

**Projeto # 17**  
**Criminalidade em São Paulo - um estudo econométrico espacial**  
**Alexandre Sartoris, UNESP**

**Objetivos**

O objetivo da pesquisa é, baseando-se na teoria econômica do crime (Becker 1968), utilizar modelos econométricos espaciais aplicados a dados em nível municipal para analisar a propagação da criminalidade pelo Estado de São Paulo, dando continuidade a trabalhos anteriores (Sartoris 1996, 2000, 2004, 2005) que se limitam aos dados de homicídio para o município de São Paulo.

**Revisão da literatura**

A partir dos trabalhos de Becker (Becker 1968 Ehrlich 1973, 1996; Hellman e Alper, 1997; Block e Heineke; 1975; Levitt 1996), as motivações econômicas passam a ter papel ativo na explicação do crime. O crime passa a ser visto como uma atividade econômica qualquer, ou seja, uma escolha racional de uma pessoa ou um grupo de pessoas no que tange à utilização de seu tempo entre atividades legais ou criminosas, supondo-se adicionalmente que os indivíduos têm conhecimento, não necessariamente perfeito, dos custos e benefícios associados a essa escolha. Segundo Becker, a função oferta de crimes especifica o número de crimes cometidos por um indivíduo como:

$$O_{ij} = o(p_{ij}, f_{ij}, \pi_j)$$

Onde  $o$  é o número de crimes do tipo  $i$  cometido pelo indivíduo<sup>1</sup>  $j$  por unidade de tempo;  $p$  é a probabilidade deste indivíduo ser condenado;  $f$  é desutilidade decorrente da punição recebida pelo crime (ou seu equivalente monetário), enquanto  $\pi$  representa outras variáveis que podem influir na escolha do indivíduo entre cometer ou não um crime.

Como somente criminosos condenados são punidos, há uma “discriminação de preço” acompanhada de incerteza pois, se for condenado, ele paga  $f$  por crime em que for condenado e não paga nada se não for. A utilidade esperada do crime a ser cometido é dada por (omitindo-se, por simplicidade, os índices  $i$  e  $j$ ):

$$E(U) = pU(Y-f) + (1-p)U(Y)$$

Onde  $Y$  é a renda (monetária e psicológica) obtida no crime pelo indivíduo e  $U$  a sua função utilidade.

Uma das limitações do modelo de Becker é supor que a incerteza é decorrente única e exclusivamente do “mercado ilegal”. O “mercado legal” seria livre de risco, o que vale dizer que neste modelo não há risco de desemprego.

O modelo de Ehrlich (1973) corrige esta lacuna ao incorporar a incerteza no mercado de trabalho. Desta forma, um aumento em  $p$  ou  $f$  tenderá a reduzir o número de crimes cometidos, pois reduzirá a utilidade esperada dos mesmos, aumentando assim a probabilidade de se “pagar” um “preço” mais alto ou o próprio preço.

É preciso considerar que esta probabilidade é subjetiva, ou seja, depende da percepção dos agentes. Embora Freeman, Grogger e Sonstelie mencionem evidências empíricas, e mesmo os resultados obtidos por Pastore, Rocca e Pezzin (1991) de que a taxa de encarceramento diminui, de fato, com o aumento número de crimes, bastaria para este argumento que a percepção das pessoas fosse de que a probabilidade de ser preso diminui à medida em que o crime aumenta, o que é bastante razoável.

Consideremos, por simplicidade, apenas duas vizinhanças. Por hipótese os recursos policiais são semelhantes nas duas vizinhanças. A utilidade esperada do indivíduo que reside na vizinhança 1, mas também pode cometer um crime na vizinhança 2 é dada por:

$$E(U_i) = U(O_{1,t}, O_{2,t}, p_{1,t}, p_{2,t})$$

---

<sup>1</sup> A oferta de “mercado”, dada pela soma das funções individuais, teria forma similar, tendo  $p$ ,  $f$  e  $u$  substituídos pelos seus valores médios.

Considerando o rendimento das atividades legal (W), criminal (V) e a punição (F) como constantes. A função expressa na equação (1.54) pode ser reescrita na forma:

$$E(U_i) = W + VO_{1,t} - p_{1,t}F + VO_{2,t} - p_{2,t}F$$

O indivíduo irá maximizar esta utilidade sujeito à restrição de tempo:

$$t = N + L + I_1 + I_2$$

Isto é, o tempo será dividido entre atividades de consumo, atividades de trabalho legais e atividades de trabalho ilegais nas duas vizinhanças. Se, na vizinhança 1 no período t-1 ocorre um aumento da criminalidade, *ceteris paribus*, a criminalidade no período t será ainda maior porque o aumento em t-1 diminui a probabilidade de encarceramento p.

É razoável supor que o aumento na criminalidade da vizinhança 1 no período t-1 também irá afetar a criminalidade da vizinhança 2 no período t? A resposta é sim, pois imaginemos que as vizinhanças são suficientemente pequenas de tal modo que o criminoso ao expandir sua atividade<sup>2</sup> “invada” a vizinhança 2, seja porque esta é uma consequência natural desta expansão, já que as vizinhanças são pequenas, seja porque ele percebe que os recursos policiais não diferem significativamente de uma vizinhança para outra e que, portanto, a polícia terá aumentadas suas dificuldades com o aumento do crime (não necessariamente na mesma magnitude). De tal modo que podemos escrever:

$$p_{i,t} = p_{i,t}(O_{2,t-1}, O_{1,t-1}) \quad i=1,2 \quad (1.59)$$

Com as duas derivadas parciais sendo positivas. Ou seja, mantidos os recursos policiais e outras variáveis que determinem a probabilidade de apreensão constantes, um aumento da criminalidade numa vizinhança afetará a probabilidade de encarceramento em **ambas** as vizinhanças.

Como a criminalidade em uma vizinhança é função decrescente da probabilidade de encarceramento naquela vizinhança estabelece-se uma relação causal no espaço e no tempo. Ou seja, o aumento na criminalidade na vizinhança 1 no período t-1 causando o aumento da criminalidade na vizinhança 2 no período t. Este modelo pode ser generalizado para n regiões vizinhas e uma defasagem de P períodos de tempo e pode ser testado econometricamente.

Na variante espacial do modelos de criminalidade, Sartoris (2000) apresenta um modelo em que a oferta de crimes em uma dada “vizinhança” (bairro, distrito) se relaciona com aquela contígua a mesma. A hipótese central do modelo gira em torno da probabilidade de encarceramento p, embora esta variável não esteja explícita. A hipótese é semelhante à de Gaviria (2000) ou de Freeman, Grogger e Sonstelie(1996), de que p está negativamente relacionado ao número de crimes. No que se refere a preços de imóveis, por exemplo, Sartoris (1996) mostra evidências empíricas de uma relação negativa com o nível de criminalidade.

### Metodologia

A principal ferramenta será a econometria espacial, com os métodos e testes apresentados em Anselin (1988) e Anselin e Florax (1992) e Griffith (1988). Porém, como também a dimensão temporal será levada em conta, modelos do tipo STARMA (*space-time autoregressive moving average*) apresentados em Abraham (1983) e Pfeiffer e Deutsch (1980a e 1980b) também serão utilizados.

### Bibliografia Consultada

- ABRAHAM, B. (1983) “The Exact Likelihood Function for a Space-Time Model”, *Metrika*, 30, 239-43.
- ALPER, Neil O. e Daryl A. HELLMAN (editores) (1997) **Economics of Crime: A Reader**, 2<sup>a</sup> ed., Simon & Schuster, Needham Heights.
- ANSELIN, Luc (1982) “Implicit Functional Relationships Between Systemic Effects in a General Model of Movement”, *Regional Science and Urban Economics*, vol.12, n° 3, agosto.
- ANSELIN, Luc (1988) **Spatial Econometrics: Methods and Models**, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- ANSELIN, Luc (1990) “Some Robust Approaches to Testing and Estimation in Spatial Econometrics”, *Regional Science and Urban Economics*, vol.20, n° 2, setembro.

<sup>2</sup> O raciocínio pode ser expandido para indivíduos residentes na vizinhança 2 se considerarmos a hipótese de “aprendizagem” de Gaviria(2000).

- ANSELIN, Luc (1992) "Space and Applied Econometrics: Introduction", *Regional Science and Urban Economics*, vol.22, n° 3, setembro.
- ANSELIN, Luc e Raymond J.G.M. FLORAX (editores) (1995) **New Directions in Spatial Econometrics**, Springer, Berlim.
- ANSELIN, Luc e Raymond J.G.M. FLORAX (editores) (2004) **Advances in Spatial Econometrics**, Springer, Berlim.
- ANSELIN, Luc e Raymond J.G.M. FLORAX (1995b) "Small Sample Properties of Tests for Spatial Dependence in Regression Models: Some Further Results", in: L.Anselin e R.J.G.M. Florax (editores) **New Directions in Spatial Econometrics**, Springer, Berlim, 21-74.
- ANSELIN, Luc, A. VARGA e Z. ACS (1997) "Local Geographic Spillovers Between University Research and High Technology Innovations", *Journal of Urban Economics*, 42, n° 3.
- BALKIN, Steven e John F. McDONALD (1981) "The Market for Street Crime: An Economic Analysis of Victim-Offender Interaction", *Journal of Urban Economics*, 10, 390-405.
- BECKER, Gary S. (1968) "Crime and Punishment: An Economic Approach", *Journal of Political Economy*, vol.76, n° 2, 169-217.
- BLOCK, Michael K. e John M. HEINEKE (1975) "A Labor Theoretic Analysis of the Criminal Choice", *American Economic Review*, vol.65, n° 3, junho, 315-25.
- DUBIN, Robin (1992) "Spatial Autocorrelation and Neighborhood Quality", *Regional Science and Urban Economics*, vol.22, n° 3, setembro.
- DUBIN, Robin (1995) "Estimating Logit Models with Spatial Dependence", in: L.Anselin e R.J.G.M. Florax (editores) **New Directions in Spatial Econometrics**, Springer, Berlim, 229-42.
- EHRlich, Isaac (1973) "Participation in Illegitimate Activities: A Theoretical and Empirical Investigation", *Journal of Political Economy*, vol.81, n° 3, 521-65.
- EHRlich, Isaac (1975) "The Deterrent Effect of Capital Punishment: A Question of Life and Death", *American Economic Review*, vol.65, n° 3, junho, 397-417.
- EHRlich, Isaac (1977) "Capital Punishment and Deterrence: Some Further Thoughts and Additional Evidence", *Journal of Political Economy*, vol.85, n° 4, 741-88.
- EHRlich, Isaac (1981) "On the Usefulness of Controlling Individuals: An Economic Analysis of Rehabilitation, Incapacitation and Deterrence", *American Economic Review*, vol.71, n° 3, junho, 307-22.
- EHRlich, Isaac (1996) "Crime, Punishment and the Market for Offenses", *Journal of Economic Perspectives*, vol.10, n° 1, 43-67
- EHRlich, Isaac e Gary BECKER (1972) "Market Insurance, Self-Insurance and Self-Protection", *Journal of Political Economy*, vol.80, n° 4, 623-48..
- EHRlich, Isaac e George BROWER (1987) "On the Issue of Causality in the Economic Model of Crime and Law Enforcement: Some Theoretical Considerations and Experimental Evidence", *American Economic Review*, vol.77, n° 2, maio,99-110.
- FISCHER, Manfred M. e Arthur GETIS (editores) (1997) **Recent Developments in Spatial Analysis**, Springer, Berlim.
- FLORAX, Raymond e H. FOLMER (1992) "Specification and Estimation of Spatial Linear Regression Models: Monte Carlo Evaluation of Pre-Test Estimators", *Regional Science and Urban Economics*, vol.22, n° 3, setembro.
- FLORAX, Raymond J.G.M. e Serge REY (1995) "The Impacts of Misspecified Spatial Interaction in Linear Regression Models", in: L.Anselin e R.J.G.M. Florax (editores) **New Directions in Spatial Econometrics**, Springer, Berlim, 111-35.
- FREEMAN, Scott, Jeffrey GROOGER e Jon SONSTELIE (1996) "The Spatial concentration of Crime", *Journal of Urban Economics*, 40, 216-31.
- GAVIRIA, Alejandro (2000) "Increasing Returns and the Evolution of Violent Crime: the Case of Colombia", *Journal of Development Economics*, vol.61, 1-25.
- GLAESER, Edward, Bruno SACERDOTE e José SCHEINKMAN (1996) "Crime and Social Interaction", *Quarterly Journal of Economics*, 111, 507-48.
- GRIFFITH, Daniel A. (1988) **Advanced Spatial Statistics: Special Topics in the Exploration of Quantitative Spatial Data Series**, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- GRIFFITH, Daniel A.(1992) "A Spatially adjusted N-way ANOVA Model", *Regional Science and Urban Economics*, vol.22, n° 3, setembro.

- GRIFFITH, Daniel A. (1995) "The General Linear Model and Spatial Autoregressive Models", in: L. Anselin e R.J.G.M. Florax (editores) **New Directions in Spatial Econometrics**, Springer, Berlim, 273-300.
- HELLMAN, Daryl A. e Neil O. ALPER (1997) **Economics of Crime: Theory and Practice**, 4<sup>a</sup> ed., Simon & Schuster, Needham Heights.
- KELEJIAN, Harry H. e Dennis P. ROBINSON (1992) "Spatial Autocorrelation: A New Computationally Simple Test With an Application to Per Capita County Police Expenditures", *Regional Science and Urban Economics*, vol.22, n° 3, setembro.
- KELEJIAN, Harry H. e Dennis P. ROBINSON (1995) "Spatial Correlation: A Suggested Alternative to the Autoregressive Model", in: L.Anselin e R.J.G.M. Florax (editores) **New Directions in Spatial Econometrics**, Springer, Berlim, 75-95.
- LESAGE, James P. (1995) "A Multiprocess Mixture Model to Estimate Space-Time Dimensions of Weekly Pricing of Certificates of Deposits", in: L.Anselin e R.J.G.M. Florax (editores) **New Directions in Spatial Econometrics**, Springer, Berlim, 359-88.
- LEVITT, Steven (1996) "The Effect of Prison Population Size on Crime Rates: Evidence from Prison Overcrowding Legislation", *Quarterly Journal of Economics*, 111, 319-51.
- LEVITT, Steven (1997) "Using Electoral Cycles in Police Hiring to Estimate the Effect of Police on Crime", *American Economic Review*, vol. 87, n°3, junho, 270-90.
- McMILLEN, Daniel P. (1995) "Spatial Effects in Probit Models: A Monte Carlo Investigation", in: L.Anselin e R.J.G.M. Florax (editores) **New Directions in Spatial Econometrics**, Springer, Berlim, 189-228.
- McMILLEN, Daniel P. e John F. McDONALD (1991) "A Markov Chain Model for Zoning Change", *Journal of Urban Economics*, 30, 257-70.
- NEHER, Philip A. (1978) "The Pure Theory of the Muggery", *American Economic Review*, vol.68, n° 3, junho, 437-45.
- PFEIFER, Phillip E. e Stuart J. DEUTSCH (1980a) "A Three-Stage Iterative Procedure for Space-Time Modeling", *Technometrics*, vol.22, n° 1, fevereiro, 35-47.
- PFEIFER, Phillip E. e Stuart J. DEUTSCH (1980b) "Identification and Interpretation of First Order Space-Time ARMA Models", *Technometrics*, vol.22, n° 3, agosto, 397-408.
- RUBIN, Paul H. (1997) "The Economics of Crime" in: N.O. Alper. e D.A. Hellman (editores) **Economics of Crime: A Reader**, 2<sup>a</sup> ed., Simon & Schuster, Needham Heights, 1-15.
- SAH, Raaj (1991) "Social Osmosis and Patterns of Crime", *Journal of Political Economy*, 99, 1272-95.
- SARTORIS, Alexandre (1996) **Estimação de Modelos de Preços Hedônicos: Um Estudo Para Residências na Cidade de São Paulo**, mimeo, dissertação de mestrado, IPE/FEA/USP, São Paulo.
- SARTORIS, Alexandre (2000) **Homicídios na Cidade de São Paulo: Um Estudo de Causalidade e Autocorrelação Espaço Temporal**, mimeo, tese de doutorado, IPE/FEA/USP, São Paulo.
- SARTORIS, A. (2004). "Space-Time Causality and Autocorrelation: Homicides in the City of Sao Paulo (1995-96)". *59<sup>th</sup> European Meeting of the Econometric Society*. Madri, Espanha.
- SARTORIS, Alexandre.(2005) "A STARMA Model for Homicides in the City of Sao Paulo". *Workshop on Spatial Econometrics*. Kiel, Alemanha.
- WITTE. Ann D. (1980) "Estimating the Economic Model of Crime With Individual Data", *Quarterly Journal of Economics*, 94, 57-8.