

**CRIMES: SPILLOVER ESPACIAL E ESTADO ESTACIONÁRIO.
PERNAMBUCO NO RUMO ERRADO.**

AUTORES:

JOEBSON MAURILIO ALVES DOS SANTOS

Doutorando em Ciências Econômicas do PIMES/UFPE

E-mail: joebsonmaurilio@gmail.com

Telefone (81) 986420731

Endereço postal: Av. Dr. Gonzaga Maranhão, 296. Jaboatão-PE. Cep: 54330-195.

TATIANE ALMEIDA DE MENEZES

Docente/Pesquisador(a) do depto de Ciências Econômicas da UFPE

E-mail: tatianedemenezes@gmail.com

FLAVIA EMÍLIA CAVALCANTE VALENÇA FERNANDES

Mestre em Gestão e Economia da Saúde e Doutoranda em Inovação Terapêutica pela UFPE.

Professora Assistente da Universidade de Pernambuco. Campus Petrolina.

E-mail: flavia.fernandes@upe.br

ANDREWS AUGUSTO DINIZ BARROS

Doutorando em Economia pelo Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco (PIMES/UFPE).

E-mail: andrewsbarros9@gmail.com

Área temática: Economia Pernambucana.

CRIMES: SPILLOVER ESPACIAL E ESTADO ESTACIONÁRIO. PERNAMBUCO NO RUMO ERRADO.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é averiguar se existe convergência das taxas de criminalidade nos municípios do estado de Pernambuco, pois tal estado figura entre os mais violentos do Brasil. Para a estimação do modelo de convergência, foram utilizados modelos espaciais que buscam livrar o modelo proposto do problema de variável omitida espacial, porém tal estratégia causa problemas de endogeneidade e necessita de uma estratégia de identificação. Para solução desse problema, utilizou-se o S2SLS com *quasi-instrumentos* em consonância com Kelejian e Pruscha (1998). Os resultados do exercício econométricos mostram que existe convergência das taxas de CVP e CVLI entre os municípios pernambucanos, porém essa convergência ocorre de forma lenta para o CVP e mais rápida para o CVLI, o que sugere que políticas públicas podem ser adotadas com vistas a eliminar de forma efetiva a convergência em curso.

Palavras-chave: criminalidade, convergência, Pernambuco.

ABSTRACT

The objective of this work is to investigate if there is convergence of crime rates in the municipalities of the state of Pernambuco, since this state is among the most violent in Brazil. For the estimation of the convergence model, we used spatial models that seek to rid the proposed model of the spatial omitted variable problem, but such a strategy causes problems of endogeneity and requires an identification strategy. To solve this problem, the S2SLS was used with quasi-instruments in consonance with Kelejian and Pruscha (1998). The results of the econometric exercise show that there is convergence of CVP and CVLI rates among the municipalities of Pernambuco, but this convergence occurs slowly for the CVP and faster for the CVLI, which suggests that public policies can be adopted with a view to eliminating convergence in progress.

Key words: criminality, convergence, Pernambuco.

JEL classification: C21, K42

1. INTRODUÇÃO

A criminalidade é um dos problemas sociais que mais preocupam os governantes em várias partes do mundo. No Brasil, os problemas relacionados à segurança pública tem sido alvo de diversos estudos com vistas a buscar soluções para a epidemia de violência que assola o país e traz sérias consequências econômicas e sociais, uma vez que impõe custos à sociedade, que vê grandes quantidades de recursos públicos e privados sendo destinados ao combate da criminalidade, e causa grande sensação de medo às pessoas.

A intensidade com que os crimes ocorrem no Brasil varia dependendo da localidade. Os grandes centros urbanos concentram maior partes dos crimes ocorridos. Além disso, as políticas de segurança pública, apesar de ser de responsabilidade dos Estados-membros da federação, são implementadas também a nível municipal através das Guardas Civis Municipais (GCM), e o poder político do gestor da cidade (prefeito) junto ao Governo do Estado pode influenciar o montante de recursos destinados à segurança pública em determinadas cidades.

Diversos fatores econômicos podem influenciar as taxas de criminalidade (FLEISHER, 1963). Variáveis macroeconômicas-chave como taxa de desemprego, renda *per capita*, nível de escolaridade, indicadores de desigualdade de renda (como o índice de Gini), entre outras, têm forte correlação com os mais variados tipos de delito e ajudam a explicar o comportamento criminoso ao longo do tempo. Becker (1968), faz uma análise à luz da teoria econômica sobre os fatores que motivam os indivíduos a cometerem crimes. Assim, partindo da hipótese de racionalidade nas escolhas dos agentes, ele mostra que as pessoas ponderam os custos e os benefícios associados ao cometimento de infrações penais. Quando os ganhos esperados com a ação criminosa superar os custos dessa ação, os indivíduos estarão mais propensos a cometer o crime.

A ação de criminosos está sujeita ainda a outros fatores tais tamanho da força policial, que influencia a probabilidade de captura, facilidade de planejamento e aquisição de armas, imposição de penas maiores em caso de captura e outros investimentos públicos na prevenção e repressão da criminalidade (BRUECKNER, 2011).

Fatores geográficos também influenciam a criminalidade. A proximidades que certas regiões tem de outras pode gerar um *spillover* de crimes. Isso ocorre quando uma região com altos índices de violência afeta as regiões vizinhas fazendo com que essas se tornem também violentas (no caso de uma correlação positiva) através de um efeito-contágio (MENEZES ET AL, 2013).

Diante do exposto acima, algumas questões podem ser levantadas acerca da dinâmica da ocorrência de crimes: será que as taxas de crimes são constantes entre as localidades ao longo do tempo? Será que lugares menos violentos podem, com o passar do tempo, tornarem-se tão violentos quanto as localidades mais violentas atualmente? Em quanto tempo isso ocorreria?

O objetivo deste trabalho é averiguar se existe convergência das taxas de criminalidade nos municípios do estado de Pernambuco, pois tal estado figura entre os mais violentos do Brasil¹. Com a análise de convergência é possível entender como se dá a dinâmica da criminalidade entre regiões menos e mais violentas por meio da taxa de crescimento dos crimes ocorridos e verificar se tais regiões estão convergindo para um

¹ <https://exame.abril.com.br/brasil/os-estados-mais-violentos-do-brasil-3/>. Acesso em 30/08/2018.

mesmo nível de taxas de criminalidade no futuro. Para a estimação do modelo de convergência, foram utilizados modelos espaciais que buscam livrar o modelo proposto do problema de variável omitida espacial, porém tal estratégia causa problemas de endogeneidade. Para solução desse problema, utilizou-se o S2SLS com *quasi-instrumentos* em consonância com Kelejian e Pruscha (1998). Os resultados do exercício econométricos mostram que existe convergência das taxas de CVP e CVLI entre os municípios pernambucanos, porém essa convergência ocorre de forma lenta para o CVP e mais rápida para o CVLI, o que sugere que políticas públicas podem ser adotadas com vistas a eliminar de forma efetiva a convergência em curso.

2. ANÁLISE DE CONVERGÊNCIA.

A análise de convergência foi desenvolvida a partir da teoria de Solow (1956) que tinha por objetivo verificar os determinantes do crescimento econômico dos países. Ele definiu o que hoje é conhecido como convergência *absoluta* de renda que é a situação onde dois países que têm as mesmas preferências e tecnologia têm de ter a mesma renda de estado estacionário. Isto significa que estes países terão mesmo nível de renda em algum ponto futuro do tempo.

Baseado na teoria desenvolvida por Solow (1956) e do ferramental desenvolvido por Barro e Sala-i-Martin (1995), diversos estudos surgiram para analisar os determinantes do crescimento dos mais diferentes tipos de variáveis econômicas. Em grande parte desses estudos, o objetivo era verificar os determinantes da renda *per capita* entre países².

No Brasil, Ferreira e Ellery Jr (1996) que analisaram a convergência de renda *per capita* entre os estados brasileiros através do conceito de β -convergência (que discutiremos em breve) e concluíram que os estados brasileiros estão convergindo em termos de renda *per capita*, isto é, que os estados brasileiros terão o mesmo nível de riqueza no futuro, porém essa convergência ocorre de forma muito lenta, uma vez que serão necessários 50 anos para que a diferença de renda entre estados ricos e pobres diminuam pela metade.

Menezes e Azzoni (2006) saem do uso do PIB *per capita* e utilizam o salário-hora dos trabalhadores para verificar empiricamente a existência de convergência de salário entre as regiões metropolitanas do Brasil e concluem, entre outras coisas, que existe o processo de convergência de salário entre as regiões metropolitanas.

2.1. Convergência de crimes

Os estudos das causas da criminalidade tem motivado pesquisas em diversas áreas do conhecimento, inclusive nas ciências econômicas. No escopo da análise de convergência também estão as taxas de criminalidade. O objetivo aqui, é mensurar se regiões com baixos índices de criminalidade terão, *ceteris paribus*, as mesmas taxas de criminalidade que as regiões mais violentas em algum ponto no tempo.

Cook e Winfield (2013) utilizam a análise de convergência para verificar se as taxas de crimes estão convergindo entre os estados americanos. Estes autores verificam a existência de convergência para diversos tipos de crimes tais como roubo, furto, homicídio, estupro, entre outros e chegam a conclusão de que os estados americanos estão convergindo em taxas de crimes para todos os crimes analisados. Isso significa que os estados americanos menos violentos terão as mesmas taxas de criminalidades que os

² Para saber mais sobre esses estudos ver Barro e Sala-i-Martin (1992) e Mankiw, Romer e Weil (1992).

estados mais violentos se não existir nenhuma intervenção na atual tendência da criminalidade³.

Outros estudos exploram a temática de violência à luz da teoria da convergência. Chen e Guiles (2004) fazem uso da análise de convergência para verificar se existe convergência nas taxas de delitos sofridos por homens e mulheres no Canadá. Estes autores utilizaram dados de crimes sofridos por homens e mulheres no período de 1983 a 2000 e após conduzir diversos testes estatísticos concluem que os delitos sofridos por homens e mulheres estão convergindo ao longo do tempo e adotam a definição de *gender-convergence* para caracterizar a tendência dos crimes sofridos por homens e mulheres.

No Brasil, as taxas de criminalidade crescem por todo o território. É comum ver lugares antes considerados seguros, enfrentando surtos de violência. Isso motivou Santos e Filho (2011) a verificar se regiões consideradas não violentas terão as mesmas taxas de criminalidade que as regiões mais violentas ao longo do tempo. Como *proxy* para a criminalidade, os autores utilizaram as taxas de homicídios por 100 mil habitantes, pois este é o tipo de crime que sofre o menor número de sub-registros e agregaram os dados em médias móveis por microrregiões brasileiras visando com o intuito de minimizar as o efeito de choques exógenos sobre as taxas de delitos. A conclusão dos autores é que as regiões menos violentas tendem a ter maior taxa de crescimento na ocorrência de crimes vis-à-vis as regiões mais violentas. Isso detona a existência de convergência das taxas de homicídios entres as microrregiões brasileiras, o que implica que todas as regiões terão as mesmas taxas de crimes ocorridos no futuro caso tudo o mais se mantenha constante.

3. METODOLOGIA DA ANÁLISE DE CONVERGÊNCIA

A versão básica e largamente utilizada nos trabalhos empíricos é oriunda da seguinte equação denominada equação de convergência:

$$\frac{1}{T} \log \left(\frac{y_{i,T}}{y_{i,0}} \right) = \alpha + \beta \log y_{i,0} + \varepsilon_{i[0,T]}$$

onde T é intervalo de tempo entre os períodos analisados. $y_{i,T}$ é a taxa de criminalidade⁴ que se quer analisar no período final. $y_{i,0}$ é a taxa de crime no período inicial e $\varepsilon_{i[0,T]}$ é o termo de erro aleatório do modelo de regressão⁵. Se o coeficiente β for negativo, tem-se a indicação de convergência das taxas de criminalidade entre as regiões analisadas, uma vez que o lado esquerdo da equação de convergência representa a taxa de crescimento da criminalidade, isso significa que locais com menor incidência de delitos estão tendo um maior crescimento no número de crimes em relação aos locais com altos índices de crimes e isso, implicará em um mesmo nível de taxas de crimes entres as regiões no futuro se tudo o mais permanecer constante ao longo do tempo.

Alguns trabalhos buscam medir a influência da proximidade que as regiões têm umas das outras, a partir dos modelos fornecidos pela econometria espacial, com o objetivo de captar o efeito *spillover* que as taxas de crimes têm no espaço e reduzir o viés

³ Mais detalhes sobre convergência das taxas de crimes nos estados americanos podem ser encontrados em Cook e Watson (2013).

⁴ Denotou-se $y_{i,T}$ como taxa de criminalidade, mas pode ser, na verdade, qualquer variável como, por exemplo, renda *per capita*.

⁵ Para detalhes sobre modelos de regressão linear ver Wooldridge (2002).

de variável omitida presente na especificação do modelo básico⁶. Neste trabalho, além do modelo básico, será utilizado modelo SAR (*spatial autoregressive model*), estimado por máxima verossimilhança com o objetivo de incluir o efeito-vizinhança no modelo, porém existe uma simultaneidade na mensuração do *spillover* espacial uma vez que uma região pode influenciar sua vizinhança e vice-versa. Assim, será estimado o modelo SAR fazendo uso de variáveis de controle e dos *quase instrumentos* propostos por Kelejian e Prucha (1998) como forma eliminar a endogeneidade presente no *spillover* espacial dependente e obter estimadores mais robustos. Portanto, o modelo SAR é dado como segue

$$\frac{1}{T} \log \left(\frac{y_{i,T}}{y_{i,0}} \right) = \alpha + \beta \log y_{i,0} + \lambda W \frac{1}{T} \log \left(\frac{y_{i,T}}{y_{i,0}} \right) + X_b \omega + \varepsilon_{i[0,T]}$$

onde $W \frac{1}{T} \log \left(\frac{y_{i,T}}{y_{i,0}} \right)$ é a taxa de crescimento da criminalidade nas regiões vizinhas, capturada pela matriz de pesos espaciais W , e $X_b \omega$ é o vetor de variáveis de controles.

3.1. Instrumento

Os instrumentos utilizados para resolver o problema de simultaneidade causada pela introdução da matriz de ponderação espacial no *lag* da variável dependente são propostos por Kelejian e Prucha (1998) que são os *lags* de várias ordens das características observadas da região, dados pela matriz de instrumentos $H = (WX_b, W^2X_b, W^3X_b, \dots)$, que se aproxima dos instrumentos ideais e que atendem a condição de relevância e a restrição de exclusão, que são as condições que garantem que teremos instrumentos válidos⁷. A intuição para o uso desses instrumentos é dada em Gibbons *et al.* (2015):

When the interaction structure is incomplete, we can find ‘neighbours of my neighbours’ whose behaviour influences me only via the influence that they have on my neighbour. The characteristics of these second-degree neighbours are thus correlated with my neighbours’ behaviour, but have no direct influence on my behaviour satisfying the relevance and excludability criterion for a valid instrument. (GIBBONS, 2015, p 30).

O uso desses instrumentos está baseado no correto conhecimento das interações entre as regiões. Caso essa interação não esteja especificada de maneira correta, a matriz de instrumentos proposta acima deixa de atender a restrição de exclusão (Gibbons *et al.*, 2015).

A estimação do parâmetro λ é feita através do *spatial two stages least squares* (S2SLS), onde a variável endógena $W \frac{1}{T} \log \left(\frac{y_{i,T}}{y_{i,0}} \right)$ é instrumentada pelos seus respectivos instrumentos (citados anteriormente) no primeiro estágio da estimação e usa-se sua forma estimada na equação principal.

⁶ Todas as variáveis que podem afetar a taxa de crescimento da criminalidade que não está escrita de forma explícita no modelo são atribuídas ao termo de erro da regressão. Isso faz com que as estimativas do coeficiente β sejam enviesadas e implique em um cálculo incorreto da velocidade e do tempo da convergência de crimes.

⁷ Gibbons *et al.* (2014) devira a forma reduzida da equação estrutural e mostra que os instrumentos não tem efeito parcial sobre o *outcome*. Além disso, ele afirma que ao fazermos uso dos *lags* de ordem superior das variáveis observadas como instrumento, apesar de tais defasagens serem ortogonais ao termo de erro, isso pode nos levar a ter problemas de instrumentos fracos. Ver Kelejian e Prucha (1998, 2005, 2007) para maiores detalhes acerca da construção desses instrumentos.

Carvalho Ywata, e Albuquerque (2011) elenca algumas características da estimação em dois estágios no modelo espacial.

(...) *i*) visa à estimação de modelos de regressão linear, com um termo de *lag* espacial da variável resposta do lado direito da equação; *ii*) permite a estimação de modelos com regressores endógenos; *iii*) os coeficientes (inclusive o coeficiente do termo de *lag* espacial da variável resposta) são todos estimados por intermédio do procedimento de mínimos quadrados de dois estágios; *iv*) o coeficiente de *lag* espacial da variável resposta tem como instrumento, para resolver o problema de endogeneidade, os *lags* espaciais dos regressores exógenos; *v*) o procedimento permite a incorporação de correções para a presença de heteroscedasticidade e autocorrelação espacial residual nos termos de erro da regressão estimada. (Carvalho Ywata, e Albuquerque, 2011, p. 292).

3.2. Velocidade de convergência

Uma vez constatada a existência de convergência nas taxas de crimes entre as localidades, deve-se calcular a velocidade com que esta convergência está ocorrendo, pois é a partir dessa velocidade que será calculado um tempo aproximado (em anos) para que essa convergência ocorra. O Cálculo da velocidade de convergência é obtido a partir da seguinte equação:

$$\hat{\beta} = -(1 - e^{-\gamma t})$$

onde $\hat{\beta}$ é o β estimado da equação de convergência, γ é a velocidade anual de convergência e t é o período de tempo.

Uma vez calculada a velocidade com que as regiões menos violentas estão convergindo para o patamar de criminalidade das regiões mais violentas, é oportuno calcular o tempo necessário para que esse processo de convergência atinja seu ápice. Para isso, utiliza-se a seguinte equação:

$$1 - e^{-\gamma \Psi} = 0,5$$

onde Ψ é o tempo para se percorrer a metade do caminho para que a convergência ocorra.

4. DADOS

O estado de Pernambuco tem 185 municípios e é uma das maiores economias da região Nordeste. De acordo com Lima et al. (2007) este estado apresentou crescimento econômico acima da média dos demais estados do Nordeste a partir de 2007. Pernambuco também se destaca pelos altos níveis de criminalidades das cidades que o compõe. Isto preocupa a população e o governo que, por sua vez, buscou ao longo do tempo desenvolver programas tais como Pacto pela Vida, Patrulha Escolar, Patrulha do Bairro, entre outros para que os índices de violência voltem a patamares mais baixos.

Os dados utilizados neste exercício são oriundos dos relatórios estatísticos da Secretaria de Defesa Social de Pernambuco (SDS-PE) e consiste na taxa de Crimes Violentos contra o Patrimônio (CVP) e os Crimes Violentos Letais Intencionais (CVLI) ocorridos nos municípios de Pernambuco nos anos de 2011 a 2017. O período escolhido se deve ao fato de a SDS disponibilizar os CVP a partir de 2011.

4.1. Análise descritiva

Tabela 1. Estatística descritiva da variáveis usadas no modelo de regressão.

Variáveis	(1) N	(2) média	(3) sd	(4) min	(5) Max
Polic	180	1.722	3.244	1	40
Txdesoc	180	9.309	4.560	1.450	21.87
Dens	180	249.3	915.8	7.790	9,068
Txurban	180	61.64	20.27	12.38	100
Pop	180	48,333	131,719	4,423	1.547e+06
Gini	180	0.520	0.0453	0.420	0.680
PIB	180	7.368	6.203	3.877	71.83
Asocial	180	70.21	38.89	14.02	266.3
Educ	180	553.9	168.3	69.15	1,377
Cult	180	43.32	29.07	0	187.8
Desplazer	180	10.70	22.85	0	211.7
Txcvp11	180	174.4	167.8	0	865.3
Txcvp17	180	569.6	543.5	1.429	3,455
Dlntxcvp	180	0.162	0.122	-0.786	0.757
Txcvli11	180	32.37	18.53	0	138.8
Txcvli17	180	57.99	34.31	0	225.5
Dlntxcvli	180	0.0825	0.116	-0.362	0.616

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da SDS-PE.

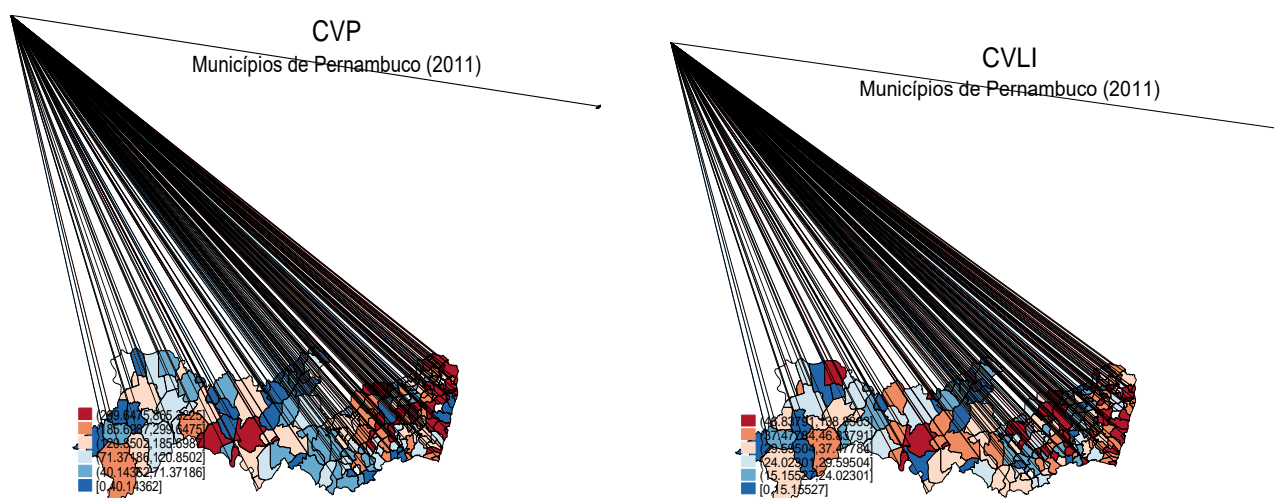
A quantidade média de CVP ocorridos nos municípios do estado de Pernambuco no ano de 2011 foi de 174,40 assassinatos por 100 mil habitantes, enquanto a quantidade média em 2017 foi de 569,60 assassinatos para cada 100 mil habitantes. Já a quantidade média de homicídios ocorridos nos municípios do estado de Pernambuco no ano de 2011 foi de 32,37 assassinatos por 100 mil habitantes, enquanto a quantidade média em 2017 foi de 57,99 assassinatos para cada 100 mil habitantes. Claramente, observa-se um aumento do número médio de homicídios ao longo do tempo nos municípios pernambucanos. Também é possível ver que a quantidade máxima de homicídios ocorridos em um município salto de 189,2 assassinatos para 225,5 assassinatos por 100 mil habitantes.

As demais variáveis usadas como controles são a quantidade de postos fixos de polícia (Polic), taxa de desocupados (Txdesoc), densidade demográfica (Dens), taxa de urbanização dos municípios (Txurban), população (Pop), índice de Gini (Gini), produto interno bruto per capita (PIB), gasto público per capita com assistência social (Asocial), com educação (Educ), com cultura (Cult) e com desporto e lazer (Desplazer).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra a distribuição espacial do CVP e do CVLI ocorridos nos municípios de Pernambuco em 2004. Percebe-se que no período inicial da análise, que é o ano de 2011, ambos os crimes ocorriam com maior frequência nos municípios mais próximos a capital, mais especificamente no Litoral e na Zona da Mata conforme se vê nas áreas mais escuras no mapa, enquanto nas regiões do Agreste e do Sertão do estado de Pernambuco havia uma menor incidência de delitos.

Figura 1. Taxa de CVP e CVLI por 100 mil habitantes em 2011.

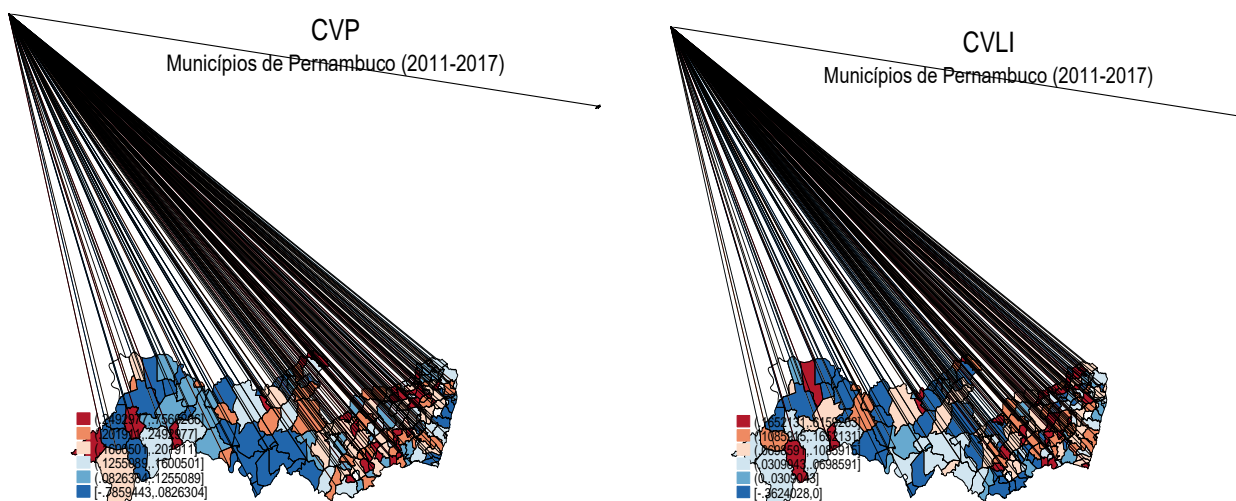


Fonte: elaboração própria.

Já na figura 2, tem-se a distribuição espacial da taxa de crescimento do CVP e do CVLI, respectivamente, ao longo do período (2011-2017). Nesta figura, percebe-se que os municípios localizados na região Agreste e alguns do Sertão apresentam maiores taxas de crescimento da criminalidade vis-à-vis os municípios da Zona da Mata e do Litoral. E

Essas evidências sugerem que as regiões que antes tinham menores índices de criminalidade no período inicial estão enfrentando um surto de violência que as fará atingir, no futuro, o mesmo número de crimes que as regiões mais violentas apresentam. Dessa forma, é oportuno testar a hipótese de convergência de taxas de crimes entre os municípios de Pernambuco a partir do ferramental da análise de convergência anteriormente apresentado.

Figura 2. Taxa de crescimento do CVP e do CVLI entre 2011-2017 nos municípios de Pernambuco.



Fonte: elaboração própria.

Estimando o modelo de convergência de crimes através de MQO, tem-se que o resultado do coeficiente da taxa de CVP no período inicial (representado por Intxcvli11) é negativo e estatisticamente significativo. O mesmo vale para o modelo SAR na coluna 2 estimado por ML e na coluna 3, quando adiciona-se variáveis de controle e estima-se por

S2SLS. No modelo SAR, tem-se que a variável que captura o efeito *spillover* (λ) é positivo e significativo do ponto de vista estatístico. Isso denota que há um efeito contágio da violência para ambos os crimes utilizados. Ou seja, cidades com maiores números de crimes estão localizadas próximas a outras cidades igualmente violentas. Isso denota que os municípios de Pernambuco estão convergindo em termos de taxas de CVP. Assim, as cidades que apresentavam menores índices de crimes no período inicial estão experimentando maior crescimento da violência em seus territórios quando comparadas com as cidades mais violentas. Portanto, se tudo o mais permanecer constante, as cidades menos violentas terão o mesmo número de homicídios que as cidades mais violentas.

Já na estimação do modelo de convergência de crimes através de MQO, tem-se que o resultado do coeficiente da taxa de CVLI no período inicial (representado por $\ln_{txcvli11}$) é negativo e estatisticamente significativo. O mesmo vale para o modelo SAR na coluna 2 estimado por ML e na coluna 3, quando adiciona-se variáveis de controle e estima-se por S2SLS. No modelo SAR, tem-se que a variável que captura o efeito *spillover* é positivo e significativo do ponto de vista estatístico.

Tabela 2. Estimação dos parâmetros dos modelos de convergência de crimes para CVP.

Variável dependente: $d\log CVP$	(1) MQO	(2) SAR ML	(3) SAR S2SLS
$\log_{txcyp11}$	-0.0208** (-2.80)	-0.0293*** (-3.98)	-0.0389* (-2.48)
PIB			-0.00169 (-1.16)
Gini			0.376 (1.39)
Dens			-0.0000105 (-0.80)
Txdesoc			-0.00170 (-0.72)
Pop			-0.000000452 (-1.17)
Txurban			0.00120* (2.02)
Cult			0.00000341 (0.01)
Educ			0.000141 (1.48)
Asocial			-0.000146

			(-0.40)
Desplazer			-0.00000578 (-0.02)
Polic			0.0102 (0.68)
_cons	0.259*** (7.25)	0.209*** (5.81)	-0.0876 (-0.43)
Lambda		0.305*** (4.11)	0.434*** (5.11)
<i>N</i>	180	180	180

t statistics in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Isso denota que há um efeito contágio da violência para ambos os crimes utilizados. Ou seja, cidades com maiores números de crimes estão localizadas próximas a outras cidades igualmente violentas. Isso denota que os municípios de Pernambuco estão convergindo também em termos de taxas de homicídios. Portanto, se tudo o mais permanecer constante, as cidades menos violentas terão o mesmo número de homicídios que as cidades mais violentas.

Tabela 3. Estimação dos parâmetros dos modelos de convergência de crimes para CVLI.

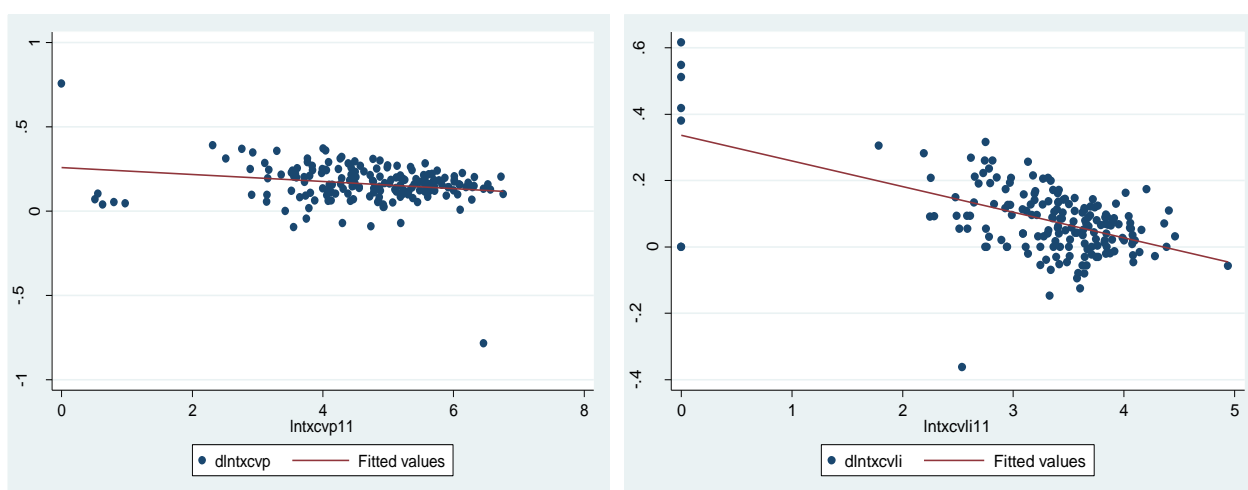
Variável dependente:	(1)	(2)	(3)
<i>dlogCVLI</i>	MQO	SAR ML	SAR S2SLS
<i>logtxcvli11</i>	-0.0773*** (-8.92)	-0.0814*** (-9.93)	-0.0934*** (-5.64)
PIB			0.00197* (2.12)
Gini			-0.126 (-0.85)
Dens			-0.00000623* (-1.98)
Txdesoc			-0.00200 (-0.88)
Pop			7.23e-08 (0.65)
Txurban			0.00123* (2.31)
Cult			-0.000300 (-1.24)

Educ			0.0000215 (0.41)
Asocial			0.0000604 (0.18)
Desplazer			-0.000694* (-2.50)
Polic			-0.00408 (-1.05)
_cons	0.337*** (11.45)	0.290*** (9.95)	0.339** (3.18)
Lambda		0.389*** (5.20)	0.347* (2.50)
<i>N</i>	180	180	180

t statistics in parentheses
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

A relação negativa entre a taxa de crescimento do CVP e o CVP no período inicial e entre a taxa de crescimento do CVLI e o CVLI no período inicial está representada abaixo no Gráfico 1, onde também foi inserida a reta que melhor se ajusta a dispersão dos dados. A relação é mais fraca para o CVP do que para o CVLI. Assim, ter-se-á uma velocidade de convergência menor para o CVP. Isso irá implicar em maior tempo para que a convergência ocorra.

Gráfico 1. Gráfico de dispersão. Relação entre o taxa de crescimento do CVP e o CVP no período inicial em (a). Relação entre o taxa de crescimento do CVLI e o CVLI no período inicial em (b).



(a)

(b)

Ato contínuo, calculou-se a velocidade de convergência do CVP e do CVLI entre os municípios de Pernambuco e o tempo para que isso ocorra a partir do cálculo do tempo para percorrer a metade do caminho para a convergência. Aqui, utilizou-se o coeficiente do $\log_{txcvp11}$ e do $\log_{txcvli11}$ do S2SLS.

A velocidade de convergência do CVP é de 0,0056 isso indica que as cidades menos violentas no período inicial estão experimentando um crescimento de 0,56% maior no número de CVP ocorridos do que a cidades mais violentas no período inicial. O tempo necessário para que se atinja 50% da convergência nas taxas de CVP é de 122 anos caso tudo o mais permaneça constante ao longo do tempo. Já para o CVLI, a velocidade de convergência 0,0140 ou 0,14%, enquanto o tempo necessário para que se atinja 50% da convergência é de 49 anos.

Quadro1. Velocidade e tempo de convergência.

	Velocidade	Tempo (anos)
CVP	0,0056	122
CVLI	0,0140	49

Fonte: elaboração própria.

O aumento médio do número de casos de CVP e CVLI foi bastante expressivo entre os anos de 2011 e 2017. Diversos fatores estão correlacionados com esse aumento da violência tais como tamanho da força policial nas cidades, número de pessoas desocupadas, a taxa de urbanização, o nível de desigualdade de renda entre os municípios além dos investimentos públicos em educação, lazer, entre outros (BRUECKNER, 2011). O grau de urbanização também parece se correlacionar positivamente com a ocorrência de homicídios, uma vez que ocorrem maior quantidade de crimes nas regiões mais urbanizadas (GLAESER e SACERDOTE, 1999).

Na versão básica da análise de convergência, tais fatores não são incorporados ao modelo e o resultado da estimação do β -convergência, através de MQO, está enviesado. Isso leva a uma incorreta mensuração da velocidade do processo de convergência e do tempo estimado para que tal processo ocorra por completo. Fatores espaciais também têm impacto na velocidade e no tempo de convergência, pois os criminosos tem perfeita mobilidade entre as cidades (SANTOS e FILHO, 2011). Essa livre mobilidade faz com que surja um efeito-transbordamento (*spillover*) da violência que, nesse caso, espera-se que seja positivo, indicando que cidades com maiores taxas de criminalidade estejam cercadas por cidades igualmente violentas como pode ser observado na estimação do modelo SAR.

Apesar das evidências gráficas e estatística corroborando para a existência de convergência da taxas de CVP e CVLI nos municípios de Pernambuco, a velocidade ainda é lenta, pois serão necessários aproximadamente 260 anos para que esse processo ocorra por completo para o CVP e 100 anos para o CVLI, o que equivale a 3 e 1,5 gerações, respectivamente. Este resultado favorece a adoção de políticas públicas voltadas para a segurança com o objetivo de anular esse processo de convergência ainda incipiente, fazendo com que a taxa de crescimento da violência se reduza não só nas cidades mais violentas como nas cidades menos violentas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi discutido a teoria da convergência de crimes e como esta surgiu a partir das teorias macroeconômicas desenvolvidas por Solow (1956) e Barro e Sala-i-Martin (1995) para analisar os determinantes do crescimento econômico. Desde então, diversos estudos foram conduzidos como forma de se entender a dinâmica e determinantes da criminalidade sobre os mais diversos enfoques.

A análise de convergência de crimes é útil para se entender a dinâmica da criminalidade ao longo do tempo entre regiões. Isso permite verificar se regiões antes tidas como seguras estão passando por aumento dos índices de violência e se isso está ocorrendo de forma mais intensa do que nas regiões mais violentas.

Na análise empírica deste trabalho, verificou-se se o processo de convergência de crimes ocorre entre os municípios do estado de Pernambuco. Para isso, foi utilizada a taxa de CVP e CVLI no período de 2011 a 2017 como *proxies* para a criminalidade. A utilização do período em questão se deve a disponibilidade dos dados. Os resultados obtidos mostraram a existência do processo de convergência da taxa de em ambos os tipos de crimes entre as cidades de Pernambuco, porém tal processo ocorre de forma mais lenta no CVP, uma vez que serão necessários cerca de 260 anos para que a convergência ocorra de forma completa, fazendo com que as cidades menos violentas passem a mesma taxa de crimes letais que as cidades mais violentas. Já para o CVLI o tempo de convergência, *ceteris paribus*, é de aproximadamente 100 anos. Este resultado sugere que políticas de segurança pública devem ser adotadas com vistas a eliminar a convergência em curso.

REFERÊNCIAS

- BARRO, Robert J, 1991. “**Economic growth in a cross section of countries,**” **The quarterly Journal of Economics**, MIT Press, vol. 106(2), pages 407-43, May.
- BARRO, Robert J; SALA-I-MARTIN, Xavier. 1992. Convergence. **Journal of Political Economy**. 100(2): 223-251.
- _____. **Economic grow**. New York: McGraw-Hill, 1995.
- CARVALHO, A. X.; ALBUQUERQUE, P. H. M. Métodos e modelos em econometria espacial. Uma revisão. **Rev. Bras. Biom.**, São Paulo, v.29, n.2, p.273-306, 2011.
- CHEN, J.; GILES, D. Gender convergence in crime: Evidence from Canadian adult offense charge data. **Journal of Criminal Justice** Volume 32, Issue 6, November–December 2004, Pages 593-606.
- COOK. S.; WINFIELD, T. Crime across the States: Are US Crime Rates Converging? **Urban studies** 50(9) 1724–1741, July 2013
- COOK. S.; WATSON, D, T. Breaks and Convergence in U.S. Regional Crime Rates: Analysis of Their Presence and Implications. **Econometrics. Soc. Sci.** **2013**, 2, 180–190; doi: 10.3390/socsci2030180
- FERREIRA, P.; ELLERY JR, R. Convergência entre a renda per capita dos estados brasileiros. **Revista de Econometria** 16 (1) Abril 1996
- FLEISHER, B.M. 1963. The Effect of Unemployment on Juvenile Delinquency. **Journal of Political Economy** 71: 543-555.
- GIBBONS, S.; OVERMAN, H.; PATACCHINI, E. **Handbook of Regional and Urban Economics**. v. 5, p. 115-168, 2015.
- KELEJIAN, H.; PRUCHA, I. A generalized spatial two-stage least squares procedure for estimating a spatial autoregressive model with autoregressive disturbances. **J. Real State Finance Econ.**, Dordrecht, v.17, n.1, p.99-121, 1998.
- LIMA, J. P. R. et al. Economia de Pernambuco: transformações recentes e perspectivas no contexto regional globalizado. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 38, nº 4, out-dez. 2007.

MANKIW, G.; Romer, D. e Weil, D. A contribution to the empirics of economic growth. **The quarterly journal of economics** vol. 107, No.107 (May, 1992), pp 407-437.

MENEZES, T.; AZZONI, C. Convergência de salários entre as regiões metropolitanas brasileiras: custo de vida e aspectos de demanda e oferta de trabalho. **Pesquisa e planejamento econômico** | ppe | v.36 | n.3 | dez 2006

SANTOS, S.; FILHO, J. Convergência das Taxas de Crimes no Território Brasileiro **Revista EconomiA**. Janeiro/Abril 2011

WOOLDRIDGE. Jeffrey M. **Introdução à Econometria** – Uma abordagem Moderna. 4. ed. Cengage, 2011.