.org/0000-0003-0577-5844>

[§]Mestre em Economia Rural (MAER/UFC), Doutorando em Aquicultura (PPGAq/FURG), email: fellipy-chaves@gmail.com, ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-1629-0984>

No Brasil, os dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2017) indicam que houve um considerável agravamento da criminalidade desde o início da década de 2000 até o final de 2015. Além disso, por meio de um mapeamento espacial e temporal da violência, o IPEA (2017) destaca a elevação das taxas de crescimento da criminalidade, com ênfase aos municípios das regiões Norte e Nordeste do Brasil, as quais, detêm 22 municípios no ranking dos 30 mais violentos no ano de 2015.

É comum na literatura justificar que a expansão desenfreada da criminalidade no território brasileiro decorre de fatores como: a omissão do poder público, a falta de oportunidade, a desigualdade e de outros fatores socioeconômicos (MENEZES e UCHOA, 2012). Já Becker (1968), incrementa a discussão ao considerar que os criminosos ponderam sua tomada de decisão de praticar ou não o ato ilícito, baseando-se na ideia de que benefício a ser obtido com a realização, será maior que o custo de realizá-lo.

Para alguns autores essa disseminação da atividade criminosa no país é o resultado de políticas públicas de segurança adotadas em algumas das principais metrópoles do país (SANTOS, 2013). Contudo, tal afirmação deve ser analisada com cuidado, pois, essa redução da criminalidade em algumas regiões pode também ser decorrente da migração dos criminosos da região para outras vizinhas, mais vulneráveis a atividade criminosa (MATTA E ANDRADE, 2005). Scalco (2005) e Justus e Santos Filho (2011) reforçam essa hipótese, evidenciando com seus trabalhos possíveis sinais de efeito transbordamento (spillovers effects) entre as taxas de crimes brasileiras.

De acordo com as informações disponíveis na Base de Dados Digital do IPEA (IPEA-ADATA, 2017), a região Nordeste do Brasil passou a apresentar elevações nas taxas de crescimento da criminalidade a partir do final da década de 1990 e início da década de 2000, quando, para esse período, ainda detinha o segundo maior número de homicídios no país, ficando atrás somente da região Sudeste.

De acordo com Weiselfisz (2012), nos últimos anos apenas os estados da região Sudeste vêm apresentando uma redução significativa das taxas de criminalidade. O autor ressalta ainda que os estados de Alagoas, Pará, Paraíba e Bahia viram suas taxas de criminalidade saltarem a ponto de colocá-los em destaque no cenário nacional.

Segundo os dados do departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS, 2017), a taxa de homicídios¹ na região Nordeste foi inferior às taxas de homicídios do Brasil desde 1987 até 2009. Ainda de acordo com os dados do DATASUS (2017) entre 1990 e 2000 o crescimento das taxas de homicídios no Brasil superava o crescimento dessa mesma taxa para a região Nordeste. Contudo, a partir do ano 2000 essa situação se reverte, de forma que, considerando apenas o período de 2000 a 2010, a taxa de homicídios cresceu a uma taxa de aproximadamente 0,06% ao ano, enquanto as taxas de homicídios para o Brasil no mesmo período, apresentaram um decréscimo anual de aproximadamente 0,01%.

¹Calculada considerando o número de homicídios por cada 100.000 habitantes.

Tendo em vista essas considerações, o presente trabalho busca encontrar uma resposta ao problema: Existe convergência para os níveis de criminalidade no Nordeste brasileiro? E, se confirmada a convergência, qual o tempo necessário para que os níveis de criminalidade convirjam?

Com isso, o trabalho que se segue tem como objetivo verificar a veracidade da hipótese de convergência para os níveis de criminalidade nas microrregiões do Nordeste brasileiro. Nesse sentido, parte-se da ideia de que a verificação da convergência apresenta resultados mais robustos quando feita com a utilização de dados dispostos em tempo e espaço, de forma a capturar os efeitos da proximidade espacial, assim como indicado por Lim e Kim (2015).

Ressalta-se que a motivação para a formulação do presente estudo está centrada na necessidade de conhecimento do comportamento temporal da criminalidade na região Nordeste, em vista do recente crescimento do crime na referida região. Portanto, esse trabalho é feito com intuito de suprir a carência de estudos voltados para esse tema na região aqui estudada e possibilitar a demonstração de evidências científicas que possam contribuir com as políticas de combate ao crime no Nordeste brasileiro.

Para tanto, o presente trabalho é subdividido em cinco seções, incluindo esta breve introdução. A segunda, que se segue, engloba o embasamento teórico e literário sob o qual o trabalho encontra-se fundamentado. A terceira refere-se ao arcabouço metodológico utilizado. A quarta discute os resultados encontrados e as discussões construídas sobre o tema. Por fim, têm-se as considerações finais.

2 Revisão da Literatura

Essa seção destina-se a apresentar uma breve revisão da literatura sobre os estudos que abordam o tema da criminalidade. Nesse sentido, apresenta-se aqui uma série de abordagens que enfatizam o teor histórico e metodológico e que trouxeram contribuições relevantes para o estudo do crime.

2.1 Condicionantes da criminalidade: uma análise a partir da teoria econômica do crime

O aumento da criminalidade tem instigado pesquisadores das diversas áreas sociais a contribuírem com estudos voltados a esse tema. Esses estudiosos passaram a buscar relações entre a sociedade e o crime a fim de obter um maior entendimento de como tal problema se propaga e de que forma ele atinge a sociedade como um todo. Nesse sentido, o crime tornou-se objeto de estudo para os economistas, que passaram a analisar o tema por meio de novas ferramentas, com o intuito de fornecer resultados que direcionassem políticas públicas a reduzirem as perdas sociais advindas desse problema (GAULEZ e

MARCIEL, 2015; QUARTIERI, BARTZ e MENEZES, 2017).

O Economista Gary Stanley Becker destacou-se, por meio do seu artigo *Crime e Punishment: An Economic Approach* (1968), ao introduzir um caráter racional ao criminoso. Para o autor, o indivíduo analisa seus possíveis ganhos e custos em realizar um ato considerado ilegal, e opta por cometer o crime num ponto onde suas expectativas de retornos superassem os seus custos relacionados a esta prática. Essa análise abriu as portas para os trabalhos subsequentes que buscavam estudar a chamada Teoria Econômica do Crime.

A partir do estudo de Becker (1968), alguns tópicos passaram a serem examinados com maior frequência dentro da Teoria Econômica do Crime, sobretudo, os que analisam efeitos da desigualdade de renda e do nível de educação, como também características regionais e da distribuição espacial das cidades no aumento dos índices de criminalidade, são exemplos os trabalhos de Andresen (2005), Fajnzylber, Lederman e Loayza (2002) e Kelly (2000). Da mesma forma, é comum entre os trabalhos que versam sobre o tema que o grau de urbanização, a densidade populacional, a quantidade de policiais e a proporção de jovens na população, também possuem significativa influência nos altos níveis de crimes em determinada região.

De acordo com Menezes e Uchoa (2012), a criminalidade no Brasil está diretamente relacionada com a chamada teoria da desorganização social (SHAW e MCKAY, 1942). A partir dessa teoria, regiões sujeitas a condições de desigualdade social e pobreza podem levar à desorganização social e assim, indiretamente, afetar os índices de crimes. Tais condições levam àqueles que estão insatisfeitos, a buscarem contrapartidas, por meio de atividades criminosas, seja contra ricos ou contra pobres (ANDRESEN, 2005).

Para Cerqueira e Lobão (2004), enquanto os problemas socioeconômicos que afetam os grandes centros do Brasil não forem superados, as taxas de criminalidade no Brasil continuarão a crescer. Diante disso, faz-se necessário a implantação de medidas que possibilitem controlar o crescimento desenfreado da violência no país, tais como: políticas públicas de cunho preventivo, que visem à redução da desigualdade social e da pobreza, além de investimentos em educação e na segurança pública (SASS, PORSSE e SILVA, 2016).

Nos últimos anos, houve um aumento significativo na quantidade de trabalhos que abordam a distribuição espacial da criminalidade, tanto no Brasil como no mundo. Na literatura internacional, podem ser citados os trabalhos de Messner e Anselin (2004); Morenoff et al. (2001) e Griffiths e Chavez (2004). No Brasil, temos os trabalhos de Beato et. al. (2013), Menezes et. al. (2013), Sass, Porsse e Silva (2016) e Quartieri, Bartz e Menezes (2017). Nesses trabalhos, as taxas de homicídios apresentam um padrão não-aleatório de concentração espacial positiva, isto é, demonstrando que as áreas analisadas tiveram níveis semelhantes de violência, formando os chamados clusters.

Uma das técnicas mais utilizadas em análises espaciais da criminalidade é a AEDE. Por meio dessa técnica, autores como Almeida, Haddad e Hewings (2005), Almeida e Guanzioli (2013) ressaltam a possibilidade de relação entre regiões próximas nos níveis

de criminalidade e a existência de aglomerações criminosas. Esses resultados podem ser atribuídos à inexistência de barreiras que impeçam os criminosos saírem de regiões menos prósperas, para regiões que apresentem melhores possibilidades de ganhos dentro da lógica racional no mercado ilegal (QUARTIERI, BARTZ e MENEZES, 2017).

As mudanças nos modelos espaciais não ocorreram somente por meio da substituição das variáveis explicativas utilizadas, as técnicas que buscam analisar a distribuição espacial também vêm sendo incrementadas por meio da combinação de metodologias. Dentre esses trabalhos podem ser citados o de Sartoris (2000), Almeida (2010) e, mais recentemente, Delbecq, Guillain e Legros (2013). O primeiro autor utilizou um modelo ARMA espacial para analisar o espalhamento criminalidade nos distritos policiais no município de São Paulo. Já Almeida (2010), incorporou o espaço na análise de dados em cross-section, a partir de defasagem espacial na variável dependente, com o intuito de entender a real causalidade das variáveis explicativas na criminalidade. Delbecq, Guillain e Legros (2013) buscaram incorporar o espaço em dados em painel, por meio de um modelo DUR-BIM, para análise das causalidades da criminalidade nos setores censitários em Chicago.

2.2 O crime e a questão da convergência

Presente em boa parte do território brasileiro, a criminalidade gera efeitos sociais e econômicos que se tornam um entrave para o desenvolvimento socioeconômico, apresentando uma determinada persistência em alguns pontos do país. Nesse sentido, conhecer o comportamento temporal e espacial das taxas de crime torna-se um fator de grande importância na formulação e implementação de políticas públicas de combate à criminalidade. Alguns estudos partem da hipótese de que a trajetória temporal das taxas de criminalidade pode ser estudada por meio de métodos fundamentados no cálculo da convergência absoluta, assim como feito nos trabalhos desenvolvidos por Santos e Santos Filho (2011) e Beaton et al. (2015).

Beaton et al. (2015) estudam a trajetória temporal da criminalidade por meio do cálculo das taxas de convergência referentes aos crimes ligados às questões de gênero ocorridos no território australiano entre 2001 e 2016. Os referidos autores encontram uma relação estatística negativa entre as taxas de criminalidade e os valores defasados das taxas de crime, constatando que a criminalidade relativa às questões do gênero apresenta uma trajetória convergente no decorrer do tempo.

Santos e Santos Filho (2011), por sua vez, analisam a convergência das taxas de criminalidade no território brasileiro considerando o período de 1991 a 2005. Os referidos autores consideram que a localização geográfica pode interferir no comportamento das taxas de criminalidade e estimam as taxas de convergência por meio de uma metodologia econométrica espacial. Por meio desse procedimento, os autores confirmam a hipótese de convergência para as microrregiões brasileiras e constatam que seria necessária uma quantidade de 52 anos para que as taxas de convergência da criminalidade convirjam para

uma taxa de equilíbrio no Brasil.

Castro e Almeida (2018) também consideram uma abordagem espacial para verificar a hipótese de convergência relacionada às taxas de criminalidade no estado de Minas Gerais. Utilizando dados dispostos no período de 1991 a 2010, os referidos autores investigam se os municípios de fronteira sofrem alguma interferência em suas taxas de convergência. Por meio de um painel de dados inserido em uma metodologia econométrica espacial, os referidos autores constatam a veracidade da hipótese de convergência para a criminalidade na área de estudo. Além disso, os autores constatam que as taxas de criminalidade transbordam espacialmente em decorrência de uma série de variáveis que incidem sobre o crime, além de constatarem que as áreas de fronteira possuem características diferenciadas em relação ao crime.

Scalco (2007) também examina a criminalidade no estado de Minas Gerais por meio de uma especificação espacial da metodologia utilizada. O autor investiga a existência de uma concentração ou dispersão espacial das taxas de criminalidade no referido estado e constata um considerável aumento no crime no período de 1986 a 2015. A partir disso, o autor propõe que o modelo de combate à violência no estado de Minas Gerais deve ser planejado de forma que as taxas de criminalidade possam alcançar um nível estável no ponto de equilíbrio equitativo.

3 Metodologia

Essa seção destina-se a apresentação das ferramentas metodológicas utilizadas para formulação de uma resposta ao problema da pesquisa, o qual foi abordado na sessão introdutória. Além disso, essa sessão apresenta as fontes e especifica o tratamento auferido aos dados utilizados.

3.1 Especificações iniciais

Santos e Santos Filho (2011) elaboram um trabalho onde busca-se verificar a convergência da criminalidade no Brasil utilizando dados de 1991 a 2005 por meio de uma metodologia econométrica espacial. Contudo os autores utilizam uma abordagem tradicional no campo da econometria espacial para a verificação da hipótese de convergência. Na oportunidade, Santos e Santos Filho (2011) subdividem o tempo estudado em dois períodos e verificam a convergência por meio dos modelos de defasagem e erro espacial para dados em corte transversal.

A abordagem metodológica seguida na presente pesquisa surge como uma adaptação da metodologia utilizada por Santos e Santos Filho (2011) para estimações com dados em painel. Para tanto, parte-se do pressuposto que uma estimação por meio de um painel espacial de dados captaria de maneira mais robusta as modificações espaciais e temporais

das taxas de criminalidade, fornecendo assim, resultados mais concretos e confiáveis.

3.2 Matriz de proximidade espacial

O primeiro passo a ser considerado é modelar a vizinhança das unidades espaciais de uma maneira numérica. Para tanto, será construída uma matriz de proximidade espacial que consiste em um instrumento capaz de identificar vizinhos de uma determinada região por meio da representação de áreas em termos numéricos. Com base na especificação dada por Almeida (2012), a matriz de vizinhança possui a seguinte estrutura:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se } i \text{ e } j \text{ são vizinhos} \\ 0 & \text{se } i \text{ e } j \text{ não são vizinhos} \end{cases} \quad (1)$$

Nesse sentido, destaca-se que a matriz de vizinhança utilizada possui a diagonal principal igual a zero, visto que uma determinada região não é considerada vizinha dela mesma (ALMEIDA, 2012).

3.3 Autocorrelação espacial global

Quando se tratam de dados espaciais, faz-se necessário analisar as características da distribuição dos dados no espaço estudado, para que possa ser tomado o tratamento adequado aos números. Utiliza-se então a Análise Exploratória de Dados Espaciais (EADE). Uma das principais funções desenvolvida na EADE é a possibilidade de diagnosticar a existência de correlação espacial, por meio do cálculo de indicadores fundamentados sobre a proximidade dos dados analisados. Nesse sentido, Almeida (2012) destaca que a autocorrelação espacial é medida por meio do cálculo de indicadores gerais e locais, onde a primeira abordagem esboça a autocorrelação em um único valor para todas as unidades espaciais verificadas, já os indicadores locais indicam um valor específico para cada localidade, possibilitando a identificação de clusters ou outliers.

No presente trabalho, a autocorrelação espacial global é verificada por meio do cálculo do Índice Global de Moran, dado por Anselin (1994) como sendo:

$$I = \frac{\sum_i \sum_j W_{ij} (Z_i - \bar{Z})(Z_j - \bar{Z})}{\sum_i^n (Z_i - \bar{Z})^2} \quad (2)$$

Onde n representa o número de regiões estudadas, Z_i é o valor da variável estudada na área i , \bar{Z} é o valor médio da variável em uma determinada área e W_{ij} representa os valores indicados pela matriz de proximidade espacial utilizada.

O Índice Global de Moran varia de -1 a 1, de maneira que os valores positivos indicam a presença de autocorrelação espacial direta e valores negativos indicam a dispersão

dos dados. A hipótese nula do referido indicador (H_0) é de ausência de autocorrelação espacial, dessa forma, a maior proximidade do valor 1 indica uma alta autocorrelação espacial e uma maior proximidade do valor - 1 indica uma alta dispersão dos dados. Nesse sentido, a presença de autocorrelação espacial na variável estudada é dada pela rejeição de H_0 tendo a estatística de Global de Moran assumido um valor positivo.

3.4 Modelo de convergência

Para formular uma estimação a fim de verificar a hipótese de convergência com dados em tempo e espaço que seja capaz de englobar os fenômenos oriundos da proximidade espacial parte-se inicialmente de um modelo convencional de *beta*-convergência dado por:

$$\ln \left[\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-1}} \right] = \alpha_i + \beta \ln y_{i,t-1} + \mu_i + \varphi_t + u_{i,t} \quad (3)$$

Onde i são as unidades espaciais utilizadas ($i = 1, 2, \dots, 187$); t indica os períodos de tempo ($t = 1, 2, \dots, 20$); y é a variável que representa a criminalidade; μ_i diz respeito ao efeito fixo espacial; φ_t representa o efeito específico de cada período e u_{it} é o erro estocástico. Em resumo, os efeitos fixos espaciais e temporais atuam como controles estatísticos das possíveis heterogeneidades advindas do tempo e do espaço.

Introduzindo o fator proximidade de acordo com a abordagem de Rey e Montouri (1999) utilizada por Lim e Kim (2015), obtém-se um modelo que incorpora a defasagem espacial, o qual é dado por:

$$\ln \left[\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-1}} \right] = \alpha_i + \beta \ln y_{i,t-1} + \rho \sum_i^n w_{ij} \ln \left[\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-1}} \right] + \mu_i + \varphi_t + u_{i,t} \quad (4)$$

A especificação da Equação 4 representa o modelo de defasagem espacial para dados em painel, sendo que, ρ é o parâmetro de autocorrelação espacial e w_{ij} representa a matriz de pesos espaciais ($n \times n$). A autocorrelação espacial informada por ρ pode ser interpretada por meio dos transbordamentos espaciais informados pelos efeitos diretos, indiretos e totais extraídos do modelo.

Além do modelo de defasagem espacial, outra forma de se analisar a convergência pode ser feita por meio da reformulação da equação de efeitos fixos tradicionais para considerar a autocorrelação espacial captada pelo termo de erro, obtendo o modelo de erro espacial para dados em painel, o qual é dado por Lim e Kim (2015) como sendo:

$$\ln \left[\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-1}} \right] = \alpha_i + \beta \ln y_{i,t-1} + \mu_i + \varphi_t + u_{i,t} \quad (5)$$

Com $u_{it} = \lambda \sum_i^n w_{ij} u_{it} + \varepsilon_{it}$

Onde λ é o coeficiente de autocorrelação espacial e ε_{it} é independente e normalmente distribuído com média zero e variância constante. Para Lim e Kim (2015), a dependência espacial do erro pode ser interpretada como um "incômodo" na medida em que reflete a autocorrelação espacial em erros de medição ou em variáveis que, de outra forma, não são cruciais para o modelo.

Em teoria, espera-se que o valor assumido por β seja negativo, uma vez que, esse fato indicaria uma situação de convergência das taxas de criminalidade. Seguindo o procedimento indicado por Rey e Montouri (1999, p. 152) e que foi utilizado por Almeida, Perobelli e Ferreira (2008) e Perobelli, Ferreira e Faria (2007), a taxa da convergência é dada por:

$$\theta = -\ln(1 + \beta)/t \quad (6)$$

Já a meia vida, valor que corresponde ao tempo necessário para que se reduza à metade a distância para a situação de estado estacionário é dada por:

$$MV = \frac{\log(2)}{\theta} \quad (7)$$

Por meio desse procedimento, é possível obter um resultado que fornece um indicativo estatístico de que as taxas de crescimento da criminalidade no Nordeste são convergentes ou divergentes. Além disso, em caso de convergência é possível obter um valor para a velocidade em que essa convergência ocorre (θ) e o tempo necessário para que a distância entre as taxas vigentes e as taxas de equilíbrio seja reduzida pela metade (MV). Cabe destacar que as estimações dos modelos de defasagem espacial e erro espacial serão feitas por meio do processo de máxima verossimilhança indicado por Elhorst (2014).

3.5 Dados

Uma das grandes dificuldades enfrentadas por pesquisadores que estudam a criminalidade é como quantificá-la. Comumente os estudos que tratam desse tema utilizam o número de homicídios como uma aproximação para o crime, assim como feito em Santos e Santos Junior (2011).

No presente trabalho as taxas de criminalidade são representadas pelo número de homicídios anuais por 1000 habitantes em cada microrregião do Nordeste brasileiro. Optou-se por fundamentar o estudo para a região Nordeste em vista do crescente avanço da criminalidade nessa região, além da possibilidade de fornecer um resultado mais desagregado para a convergência do crime. Para tanto, considerou-se o número de óbitos por causas externas, os quais estão delimitados no Sistema de Informações sobre Mortalidade

(SIM), do Ministério da Saúde na categoria de óbitos por agressões. A utilização dessa variável atua na presente pesquisa como proxy para o crime, de forma que a convergência da criminalidade será verificada por meio de estimações utilizando esses dados.

Escolheu-se, portanto, os óbitos por ocorrência, ou seja, os óbitos foram escolhidos e quantificados de acordo com a microrregião onde se deu a ocorrência. O período estudado compreende aos anos situados entre 2001 e 2015, o qual foi escolhido por apresentar informações disponíveis para todas as microrregiões estudadas de forma homogênea. Para quantificar a população para cada microrregião, foram utilizadas as estimativas populacionais disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A distribuição municipal da população para cada microrregião foi feita segundo a divisão territorial indicada pelo IBGE.

A área estudada compreende as 187 microrregiões da região Nordeste do Brasil. A delimitação territorial e geográfica aqui utilizada foi feita seguindo as especificações da cartografia digital do IPEA.

4 Resultados e discussão

As estatísticas descritivas referentes à taxa de homicídios no Nordeste brasileiro estão disponibilizadas em anexo, na Tabela 3. Comparando o período final com o inicial, observa-se que essa taxa se elevou consideravelmente, apresentando, porém, uma retração da sua média no ano de 2005.

De uma forma geral, a taxa média de homicídios entre as microrregiões estudadas foi de 0,5741 de maneira que, a menor taxa encontrada foi 0,0148 referente a microrregião Seridó Oriental Paraibano em 2004, enquanto o maior número de mortes provindas de agressões foi 4,1723 referente a microrregião de João Pessoa, em 2011.

A criminalidade é um fator que vem exigindo grande preocupação no que diz respeito às políticas públicas. Segundo Menezes e Uchoa (2012), o crime dá-se principalmente em detrimento de fatores como o grau de urbanização, a desigualdade de renda e aspectos que impactam na pobreza e na qualidade de vida dos indivíduos, como os níveis de desemprego.

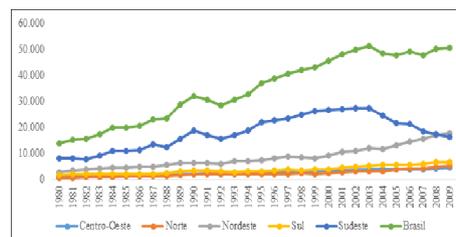
A região Nordeste do Brasil seria, portanto, detentora da maioria das características citadas por Menezes e Uchoa (2012) como determinantes da criminalidade. Como reflexo desse fato, a região Nordeste concentrou o segundo maior número de homicídios do Brasil entre 1980 e 2008, assumindo a maior quantidade de homicídios do país em 2009 como é demonstrado na Figura 1.

No período descrito na Figura 1, o comportamento numérico dos homicídios se mantém praticamente estável nas regiões Centro-Oeste, Norte e Sul, elevando-se de uma maneira mais rápida a partir do ano 2000. Além de apresentar uma das maiores quantidades de homicídios do país, a região Nordeste apresentou taxas de crescimento elevadas, prin-

principalmente no que diz respeito à última década apresentada na Figura 1.

É possível observar que as regiões Norte, Centro-Oeste e Sul apresentaram as menores quantidades de homicídios, implicando, por conseguinte, em menores níveis de violência durante o período estudado. Uma relação inversa, entretanto, é observada para o número de homicídios nas regiões Sudeste e Nordeste, uma vez que, no período em que o número de homicídios foi reduzido no Sudeste, o Nordeste apresentou quantidades crescentes de mortes violentas.

Figura 1 – Número de homicídios por região brasileira



Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados do IPEADATA

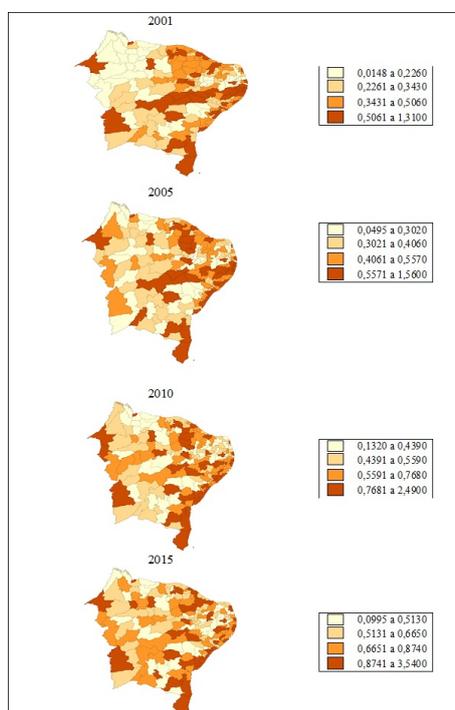
O avanço da criminalidade nas microrregiões do Nordeste pode ser visualizado de uma forma mais precisa na Figura 3. As taxas de criminalidade estão expostas em intervalos referentes aos anos de 2001, 2005, 2010 e 2015.

Observa-se que no ano de 2005, as maiores taxas de criminalidade encontravam-se distribuídas no decorrer do Extremo Sul, Norte e Oeste da Bahia; na Região Metropolitana de Recife e em algumas microrregiões do interior pernambucano; nas Regiões Metropolitanas de Natal, Fortaleza e São Luís; no Noroeste Cearense e no Oeste do estado do Maranhão.

É possível notar que com exceção do estado do Ceará, desde 2005 até o ano de 2015 as taxas de criminalidade vão apresentando um comportamento decrescente no interior nordestino, principalmente no estado de Pernambuco. Em consequência, essas taxas tendem a se concentrar nas microrregiões com maior proximidade do litoral, além de se apresentarem também no Oeste do Maranhão e da Bahia e em algumas microrregiões localizadas ao centro do mapa.

Esse comportamento pode denotar que a criminalidade presente na região Nordeste é mais frequente em regiões mais populosas. Além disso, a dispersão das taxas de criminalidade ao longo das microrregiões litorâneas pode fornecer indícios de que a criminalidade se dispersa no espaço de forma a apresentar uma determinada preferência por microrregiões com melhores níveis de infraestrutura e logística.

Antes de se realizar qualquer procedimento econométrico é necessário conhecer as características distributivas dos dados para que se tenha controle das possíveis implicações estatísticas. No presente trabalho, a distribuição dos dados no espaço é analisada por meio

Figura 2 – Distribuição espacial da criminalidade nas microrregiões do Nordeste brasileiro.

Fonte: Fonte: Elaboração dos autores.

do cálculo da autocorrelação espacial global utilizando o Índice Global de Moran. Os resultados desse procedimento estão demonstrados na Tabela 1.

Para a construção do Índice Global de Moran utilizou-se uma matriz de proximidade espacial do tipo *Rook*. Almeida (2012) destaca que essa matriz é caracterizada por possuir a forma do movimento da *torre* em um tabuleiro de xadrez. Assim, são considerados como vizinhos apenas as microrregiões com fronteiras físicas de extensão diferente de zero.

A escolha dessa matriz de proximidade espacial foi feita com base nos critérios de Baumont (2004). Esse procedimento consiste basicamente em três passos:

- estima-se o modelo sem dependência espacial;
- testam-se os resíduos desse modelo para a autocorrelação espacial utilizando um indicador de autocorrelação espacial em relação a um conjunto de matrizes de vizinhança;
- seleciona-se a matriz de proximidade espacial que tenha gerado o mais alto valor estatisticamente significativo para o indicador de autocorrelação espacial.

Os resultados desse procedimento estão demonstrados em anexo na Tabela 3.

Os resultados expostos na Tabela 1 indicam que as taxas de criminalidade são espacialmente autocorrelacionadas na maioria dos anos estudados. A presença desse fenômeno é observada para as microrregiões do Nordeste entre os anos de 2001 e 2009, apresentando-se também no ano de 2001.

Tabela 1 – Autocorrelação espacial global da taxa de homicídios das microrregiões do Nordeste

Ano	I de Moran	P-valor	sig
2001	0.314	0.000	***
2002	0.277	0.000	***
2003	0.271	0.000	***
2004	0.206	0.000	***
2005	0.132	0.001	***
2006	0.069	0.049	**
2007	0.178	0.000	***
2008	0.086	0.022	**
2009	0.076	0.034	**
2010	0.041	0.149	
2011	0.049	0.094	*
2012	0.037	0.171	
2013	0.041	0.140	
2014	0.039	0.152	
2015	0.032	0.191	

]Fonte: Fonte: Elaboração dos autores.

Embora a autocorrelação espacial se manifeste de uma forma menos intensa a partir do ano de 2008, é possível afirmar a sua presença para as taxas de criminalidade das microrregiões do Nordeste em grande parte dos períodos, corroborando com os resultados encontrados por Santos e Santos Filho (2011), os quais indicam que as taxas de criminalidade são espacialmente autocorrelacionadas no território Brasileiro.

A partir da autocorrelação espacial encontrada com o Índice Global de Moran, pode-se afirmar que entre 2001 e 2009. E, em 2011, existiam aglomerações espaciais das taxas de criminalidade na forma de *clusters* ou *outliers*. Ou seja, existiam nesses períodos, microrregiões com altos (ou baixos) níveis de criminalidade que possuíam vizinhos com essas mesmas características.

Esse resultado pode fornecer um indicativo de que as políticas públicas de combate

ao crime nas microrregiões do Nordeste brasileiro devem ser formuladas de uma forma a englobar as aglomerações espaciais da criminalidade. Ao contrário disso, e tendo em vista os efeitos dessas aglomerações, as medidas de combate ao crime podem não ser completamente eficientes.

Tendo em vista o comportamento crescente da criminalidade no decorrer dos anos, torna-se necessário estudar a maneira com que o crime se eleva ao longo do tempo. Esse procedimento é feito por Santos e Santos Filho (2011) por meio da verificação da hipótese de convergência para com as taxas de criminalidade. Esse procedimento possibilita a formação de um diagnóstico do comportamento futuro do crime, possibilitando a formulação de políticas públicas mais eficientes em relação a esse fator.

Considerando a presença da autocorrelação espacial nos dados utilizados, testou-se no presente trabalho a hipótese de convergência para a criminalidade no Nordeste brasileiro por meio de uma metodologia espacial para dados em painel.

Para decidir qual estimador deve ser considerado na análise da convergência, inicialmente utilizou-se um teste de F para verificar a possibilidade de estimação dos modelos via Mínimos Quadrados Ordinários através de um modelo *pooled*. Com esse procedimento, rejeitou-se a hipótese nula de não haver efeitos significativos. Além disso, efetuou-se um teste de Breusch-Pagan e verificou-se que não é possível ignorar a presença de efeitos significativos, os quais só podem ser tratados adequadamente através do estimador de Efeitos Fixos.

Feito isso, utilizou-se o procedimento indicado por Almeida (2012, p.431):

- verificou-se se os efeitos não observados na forma de heterogeneidade não captada nos modelos devem ser incluídos nas estimações;
- escolheu-se o melhor modelo com efeitos não observados, desconsiderando os controles de tempo e espaço;
- estimou-se o melhor modelo sem efeitos observados, segundo os procedimentos de escolha de modelos para dados em painel descritos por Baltagi (2015);
- checkou-se a dependência espacial dos resíduos por meio da utilização do Índice Global de Moran aplicado aos resíduos do melhor modelo sem efeitos observados;
- verificada a presença de autocorrelação espacial nos resíduos do modelo de efeitos não observados, estimou-se o modelo de dados em painel englobando a autocorrelação espacial;
- escolheu-se o modelo que não apresentou autocorrelação espacial nos resíduos, a qual foi verificada pela não significância do Índice Global de Moran aplicado aos resíduos dos modelos espaciais e escolheu-se aquele que apresentou o menor critério de informação.

Um dos problemas provindos das estimações com dados espaciais é a identificação e controle da heterogeneidade espacial. O pressuposto da homogeneidade indicado inicialmente por Anselin (1990) deve ser tratado nos procedimentos econométricos utilizados. A não homogeneidade pode indicar que o coeficiente de uma variável explicativa seja estatisticamente significativo em um determinado município e não significativo em outra unidade de espaço. Essa heterogeneidade pode ser verificada por meio da técnica ANOVA espacial indicada por Almeida (2012, p.317).

O que se deve fazer nesse procedimento é regressir a variável dependente via MQO contra variáveis *dummy* de tratamento geográfico. A significância estatística e os elevados valores dos coeficientes indicam a presença da heterogeneidade espacial. No presente trabalho, foram utilizadas *dummies* de identificação dos estados para a regressão ANOVA espacial. Para todos os anos utilizados os coeficientes foram estatisticamente insignificantes, assim como para a amostra completa como especificado no Anexo na Tabela 5. Nesse sentido, os modelos posteriormente estimados serão feitos seguindo a especificação de Lim e Kim (2015), os quais dispensam a utilização de variáveis de controle da heterogeneidade no cálculo da convergência espacial da renda.

Cumpridos as preposições (i), (ii) e (iii) obtiveram-se os resíduos do modelo de efeitos fixos sem especificação espacial e testou-se a autocorrelação espacial por meio do Índice Global de Moran. Esse procedimento encontra-se esboçado em anexo na Tabela 3.

Verificada a presença de autocorrelação espacial dos resíduos, observa-se que os maiores valores encontrados para o Índice Global de Moran foram obtidos por meio de uma matriz do tipo *Rook*. Seguindo os critérios indicados por Baumont (2004), os procedimentos econométricos seguidos adiante serão construídos com a utilização dessa matriz de pesos espaciais. Os resultados para esse procedimento estão demonstrados na Tabela 2.

Estimaram-se os modelos de defasagem e erro espacial. Após a estimação dos modelos com especificação espacial, buscou-se verificar qual modelo explica de maneira mais robusta a hipótese de convergência. Por meio do teste de Hausman verificou-se que os efeitos aleatórios não são válidos. Por tanto, a hipótese de convergência será testada levando em consideração as estimações com efeitos fixos.

Seguindo o procedimento indicado por Almeida (2012, p.431), verificou-se a ausência de autocorrelação espacial nos resíduos dos modelos de erro e defasagem espacial. Por tanto, o melhor modelo será aquele que apresente o maior critério de informação de Akaike. Dado o valor do critério de informação para o modelo de defasagem espacial (711,0498) e para o modelo de erro espacial (424,7111), o modelo que melhor explica a problemática em questão é o modelo de erro espacial com efeitos fixos.

O valor positivo e estatisticamente significativo do parâmetro de autocorrelação espacial (λ) indica que existem perturbações causadas por variáveis não englobadas no modelo. Almeida (2012) afirma que esse resultado implica em uma situação em que os choques provocados pelos efeitos não modelados são espacialmente autocorrelacionados,

Tabela 2 – Autocorrelação espacial global da taxa de homicídios das microrregiões do Nordeste

Efeito Fixo			
	Normal	Defasagem	Erro
constante	-0,2791***	-	-
β	-0,4602***	-0,4420***	-0,6451***
ρ	-	0,1945***	-
λ	-	-	0,5184***
θ	0,0411	0,0389	0,0691
<i>MV</i>	7,3233	7,7389	4,3594
<i>Akaike</i>	-	711,0498	424,7111
Efeito Aleatório			
	Normal	Defasagem	Erro
constante	-0,1003***	-0,1462**	-0,2932***
β	-0,2137***	-0,2599***	-0,4797***
ρ	-	0,2261***	-
λ	-	-	0,4230***
θ	0,0160	0,0201	0,0436
<i>MV</i>	18,7818	14,9997	6,9112
<i>Akaike</i>	-	1165,5800	1060,5560
<i>Hausman</i>	388,7800***	10,2400***	123,6400***

]Fonte: Elaboração dos autores.

ou seja, altos valores desses efeitos não modelados em uma determinada microrregião, provocam altos valores em microrregiões vizinhas, assim como baixos valores dos efeitos não modelados, acarretam em baixos valores em microrregiões vizinhas.

Menezes e Uchoa (2012) e Waiselfisz (2011) determinam que a presença da autocorrelação espacial indicada pelo valor positivo dos parâmetros de autocorrelação apresenta indícios de que as intervenções feitas na segurança pública devem ser pensadas em termos também regionais e não somente locais. Caso contrário existiria um risco de “exportar” a criminalidade de uma microrregião para outra mantendo-se, contudo, o padrão do crime inalterado na região estudada.

O valor negativo do coeficiente (β) indica uma situação de convergência das taxas de crescimento do crime assim como verificado por Santos e Santos Filho (2011) para o Brasil como um todo. Com isso, verifica-se que a criminalidade se eleva a taxas cres-

centes, de forma que, com o passar dos anos, o crescimento do crime atinge uma taxa de equilíbrio.

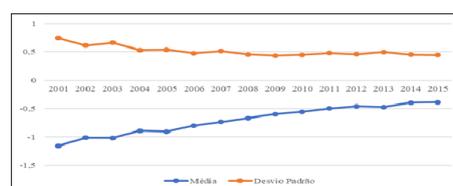
Verificado esse resultado, o próximo passo é analisar a velocidade com que a convergência se dá. A taxa de convergência (θ) indica que a convergência se dá a uma velocidade de aproximadamente 6,91% ao ano. A essa velocidade, a meia vida indica que serão necessários cerca de 8,7 anos para que as taxas de crescimento dos níveis de criminalidade no Nordeste brasileiro atinjam uma situação de equilíbrio.

A meia vida obtida com o procedimento aqui utilizado foi menor do que a encontrada por Santos e Santos Filho (2011). Os referidos autores encontraram uma meia vida de 27 anos para as microrregiões do Brasil. Essa pequena divergência pode ser advinda do período aqui analisado, e pelo fato de o presente estudo tratar de uma região desagregada da amostra brasileira total, a qual possui fatores próprios que determinam as taxas de criminalidade.

Cabe destacar que a meia vida aqui obtida pode variar se considerarmos outros métodos, como por exemplo, aqueles que desconsiderem os efeitos da proximidade espacial. Ademais, as limitações do modelo utilizado podem incidir sobre a meia vida. Por exemplo, os resultados obtidos desconsideram as eventuais mudanças futuras nas taxas de criminalidade, além de considerarem que a criminalidade é explicada unicamente pelos seus valores passados.

Santos e Santos Filho (2011) indicam que assim como nos estudos que analisam a convergência de renda é possível que a presença de β -convergência pode não implicar em ρ -convergência, sendo o inverso verdadeiro. Assim, os referidos autores confirmam os resultados encontrados com a análise de β -convergência por meio de uma dispersão da taxas médias de criminalidade microrregionais. No presente trabalho, esse procedimento é demonstrado na Figura 3.

Figura 3 – Crescimento da criminalidade no Nordeste brasileiro



Fonte: Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados do SIM.

Média do logaritmo natural da taxa de criminalidade e seu desvio Padrão.

Observa-se que com exceção dos anos de 2003, 2005 e 2013, os níveis médios de criminalidade apresentaram um comportamento crescente. Contudo, a variabilidade intrarregional do crime apresentou um comportamento decrescente nesse mesmo período. Comparando o final com o início do período, observa-se que em termos médios, a criminalidade elevou-se 33,73%, enquanto a dispersão intrarregional reduziu-se 59,76%.

Segundo Santos e Santos Filho (2011), as evidências encontradas pelo teste β -convergência e a redução na variabilidade da taxa de homicídios intrarregional ao longo do tempo são suficientes para sustentar a hipótese de convergência nas taxas de homicídios. Nesse sentido, confirma-se a veracidade da hipótese de convergência para os níveis de criminalidade nas microrregiões do Nordeste brasileiro.

É fato que o tempo necessário para a convergência aqui encontrado foi menor do que o tempo encontrado em estudos que tratam da convergência das taxas de crime no Brasil. Entretanto a convergência especificada no presente trabalho ainda demanda uma elevada quantidade de tempo para ser concretizada. Aliado aos elevados níveis de crime, evidencia-se a necessidade de implementação de políticas públicas que visem a redução da criminalidade o que possibilitaria a redução da distância entre as taxas de criminalidade e uma possível taxa de equilíbrio.

5 Considerações finais

O presente trabalho objetivou verificar a veracidade da hipótese de convergência aplicada aos níveis de criminalidade nas microrregiões do Nordeste brasileiro. Para tanto, utilizou-se o número de óbitos provindos de agressões para fazer uma aproximação para a criminalidade.

A verificação da hipótese de convergência foi feita por meio de um painel espacial de dados com informações anuais do período de 2001 a 2015 em relação às microrregiões da região Nordeste do Brasil.

Os resultados encontrados permitiram concluir que as taxas de criminalidade nas microrregiões do Nordeste Brasileiro apresentaram aglomerações espaciais na maioria dos anos estudados.

Diante dos resultados encontrados para a autocorrelação espacial da criminalidade por meio do Índice Global de Moran e dos parâmetros dos modelos estimados, conclui-se que as políticas públicas de combate ao crime devem ser aplicadas de maneira a englobar todas as microrregiões estudadas, a fim de evitar “migração” da criminalidade entre as microrregiões.

A partir dos modelos espaciais de β -convergência foi possível verificar que as taxas de criminalidade das microrregiões do Nordeste brasileiro convergem para uma determinada taxa de equilíbrio. Concluiu-se também que essa convergência se dá a uma velocidade relativamente baixa, de forma que, para que seja atingida uma taxa de equilíbrio serão necessários cerca de 8,7 anos.

Concluiu-se também que houve uma redução na variabilidade da taxa de homicídios intrarregional ao longo do tempo, a qual foi acompanhada por uma elevação no número total de homicídios, o que valida a hipótese de convergência.

Cabe destacar que a desagregação do crime por microrregião do Nordeste e a utilização de um método econométrico espacial utilizando um painel de dados anuais pode ter contribuído para que se encontrasse uma meia vida inferior àquelas encontradas em estudos considerando o Brasil como um todo. Por fim, conclui-se que com o objetivo de reduzir distância entre as taxas de criminalidade e uma possível taxa de equilíbrio, é necessário que sejam implementadas políticas públicas que visem a redução da criminalidade, as quais devem ser aplicadas a nível regional a fim de englobar os efeitos da proximidade espacial.

Spatial Convergence of Criminality in Microregions of Brazilian Northeast

Abstract

The present study aims to verify the probability of convergence for crime levels in the micro regions of the Brazilian Northeast. To do so, data were collected on 187 microregionals from Northeast Brazil, concluded between 2001 and 2015. Through an economic methodology for panel data distribution, it was concluded that the crime rates of the micro-regions of the Brazilian Northeast converged to a equilibrium rate. In addition, it was possible to conclude that this convergence is a relatively low rate, around 8, 7 years for this rate of access rate to be reached.

Keywords: Convergence; Crime; Brazilian Northeast; Spatial Panel

JEL: K42

Referências bibliográficas

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

ALMEIDA, E. S.; HADDAD, E. A.; HEWINGS, G. J. The spatial pattern of crime in Minas Gerais: An exploratory analysis. *Economia Aplicada*, v. 9, n. 1, p. 39-55, 2005.

ALMEIDA, E. S.; PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, P. G. C. Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil? *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.46, n.1, Brasília, Jan./Mar. 2008.

ALMEIDA, M. A. S. D.; GUANZIROLI, C. E. Análise exploratória espacial e convergência condicional das taxas de crimes em Minas Gerais nos anos 2000. In: *Anais do 41o Encontro Nacional de Economia*, 41, 2013, Foz do Iguaçu. Niterói: Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia (ANPEC), 2013.

ALMEIDA, M. A. S.; LOPARDI, A. L. S. “Crime contra o patrimônio na região metropolitana de Belo Horizonte: Uma análise econômica espacial”. *Revista Vianna Sapiens*. v.1, n.2, p. 91-120, out. 2010.

ANDRESEN, M, A. Crime measures and the spatial analysis of criminal activity. *British Journal of Criminology*, v. 46, n. 2, p. 258-285, 2005.

ANSELIN, L. “Local indicators of spatial association” – LISA. *Geographical Analysis*. v. 27, n 2, p. 93-115, apr. 1995.

ANSELIN, L. Iterative techniques and exploratory spatial data analysis. In: LONGLEY, P. A. et al. (Ed.). *Geographic information system: principles, techniques, management and applications*. Nova York. 1999.

BATELLA, W. B.; DINIZ, A. M. A. Análise espacial dos condicionantes da criminalidade violenta no estado de Minas Gerais. *Sociedade e Natureza, Uberlândia*, v.22, n.1, p.151-163, 2010.

BAUMONT, C. Spatial effects in housing price models: Do housing prices capitalize urban development policies in the agglomeration of Dijon (1999). *Document de travail - Economie 2004-04, LEG -Laboratoire d’Economie et de Gestion, CNRS UMR 5118, Université de Bourgogne*, 2004.

BEATTON, T ; KIDD, M. P; MACHIN, S. Gender crime convergence over twenty years: Evidence from Australia. *European Economic Review*, v.109, p.275-288, October, 2018.

BECKER, G. S. Crime and Punishment: An Economic Approach. *Journal of Political Economy*, v. 76, n. 2, p. 169-217, 1968.

CASTRO, L. S; ALMEIDA, E. N. Criminalidade em áreas de fronteiras: o caso de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, v.12, n.3, p.322-336. 2018.

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

DA SILVA, Bráulio Figueiredo Alves; BEATO FILHO, Claudio Chaves. Ecologia social do medo: avaliando a associação entre contexto de bairro e medo de crime. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 30, p. S155-S170, 2013.

DELBECQ, B., GUILLAIN R. e LEGROS D. “Analysis of crime in Chicago: new perspectives to an old question using spatial panel econometrics”. East Virginia University, Regional Research Institute, XII World Conference of tSpatial 20 Econometrics Association, Jul. 2013. Disponível em: <http://www.rri.wvu.edu/wpcontent/uploads/2013/07/Fullpaper_5.B.1.pdf>. Acesso em 23 dez de 2017.

ELHORST, J. P. *Spatial econometrics from cross-sectional data to spatial panels*. Springer Heidelberg New York Dordrecht London. 2014.

FAJNZLYBER, P.; LEDERMAN, D.; LOAYZA, N. Inequality and violent crime. *Journal of Law and Economics*, v. 45, p. 1-40, 2002.

GAULEZ, Maiara Patti; MACIEL, Vladimir Fernandes. Determinantes da criminalidade no estado de São Paulo: uma análise espacial de dados em cross-section. In: Encontro de Economia da Região Sul (ANPEC-SUL), 18: 2015, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro/2015/submissao/files_I/i128a5bcf2d9c8ec5c8690571936cc03e4b.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2018.

GRIFFITHS, E.; CHAVEZ, J. M. Communities, Street Guns and Homicide Trajectories in Chicago, 1980-1995: Merging Methods for Examining Homicide Trends Across Space and Time. *Criminology*. Volume 42, n. 4, 2004.

IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). Atlas da Violência 2017. Rio de Janeiro, junho de 2017. <http://ipea.gov.br/portal/images/170602_atlas_da_violencia_2017.pdf>. Acesso em 30 de janeiro de 2018.

IPEADATA. Disponível em < www.ipeadata.gov.br > Acesso em 20 de dezembro de 2017.

KELLY, M. Inequality and crime. *Review of Economics and Statistics*, v. 82, n. 4, p. 530-539, 2000.

LESAGE, j.; Pace, R. K. Introduction to spatial econometrics. Boca Raton, Florida: Chapman/Hall/CRC, 2009.

LIM, U. P; KIM, D. Toward sustainable economic growth: a spatial panel data analysis of regional income convergence in US BEA economic areas. *Sustainability*. v. 7, p. 9943-9959. 2015.

LOUREIRO, A. O. F.; CARVALHO JR., J. R. A. O impacto dos gastos públicos sobre a criminalidade no Brasil. In: Anais do 35o Encontro Nacional de Economia, 35, 2007, Recife. Niterói: Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia (ANPEC), 2007.

MATTA, R. A., ANDRADE, M. V. Avaliação econômica do impacto do programa de homicídios Fica Vivo. ANPEC, 2005.

MENEZES, T. A. D.; UCHOA, C. F. Spillover Espacial Da Criminalidade: Uma aplicação de painel espacial, para os Estados Brasileiros. In: Anais do 40o Encontro Nacional de Economia, 40, 2012, Porto de Galinhas. Niterói: Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia (ANPEC), 2012.

MENEZES, Tatiane et al. Spatial correlation between homicide rates and inequality: evidence from urban neighborhoods. *Economics Letters*, v. 120, n. 1, p. 97-99, 2013.

MESSNER, S. F. e ANSELIN, L. "Spatial analyses of homicide with areal data". In GOODCHILD E JANELE, Spatially integrated social science, Oxford University Press, 2004.

MORENOFF, Jeffrey D.; SAMPSON, Robert J.; RAUDENBUSH, Stephen W. Neigh-

neighborhood inequality, collective efficacy, and the spatial dynamics of urban violence. *Criminology*, v. 39, n. 3, p. 517-558, 2001.

NÓBREGA JR. José Maria. A dinâmica dos homicídios no Nordeste e em Pernambuco. *Dilemas: Revista de Estudos de Conflito e Controle Social* - Vol. 3 - no 10 - OUT/NOV/DEZ 2010 - pp. 51-74. 2010.

PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, P. G. C.; FARIA, W. R. Análise de convergência espacial no estado de Minas Gerais: 1975-2003. *Revista brasileira de estudos Regionais e Urbanos*, v.1, n.1, 2007.

QUARTIERI, Ewerton da Silva; BARTZ, Maicker Leite; MENEZES, Gabrielito. Criminalidade no Rio Grande do Sul: uma análise econométrica para o COREDES no ano de 2010. Disponível em: <<https://www.anpec.org.br/sul/2017/>>. Acesso em: 02 jan. 2018.

REY, S. J.; MONTOURI, B.D. US regional income convergence: A spatial econometric perspective. *Regional Studies*. v. 33, p. 143–156. 1999.

SANTOS, M. J.; SANTOS FILHO, J. I. Convergência das taxas de crimes no território brasileiro. *Economia, Brasília (DF)*, v.12, n.1, p.131–147, jan/abr. 2011.

SANTOS, R.B. Effectiveness of Police in Reducing Crime and the Role of Crime Analysis. In: *Crime Analysis With Crime Mapping*. United States: SAGE Publications, 3rd Edition, Chapter 3, p. 352, 2013.

SAPORI, Luiz F.; SOARES, Gláucio A. D.. *Por que cresce a violência no Brasil?* Editora Autêntica. PUC-Minas. Belo Horizonte. 2014.

SARAIVA, M. V.; CONCEIÇÃO, O. C.; FRANÇA, M. T. A. Os determinantes da criminalidade nos municípios gaúchos: evidências de um modelo econométrico espacial. Disponível em: <http://diamantina.cedeplar.ufmg.br/2016/anais/politicas_publicas/408-692-1-RV_2016_10_09_00_56_59_173.pdf>. Acesso em 02 jan de 2018.

SASS, Karina Simone; PORSSE, Alexandre Alves; DA SILVA, Eduardo Ramos Honório. Determinantes das taxas de crimes no Paraná: uma abordagem espacial. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, v. 10, n. 1, p. 44-63, 2016.

SARTORIS NETO, A. Homicídios na cidade de São Paulo: uma análise da causalidade e autocorrelação espaço-temporal. 2000. Tese (Doutorado em Teoria Econômica) Instituto de Pesquisa Econômica de São Paulo, São Paulo, 2000.

SCALCO, P. R. (2007). *Criminalidade violenta em Minas Gerais: Uma proposta de alocação de recursos em segurança pública*. Master's thesis, Universidade Federal de Viçosa.

SHAW, C. R.; MCKAY, H. D. *Juvenile delinquency and urban areas*. Chicago, Ill, 1942. SOARES, Gláucio A. D. (2008), *Não matará: Desenvolvimento, desigualdade e homicídios*. Rio de Janeiro, FGV.

WAISELFISZ, J. J. *Mapa da violência 2012: os novos padrões da violência homicida no Brasil*, Technical report, Instituto Sangari, São Paulo, SP. 2011.

Recebido em 07 de junho de 2018.

Aceito para publicação em 12 de setembro de 2019.

A Anexo**Tabela 3 – Autocorrelação espacial dos resíduos do modelo de efeitos fixos não espacial**

Ano	Queen	Rook	K = 1	K = 2	K = 3	K = 4	K = 5	K = 10
2002	0.313***	0.315***	0.356***	0.308***	0.301***	0.304***	0.293***	0.254***
2003	0.307***	0.312***	0.311***	0.313***	0.299***	0.303***	0.303***	0.232***
2004	0.260***	0.263***	0.192**	0.172***	0.204***	0.214***	0.227***	0.213***
2005	0.205***	0.214***	0.182**	0.163***	0.151***	0.143***	0.160***	0.143***
2006	0.122***	0.124***	0.057	0.072	0.075*	0.097**	0.101***	0.080***
2007	0.095**	0.093**	-0.017	0.056	0.091**	0.106**	0.114***	0.096***
2008	0.208***	0.210***	0.219***	0.221***	0.224***	0.189***	0.189***	0.173***
2009	0.091**	0.093**	-0.027	0.022	0.055	0.057*	0.084**	0.077***
2010	0.121***	0.125***	0.117*	0.110**	0.111**	0.085**	0.105***	0.098***
2011	0.080***	0.082**	0.034	0.058	0.090**	0.065*	0.075**	0.072***
2012	0.113***	0.115***	0.075	0.098**	0.095**	0.083**	0.084**	0.084***
2013	0.066**	0.067**	-0.038	0.035	0.076***	0.039	0.070**	0.064**
2014	0.112***	0.113***	0.067	0.151***	0.126***	0.097**	0.087**	0.088***
2015	0.101***	0.100**	0.082	0.119**	0.109**	0.074**	0.063**	0.089***

Tabela 4 – Estatísticas descritivas do número de homicídios no Nordeste brasileiro

	Média	D. Padrão	Mínimo	Máximo
2001	0,3939	0,2471	0,0148	1,3056
2002	0,4314	0,2547	0,0354	1,5590
2003	0,4340	0,2399	0,0186	1,2011
2004	0,4661	0,2288	0,0437	1,4005
2005	0,4612	0,2339	0,0495	1,5557
2006	0,4997	0,2352	0,0763	1,5963
2007	0,5410	0,2650	0,0493	1,6276
2008	0,5644	0,2475	0,0565	1,4656
2009	0,6017	0,2735	0,0926	2,3665
2010	0,6335	0,3061	0,1319	2,4930
2011	0,6844	0,3955	0,0879	4,1723
2012	0,7003	0,3296	0,0662	2,2710
2013	0,7048	0,4011	0,0931	3,9615
2014	0,7468	0,3875	0,0930	3,5408
2015	0,7479	0,3801	0,0995	3,5403
Total	0,5741	0,3238	0,0148	4,1723

Tabela 5 – Resultados da regressão ANOVA com dummies de estado

	Coeficiente	P-valor
MA	.0257194	0.266
PI	.0008545	0.976
CE	-.0230031	0.277
RN	-.0213885	0.469
PB	.0352959	0.349
PE	-.0492889	0.015
AL	-	-
SE	-.0273876	0.248
BA	-.0033457	0.865
<i>Constante</i>	.061108	0.000