



I Congress Latin American and Caribbean Regional Science Association International  
XV Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos

de 11 a 13 de outubro de 2017 - FEA/USP - São Paulo, SP - Brasil

## ATIVIDADE ECONÔMICA E CRIMES NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

### **Gilson José Dutra**

Mestrando em Economia Aplicada no Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal de Viçosa (PPGEA/UFV)

gilson.dutra@ufv.br

### **Aline Fernanda da Conceição**

Mestranda em Economia Aplicada no Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal de Viçosa (PPGEA/UFV)

alinef29@hotmail.com

### **Leonardo Bornacki de Mattos**

Professor Adjunto do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa (DER-UFV)

lbmattos@ufv.br

**Resumo:** O presente artigo busca demonstrar as relações de curto e longo prazo existentes entre a variação do nível econômico da região metropolitana de São Paulo e a variação no número de homicídios ocorridos durante os anos de 2002 a 2016, utilizado como um indicador da ocorrência de crimes para a região. A análise foi feita através dos modelos VAR e VEC, levando em consideração a relação de cointegração existente entre as variáveis e os resultados encontrados em cada etapa desta estimação. Foi possível encontrar uma relação de curto prazo somente entre o número de prisões e o número de homicídios ocorridos durante o tempo analisado, já de longo prazo, foi possível encontrar resultados estatisticamente significativos entre as variáveis analisadas: taxa de desemprego; número de armas de fogo apreendidas e número de prisões ocorridas.

**Palavras-Chave:** Homicídios, São Paulo, Cointegração.

**Abstract:** This article aims to demonstrate the short and long term relationships between the economic level of the metropolitan region of São Paulo and the variation in the number of homicides occurred during the years 2002 to 2016, used as an indicator of the occurrence of crimes for the region. The analysis was done using the VAR and VEC models, taking into account the cointegration relationship between the variables and the results found in each step of this estimation. It was possible to find a short-term relationship only between the number of arrests and the number of homicides that occurred during the time analyzed. In the long term, it was possible to find statistically significant results among the analyzed variables: unemployment rate; Number of firearms seized and number of arrests.

**Keywords:** *Homicide, São Paulo, Cointegration.*

Código JEL: C01; D78; I39.

## 1. Introdução

De acordo com Waiselfisz (2015), os atos violentos presentes na vida social dos indivíduos não pode ser compreendido e estudado pela ação isolada dos indivíduos na sociedade, seu temperamento, irascibilidade, aclimatação social, ou ainda não podem ser explicados ou correlacionados somente com o uso de substâncias estimuladoras, como drogas lícitas e ilícitas.

A consciência da impunidade é um dos fatores que contribuem para a disseminação da violência em uma sociedade. Tal consciência atrelada aos motivos sociais e econômicos que levam o indivíduo a cometer crimes podem proporcionar os incentivos necessários para este perpetuar na vida criminal. Como relatado por Becker (1968) em seu modelo, onde o ato de cometer o crime é decorrente da avaliação prévia em torno da comparação dos benefícios e custos que o criminoso pode se deparar ao tomar essa decisão ou por optar em alocar seu tempo em um mercado legal de trabalho.

Becker (1968) relaciona em seu modelo, fatores que podem levar os indivíduos a optarem pelo crime dentro de uma sociedade, permitindo analisar a maximização da utilidade do indivíduo quando este opta por exercer ou não uma atividade de caráter criminológico. Tal análise leva em conta dois fatores chaves como: os ganhos provenientes ou almejados pela atividade criminosa considerando a probabilidade de o mesmo ser descoberto ou detido levando à sua prisão; e o custo de oportunidade de se cometer crimes. Dessa forma, espera-se que os ganhos almejados com a atividade criminal - considerando seu custo de oportunidade - influenciem positivamente a entrada e a permanência do indivíduo na vida do crime, enquanto por outro lado, a probabilidade do indivíduo ser preso influencie negativamente a tomada de decisão do mesmo em cometer crimes.

A partir de tal embasamento teórico, o presente trabalho busca entender as relações de longo prazo existente entre o homicídio e a atividade econômica na região Metropolitana da cidade de São Paulo. Sendo que esta conseguiu diminuir significativamente a ocorrência de homicídios tanto na capital quanto nos demais municípios da sua região Metropolitana no decorrer do final da década de 1990 até 2016, que marca o limite do período analisado.

Na literatura existente, também é possível encontrar estudos que trabalham essas assertivas como Waiselfisz (2016), Souza (2014), Cerqueira (2014) e Cerqueira e Lobão (2003), que demonstram informações sobre a redução da ocorrência de homicídios na cidade de São Paulo, levando em consideração algumas variáveis econômicas correlacionadas com a ocorrência de diversos crimes na região.

De acordo com Cerqueira (2014), de 2001 a 2007, o número de homicídios diminuiu 60,1% em todo o Estado de São Paulo, fazendo o caso de São Paulo ser comparado com os casos de grande repercussão internacional, como o de Nova Iorque e Bogotá que também conseguiram reduzir os altos índices de homicídio em poucos anos. Dentro das dinâmicas de crime estudadas por Cerqueira (2014), o mesmo demonstrou que os crimes geralmente praticados com o uso da arma de fogo sofreram uma queda acentuada no período analisado, sendo este, influenciado também pela instauração do Estatuto do Desarmamento<sup>1</sup> no Brasil.

---

<sup>1</sup> BRASIL. Lei nº 10.826, de 22 de dezembro de 2003. Dispõe sobre registro, posse e comercialização de armas de fogo e munição em todo país, com base no Sistema Nacional de Armas - Sinarm - define crimes e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil/\\_03/leis/2003/L10.826compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil/_03/leis/2003/L10.826compilado.htm)>

Vários fatores são apontados para justificar a redução dos homicídios no estado. Segundo Santos (2012), para alguns especialistas, a redução da perpetuação de homicídios na cidade de São Paulo é resultado também das políticas de desarmamento que já vinham sendo executadas no Estado desde 2001, sendo ampliada a partir do Estatuto do Desarmamento em 2003. Já outros, alegam que a Polícia se tornou mais eficiente e que parte dessa queda no número de homicídios é proveniente também da melhora econômica e redução do desemprego do Estado de São Paulo.

Mesmo que especialistas da área social indiquem possíveis justificativas, nem sempre os trabalhos empíricos apresentam resultados próximos. Segundo Cormon (2000), resultados contraditórios podem ser explicados, pelo menos em parte, pelos problemas empíricos inerentes à pesquisa criminal, sendo a mais significativa a simultaneidade entre os delitos e as sanções criminais. Dessa forma, não há consenso nas pesquisas empíricas sobre o impacto da ação policial e da prisão de criminosos sobre os crimes, que aqui serão tratados somente como os homicídios.

Outras pesquisas como a de Saridakis (2004), demonstrou que as relações existentes de curto prazo, onde o crescimento do aprisionamento, a desigualdade de renda, o consumo de álcool e a composição racial da população de jovens do sexo masculino estavam relacionados com comportamento de curto prazo dos crimes violentos nos Estados Unidos da América. Já o trabalho realizado por Levitt (1996), demonstrou como as estimativas dos custos do crime podem ser intrinsecamente incertas, de modo que, segundo ele, os benefícios sociais que parecem estar associados à redução da criminalidade são iguais ou superiores ao custo social do encarceramento para os criminosos.

Assim como o presente trabalho, Souza (2012) analisou a redução de crimes na cidade de São Paulo durante o período de 1997 a 2010, porém em seu estudo não foi levado em consideração à adoção das políticas de controle a criminalidade no Estado de São Paulo, que começaram a ser adotadas no ano de 2001. Para evitar um possível problema de estimação proveniente de uma quebra estrutural na série do índice de homicídios da região (devido às políticas de combate aos homicídios e desarmamento no Estado de São Paulo)<sup>2</sup>, o presente trabalho não leva em consideração o período anterior à adoção das políticas.

Dentro deste contexto, o artigo analisa as relações de curto e longo prazo entre a perpetuação de homicídios na região metropolitana da cidade de São Paulo para os anos de 2002 a 2016, através de econometria de séries temporais<sup>3</sup>, levando em consideração algumas variáveis *proxy* que remetem as variações da condição econômica e efetividade policial da região estudada.

## 2. Referencial Teórico

O precursor da Teoria da Escolha Racional foi o economista Gary Becker ao publicar em 1968 seu artigo seminal “Crime and Punishment: An Economic Approach”. Segundo Becker (1968), deve-se tratar as escolhas de um o criminoso como as escolhas de um agente racional, relacionando-o em seu modelo fatores que podem levar os indivíduos a optarem pelo

---

<sup>2</sup> Demonstrado na pesquisa de Santos e Kassouf (2012).

<sup>3</sup> Assim como em Santos (2012), a metodologia aplicada permite pressupor exogeneidade para as variáveis do modelo, impondo a não obrigatoriedade de utilizar variáveis instrumentais para as potenciais variáveis endógenas analisadas.

crime dentro de uma sociedade, permitindo assim, analisar a utilidade esperada do indivíduo quando este opta por cometer ou não um crime.

Ao assumir que os indivíduos são racionais, sua utilidade esperada poderá ser expressa como *payoff* esperado pela realização de alguma atividade ilegal ( $R_i$ ) vezes a probabilidade de não ser preso ( $1-p(r)$ ) menos: custo de execução e planejamento do crime ( $C_i$ ), custo de oportunidade ( $O_i$ ), valor esperado da punição no caso de ser preso ( $p(r).J_i$ ) e por ultimo a perda moral proveniente da execução do crime ( $W_i$ ). Portanto a utilidade é expressa da seguinte forma:

$$U_i = [1 - p(r)].R_i - C_i - O_i - [p(r).J_i] - W_i \quad (01)$$

Dessa forma, quando o benefício líquido for positivo, ou seja, quando  $U_i$  for maior que zero, o crime será cometido. Segundo Cerqueira e Lobão (2004), alguns fatores que podem influenciar os indivíduos positivamente em optar por uma vida de crime dentro da teoria da escolha racional são: a renda proveniente da atividade, renda familiar *percapita* e a desigualdade de renda. Enquanto os que influenciam negativamente são: o acesso a programas de bem-estar social, a dotação de recursos do indivíduo, a eficiência policial, inércia criminal e as punições.

O trabalho de Mendonça (2000) analisou os homicídios no Brasil com base na Teoria da Escolha Racional para desenvolver um modelo que englobasse a ideia de insatisfação econômica na função de utilidade dos indivíduos em relação à diferença entre o consumo corrente e o consumo ideal de bens na economia. Segundo os resultados encontrados por Mendonça, é possível identificar que as variáveis: taxa de urbanização, desigualdade da renda, a renda média das famílias e o desemprego possuíam significância estatística para explicar as variações no número de homicídios no país para o período analisado de 1985 a 1995, contudo, os gastos públicos com segurança não foram significativos no modelo proposto.

### 3. Metodologia

O modelo utilizado foi baseado nos modelos vetoriais auto-regressivos, também conhecidos como VAR. O modelo permite analisar um conjunto de  $n$  variáveis endógenas  $y_t=(y_{kt})$  com  $k=1,2,\dots,k$  e pode ser demonstrado da seguinte forma, segundo Bueno (2008):

$$By_t = \beta_0 + \sum_{i=0}^p \beta_i y_{t-i} + E \varepsilon_t \quad (02)$$

em que  $B$  é a matriz  $n \times n$  que define as restrições contemporâneas entre as variáveis que constituem o vetor  $n \times 1$  ( $y_t$ );  $\beta_0$  é o vetor de constantes  $n \times 1$ ;  $\beta_i$  são matrizes  $n \times n$ ;  $E$  é a matriz diagonal  $n \times n$  de desvios-padrão e  $\varepsilon_t$  é o vetor  $n \times 1$  de perturbações aleatórias não correlacionadas entre si contemporânea ou temporalmente, que é o mesmo que dizer que o termo  $\varepsilon_t = i.i.d.(0, I_n)$ .

A equação 2 expressa as relações entre às variáveis endógenas e por isso recebe o nome de *forma estrutural*. Os choques  $\varepsilon_t$  são denominados choques estruturais por afetar individualmente cada uma das variáveis endógenas do modelo. Os choques estruturais são considerados independentes entre si, pois, as inter-relações entre um choque e outro são captadas indiretamente pela matriz  $B$ . Logo, a independência dos choques dá-se sem perda de generalidade do modelo (BUENO, 2008).

Dessa forma, dado sua endogeneidade, o modelo pode ser estimado na forma reduzida, com o seguinte formato:



$$y_t = B^{-1}\beta_0 + \sum_{i=0}^p B^{-1}\beta_i y_{t-i} + B^{-1}E\varepsilon_t \quad (03)$$

$$y_t = \phi_0 + \sum_{i=0}^p \phi_i y_{t-i} + u_t \quad (04)$$

Onde  $\phi_0 = B^{-1}\beta_0$ ,  $\phi_i = B^{-1}\beta_i$  e  $u_t = B^{-1}\varepsilon_t$ , onde  $u_t$  é um processo  $n$ -dimensional com  $E(u_t) = 0$  e com matriz de covariância definida positiva e invariante no tempo. Através da equação 4, cada variável do modelo ( $y_t$ ) será estimada em função dela mesma e das demais variáveis estudadas, todas defasadas ( $y_{t-i}$ ).

Apos estimar o modelo VAR, se o mesmo apresentar pelo o menos uma relação de cointegração, pode assegurar a existência de um elo linear entre as tendências estocásticas analisadas (SANTOS, 2012). Dessa forma, pode-se reescrever o modelo VAR como um modelo vetorial auto-regressivos com correção de erro, conhecido como modelo VEC:

$$\Delta y_t = \rho_0 y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \sum_{j=1+i}^p \rho_j \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (05)$$

Segundo Bueno (2008), se existir raiz unitária no modelo,  $\rho(I) = 0$ , de modo que  $\rho = \alpha\beta'$ , pode-se dizer que  $\beta$  será a matriz que contem  $r$  vetores de cointegração e  $\alpha$  será a matriz de ajustamento do modelo, com  $r$  vetores de ajustamento. Semelhante ao estimado na equação 4, o modelo VEC será estimado através da equação 5, de forma que, cada variável do modelo diferenciada ( $\Delta y_t$ ) é função dela mesma e das demais variáveis estudadas, neste caso, todas diferenciadas e defasadas  $i$  períodos ( $\Delta y_{t-i}$ ).

O modelo de correção de erros recebe este nome por explicar a variável  $\Delta y_t$  considerando componentes de curto prazo ( $\sum \rho_j \Delta y_{t-i}$ ) e longo prazo ( $\rho_0 y_{t-1}$ ), em modelos que possuem cointegração. Dessa forma, será estimado as relações de curto e longo prazo para as variáveis que serão apresentadas na próxima seção.

#### 4. Base de Dados

Os dados utilizados referentes ao número de homicídios, de prisões e de armas de fogo apreendidas foram extraídos da Secretaria de Segurança Pública do Estado de São Paulo<sup>4</sup>(SSP-SP). Já os dados referentes à taxa de desemprego e salário mínimo real foram obtidos respectivamente no Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos<sup>5</sup> (DIEESE) e na Fundação Sistema Estadual de Análise Dados<sup>6</sup> (SEADE). Todos foram encontrados com periodicidade mensal para o período de janeiro de 2002 a novembro de 2016.

Ressalta-se que a variável referente aos homicídios ocorridos na região Metropolitana de São Paulo, será utilizada como *proxy* para o indicador de criminalidade na região, dado que a subnotificação desse tipo de crime é baixa quando comparada com os crimes de furto e assalto de casas e pertences pessoais.

<sup>4</sup> Disponíveis em <<http://www.ssp.sp.gov.br/Estatistica/Pesquisa.aspx>>.

<sup>5</sup> Disponível em <<http://www.dieese.org.br/analiseped/ped.html>>.

<sup>6</sup> Disponível em <<http://www.seade.gov.br/>>.

O número de prisões e de apreensão de armas de fogo registrados no período serão utilizadas como *proxy* para a efetividade policial na prevenção e combate ao crime na região, assim como em Santos (2012). Tais variáveis tendem a variar de acordo com a criminalidade e buscam captar a probabilidade de um indivíduo ser pego, devidamente julgado e preso por cometer delitos criminais, podendo demonstrar um possível indicador da probabilidade de fracasso do criminoso.

Assim como em Santos (2012), a quantidade de armas de fogo será utilizada como uma *proxy* da estimativa de armas de fogo em poder da população, seja esta utilizada para defesa pessoal ou atividade criminal, como assaltos, roubos e assassinatos. Dessa forma, assume-se que menos armas de fogo são apreendidas quando há menos armas de fogo em situação irregular<sup>7</sup> nas ruas da região Metropolitana de São Paulo e que mais armas de fogo são apreendidas quando há mais armas de fogo em situação irregular em poder da população ou pelo fato da polícia estar realizando um número maior de busca e apreensão de armas de fogo na região.

As variáveis, taxa de desemprego e salário mínimo real foram utilizadas como *proxy* para mensurar a variação do nível de atividade econômica da região durante o período analisado. Espera-se encontrar uma relação positiva entre as variações da taxa de desemprego e a ocorrência de homicídios na região metropolitana de São Paulo e uma relação negativa entre as variações do salário mínimo real e a ocorrência de homicídios, corroborando com os resultados encontrados por Mendonça (2000) e Santos (2012).

## 5. Análises e Testes.

### 5.1 Estatísticas Descritivas

Dentre as variáveis utilizadas no modelo, a variável “Homicídios” representa a variável número de homicídios ocorridos por mês na região metropolitana de São Paulo, na qual a mesma apresentou média igual a 287,7 ocorrências por mês. A variável Armas representa o número de armas de fogo apreendidas por mês pela polícia na região apresentou uma média igual a 971,5 apreensões. A variável Salário representa a estimativa de salário proveniente das atividades legais para a região analisada<sup>8</sup>, apresentou média igual a 483,8 reais para o período analisado. A variável Desemprego representa a taxa de desemprego mensal para a região analisada e apresentou em média uma taxa de 14,4% no período. Demais estatísticas das variáveis aqui descritas podem ser checadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Estatística Descritiva das Variáveis

Variáveis	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Homicídios	179	287.7765	164.2863	102	817
Armas	179	971.5587	372.5446	472	1877
Prisões	179	5206.760	884.2969	3955	7929
Salário	179	483.8771	207.1926	180	880

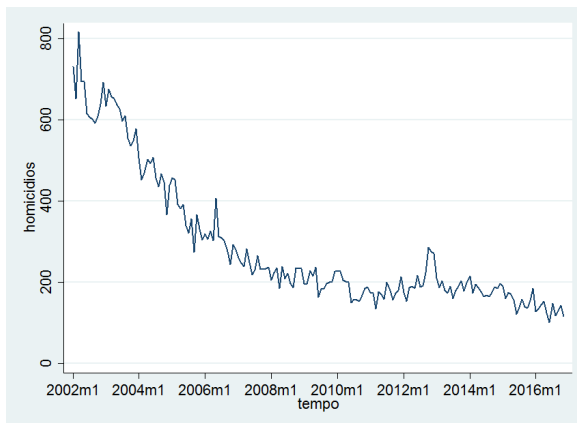
<sup>7</sup> As armas de fogo em situação irregular englobam as armas de fogo de carácter legal sendo portadas por cidadãos em situação irregular ou as armas de fogo de carácter ilegal no país sendo portados por cidadãos que pretendem fazer o uso da mesma para alvejar ganhos provenientes de atividades criminais ou para defesa pessoal.

<sup>8</sup> Calculado a partir das variações do salário mínimo real na região Metropolitana de São Paulo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

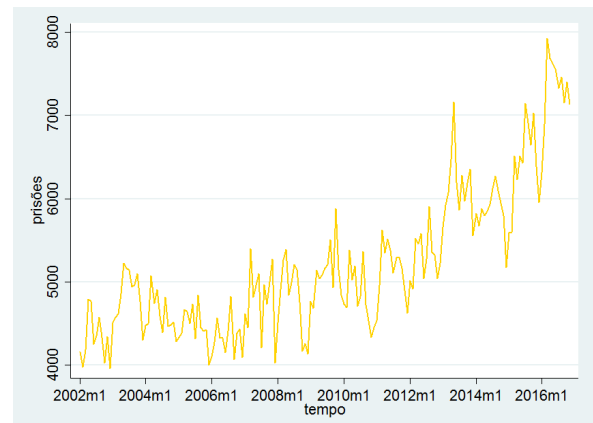
Foi possível notar que a incidência de homicídios na região analisada sofreu uma queda durante os anos analisados, o que pode ser fruto da implantação do Estatuto do Desarmamento no Estado de São Paulo, políticas de combate à criminalidade e do aumento de investimento nos setores relacionados à segurança pública durante os anos na região. Tal queda também foi acompanhada por um menor número de apreensões de armas de fogo ao longo do período analisado.

Existem outros fatores importantes a serem analisados como: a questão do aumento da renda na região. Atividades legais na região geram maiores ganhos reais no salário podendo ser um fator decisivo quanto à decisão de um indivíduo atuar em alguma atividade ilegal, podendo observar um aumento durante o período analisado; a taxa de desemprego na região também possui poder de influência como mencionado anteriormente já que possui uma relação com a renda da região; o aumento no número de prisões na região também pode ter contribuído para a redução de crimes.



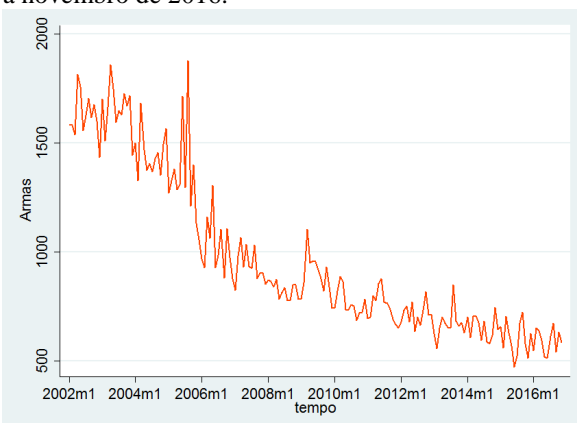
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 1 – Série de Homicídios de janeiro de 2002 a novembro de 2016.



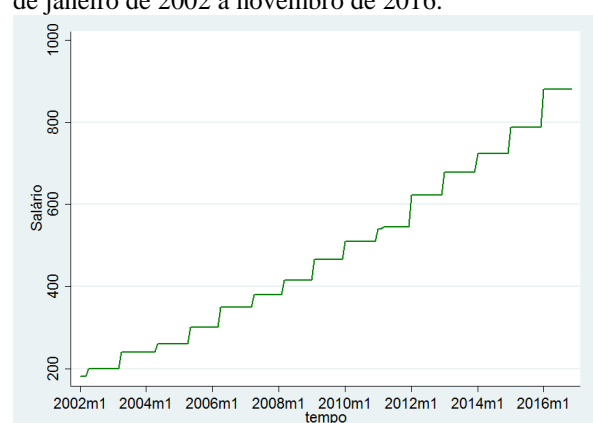
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2 - Série do número de prisões efetuadas de janeiro de 2002 a novembro de 2016.



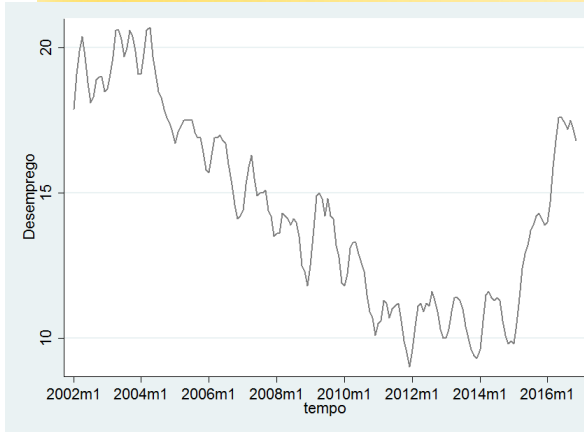
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3– Série de armas de fogo apreendidas de janeiro de 2002 a novembro de 2016.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4 – Série de salário mínimo de janeiro de 2002 a novembro de 2016.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5 - Série de desemprego de janeiro de 2002  
a novembro de 2016.



Nota-se através da análise gráfica, apresentada nas figuras acima, a existência de possíveis tendências determinísticas nas séries, que pode implicar na não estacionariedade das séries de tempo em nível, como será testado nas próximas seções.

## 5.2 Testes Sobre as Variáveis do Modelo

O objetivo inicial desta seção é demonstrar a estacionariedade das variáveis que compõem o modelo VAR proposto na equação 4. Para tal foi feito o teste de *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) e o teste de *Phillips Perron* (PP) para testar a se as séries possuem uma raiz unitária e são integradas de ordem 1, I(1). As tabelas 2 e 3 demonstram os resultados dos testes ADF e PP realizados sobre o logaritmo natural das variáveis.

Tabela 2 - Teste de Raiz Unitária - Dickey Fuller

Variáveis	Sem Tendência		Com Tendência	
	Nível	Diferença	Nível	Diferença
Homicídios	-2.085	-19.267	-4.325	-19.233
Armas	-2.441	-21.328	-7.307	-21.272
Salário	-1.274	-14.396	-4.273	-14.42
Desemprego	-1.196	-7.516	-0.21	-75,890
Prisões	-3.018	-17.916	-5,794	-18.345
Intervalo 1%	-3.484	-3.484	-4.014	-4.014

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3 - Teste de Raiz Unitária - Phillips Perron

Variáveis	Sem Tendência		Com Tendência	
	Nível	Diferença	Nível	Diferença
Homicídios	-1,660	-22.263	-3.794	-22.272
Armas	-1,672	-27.003	-7.432	-26.96
Salário	-1.379	-14.682	-4.17	-14.735
Desemprego	-1.525	-7.385	-1.014	-7.349
Prisões	-2.351	-20.084	-5,664	-20.04
Intervalo 1%	-3.484	-3.484	-4.014	-4.014

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os testes foram realizados sem considerar a existência de tendência determinística e também considerando a existência da mesma para as variáveis utilizadas e realizando a avaliação destas em nível e em primeira diferença.

Através dos resultados não foi possível rejeitar a hipótese de presença de raiz unitária nas variáveis, através do teste sem tendência, indicando que as todas são I(1), dado que o teste para a primeira diferença das variáveis indica que todas não possuem mais a presença de uma raiz unitária.

O teste que considerou a presença de tendência linear para as variáveis, demonstrou que as séries de Armas, Salário e Prisões não possuem a presença de raiz unitária. Já os testes para a série de desemprego e o teste de *Phillips Perron* para a série de homicídios, continuaram demonstrando a presença de uma raiz unitária.

Os resultados de ambos os testes para as séries sem considerar a tendência determinística, indicam que a estimação das variáveis em nível por Mínimos Quadrados

Ordinários (OLS) produziria resultados espúrios, pois as séries são não estacionárias. Para evitar o problema da não estacionariedade das séries temporais, pode-se utilizar a primeira diferença das variáveis. No entanto, a estimação de variáveis expressas em primeira diferença fornecem informações somente de curto prazo, levando à perda de informações úteis de longo prazo (SARIDAKIS, 2004).

Dessa forma, busca-se estabelecer a relação de longo prazo entre o número de homicídios e seus determinantes, através da estimação de um modelo VAR, assim como demonstrado por Santos (2012), Saridakis (2004) e Levitt (1996), que analisaram o comportamento do criminoso interessados em estabelecer uma relação de longo prazo estável entre o crime e seus determinantes.

### 5.3 Análise de Cointegração

De acordo com Saridakis (2004), dado que as variáveis econômicas sobre crimes são estabelecidas como exógenas nos modelos econômicos, deve-se analisar a cointegração assumindo interceptações irrestritas entre elas no tempo e também uma tendência linear, dado que as variáveis parecem apresentar tendências determinísticas no tempo.

Em seu trabalho, Santos (2012), analisou a relação de cointegração em um sistema composto por variáveis representativas de indicadores criminais, a partir da análise de cointegração de Johansen. O mesmo conseguiu assegurar a presença de uma única relação de cointegração  $r$  em sua análise, garantindo a existência de um elo linear entre as tendências estocásticas das séries em análise<sup>9</sup>.

Dessa forma, foi realizado o teste de cointegração utilizando o método de máxima verossimilhança de Johansen para identificar o grau de cointegração  $r$  para posteriormente fornecer estimativas das matrizes de integração do modelo, onde foi estimado o VAR para determinar o número de lags " $p$ " suficientes garantindo que o termo de erro não é auto correlacionado. Tais resultados estão apresentados na tabela 4.

O número ótimo de defasagens ( $p$ ) para o modelo VAR irrestrito com tendência e constante - teste foi realizado para um  $p$  máximo igual a oito - foi determinado pelos critérios de informação de *Erro de Previsão* (FPE), *Akaike* (AIC), *Hanan-Quinn* (HQ) e *Schwarz* (SBIC), no qual, todos os critérios demonstraram que o número ótimo de defasagens deve ser igual a duas. O modelo VAR apresentou resíduos estacionários, que por definição podem ser considerados ruídos branco. Dessa forma, foi escolhido o modelo  $p=2$  como candidato a análise de cointegração.

Tabela 4 - Critérios de Informação

Selection-order criteria								
Amostra: 2002m3-2016m11					Número de Observações: 177			
lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	386.739				8.80E-09	-4.3627	-4.3260	-4.27231
1	1252.14	1730.8	25	0.000	5.90E-13	-13.967	-13.747	-13.424
2	1324.87	145.46	25	0.000	3.4e-13*	-14.51*	-14.10*	-13.51*
3	1342.47	35.202	25	0.085	3.70E-13	-14.428	-13.841	-12.981
4	1373.63	62.326*	25	0.000	3.50E-13	-14.498	-13.728	-12.599
Endogenous:	Homicídios Armas Prisões Salário Desemprego							
Exogenous:	Constante							

<sup>9</sup> Dessa, forma, se o  $r > 0$  o modelo VAR poderá ser reescrito como um modelo VEC.

Fonte: Elaborado pelos autores.

### 5.3.1 Resultados da Cointegração

Embora o trabalho de Saridakis (2004) não tenha conseguido evidenciar a cointegração no sistema compostos por indicadores criminais, os trabalhos de Santos (2012) e Saridakis (2011) conseguiram identificar presença de cointegração em suas análises. Assim, este trabalho contribui com os resultados encontrados pelos dois últimos autores citados, onde foi possível encontrar a presença de duas relações de cointegração entre as variáveis, como demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Teste de Cointegração de Johansen

Johansen tests for cointegration						
Tendência:	Constante		Número de obs = 177			
Amostra:	2002m3 - 2016m11		Lags = 2			
Maximum rank	Parms	LL	Eigenvalue	Trace Statistic	5% Value	Critical
0	30	1270.968	.	129.8967	68.52	
1	39	1300.564	0.28425	70.7041	47.21	
2	46	1325.606	0.24645	20.6207*	29.68	
3	51	1330.849	0.05752	10.1345	15.41	
4	54	1333.795	0.03274	4.2425	3.76	
5	55	1335.916	0.02368			

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para análise, foi realizada a observação dos resíduos do modelo VEC (1) estimado<sup>10</sup>, no qual, os mesmos apresentaram características de um ruído branco, sendo um possível indicio de que o modelo é robusto. Aparentemente as variáveis analisadas se cointegram, pois os coeficientes de ajustamento relativos das variáveis apresentam um baixo desvio padrão onde quase todos são significativos ao nível de 5%, salvo a variável “armas” que é significativa somente a 10%.

Tabela 6: Vetor de Cointegração (beta) e Coeficientes de Ajustamento (alpha) do VEC(1)

	Homicídios	Armas	Prisões	Salário	Desemprego	Constante
Beta	1	-2.01258	-1.797039	0.375839	1.024515	18.56481
		-0.24616	-0.372179	-0.27199	-0.21876	-2.67154
Alpha	-0.09799	0.217241	0.1235125	0.016044	0.014499	
	-0.03457	-0.02985	-0.018542	-0.00877	-0.0103	

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 6. Resultados

O resultado do modelo VEC (1) se encontra na tabela 8, em anexo, através dela, pode notar que a variável referente ao número de prisões, apresentou uma relação de curto prazo

<sup>10</sup> O teste foi realizado no modelo VEC (2) que também apresentou resíduos com características estacionárias, ou seja, ruído branco.

estatisticamente significativa com a variação de homicídios na região metropolitana de São Paulo. Já através dos resultados expostos na tabela 6 podem-se analisar as relações de longo prazo entre os homicídios e as demais variáveis do modelo pelo vetor *beta* encontrado, dessa forma tem-se:

$$Homicidios_t = 18.56 - 2.01Armas_t - 1.79Prisoet_t + 0.37Salario_t + 1.02Desemprego_t \quad (06)$$

Os resultados encontrados podem ser comparados aos encontrados por Santos (2012) devido aos dados e a semelhança metodológica utilizada. Apenas a variável *Salário* apresentou sinal diferente do esperado na literatura, porém a mesma não foi estatisticamente significativa e foi utilizada como *proxy* para determinar as melhoras na atividade econômica da região através da maior valorização salarial do mercado legal.

Os resultados evidenciaram uma relação negativa entre aumento de armas de fogo apreendidas e aumento de prisões<sup>11</sup> na perpetuação de homicídios no período analisado, demonstrando que a retirada de armas e criminosos da sociedade possui um efeito positivo na luta contra a ocorrência de homicídios. Já a variável taxa de desemprego apresentou uma relação positiva com a perpetuação de homicídios, evidenciando que o aumento de desemprego está relacionado com o aumento na ocorrência de homicídios para a região e tempo analisados.

No tocante, as variáveis que buscam medir a efetividade policial na região analisada - *proxies* Armas e Prisões - demonstraram que ambas possuem uma relação inversamente proporcional a ocorrências de homicídios. Neste contexto, nota-se que, ambas variáveis possuem o efeito positivo em combater a perpetuação de homicídios.

Com relação a variável “salário”, embora não significativa, notou-se que melhoras nas condições de trabalho que podem ser refletidas pelo o aumento salário no período analisado estão positivamente relacionadas com o aumento do número de homicídios, que demonstrou um efeito contrário do esperado. Esperava-se encontrar uma relação negativa entre estas duas variáveis podem estar aumentando, de forma que, a melhora da atividade econômica (medida através desta *proxy*) pudesse representar uma queda no número de homicídios na região metropolitana de São Paulo.

Através da taxa de desemprego, observa-se que a redução desta está relacionada com a queda no número de homicídios, evidenciando que melhores condições no mercado de trabalho aumentam os custos de oportunidades provenientes da vida criminal. O resultado encontrado com esta relação vai de encontro com os trabalhos de Saridakis (2011) e Santos (2012).

## 7. Conclusão

O presente artigo, demonstra resultados a fim de evidenciar as relações de curto e longo prazo existentes entre algumas variáveis relacionadas a perpetuação dos crimes de homicídios na região Metropolitana de São Paulo.

É importante analisar o caso de São Paulo, dado que o mesmo é tomado como referencia de sucesso no combate a perpetuação de homicídios na região nos últimos anos e pelo fato do Estado de São Paulo possuir um grande acervo de dados que permitem realizar inferências estatísticas. De forma que, demonstrar as relações existentes entre as atividades econômicas locais e as atividades policiais são importantes para lançar luz à busca por

<sup>11</sup> Variáveis utilizadas como *proxy* para medir a efetividade policial no período analisado



repostas às atividades criminais que não cedem em algumas regiões do Brasil e continuam a crescer em outras.

As relações de longo prazo demonstraram que o crescimento do desemprego é proporcional ao crescimento do número de homicídios, já o número de armas apreendidas e o número de prisões efetuadas possuem uma relação inversamente proporcional a variável de interesse analisada. No tocante a variável salário, a mesma não foi estatisticamente significativa.

Salienta-se ainda que a retirada de armas de fogo em poder da população, através a apreensão, possui um efeito de reduzir o número de homicídios, o que diminui a probabilidade dos indivíduos usarem uma arma de fogo tanto em crimes quanto para resolver conflitos interpessoais quando submetidos a situações de tensão, que podem ser causados por diversas situações presentes na sociedade de uma maneira geral.

## 8. Referências Bibliográficas

- BECKER, Gary S. (1968). Crime and punishment: An economic approach. In: *The Economic Dimensions of Crime*. Palgrave Macmillan UK p. 13-68.
- BUENO, R. L. S. (2008). *Econometria de séries temporais*. Cengage Learning.
- CERQUEIRA, D. R. C.; MELLO, J. M. P. (2012). Menos armas, menos crimes. PUC, Rio de Janeiro. Departamento de Economia. Texto para Discussão.
- CERQUEIRA, D.; LOBÃO, W. (2004). Determinantes da criminalidade: uma resenha dos modelos teóricos e resultados empíricos. *Revista de Ciências Sociais*, Rio de Janeiro, Vol. 47, n.2, pp. 233 a 269.
- CERQUEIRA, D. R. C. (2014). *Causas e consequências do crime no Brasil* / Daniel Ricardo de Castro Cerqueira. – Rio de Janeiro : BNDES, 196 p.: il.
- CORMAN, H.; MOCAN, H. N. (2000). A time-series analysis of crime, deterrence, and drug abuse in New York City. *The American economic review*, v. 90, n. 3, p. 584-604.
- ENDERS, W. (2014). *Applied econometric time series* / Walter, University of Alabama. – Fourth edition.
- LEVITT, S. D. (1996). The effect of prison population size on crime rates: Evidence from prison overcrowding litigation. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 111, n. 2, p. 319-351.
- MENDONÇA, M. J. (2000). Um modelo de criminalidade para o caso brasileiro. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, mimeo.
- SANTOS, M. J.; KASSOUF, A. L. (2012). Avaliação de Impacto do Estatuto do Desarmamento na Criminalidade: Uma abordagem de séries temporais aplicada à cidade de São Paulo. *EALR*, V. 3, nº 2, p. 307-322.
- SARIDAKIS, G. (2004). Violent crime in the United States of America: a time-series analysis between 1960–2000. *European Journal of Law and Economics*, v. 18, n. 2, p. 203-221.
- SARIDAKIS, G. (2011). Violent crime and incentives in the long-run: evidence from England and Wales. *Journal of Applied Statistics*, v. 38, n. 4, p. 647-660.
- SOUZA, R. S. R. (2014). *Política Nacional do Desarmamento - Documento técnico*. Projeto de Cooperação Técnica internacional Segurança Cidadã (BRA/04/029). Ministério da Justiça/SENASP/PNUD.



SOUZA, R. S. R. (2015). Guia Prático do Desarmamento - Documento técnico. Projeto de Cooperação Técnica internacional Segurança Cidadã (BRA/04/029). Ministério da Justiça/SENASP/PNUD.

WASELFISZ, J.J. (2013). Mapa da Violência 2013: Mortes Matadas por Armas de Fogo. Brasília - Brasil, FLACSO/CEBELA.

WASELFISZ, J. J. Mapa da Violência: Mortes Matadas por Arma de Fogo. 2015. Disponível em: <<http://www.mapadaviolencia.org.br/pdf2015/mapaViolencia2015.pdf>>.

WASELFISZ, J.J. (2016). Mapa da Violência 2016: Homicídios por Armas de Fogo no Brasil. Rio de Janeiro, FLACSO/CEBELA.

## 9. ANEXOS

A tabela 7 demonstra os resultados do modelo VAR estimado com base nas variáveis mencionadas no decorrer na seção base de dados e a tabela 8 por sua vez os resultados encontrados através da estimação do modelo VEC.

Tabela 7 - Estimativas do Modelo VAR

VARIÁVEIS	(1) Homicídios	(2) Armas	(3) Prisões	(4) Salários	(5) Desemprego
L.Homicídios	0.467*** -0.0757	0.00426 -0.0642	0.0362 -0.0405	0.0450** -0.0203	-0.0071 -0.02
L2.Homicídios	0.258*** -0.0746	0.0461 -0.0633	0.0835** -0.0399	-0.0214 -0.02	0.0653*** -0.0197
L.Armas	0.0406 -0.0923	0.342*** -0.0783	-0.0627 -0.0494	-0.034 -0.0247	-0.00777 -0.0243
L2.Armas	0.0414 -0.092	0.0883 -0.0781	-0.0566 -0.0493	-0.0395 -0.0247	-0.0534** -0.0243
L.Prisões	0.11 -0.148	-0.264** -0.126	0.340*** -0.0793	0.0212 -0.0397	-0.0245 -0.0391
L2.Prisões	0.385*** -0.148	0.447*** -0.125	0.215*** -0.0791	-0.00995 -0.0396	-0.0757* -0.039
L.Salários	-0.369 -0.28	0.368 -0.237	0.138 -0.15	0.866*** -0.075	0.0731 -0.0738
L2.Salários	-0.0556 -0.284	-0.777*** -0.241	0.0627 -0.152	0.0862 -0.0761	-0.0237 -0.0749
L.Desemprego	0.0736 -0.239	0.672*** -0.203	0.764*** -0.128	0.0489 -0.064	1.472*** -0.063
L2.Desemprego	-0.29 -0.246	-0.642*** -0.209	-0.628*** -0.132	-0.0637 -0.0659	-0.462*** -0.0648
Constante	-0.122 -0.992	4.434*** -0.842	2.374*** -0.531	0.612** -0.266	0.622** -0.262

Observações	177	177	177	177	177
Standard errors in parentheses					
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 8: Resultados do Modelo VEC(1)

VARIÁVEIS	(1) Homicídios	(2) Armas	(3) Prisões	(4) Salário	(5) Desemprego
L.ce1	-0.189*** -0.0449	0.0775* -0.0415	0.154*** -0.0236	0.0288** -0.0125	0.0523*** -0.0117
LD.ln_homicídios	-0.298*** -0.0757	-0.0608 -0.0699	-0.101** -0.0398	0.0177 -0.0211	-0.0604*** -0.0197
LD.ln_armas	-0.103 -0.0848	-0.320*** -0.0784	0.0836* -0.0446	0.0147 -0.0236	0.0525** -0.0221
LD.ln_prisões	-0.350** -0.146	-0.288** -0.135	-0.260*** -0.0767	0.0556 -0.0405	0.0837** -0.038
LD.ln_salário	-0.11 -0.285	0.391 -0.263	-0.0585 -0.15	-0.0375 -0.0792	-0.00529 -0.0742
LD.ln_desemprego	0.161 -0.246	0.618*** -0.228	0.617*** -0.13	0.00734 -0.0685	0.455*** -0.0642
Observações	177	177	177	177	177
Standard errors in parentheses					
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1 }					

Fonte: Elaborado pelos autores.