

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS

DANILO FAVATO

**EQUIPAMENTOS URBANOS DE INFRAESTRUTURA E CRIMINALIDADE:**

*uma atualização das estimativas feitas para os municípios mineiros*

Belo Horizonte  
2015

Danilo Favato

**Equipamentos Urbanos de Infraestrutura e Criminalidade:**

*uma atualização das estimativas feitas para os municípios mineiros*

Monografia apresentada ao Departamento de Estatística da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção de título de Especialização em Estatística.

Orientadora: Prof. Dr. Sueli Moro.

Co-orientadora: Prof. Mônica Viegas

---

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Belo Horizonte  
2015

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS**

Danilo Favato

**EQUIPAMENTOS URBANOS DE INFRAESTRUTURA E CRIMINALIDADE:**

*uma atualização das estimativas feitas para os municípios mineiros*

Monografia apresentada ao Departamento de Estatística da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção de título de Especialização em Estatística.

**Aprovada em 02/07/2015 pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:**

**CONCEITO:**

---

Professora Sueli Moro – Orientadora

Departamento de Ciências Econômicas / FACE / UFMG

---

Professor (a): Ilka Reis

Departamento de Estatística / ICEx / UFMG

---

Professor (a): Braulio Silva

Departamento de Sociologia e Antropologia / UFMG

Belo Horizonte  
2015

## **RESUMO**

Pretendeu-se testar a relação entre equipamentos urbanos e taxas de criminalidades empiricamente para os 853 municípios mineiros. Foram utilizados métodos de regressão linear em mínimos quadrados em dois estágios e regressões espaciais. Os resultados apontaram para uma relação negativa entre índices de equipamentos urbanos e taxas de crimes contra o patrimônio, para os demais tipos de crime a relação não foi tão evidente.

**Palavras-chave:** equipamentos urbanos, criminalidade, minas gerais

## SUMÁRIO

|            |                                                                                                                   |           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                           | <b>5</b>  |
| <b>2</b>   | <b>EQUIPAMENTOS URBANOS.....</b>                                                                                  | <b>7</b>  |
| <b>3</b>   | <b>MODELOS TEÓRICOS DE DETERMINANTES DA CRIMINALIDADE E CRIAÇÃO E<br/>MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS URBANOS.....</b> | <b>8</b>  |
| <b>3.1</b> | <b>Modelo econômico de oferta de crime de Becker (1968) .....</b>                                                 | <b>9</b>  |
| <b>3.2</b> | <b>Modelo econômico de oferta de crime de Ehrlich (1973) .....</b>                                                | <b>12</b> |
| <b>3.3</b> | <b>Modelos com interação social .....</b>                                                                         | <b>13</b> |
| <b>3.4</b> | <b>Abordagem Ecológica do Crime .....</b>                                                                         | <b>16</b> |
| 3.4.1      | Teoria da desorganização social.....                                                                              | 16        |
| 3.4.2      | Teoria das janelas quebradas .....                                                                                | 19        |
| 3.4.3      | Teoria da atividade rotineira .....                                                                               | 20        |
| <b>4</b>   | <b>METODOLOGIA.....</b>                                                                                           | <b>22</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Modelo de determinantes da criminalidade .....</b>                                                             | <b>22</b> |
| 4.1.1      | Variáveis socioeconômicas.....                                                                                    | 22        |
| 4.1.2      | Educação .....                                                                                                    | 23        |
| 4.1.3      | Justiça.....                                                                                                      | 24        |
| 4.1.4      | Variáveis demográficas .....                                                                                      | 25        |
| 4.1.5      | Equipamentos urbanos e infraestrutura.....                                                                        | 25        |
| <b>4.2</b> | <b>Base de dados.....</b>                                                                                         | <b>28</b> |
| <b>4.3</b> | <b>Construção de um Índice de Equipamentos Urbanos municipal .....</b>                                            | <b>30</b> |
| 4.3.1      | O Método de Componentes Principais .....                                                                          | 31        |
| <b>4.4</b> | <b>Especificação Empírica .....</b>                                                                               | <b>41</b> |
| <b>4.5</b> | <b>Econometria Espacial .....</b>                                                                                 | <b>41</b> |
| 4.5.1      | As especificações empíricas estimadas .....                                                                       | 42        |

|            |                                                                         |            |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.5.2      | Endogeneidade das variáveis de <i>deterrence</i> e renda municipal..... | 43         |
| 4.5.3      | Método de estimação .....                                               | 44         |
| <b>5</b>   | <b>RESULTADOS .....</b>                                                 | <b>49</b>  |
| <b>5.1</b> | <b>Especificação 1.....</b>                                             | <b>49</b>  |
| 5.1.1      | Período de 2001 a 2007 .....                                            | 49         |
| 5.1.2      | Período de 2008 a 2011 .....                                            | 59         |
| 5.1.3      | Período de 2001 a 2011 .....                                            | 71         |
| <b>5.2</b> | <b>Especificação 2.....</b>                                             | <b>80</b>  |
| 5.2.1      | Período 2011 .....                                                      | 80         |
| 5.2.2      | Ano 2010 .....                                                          | 90         |
| <b>6</b>   | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                        | <b>102</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                 | <b>107</b> |

## **LISTA DE QUADROS, TABELAS E ILUSTRAÇÕES**

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Proxies utilizadas para estimação da oferta municipal de crimes.....                          | 28 |
| Gráfico 1 - Dispersão de componentes principais caso bivariado .....                                     | 32 |
| Tabela 1 - Estatísticas descritivas para as variáveis de equipamentos urbanos (ano 2000) ...             | 33 |
| Tabela 2 - Estatísticas descritivas para as variáveis de equipamentos urbanos (ano 2010) ...             | 33 |
| Tabela 3 - Matriz de correlação das variáveis de equipamentos urbanos .....                              | 34 |
| Quadro 2 - Variáveis que compõe os Índices de Equipamentos Urbanos Municipais .....                      | 35 |
| Tabela 4 - Análise de Componentes Principais .....                                                       | 36 |
| Tabela 5 - Estatísticas descritivas do Índice de Equipamentos Urbanos Básicos.....                       | 38 |
| Tabela 6 - Estatísticas de Equipamentos Urbanos para municípios selecionados.....                        | 38 |
| Tabela 7 - Análise de componentes principais para variáveis de lixo acumulado e esgoto a céu aberto..... | 39 |
| Mapa 1 – Índice de equipamentos urbanos básicos municipal .....                                          | 40 |
| Mapa 2 - Índice de ausência de equipamentos de saneamento municipal (2010) .....                         | 41 |
| Tabela 8 - Estatísticas descritivas das taxas de variação da criminalidade entre 2001 e 2007             | 50 |
| Mapa 3 - Variação das taxas de crimes contra o patrimônio entre 2001 e 2007 .....                        | 50 |
| Mapa 4 - Variação das taxas de crimes contra a pessoa entre 2001 e 2007 .....                            | 51 |
| Mapa 5 - Variação das taxas de homicídio entre 2001 e 2007 .....                                         | 51 |
| Tabela 9 - Primeiros estágios das variáveis endógenas.....                                               | 52 |
| Tabela 10 - Primeiros estágios das variáveis endógenas .....                                             | 54 |
| Tabela 11 - Primeiros estágios das variáveis endógenas.....                                              | 55 |
| Tabela 12 - Estimativas de MQ2E com teste de dependência espacial nos resíduos .....                     | 56 |
| Tabela 13 - Estimativas do modelo SARAR(1,1) com variáveis endógenas não espaciais.....                  | 58 |
| Tabela 14 - Estatísticas descritivas das taxas de variação da criminalidade entre 2008 e 2011 .....      | 59 |
| Mapa 6 - Variação das taxas de crimes contra o patrimônio entre 2008 e 2011 .....                        | 60 |
| Mapa 7 -Variação das taxas de crimes contra a pessoa entre 2008 e 2011.....                              | 60 |
| Mapa 8 - Variação das taxas homicídio entre 2008 e 2011 .....                                            | 61 |
| Tabela 15 - Primeiros estágios das variáveis endógenas .....                                             | 62 |
| Tabela 16 - Primeiros estágios das variáveis endógenas.....                                              | 63 |

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 17 - Primeiros estágios das variáveis endógenas (cont.).....                                 | 64 |
| Tabela 18 - Estimativas de MQ2E com teste de dependência espacial nos resíduos .....                | 66 |
| Tabela 19 - Estimativa SARAR(1,1) com variáveis endógenas não espaciais adicionais .....            | 68 |
| Tabela 20 - Estimativa do modelo lag-espacial .....                                                 | 70 |
| Tabela 21 - Estatísticas descritivas da variação das taxas de criminalidade entre 2001 e 2011 ..... | 71 |
| Mapa 9 - Variação das taxas de crime contra o patrimônio entre 2001 e 2011.....                     | 72 |
| Mapa 10 - Variação das taxas de crimes contra a pessoa entre 2001 e 2011 .....                      | 72 |
| Mapa 11 - Variação das taxas de homicídio entre 2001 e 2011 .....                                   | 73 |
| Tabela 22 - Primeiros estágios das variáveis endógenas.....                                         | 74 |
| Tabela 23 - Primeiros estágios das variáveis endógenas (cont.).....                                 | 75 |
| Tabela 24 - Estimativas de MQ2E com teste de dependência espacial nos resíduos .....                | 76 |
| Tabela 25 - Estimativa SARAR(1,1) com variáveis endógenas não espaciais.....                        | 78 |
| Tabela 26 - Estatísticas descritivas dos níveis de criminalidade em 2011.....                       | 80 |
| Mapa 12 - Taxas municipais de crimes contra o Patrimônio em 2011.....                               | 80 |
| Mapa 13 - Taxas municipais de crimes contra a pessoa em 2011 .....                                  | 81 |
| Mapa 14 - Taxas municipais de homicídio em 2011.....                                                | 82 |
| Tabela 27 – Primeiros estágios das variáveis endógenas .....                                        | 82 |
| Tabela 28 - Primeiros estágios das variáveis endógenas.....                                         | 84 |
| Tabela 29 - Primeiros estágios das variáveis endógenas (cont.).....                                 | 85 |
| Tabela 30 - Estimativas de MQ2E com teste de dependência espacial nos resíduos .....                | 87 |
| Tabela 31 - Estimativas do modelo SARAR(1,1) com variáveis endógenas adicionais.....                | 88 |
| Tabela 32 - Estatísticas descritivas dos níveis de criminalidade em 2010.....                       | 90 |
| Mapa 15 - Taxas municipais de crimes contra o Patrimônio em 2010.....                               | 91 |
| Mapa 16 – Taxas municipais de crimes contra a pessoa em 2010.....                                   | 91 |
| Mapa 17 - Taxas municipais de homicídios em 2010 .....                                              | 92 |
| Tabela 33 - Primeiros estágios das variáveis endógenas.....                                         | 92 |
| Tabela 34 - Primeiros estágios das variáveis endógenas.....                                         | 94 |
| Tabela 35 - Primeiros estágios das variáveis endógenas (cont.).....                                 | 95 |
| Tabela 36 - Estimativas de MQ2E com teste de dependência espacial nos resíduos .....                | 96 |
| Tabela 37 - Estimativas do modelo SARAR(1,1) com variáveis endógenas adicionais.....                | 98 |

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 38 - Estimativa com transbordamento espacial.....                    | 100 |
| Quadro 3 - Quadro comparativo especificação 1 - Período de 2001 a 2007..... | 102 |
| Quadro 4 - Quadro comparativo especificação 1 - Período de 2008 a 2011..... | 103 |
| Quadro 5 - Quadro comparativo especificação 1 - Período de 2001 a 2011..... | 104 |
| Quadro 6 - Quadro comparativo especificação 2 - Ano 2011.....               | 104 |
| Quadro 7 - Quadro comparativo especificação 2 - Ano 2010.....               | 105 |

## **1 INTRODUÇÃO**

A presente monografia tem como objetivo atualizar e ampliar o modelo desenvolvido na dissertação de mestrado de Silva (2012), que testa a hipótese do efeito que a criação e manutenção de equipamentos urbanos tem sobre a criminalidade. Propõe-se aqui realizar a pesquisa sugerida pelo autor na conclusão de seu trabalho (SILVA, 2012, p. 82) e utilizar dados do Censo de 2010 para expandir o horizonte temporal da pesquisa, assim como incorporar novas variáveis disponibilizadas nas últimas pesquisas. Além disso serão testadas novas especificações de forma a explorar ainda mais a base de dados construída. As modificações propostas se mostraram benéficas à especificação do modelo que se tornou menos espacial. Por outro lado, persiste a arbitrariedade na seleção das variáveis que compõem os índices municipais de equipamentos urbanos como uma limitação da metodologia adotada.

Segundo dados do 8<sup>a</sup> Anuário Brasileiro de Segurança Pública, a cada 10 minutos uma pessoa é assassinada no Brasil. Em 2013, 53.646 pessoas morreram vítimas de homicídio doloso, latrocínio e lesão corporal seguidas de morte. Esse número representa um crescimento de 1,1% em relação ao ano anterior. Minas Gerais, especificamente, registrou 4.458 vítimas de crimes violentos letais intencionais em 2013, número 4% maior que de 2012. O relatório publicado pelo Fórum Brasileiro de Segurança Pública reforça que o crime deixou de ser uma epidemia no Brasil para se consolidar como endêmico, hoje convive-se com taxas absurdas de crimes contra a pessoa e contra o patrimônio. Ainda segundo o anuário, a perda social da violência no Brasil chega a representar 3,97% do PIB. Essa perda consiste em gastos com o sistema de saúde para atender as vítimas, com as perdas de capital humano, com segurança privada e com seguros. Pode-se somar a esse valor os gastos com segurança pública e com medidas de correção (prisões e unidades socioeducativas) e chega-se a um total de 5,4% do PIB investido em prevenção, assistência às vítimas, e medidas de correção de crimes.

Sendo o crime capaz de causar expressivas perdas socioeconômicas, é importante entender as motivações dos criminosos e estudar as medidas que podem ser adotadas para combater de forma mais efetiva esse fenômeno.

Como salientado por Ehrlich (1973), o comportamento criminal foi tradicionalmente relacionado à presumida motivação pessoal do infrator, motivação que decorre da sua estrutura interior única, do impacto de circunstâncias sociais e familiares excepcionais ou de ambos. Porém, como o próprio autor conclui, dar à motivação pessoal do infrator o lugar de principal explicação para a ocorrência de crimes, geralmente, não leva a previsões dos resultados plausíveis em circunstâncias objetivas.

Os modelos de fundamentação econômica desenvolvidos a partir do artigo seminal de Becker (1968) apresentam um ponto de referência alternativo, mas não necessariamente incompatível. Ainda que seja considerado que aqueles que violam certas leis diferenciem-se sistematicamente em vários aspectos daqueles que respeitam as mesmas leis, os primeiros, assim como os segundos, respondem a incentivos. Ou seja, ao invés da hipótese estar apoiada sobre aspectos inerentes às personalidades únicas e condições sociais de cada pessoa, ela se apoia nas diferenças entre custos e benefícios percebidos por cada pessoa, dadas suas preferências e oportunidades.

Busca-se aqui estudar o efeito que a manutenção e criação de equipamentos urbanos, tais quais pavimentação, calçamento, praças, entre outros, tem sobre as taxas de criminalidade.

## **2 EQUIPAMENTOS URBANOS**

Equipamentos urbanos são infraestruturas e serviços oferecidos pelo estado e que são parte fisicamente integrante dos municípios. Exemplos de equipamentos urbanos são a provisão de serviços como de água e esgoto encanados, coleta de lixo, iluminação pública. Além disso, obras urbanísticas como pavimentação de ruas, arborização, instalação de calçadas, bueiros, rampas para cadeirantes, praças, parques, entre outros também podem ser considerados equipamentos urbanos.

A oferta dessas obras e serviços geralmente está acoplada à impressão subjetiva da presença do estado. Comunidades com carência de equipamentos urbanos ou com equipamentos defasados ou mal mantidos, podem ser percebidas como abandonadas pelo estado, que não oferta os serviços esperados nessas localidades.

As variáveis desse grupo serão de interesse central nesse trabalho. A seguir serão apresentados modelos econômicos e sociais da teoria da criminalidade, nos quais serão analisados de que forma os equipamentos urbanos podem ser inseridos nas análises propostas.

### **3 MODELOS TEÓRICOS DE DETERMINANTES DA CRIMINALIDADE E CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS URBANOS**

Como marco nos estudos de fundamentação econômica do crime, temos o artigo seminal de Becker (1968), que abrange os modelos de atividades econômicas com externalidades para o caso das atividades criminosas.

Essa seção irá abordar os modelos de fundamentação econômica do crime, que serão divididos em três grupos:

1. Modelos focados no indivíduo  
Os modelos desenvolvidos por Becker (1968) e Ehrlich (1973)
2. Modelos com interações sociais  
Sah (1991) e Glaeser, Sacerdote e Scheinkman (1995)
3. Modelos com fundamentação ecológica do crime  
Cohen e Felson (1979), Sampson e Groves (1989) e Shaw e McKay (1942)

Os modelos de fundamentação econômica para a criminalidade não foram propostos de modo a limitar a análise de crimes de cunho econômico, como sonegação de imposto, evasão de divisas, furto, roubo entre outros. Pelo contrário, os modelos propostos por Becker (1968) e Ehrlich (1973) foram pensados de forma a contemplar todos os tipos de ofensas, inclusive as contra a pessoa, agressão, assassinato e outras atrocidades.

Diferentemente dos crimes que envolvem ganhos materiais, que são largamente motivados pelo desejo do criminoso por enriquecimento, crimes contra a pessoa são primariamente motivados por ódio ou paixão. Dessa forma, poderia ser apropriado considerar crimes contra a pessoa como atividades que não estão relacionados a relações de mercado. Entretanto, aqueles que amam, assim como aqueles que odeiam ou aqueles indiferentes quanto ao bem estar dos outros, respondem a incentivos (EHRlich, 1973). Essa é a principal hipótese dos modelos de determinação da criminalidade com fundamentação econômica.

### 3.1 Modelo econômico de oferta de crime de Becker (1968)

A abordagem proposta por Becker (1968) segue a análise de escolha econômica usual e assume que agentes racionais cometem uma violação da lei<sup>1</sup> se a utilidade esperada da prática criminosa excede a utilidade esperada caso seu tempo tivesse sido empregado em outras atividades.

Segundo o autor, cada indivíduo, ao ponderar sobre a prática ou não de um crime analisa três fatores cruciais: a probabilidade de ser capturado, os ganhos psicológicos e monetários do crime e a pena que ele deverá cumprir caso seja julgado culpado. Essas variáveis são avaliadas na função de utilidade de cada indivíduo<sup>2</sup>, que decide se comete ou não o crime segundo o critério de maximização descrito acima.

Os ganhos monetários de crimes contra o patrimônio são óbvios. O criminoso ao subtrair da vítima um bem enriquece-se de um valor igual ao item roubado. Crimes contra a pessoa, como por exemplo sequestro, geralmente também visam ganhos monetários na forma de recompensas pela soltura. Por outro lado, crimes mais brutais tais como homicídio não são diretamente acompanhados de ganhos monetários. Essa é a importância de se salientar os ganhos psicológicos da atividade ilegal, que podem ser representados por sentimento de vingança, poder, alívio, autoafirmação, entre outros.

De maneira análoga, a pena a se pagar por uma violação da lei não se restringe a valores monetários de multas e fianças, dado que a punição pode ser em tempo de encarceramento ou de serviço social, além de outras medidas corretivas. Essa pena pode ser entendida como o preço a se pagar pelo crime.

---

<sup>1</sup> Becker (1968) prefere utilizar o termo *offense* (ofensa) para dar um sentido mais amplo que a palavra crime, uma vez que, segundo o autor seu modelo abrange qualquer prática ilegal e não apenas as criminosas. Nessa monografia, essas diferenças etimológicas dos termos não serão consideradas. Assim crimes equivalem-se a violações da lei.

<sup>2</sup> Sendo  $E$  o operador de esperança e  $U_j$  a função de utilidade do agente  $j$  define-se a utilidade esperada da prática criminosa como:  $EU_j = p_j U_j(Y_j - f_j) + (1 - p_j) U_j(Y_j)$ , onde  $p_j$  é a probabilidade do indivíduo em ser condenado,  $Y_j$  é o ganho advindo do crime e  $f_j$  é a pena a ser paga caso ele seja punido.

Assim o modelo de Becker (1968) se assemelha a modelos de escolha adversa. Devido a uma assimetria de informações, o indivíduo não sabe se será preso ou não, mas, caso ele resolva cometer o crime, existe o risco que ele acabe “comprando” o que não esperava, ou seja, que ele tenha que pagar a pena.

No fim, esses ganhos e perdas e a probabilidade associada a eles são traduzidos em termos da utilidade de cada indivíduo, que pode compará-los com outras atividades. Sendo assim, é possível definir a relação entre as variáveis determinantes da escolha individual de se praticar um crime e a quantidade de crimes que serão cometidos em determinado “mercado” criminal.

Quanto maiores forem os ganhos advindos da ilegalidade, é de se esperar que mais indivíduos se deparem com a decisão de cometer o crime como sendo a que maximiza suas utilidades individuais. Contrariamente, uma maior probabilidade de ser punido diminui a utilidade esperada da prática criminosa e, portanto, reduz a oferta de crimes, efeito similar ao de penas mais duras.

Ainda que o bônus, a chance de ser capturado e o ônus decorrentes da transgressão possam variar enormemente entre os indivíduos, devido às diferenças de inteligência, idade, educação, ficha criminal, riqueza, família, entre outras. Segundo Becker (1968) é possível definir uma função de oferta de crimes no mercado em termos da média dessa variáveis,

$$O = O(p, f, u), \quad (1)$$

onde  $O$  é o número de violações da lei em um determinado período, que depende da probabilidade média,  $p$ , de ser sentenciado, assim como da punição média,  $f$ , e da média dos demais fatores,  $u$ .

Se, de um lado, existem indivíduos dispostos a praticar crimes, do outro, a sociedade investe esforços de forma a minimizar os danos sociais gerados por essas atividades ilícitas. Como citado na introdução, esses valores são próximos a 5% do PIB no Brasil. De certa forma, quanto maior a criminalidade, maiores os danos sociais. Então, o dano social líquido é o dano social advindo do crime menos os ganhos obtidos pelos criminosos. Becker (1968) afirma que esse

dano líquido é geralmente positivo e possui retornos crescentes de escala em relação ao número de crimes cometidos: quanto mais crimes, maior o dano social líquido.

Gastos com policiamento, com o poder judiciário e equipamentos de vigilância possuem o objetivo de facilitar a captura e punição de criminosos. Espera-se que, quanto maiores sejam os gastos com a contenção das atividades ilegais mais apreensões sejam feitas e julgamentos sejam conduzidos. Por outro lado, quanto maior a atividade criminal, mais apreensões e julgamentos ocorrerão, elevando os custos de prevenção, julgamento e correção.

A função de custo do combate ao crime é definida por Becker (1968) como

$$C = C(p, O, a), \quad (2)$$

onde  $p$  é a proporção de casos criminais resolvidos,  $O$  é a oferta de crimes e  $a$  indica o nível de atividade policial, judiciária e de outras forças de combate.

Definidos a oferta, o custo de combate e os danos sociais líquidos do crime, é possível construir uma função de bem estar social. Essa função é construída de forma a tornar possível encontrar um ponto onde o bem estar é maximizado, ou seja, as perdas sociais são minimizadas. Assim formaliza-se a função de perda social como

$$L = L(D, C, bf, O), \quad (3)$$

onde  $D$  são os danos sociais líquidos,  $C$  é o custo de combate à criminalidade,  $b$  é um fator que converte a punição individual  $f$  em punição social<sup>3</sup> e  $O$  é nível da criminalidade, que é determinado em termos de um sistema de equilíbrio entre as equações (1) e (2). O entendimento dessa determinação de equilíbrio da criminalidade observada é importante para especificação do modelo empírico. Se no modelo econométrico esse fator não for levado

---

<sup>3</sup> Segundo Becker (1968) o valor de  $b$  varia imensamente entre os diferentes tipos de punição. Para multas  $b \cong 0$ , pois os ganhos obtidos na ilegalidade são retornados à comunidade. Por outro lado,  $b > 1$  para encarceramento, uma vez que a sociedade paga a manutenção das prisões.

em conta ocorrerá um problema conhecido como endogeneidade que produz estimadores inconsistentes e viesados pelo método de MQO<sup>4</sup>.

A partir dessa função de perda social, Becker (1968) deriva um modelo de equilíbrio no qual o número de crimes é determinado no ponto em que os custos marginais sociais ( $D' + C'$ ) são iguais ao “retorno” social marginal ( $-bpf(1 - 1/\varepsilon_p)$ ) dos crimes<sup>5</sup>.

### 3.2 Modelo econômico de oferta de crime de Ehrlich (1973)

Diferentemente do que foi proposto por Becker (1968), Ehrlich (1973) encara atividades legais e ilegais não como mutuamente excludentes, mas como atividades que podem ser desenvolvidas em conjunto. Cada indivíduo é livre para combinar um certo número de atividade legais e ilegais e mudar ocasionalmente de uma para outra durante qualquer período ao longo de sua vida. O objeto relevante de escolha passa a ser o *mix* ótimo de atividades: a alocação ótima de tempo e outros recursos em atividades legais e ilegais.

Ehrlich (1973) salienta que, sob essa óptica, é possível explicar porque muitos acusados, mesmo aqueles sentenciados e punidos, tendem a repetir seus crimes. Dadas as preferências e oportunidades de um indivíduo em um certo período, pode ser que, para ele, a solução ótima seja cometer diversos crimes. Se suas preferências em relação ao crime não se modificarem ao longo do tempo, um criminoso será reincidente caso suas oportunidades permaneçam inalteradas. O que acontece na realidade é que a preferência por crime tende a aumentar após a primeira infração assim como as oportunidades de ganho no mercado legal tendem a diminuir. Sendo assim dedicar-se cada vez mais à ilegalidade passa a ser uma solução ótima para esse indivíduo.

Em última instância, o modelo proposto por Ehrlich (1973) obtém conclusões análogas ao proposto anteriormente por Becker (1968) em relação à oferta de crime. Um aumento na

---

<sup>4</sup> Mínimos quadrados ordinários.

<sup>5</sup>  $\varepsilon_p = -\frac{p}{o} \frac{\partial o}{\partial p}$

probabilidade de ser pego praticando algum crime, assim como um aumento da pena decorrente da prática, diminui a utilidade esperada das atividades ilegais e, portanto, a oferta de crime.

### 3.3 Modelos com interação social

Sah (1991) considera como ponto de partida o artigo de Becker (1968), porém com a seguinte modificação chave: a escolha individual sobre ser um criminoso ou não passa a depender da probabilidade de ser punido percebida por cada indivíduo, que pode ser substancialmente diferente da probabilidade real. Essa distinção é feita através da variável  $p$  que passa a representar a probabilidade que é subjetivamente percebida em contraste com  $r$  que é a probabilidade real. A variável  $p$  é endógena e resultado da natureza das informações.

Nesse modelo, as taxas de participação no mercado ilegal em períodos passados influenciam as taxas de participação presente. Em cada período, um indivíduo coleta observações de  $n$  pessoas, esse indivíduo também observa quantas dessas  $n$  pessoas escolheram a criminalidade e quantas delas foram punidas por isso. O seu valor de  $p$  é influenciado pelas informações colhidas até o período presente. Um criminoso racional consideraria que sua probabilidade de ser pego seria maior caso o número de criminosos punidos que ele conhece fosse alto.

É essa interação social do crime que força a análise empírica a considerar modelos espaciais. Uma vez que é muito mais difícil modelar relacionamentos pessoais, considera-se que indivíduos que vivem próximos se influenciam mutuamente, de modo que essa influência será maior quanto menor for a distância.

Ainda assim, a propensão individual para o crime é maior quanto menor for  $r$  em períodos passados ou se o *payoff*<sup>6</sup> relativo do crime for maior. Ela também será maior quanto menores forem os recursos empregados no sistema de apreensão. Essas conclusões obtidas por Sah

---

<sup>6</sup> Ganhos menos as perdas.

(1991) são compatíveis com aquelas obtidas por Ehrlich (1973) e Becker (1968), mas conta com a inovação dos efeitos dinâmicos que taxas de criminalidade observadas no passado têm sobre a criminalidade futura. Esses efeitos serão incorporados no modelo empírico através de uma variável da taxa de criminalidade defasada.

Essa diferenciação das probabilidades de ser capturado subjetiva,  $p$ , e real,  $r$ , permite explorar o efeito da criação e manutenção de equipamentos urbanos sobre a criminalidade. Alguns equipamentos urbanos tais como iluminação pública e pavimentação de ruas atuam de forma a elevar a probabilidade real de captura, considerando que, em ruas mais iluminadas, é mais difícil se esconder ou abordar vítimas sem ser visto e que a pavimentação, por exemplo, pode dificultar a fuga de um criminoso que geralmente preferirá se esgueirar entre becos.

A maioria dos equipamentos urbanos tendem a impactar a probabilidade subjetiva de ser capturado, dado que a presença desses serviços e obras geralmente indica a presença do estado. Um local sem nenhuma infraestrutura urbana, sem ruas, calçadas, iluminação, onde há lixo acumulado e esgoto a céu aberto, pode transmitir a mensagem de que ali é uma “terra-de-ninguém” onde as leis não se aplicam, pois o estado não está presente. Essa impressão pode levar o indivíduo a considerar que suas chances de ser flagrado em um crime ali é menor.

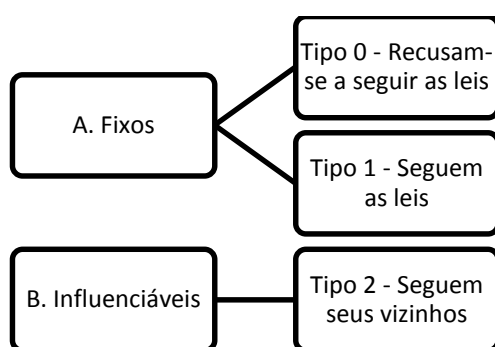
O modelo proposto por Sah (1991) inova quanto à consideração das interações sociais na formação do conhecimento sobre as informações disponíveis para cada indivíduo, porém a escolha final continua dependendo da maximização da função de utilidade de cada agente, que não depende das escolhas dos demais, assim como acontece nos modelos de Becker (1968) e Ehrlich (1973).

No modelo proposto por Glaeser, Sacerdote e Sheinkman (1996), as decisões dos agentes sobre crime são uma função dos seus atributos pessoais assim como dos atributos de seus vizinhos e das decisões desses em relação ao crime.

Neste último modelo, os autores propõem, inspirados nos modelos de eleitores, dois grupos de agentes:

- A. Agentes que não são influenciáveis, mas são uma influência entre seus vizinhos, são chamados de “agentes fixos”.
- B. Agentes que influenciam e são influenciáveis por seus vizinhos;

Dentro desses grupos é possível separar os agentes em: agentes 0, aqueles que se recusam a seguir as leis, sem se importar com seus vizinhos; agentes 1 que seguem as leis sem se importar com que os demais estão fazendo. Esses dois tipos de agentes são fixos (A) apesar de fazerem escolhas opostas. Os agentes de tipo 2 são influenciáveis (B) e preferem sempre seguir as escolhas de seus vizinhos a tomar atitude oposta em relação ao crime.



É importante salientar que não há nenhuma restrição para que um agente do tipo 0 se torne um agente do tipo 1 ou que qualquer indivíduo mude de grupo, vire ou deixe de ser um agente fixo. É possível que, dependendo das condições do mercado ilegal ou legal, haja movimentos de indivíduos em direção a um grupo ou outro. O que diferencia cada tipo de agente não é o peso que eles colocam nas decisões de seus vizinhos ou as preferências pessoais em relação ao crime, mas a distância que existe entre as utilidades incondicionais nos dois estados (cometer crime ou não) em relação ao efeito que a decisão dos seus vizinhos tem sobre suas utilidades condicionais. Desse modo, fatores que podem mudar a utilidade incondicional dos indivíduos em relação ao crime, tais como uma mudança na taxa de desemprego ou na probabilidade de ser preso, podem fazer com que esse indivíduo deixe de ser um agente fixo do tipo 1 para se tornar um agente do tipo 2.

Dados os tipos de cada agente, há um único equilíbrio de Nash, como salientado por Glaeser, Sacerdote e Sheinkman (1996). Todas as sequências de agentes do tipo 2 ininterruptas por agentes do tipo 0 ou 1 seguirão a decisão do agente fixo que iniciou a sequência.

Sendo assim, a variância da taxa de criminalidade desse modelo é um múltiplo da variância da taxa de criminalidade no caso em que todos os agentes fizessem escolhas independentes. Esse múltiplo que conecta as duas variâncias é uma função não linear decrescente da proporção de agentes fixos. A sua vez, essa proporção de agentes fixos pode ser estimada usando a variância das taxas de criminalidade observada.

Os autores, então, utilizam a variância das taxas de criminalidade para estimar a proporção da população que é imune às influências sociais. É essa proporção de agentes fixos que lhes permite comparar o grau de interação social entre as cidades e tipos de crimes.

### **3.4 Abordagem Ecológica do Crime**

Diferentemente das teorias com fundamentação econômica, as teorias de abordagem ecológica do crime dão mais ênfase ao meio no qual os agentes estão inseridos e não às suas características e escolhas pessoais.

#### **3.4.1 Teoria da desorganização social**

O artigo de Shaw e McKay (1942) foi, segundo Sampson e Groves (1989), um dos mais importantes estudos sobre delinquência. Em seu estudo, Shaw e McKay (1942) apresentam três fatores estruturais (baixo status econômico, heterogeneidade étnica e mobilidade residencial) como causas que levam a quebra da organização social e que posteriormente poderiam explicar variações nas taxas de criminalidade e delinquência.

Em termos gerais, segundo Sampson e Groves (1989), desorganização social refere-se a inabilidade de uma estrutura comunitária de perceber valores comuns de seus residentes e manter controles sociais efetivamente. Os mesmos autores salientam que, empiricamente as dimensões estruturais da desorganização social comunitária podem ser medidas com a prevalência e interdependência de relações sociais na comunidade. Relações essas que podem ser tanto informais, como laços de amizade, quanto formais, no caso de conselhos comunitários. Comunidade organizadas são capazes de coletivamente supervisionar problemas locais.

É possível que a criação e manutenção de equipamentos urbanos contribuam para a organização social das comunidades, uma vez que indivíduos que vivem em locais nos quais esses equipamentos são oferecidos podem sentir menos propensos a mudar de moradia. Esse comportamento diminui a taxa de evasão.

Shaw e McKay (1942) notam que a delinquência juvenil é um fenômeno de grupo fundamentalmente. Grande parte das gangues se desenvolvem a partir de encontros espontâneos de jovens não supervisionados e que comunidades coesas são mais hábeis em controlar esse tipo de comportamento adolescente, evitando assim atividades criminosas relacionadas.

Comunidades desorganizadas apresentam também maiores taxas de crime adulto, especialmente entre adultos novos que ainda mantêm seus laços com seus grupos da juventude (SAMPSON e GROVES, 1989). Shaw e McKay reportaram uma correlação de 90% entre taxas de delinquência juvenil entre 10 e 16 anos e taxas de referência para jovens adultos entre 17 e 20 anos, assim como 70% dos jovens que cresceram em áreas com grande concentração de delinquência relacionada a gangues foram presos quando adultos (SHAW e MCKAY, 1969). Dessa forma a hipótese geral formulada é que a presença de grupos de “esquina”, tais como gangues, possuem um efeito positivo na taxa de criminalidade (SAMPSON e GROVES, 1989).

Por outro lado, “redes de amizade locais” são um tipo de organização social que possui um efeito oposto sobre a criminalidade regional. Redes sociais localmente baseadas aumentam a capacidade comunitária de controle social devida ao aumento da capacidade de reconhecer estranhos e da aptidão em atuar de forma guardiã contra a vitimização dos residentes, assim como efetivar controles estruturais contra comportamento desviantes de grupos internos (SAMPSON e GROVES, 1989). Ou seja, membros da comunidade que se conhecem e são amigos protegem-se uns aos outros, evitando que eles sejam vítimas de crimes e também controlam seus membros mais jovens de forma a contê-los previamente a execução de atos de delinquência.

Consequentemente Sampson e Groves (1989) levantam a hipótese de que comunidades com altas taxas de participação social em comitês, clubes, instituições locais e outras organizações terão menores taxas de vitimização e delinquência em relação a comunidades com baixa participação.

Parques e praças bem mantidos também podem ser considerados equipamentos urbanos importantes na construção dessas “redes de amizade locais”, pois fornecem espaços propícios à esse tipo de integração social.

Em relação aos fatores exógenos que afetam a organização social citados por Shaw e McKay (1942), a mobilidade residencial trabalha de forma a cortar laços de amizade localmente baseados. Da mesma maneira, novos moradores necessitam de tempo para criar tais laços. Quanto mais dinâmica é a mudança de residentes na comunidade, mais laços são rompidos e menos tempo é disponibilizado para construção de relações de amizade locais.

O status econômico influencia a desorganização social ao restringir os recursos adequados para a execução de controles sociais, além de correlacionar com taxas de participação em organizações sociais formais (SAMPSON e GROVES, 1989). Comunidades de baixo status econômico social não possuem acesso às ferramentas adequadas para supervisão de seus grupos locais e também não são tão atuantes em seus comitês e clubes locais quanto as comunidades de maior status.

O terceiro fator de desorganização social apresentado por Shaw e McKay (1942), a heterogeneidade étnica, opera de forma a segregar a comunidade em grupos menores que se relacionam de acordo com seus critérios pessoais, não se observando como pertencentes ao mesmo grupo. Como resultado, ainda que esses diferentes grupos étnicos possuam objetivos similares, como reduzir a criminalidade local, os padrões sociais desenvolvidos dificultam a interação entre os membros e reduzem a organização social (SAMPSON e GROVES, 1989).

### 3.4.2 Teoria das janelas quebradas

A teoria das janelas quebradas, cujo nome deriva do artigo de Kelling e Wilson (1982), é ilustrada pelos autores através do experimento de Philip Zimbardo. Em 1969, Zimbardo colocou um veículo sem placas e com o capô aberto em uma rua no Bronx (Nova Iorque) um outro carro similar foi colocado da mesma forma em Palo Alto na Califórnia. O carro no Bronx foi atacado por “vândalos” em menos de dez minutos após o abandono. Os primeiros a fazer o “ataque” foram os membros de uma família, pai, mãe e um filho pequeno, que removeram o radiador e a bateria. Dentro de 24 horas, praticamente tudo de valor havia sido removido do carro. Então a destruição aleatória começou, janelas foram quebradas e partes arrancadas. A maioria dos “vândalos” eram adultos, bem vestidos e brancos.

Por outro lado o carro em Palo Alto ficou intocado por mais de uma semana. Foi quando Zimbardo resolveu amassar uma parte do carro com uma marreta. Prontamente alguns transeuntes se juntaram à destruição e, dentro de algumas horas, o carro estava revirado de cabeça para baixo e totalmente destruído. Outra vez os “vândalos” eram pessoas bem vestidas.

Segundo os autores, propriedade sem vigilância pode vir a se tornar um jogo para pessoas, que, por diversão ou ganho, e até para aquelas que jamais se considerariam capazes de realizar tais atos os cometam. Dada a natureza da vida em comunidade no Bronx, o anonimato, a frequência com que os carros são abandonados e coisas são roubadas ou quebradas, as experiências passadas de “ninguém se importando”, o vandalismo começa muito mais rápido do que em Palo Alto, onde as pessoas acreditam que propriedades privadas são cuidadas e que atitudes maldosas custam caro. Porém o vandalismo pode ocorrer em qualquer lugar, uma vez que as barreiras comuns, o senso de preocupação mútua e de obrigações cívicas sejam ultrapassadas pelos atos que aparentam sinalizar que “ninguém se importa” (KELLING e WILSON, 1982).

Ainda que o exemplo envolva apenas crimes contra o patrimônio, os autores vão além, sugerindo que esse comportamento de desatenção também leva à falência dos controles comunitários. Um bairro estável de famílias que se importam com seus lares, cuidam das

crianças uns dos outros e que confiantemente expulsam intrusos não solicitados pode mudar, em alguns anos ou meses, para uma selva inóspita e assustadora (KELLING e WILSON, 1982). Uma propriedade é abandonada, o mato cresce, uma janela é quebrada. Famílias saem do bairro, adultos despegados chegam. Crianças já não são punidas pelos pais e se tornam mais levadas. Adolescentes se juntam na frente da loja da esquina, o vendedor pede para elas saírem, elas se negam. Brigas acontecem, lixo se acumula, pessoa começam a beber nas ruas.

Neste momento, as taxas de criminalidade não se alteraram no bairro, mas muitos transeuntes começam a evitar a área, por pensarem que ela não é segura. A vizinhança passa a ser então um lugar menos movimentado e propício para crimes como furto, roubo e tráfico de drogas, que podem invadir a comunidade e reforçar o processo de decadência.

A hipótese que Silva (2012) trabalha e que será explorada nesse trabalho é exatamente esta. Ao nível municipal, será analisado qual a influência dos gastos públicos com habitação, urbanismo e a oferta de equipamentos urbanos, tais como água encanada, energia elétrica, esgotamento sanitário, entre outros, têm sobre as taxas de criminalidade. Segundo a teoria das janelas quebradas, municípios que se empenham mais em prover equipamentos urbanos e gastam mais com habitação e urbanismo aumentam o nível de organização social e evitam a decadência de seus bairros, evitando criar locais próprios para o desenvolvimento de atividades criminais.

### 3.4.3 Teoria da atividade rotineira

O artigo de Cohen e Felson (1979) inaugura a abordagem do crime como uma atividade rotineira. Ao invés de dar ênfase às características dos criminosos, eles se concentram nas circunstâncias com as quais os indivíduos se deparam durante a ocorrência dos delitos. Segundo eles, a maioria das violações legais requerem convergência no espaço e tempo de *criminosos potenciais*, *alvos adequados* e *ausência de guardiães* capacitados contra o crime. Diferentes arranjos sociais produzem esse tipo de convergência, de forma a criar mais ou menos oportunidades para execução de crimes. Em particular, os autores levantam a hipótese que a dispersão das atividades para longe dos lares e das famílias aumentam as oportunidades de crimes e, portanto, a taxa de criminalidade.

Os crimes afetados pelas atividades rotineiras são do tipo de “contato direto predatório”, como explicam os autores: são atos ilegais nos quais alguém definitiva e intencionalmente toma ou danifica outra pessoa ou sua propriedade (COHEN e FELSON, 1979). O termo “predatório” é utilizado de forma a explicitar a abordagem ecológica do crime. Nesse contexto, as pessoas estão lutando entre elas por propriedade, segurança, hegemonia territorial e, às vezes, sobrevivência.

Atividades rotineiras são definidas pelos autores como sendo qualquer atividade recorrente e prevalente responsável por prover qualquer necessidade biológica ou cultural para os indivíduos de uma população. Essas atividades incluem: trabalho formal, provisão de comida, lazer, interação social, entre outros. Essas atividades rotineiras podem acontecer no lar, ou longe dele (no trabalho e em outros locais). Segundo os autores, após a Segunda Guerra Mundial, foi observado, nos Estados Unidos, um grande deslocamento das atividades para longe dos lares, de modo a aumentar a probabilidade da convergência de fatores necessários para a ocorrência de crimes.

Segundo a abordagem da atividade rotineira do crime, pessoas que moram sozinhas e que trabalham fora de casa estão mais propícias a serem vítimas de crimes predatórios, assim como adolescentes e jovens adultos que passam muito tempo longe de casa. Por outro lado, pessoas casadas e que passam mais tempo em casa estão menos propícias esse tipo de delito (COHEN e FELSON, 1979).

A ausência de alguns equipamentos urbanos atua na forma de dificultar a presença de guardiães. Por exemplo, em localidades onde há ausência de iluminação pública e onde a maioria das vias de acesso são becos, e não ruas asfaltadas, é mais difícil ter uma visão ampla e, portanto, existem mais pontos cegos que reduzem o número de guardiães para impedir os delitos.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Modelo de determinantes da criminalidade

A partir dos modelos de Becker (1968) e Ehrlich (1973), e levando em conta a abordagem ecológica do crime, a curva de oferta de crimes municipal será definida como

$$Criminalidade_i = f(Renda_i, Desemp_i, Desig_i, Escol_i, Just_i, Demog_i, Eq. Urb_i, Outras_i), \quad (4)$$

onde a criminalidade de cada município  $i$  é uma função da renda média, desemprego, desigualdade de renda, escolaridade média, capacidade das autoridades locais em combater a violência, demografia local, criação e manutenção de equipamentos urbanos de infraestrutura e outras variáveis desse município respectivamente.

Esse modelo será utilizado na análise de três variáveis *proxies* para criminalidades, são elas: Taxas municipais de crimes contra o patrimônio, crimes contra pessoa e taxas de homicídio por cem mil habitantes.

#### 4.1.1 Variáveis socioeconômicas

Considerando as variáveis que servem de *proxies* para a situação socioeconômica dos municípios (renda média, desemprego e desigualdade de renda), à luz dos modelos de Becker (1968) e Ehrlich (1973), é possível tentar definir a relação de cada uma delas sobre a taxa de criminalidade.

A renda média, ao mesmo tempo em que informa sobre o custo de oportunidade do mercado ilegal, representa também o retorno esperado da atividade criminoso. Quando a renda média cresce, isso quer dizer que a remuneração no mercado legal cresceu, o que pode incentivar os indivíduos a recorrerem a esse mercado. Por outro lado, crimes contra o patrimônio tendem a ser mais rentáveis quando praticados contra pessoas mais abonadas. Crimes como tráfico de drogas, por dependerem da capacidade de consumo da população, também podem ser positivamente influenciados pelo aumento da renda. Portanto, essa variável não tem um

efeito definido a priori no modelo. No presente trabalho, a renda média será representada pelo PIB do município dividida pela população residente, PIB *per capita* municipal.

A renda média é uma variável que pode estar relacionada a subregistros da criminalidade, ainda que o efeito não seja facilmente definido. É provável que indivíduos mais abonados sejam mais propensos a registrar alguns crimes e não outros (*i.e.* roubos e furtos são mais registrados, mas violência doméstica não). Da mesma maneira esse efeito pode ocorrer na população mais carente. Como esse aspecto não é central ao escopo desse trabalho optou-se por instrumentalizar essa variável na parte empírica, assim caso exista correlação entre subregistro de crimes e renda os estimadores obtidos não serão viesados. Por outro lado se essa relação não existe os estimadores de variáveis instrumentais serão apenas menos eficientes que os de mínimos quadrados ordinários, mas ainda assim não viesados.

A variável desemprego, assim como a renda média, possui um efeito ambíguo sobre as taxas de criminalidade. Um nível de desemprego elevado aumenta o risco do mercado de trabalho formal e diminui a renda média esperada das atividades legais, o que pode influenciar os agentes a procurarem recursos no mercado ilegal. Entretanto, ao reduzir a renda esperada do mercado formal, o retorno da atividade criminosa também se reduz.

Diferentemente da renda média e do nível de desemprego, a desigualdade de renda possui uma relação inequívoca com as taxas de criminalidade. Quanto maior for a remuneração das atividades ilegais em relação às legais, maior será a predisposição do indivíduo ao crime. Esse cenário só é possível quando a desigualdade de renda é alta e os indivíduos com piores oportunidades no mercado de trabalho legal serão aqueles com maiores chances de adentrar o mercado ilegal.

#### 4.1.2 Educação

Indivíduos com mais anos de instrução tendem a obter remunerações mais elevadas, o que eleva o custo de oportunidade de se cometer um crime. Além disso, a educação formal tende a difundir valores morais que podem elevar o custo psicológico da atividade criminosa. Em ambos casos, a educação possui um efeito negativo sobre as taxas de criminalidade. Em

contraste, alguns tipos de crime de “colarinho branco”, por exemplo, podem ser mais facilmente praticados por indivíduos mais instruídos. De certa forma, os anos de instrução diminuem os custos de planejamento desses crimes e aumentam o retorno esperado, assim como podem contribuir para diminuir as chances de serem pegos e punidos pelas autoridades.

A variável *proxy* utilizada para descrever a educação no modelo empírico foi a média de anos de estudo da população com mais de 25 anos.

#### 4.1.3 Justiça

As variáveis desse grupo impactam a probabilidade de prisão. Quanto mais recursos são investidos para fazer a lei ser aplicada, menor será a predisposição dos indivíduos ao crime, uma vez que os riscos das violações legais aumentam.

Essas variáveis costumam apresentar o problema de endogeneidade decorrente da simultaneidade das observações de aumento da criminalidade e aumento das prisões. Especificamente, no presente trabalho, as variáveis *proxies* escolhidas para representar esse grupo são: taxa de armas apreendidas, taxa de policiais militares por cem mil habitantes de cada município, gasto per capita com segurança pública e taxa de sentenciamento. Altas taxas de criminalidade tendem a aumentar o estoque de armas ilegais nos municípios, o que aumenta a probabilidade dessas armas serem apreendidas, porém mais armas apreendidas indicam que o risco de ser pego ao realizar atividades ilegais está elevado. O efetivo policial possui uma relação análoga à razão de armas apreendidas. Municípios que se deparam com um aumento da criminalidade tenderão a aumentar o efetivo policial. Com o avanço da criminalidade os gasto com segurança pública também aumentam.

A taxa de sentenciamento, que é a razão entre o número de julgamentos realizados pela justiça comum e o número de denúncias oferecidas pelo Ministério Público à justiça comum, para todos os crimes relacionados à justiça comum, é uma *proxy* para a probabilidade real de um indivíduo ser condenado, caso cometa um crime.

#### 4.1.4 Variáveis demográficas

Duas variáveis representam a demografia local do município, grau de urbanização (percentual da população do município que vive na região urbana) e proporção de jovens. Segundo Silva (2012), centros urbanos populosos facilitam o anonimato e dificultam a prisão de criminosos, além de aumentarem a densidade de vítimas potenciais, o que eleva a renda esperada do crime. É de se esperar que um maior grau de urbanização contribua para o aumento das taxas de criminalidade.

Os jovens são os principais protagonistas das atividades criminosas, sejam como criminosos ou vítimas, o que pode ser creditado à maior propensão ao risco dessa parcela da população, assim como menores custos de oportunidade das atividades criminosas, uma vez que jovens geralmente não tem uma família formada para se preocupar. No modelo a ser estimado, a proporção de jovens é indicada pela parcela da população entre 15 e 29 anos de idade.

#### 4.1.5 Equipamentos urbanos e infraestrutura

Assim como na dissertação de Silva (2012), as variáveis desse grupo são as de principal interesse do trabalho. A hipótese a ser testada é que a criação e manutenção de equipamentos urbanos de infraestrutura influencia os índices de criminalidade municipais. Intervenções desse tipo no espaço urbano podem atuar de forma a reduzir as oportunidades das práticas criminosas, assim como elevar o custo de planejamento e a probabilidade de apreensão.

As variáveis escolhidas para representar esse grupo são: percentual da população atendida com água encanada, esgoto, coleta de lixo, energia elétrica, gastos públicos com habitação e urbanismo, proporção de residentes em domicílios localizados em aglomerados não subnormais, porcentagem de domicílios particulares permanentes com arborização, bueiro, calçada, esgoto a céu aberto, lixo acumulado, meio fio, rampa, identificação do logradouro, iluminação pública e pavimentação das ruas do entorno.

A maioria dessas variáveis representa a presença dos equipamentos urbanos, porém duas variáveis, que são o percentual de municípios com esgoto a céu aberto e lixo acumulado nas ruas do entorno, representam a ausência de equipamentos urbanos. Apesar dessa diferença é esperado que o efeito dessa ausência de equipamentos urbanos tenha efeitos sobre a criminalidade com a mesma direção da presença, porém com sentido oposto.

#### *4.1.5.1 Infraestrutura básica*

Água e esgoto encanado, coleta de lixo e energia elétrica são considerados equipamentos urbanos básicos que os municípios oferecem. É de se esperar que, em cidades nas quais sequer os serviços básicos são amplamente ofertados, que os demais equipamentos urbanos, tais como praças e parques também sejam deficientes.

#### *4.1.5.2 Aglomerados subnormais*

Segundo site do IBGE (2011), são classificados como aglomerados subnormais assentamentos irregulares popularmente conhecidos como favelas, invasões, grotas, baixadas, comunidades, vilas, ressacas, mocambos, palafitas, entre outros. A definição exata é:

*Conjuntos constituídos de, no mínimo, 51 unidades habitacionais carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais, ocupando, ou tendo ocupado, até período recente terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e densa. (IBGE, 2011)*

Portanto, a proporção da população que reside em domicílios que não estão localizados nesses aglomerados subnormais são os residentes das áreas estruturadas urbanamente. Espaços urbanos não planejados criam condições favoráveis ao crime, por exemplo, ruas estreitas dificultam a passagem de viaturas e reduzem a vigilância local. (SILVA, 2012)

#### *4.1.5.3 Gastos municipais com habitação e urbanismo*

É esperado que mais gastos públicos nas funções de habitação e urbanismo sejam reflexo da criação e manutenção de equipamentos urbanos. Os gastos com habitação e urbanismo

englobam os gastos com infraestrutura urbana, serviços urbanos, transporte coletivo, habitação rural e urbana<sup>7</sup>.

#### *4.1.5.4 Urbanização*

As variáveis relacionadas com a urbanização dos municípios são arborização, presença de bueiros, calçadas, meio-fio, rampa para cadeirantes, identificação do logradouro, iluminação pública e pavimentação. A presença desse tipo de infraestrutura indica uma presença do estado, além de criar ambientes agradáveis para os residentes, que ficam menos propensos a deixar o local e aumentar a desorganização social. Esses equipamentos também ajudam na construção de uma percepção de ordenamento social que deve ser respeitado e aumentam a probabilidade subjetiva que cada indivíduo possui de ser flagrado em uma atividade criminal.

#### *4.1.5.5 Saneamento*

Lixo acumulado na rua e esgoto a céu aberto, ao contrário dos equipamentos de urbanização, demonstram a inexistência de serviços eficientes que deveriam ser prestados pelo estado. A existência desse tipo de insalubridade contrapõe as condições criadas pela criação e manutenção de equipamentos urbanos e, portanto, atua de forma a aumentar a desorganização social.

A inclusão de todas variáveis relacionadas a equipamentos urbanos separadamente poderia causar um problema de eficiência nos parâmetros estimados dada a multicolinearidade presente. De modo a evitar esse problema Silva (2012), propôs um único índice para representar os equipamentos urbanos, o que foi possível graças ao pequeno número (4) de variáveis que o autor possuía nesse grupo. Considerando que agora foram acrescentadas 10 variáveis nesse grupo, para o ano de 2010 e três para o ano 2000, serão propostos novos índices.

---

<sup>7</sup> Despesas das funções de código 85 e 90 do FINBRA

## 4.2 Base de dados

O Quadro 1 apresenta as variáveis utilizadas e as fontes de dados.

**Quadro 1 - Proxies utilizadas para estimação da oferta municipal de crimes**

| Variável                     | Proxy Disponível | Descrição                                                                                                                                                                                                                           | Anos disponíveis  | Fonte           |
|------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|
| <b>Inflação</b>              | IGP-DI           | IGP-DI da FGV, valor do índice em dezembro de cada ano de referência (dez/07 = 1)                                                                                                                                                   | 1990 a 2011       | FGV             |
| <b>Criminalidade</b>         | CPatri           | Taxa de crimes violentos contra o patrimônio por 100 mil habitantes                                                                                                                                                                 | 2000 a 2011       | IMRS 2013       |
|                              | CPessoa          | Taxa de crimes contra a pessoa por 100 mil habitantes                                                                                                                                                                               |                   |                 |
|                              | THom             | Taxa de homicídio por 100 mil habitantes                                                                                                                                                                                            |                   |                 |
| <b>Demografia local</b>      | GUrban           | Percentual de população urbana                                                                                                                                                                                                      | 2000 a 2011       | IMRS 2013       |
|                              | Jovens           | Proporção de residentes com 15 a 29 anos                                                                                                                                                                                            | 2000 a 2011       | IMRS 2013       |
| <b>Desigualdade de Renda</b> | GINI             | Índice de Gini                                                                                                                                                                                                                      | 1991, 2000 e 2010 | Atlas/PNUD 2013 |
| <b>Renda Média</b>           | PIBpc            | PIB per capita municipal a preços correntes deflacionado pelo IGP-DI (R\$1.000/hab)                                                                                                                                                 | 2000 a 2011       | IBGE/FJP        |
| <b>Desemprego</b>            | TDes             | Percentual de desocupados da população de 10 anos ou mais de idade                                                                                                                                                                  | 2000 e 2010       | Atlas/PNUD 2013 |
| <b>Justiça</b>               | Armas            | Razão entre o número de armas apreendidas no município e a sua população total, multiplicada por 100.000.                                                                                                                           | 2006 a 2010       | IMRS 2013       |
|                              | TSenten          | Razão entre o número de julgamentos realizados pela justiça comum e o número de denúncias oferecidas pelo Ministério Público à justiça comum, multiplicado por 100, para todos os tipos de crimes relacionados com a justiça comum. |                   |                 |
|                              | TxPM             | Razão entre o número de policiais militares e a população total lotados no município, multiplicada por 100.000.                                                                                                                     | 2000 a 2011       |                 |

| Variável             | Proxy Disponível   | Descrição                                                                                                                                                                                        | Anos disponíveis  | Fonte      |
|----------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|
|                      | GPCSP              | Gasto per capita com segurança pública deflacionado pelo IGP-DI.                                                                                                                                 |                   |            |
| Escaridade           | T_FUND25M          | Percentual da população de 25 anos ou mais com fundamental completo                                                                                                                              | 1991, 2000 e 2010 | Atlas/PNUD |
|                      | T_MED25M           | Percentual da população de 25 anos ou mais com ensino médio incompleto                                                                                                                           |                   |            |
|                      | T_SUPER25M         | Percentual da população de 25 anos ou mais com superior completo                                                                                                                                 |                   |            |
|                      | MEduc <sup>1</sup> | Média de anos de estudo da população com mais de 25 anos.                                                                                                                                        |                   |            |
|                      | EAEdu              | Número médio de anos de estudo que uma geração de crianças que ingressa na escola deverá completar ao atingir 18 anos de idade, se os padrões atuais se mantiverem ao longo de sua vida escolar. |                   |            |
| Equipamentos Urbanos | DNormais           | Proporção da população residente em domicílios particulares ocupados em aglomerados não subnormais                                                                                               | 2000 e 2010       | IBGE       |
|                      | GPCHU              | Gasto per capita com as funções de habitação e urbanismo deflacionado pelo IGP-DI                                                                                                                | 2000 a 2011       | FINBRA/STN |
|                      | Agua               | Percentual da população que vive em domicílios com água encanada                                                                                                                                 | 1991, 2000 e 2010 | Atlas/PNUD |
|                      | Lixo               | Percentual da população que vive em domicílios urbanos com serviço de coleta de lixo                                                                                                             |                   |            |
|                      | Luz                | Percentual da população que vive em domicílios com energia elétrica                                                                                                                              |                   |            |
|                      | Esgoto             | % de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário adequados                                                                                                           |                   |            |
|                      | Arbor              | % de domicílios particulares permanentes com arborização na rua                                                                                                                                  | 2010              | IBGE       |
|                      | Bueiro             | % de domicílios particulares permanentes com bueiro na rua                                                                                                                                       |                   |            |

| Variável | Proxy Disponível | Descrição                                                                       | Anos disponíveis | Fonte |
|----------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|
|          | Calçada          | % de domicílios particulares permanentes com calçada na rua                     |                  |       |
|          | EsgotoEx         | % de domicílios particulares permanentes com esgoto a céu aberto na rua         |                  |       |
|          | LixoAcu          | % de domicílios particulares permanentes com lixo acumulado na rua              |                  |       |
|          | MeioFio          | % de domicílios particulares permanentes com meio-fio na rua                    |                  |       |
|          | Rampa            | % de domicílios particulares permanentes com rampa para cadeirantes na rua      |                  |       |
|          | IdLog            | % de domicílios particulares permanentes com identificação do logradouro na rua | 2000 e 2010      |       |
|          | IlumPubl         | % de domicílios particulares permanentes com iluminação pública na rua          |                  |       |
|          | Pavim            | % de domicílios particulares permanentes com pavimentação na rua                |                  |       |

<sup>1</sup>Foi feita uma média ponderada de acordo com a porcentagem de pessoas nessa faixa etária que completaram cada um dos ciclos fundamental, médio e superior, considerando como 9, 3 e 5 anos para cada ciclo.

Fonte: IMRS – Índice Mineiro de Responsabilidade Social. Atlas/PNUD – Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil/ Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. FGV – Fundação Getúlio Vargas. FINBRA/STN – Finanças do Brasil/ Secretaria do Tesouro Nacional. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. FJP – Fundação João Pinheiro Datagerais.

Em relação à base de dados apresentada por Silva (2012), doze variáveis são inovações propostas aqui. São elas: do grupo de equipamentos básicos, pavimentação, iluminação pública, identificação do logradouro, rampa para cadeirantes, meio-fio, lixo acumulado, esgoto a céu aberto, calçada, bueiro e arborização; do grupo de variáveis de justiça, gasto per capita com segurança pública e taxa de sentenciamento.

#### 4.3 Construção de um Índice de Equipamentos Urbanos municipal

De forma a minimizar o problema de multicolinearidade e, ao mesmo tempo, não perder informações importantes contidas nos dados, serão criados Índices de Equipamentos Urbanos

Municipais. O método utilizado para construção dos índices será, assim como no trabalho de Silva (2012), o de Componentes Principais, porém mais variáveis serão incluídas além de ampliar o horizonte temporal para contemplar os dados do censo de 2010.

Como o objetivo do presente trabalho é testar o efeito da criação e manutenção dos equipamentos urbanos sobre as taxas de criminalidade por meio de uma regressão linear, é necessário evitar o problema da multicolinearidade nas variáveis desse grupo.

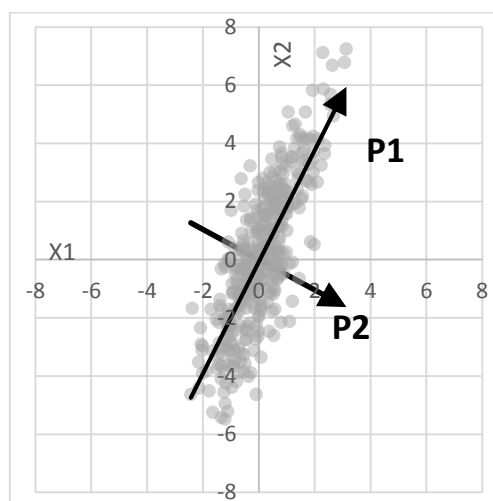
O problema da multicolinearidade ocorre quando, em uma regressão múltipla, dois ou mais regressores apresentam altos níveis de correlação entre si. Como consequência, a variância dos coeficientes da regressão são inflados e os testes de significância individual (teste t ou z) tendem a não rejeitar a hipótese nula, enquanto os testes de significância conjunta dos coeficientes (teste F, por exemplo) a rejeitam nula, assim como o  $R^2$  apresenta um valor alto, acima do que se esperaria caso nenhum regressor fosse significativo (WOOLDRIDGE, 2013).

#### 4.3.1 O Método de Componentes Principais

Segundo Mingoti (2005), o objetivo do método de componentes principais é “explicar a estrutura de variância e covariância de um vetor aleatório, composto de p-variáveis aleatórias, através da construção de combinações lineares das variáveis originais” (MINGOTI, 2005, p. 59).

Com um conjunto de p-variáveis aleatórias, é possível criar p-componentes principais que não são correlacionados entre si. O Gráfico 1 ilustra a situação para duas variáveis, X1 e X2, que são correlacionadas entre si. A componente principal P1 é uma combinação linear de X1 e X2 que não é correlacionada com a componente principal P2 (as componentes principais formam um ângulo reto entre si).

**Gráfico 1 - Dispersão de componentes principais caso bivariado**



Fonte: Elaboração própria.

O interesse sobre componentes principais neste trabalho é criar um índice de equipamentos urbanos a partir de um grupo de variáveis. Em suma, é necessário reduzir, se possível, para uma única variável, as informações contidas nas variáveis do grupo equipamentos urbanos. Para tanto, será necessário escolher a componente principal com maior capacidade explicativa da variância conjunta. Após a seleção da componente principal, é possível calcular seu valor numérico para cada observação, denominado escore, e que se tornará o índice de equipamentos urbanos buscado.

Existem duas maneiras de se construir componentes principais: a partir da matriz de covariância ou a partir da matriz de correlação. Essa escolha depende da natureza do conjunto de variáveis e do objetivo da análise.

É possível ver nas tabelas 1 e 2 que as variâncias das variáveis assumem magnitudes muito diferentes, o que é esperado, visto que as unidades de medida se diferem. Nesse caso a opção recomendada é através da matriz de correlação, que equivale a trabalhar com as variáveis padronizadas (MINGOTI, 2005), dessa maneira, cada variável contribui com uma parcela igual sobre a variância total do conjunto e não são geradas distorções devido às diferentes unidades de medida.

**Tabela 1 - Estatísticas descritivas para as variáveis de equipamentos urbanos (ano 2000)**

|                          | <i>Obs.</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Mediana</i> | <i>Média</i> | <i>Variância</i> | <i>Desvio-Padrão</i> |
|--------------------------|-------------|---------------|---------------|----------------|--------------|------------------|----------------------|
| <i>Água</i>              | 853         | 13.04         | 99.8          | 88.62          | 80.5         | 383.7            | 19.59                |
| <i>Dom. Normais</i>      | 853         | 83.99         | 100           | 100            | 99.77        | 1.91             | 1.38                 |
| <i>Esgoto</i>            | 853         | 41.88         | 100           | 96.21          | 92.77        | 72.9             | 8.54                 |
| <i>Gasto Hab. Urb.</i>   | 853         | 0             | 921.74        | 74.49          | 91.17        | 5909.8           | 76.88                |
| <i>Ident. Logradouro</i> | 853         | 0             | 98.31         | 41.58          | 42.29        | 431.3            | 20.77                |
| <i>Illum. Pública</i>    | 853         | 16.8          | 99.47         | 71.67          | 69.52        | 290.19           | 17.03                |
| <i>Lixo</i>              | 853         | 10.41         | 100           | 90.49          | 83.11        | 351.81           | 18.76                |
| <i>Luz</i>               | 853         | 34.38         | 100           | 96.57          | 91.58        | 129.13           | 11.36                |
| <i>Pavimentação</i>      | 853         | 0             | 93.23         | 40.67          | 41.57        | 513.77           | 22.67                |

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 2 - Estatísticas descritivas para as variáveis de equipamentos urbanos (ano 2010)**

|                          | <i>Obs.</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Mediana</i> | <i>Média</i> | <i>Variância</i> | <i>Desvio-Padrão</i> |
|--------------------------|-------------|---------------|---------------|----------------|--------------|------------------|----------------------|
| <i>Água</i>              | 853         | 40.61         | 100           | 91.31          | 88.38        | 97.53            | 9.88                 |
| <i>Dom. Normais</i>      | 853         | 79.74         | 100           | 100            | 99.74        | 3.03             | 1.74                 |
| <i>Esgoto</i>            | 853         | 69.6          | 100           | 99.04          | 96.6         | 26.58            | 5.16                 |
| <i>Gasto Hab. Urb.</i>   | 853         | 0             | 1091.21       | 120.2          | 145.29       | 10981.09         | 104.79               |
| <i>Ident. Logradouro</i> | 853         | 0             | 99.68         | 48.12          | 49.51        | 542.93           | 23.3                 |
| <i>Illum. Pública</i>    | 853         | 66.15         | 100           | 97.59          | 96.19        | 18.18            | 4.26                 |
| <i>Lixo</i>              | 853         | 43.98         | 100           | 98.31          | 95.56        | 47.1             | 6.86                 |
| <i>Luz</i>               | 853         | 81.23         | 100           | 99.57          | 98.74        | 4.82             | 2.19                 |
| <i>Pavimentação</i>      | 853         | 12.13         | 100           | 88.23          | 82.81        | 257.82           | 16.06                |
| <i>Arborização</i>       | 853         | 0             | 100           | 63.25          | 59.5         | 615.6            | 24.81                |
| <i>Bueiro</i>            | 853         | 0             | 98.34         | 29.83          | 33.53        | 649.32           | 25.48                |
| <i>Calçada</i>           | 853         | 0             | 99.09         | 64.77          | 61.23        | 545.29           | 23.35                |
| <i>Meio-fio</i>          | 853         | 15.66         | 100           | 85.4           | 80.45        | 274.84           | 16.58                |
| <i>Lixo Acumulado</i>    | 853         | 0             | 54.72         | 0.56           | 2.92         | 36.91            | 6.08                 |
| <i>Rampa</i>             | 853         | 0             | 58.59         | 0.78           | 2.07         | 18.82            | 4.34                 |
| <i>Esgoto céu aberto</i> | 853         | 0             | 50.47         | 0.47           | 2.23         | 25               | 5                    |

Fonte: Elaboração própria

A seguir são apresentadas as matrizes de correlação das variáveis do grupo de equipamentos urbanos para os anos 2000 e 2010.

No ano 2000 as variáveis proporção de domicílios localizados em aglomerados não subnormais e gasto per capita com habitação e urbanismo apresentam baixa correlação com as demais variáveis. Essas variáveis que apresentam baixa correlação serão removidas do

índice, mas integrarão a regressão. Dada a baixa correlação delas com as demais o problema de multicolinearidade será reduzido.

**Tabela 3 - Matriz de correlação das variáveis de equipamentos urbanos**

| <i>Ano 2000</i>               | <i>DNorm</i> | <i>Esgoto</i> | <i>GPHU</i> | <i>Id.<br/>Logr.</i> | <i>Illum.<br/>Púb.</i> | <i>Lixo</i> | <i>Luz</i> | <i>Pavim.</i> |
|-------------------------------|--------------|---------------|-------------|----------------------|------------------------|-------------|------------|---------------|
| <i>Água</i>                   | -0.07        | 0.83          | 0.26        | 0.54                 | 0.52                   | 0.67        | 0.83       | 0.67          |
| <i>Dom. Normais</i>           | 1            | -0.06         | -0.01       | -0.12                | -0.17                  | -0.03       | -0.06      | -0.10         |
| <i>Esgoto</i>                 |              | 1             | 0.23        | 0.43                 | 0.41                   | 0.60        | 0.64       | 0.58          |
| <i>Gasto Hab. Urb.</i>        |              |               | 1           | 0.18                 | 0.20                   | 0.21        | 0.22       | 0.26          |
| <i>Ident.<br/>Logradouro</i>  |              |               |             | 1                    | 0.61                   | 0.44        | 0.47       | 0.70          |
| <i>Iluminação<br/>Pública</i> |              |               |             |                      | 1                      | 0.34        | 0.54       | 0.69          |
| <i>Lixo</i>                   |              |               |             |                      |                        | 1           | 0.55       | 0.60          |
| <i>Luz</i>                    |              |               |             |                      |                        |             | 1          | 0.58          |

| <i>Ano 2010</i>               | <i>DNormais</i> | <i>Esgoto</i> | <i>GPCH<br/>U</i> | <i>Id.<br/>Logr</i> | <i>Illum.<br/>Púb.</i> | <i>Lixo</i> | <i>Luz</i> | <i>Pavim</i> |
|-------------------------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------------------|-------------|------------|--------------|
| <i>Água</i>                   | -0.12           | 0.53          | 0.06              | 0.25                | 0.34                   | 0.35        | 0.46       | 0.36         |
| <i>Dom. Normais</i>           | 1               | -0.07         | 0.06              | -0.05               | -0.04                  | -0.03       | -0.05      | -0.02        |
| <i>Esgoto</i>                 |                 | 1             | 0.08              | 0.30                | 0.30                   | 0.51        | 0.56       | 0.47         |
| <i>Gasto Hab. Urb.</i>        |                 |               | 1                 | 0.10                | -0.02                  | 0.05        | 0.06       | 0.05         |
| <i>Ident.<br/>Logradouro</i>  |                 |               |                   | 1                   | 0.22                   | 0.32        | 0.27       | 0.36         |
| <i>Iluminação<br/>Pública</i> |                 |               |                   |                     | 1                      | 0.26        | 0.19       | 0.38         |
| <i>Lixo</i>                   |                 |               |                   |                     |                        | 1           | 0.45       | 0.54         |
| <i>Luz</i>                    |                 |               |                   |                     |                        |             | 1          | 0.40         |

|                               | <i>Arbor</i> | <i>Bueiro</i> | <i>Calçada</i> | <i>MeioFio</i> | <i>LixoAcu</i> | <i>Rampa</i> | <i>EsgotoEx</i> |
|-------------------------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|--------------|-----------------|
| <i>Água</i>                   | 0.25         | 0.14          | 0.45           | 0.35           | -0.02          | 0.12         | -0.09           |
| <i>Dom. Normais</i>           | -0.05        | -0.03         | -0.05          | 0.01           | -0.07          | 0.02         | -0.07           |
| <i>Esgoto</i>                 | 0.04         | 0.33          | 0.51           | 0.44           | -0.12          | 0.09         | -0.17           |
| <i>Gasto Hab. Urb.</i>        | 0.01         | 0.09          | -0.05          | 0.07           | -0.04          | 0.10         | -0.03           |
| <i>Ident.<br/>Logradouro</i>  | 0.00         | 0.30          | 0.34           | 0.34           | -0.08          | 0.05         | -0.15           |
| <i>Iluminação<br/>Pública</i> | 0.14         | 0.19          | 0.38           | 0.37           | -0.02          | 0.08         | -0.08           |
| <i>Lixo</i>                   | 0.02         | 0.27          | 0.53           | 0.51           | -0.15          | 0.12         | -0.15           |
| <i>Luz</i>                    | 0.10         | 0.23          | 0.47           | 0.38           | -0.09          | 0.08         | -0.13           |
| <i>Pavimentação</i>           | -0.01        | 0.42          | 0.69           | 0.92           | -0.13          | 0.14         | -0.21           |
| <i>Arborização</i>            | 1            | -0.11         | 0.13           | 0.03           | 0.06           | 0.14         | 0.02            |

|                       |   |      |      |       |      |       |
|-----------------------|---|------|------|-------|------|-------|
| <i>Bueiro</i>         | 1 | 0.31 | 0.40 | -0.12 | 0.01 | -0.17 |
| <i>Calçada</i>        |   | 1    | 0.70 | -0.14 | 0.16 | -0.23 |
| <i>Meio-fio</i>       |   |      | 1    | -0.15 | 0.16 | -0.23 |
| <i>Lixo Acumulado</i> |   |      |      | 1     | 0.00 | 0.41  |
| <i>Rampa</i>          |   |      |      |       | 1    | -0.08 |

Fonte: Elaboração própria.

Em relação às variáveis de 2010, a relação entre as variáveis é muito mais complexa devido, principalmente, ao maior número de variáveis. O Quadro 2 resume as variáveis que compõe cada um dos índices criados. Essa seleção foi feita levando-se em consideração a correlação das variáveis com as demais. Aquelas que apresentavam altas correlações foram incluídas nos índices, as demais foram excluídas dos índices, mas incluídas nas regressões. Optou-se por criar dois índices para o ano de 2010, um de equipamentos urbanos básicos e outro de carência de equipamentos de saneamento, visto que as variáveis Lixo Acumulado e esgoto a céu aberto tinham correlação alta entre si, porém baixa com as demais.

## Quadro 2 - Variáveis que compõe os Índices de Equipamentos Urbanos Municipais

| <i>Nome do índice</i>                                                          | <i>Variáveis que compõe o índice</i>                                                                |                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Ano/Índice</i>                                                              | 2000                                                                                                | 2010                                                                                                                                                                             |
| <i>IndEqB</i><br>(índice de equipamentos urbanos básicos)                      | Água, esgoto, lixo, luz, pavimentação, id. logradouro, ilum. pública                                | Água, esgoto, lixo, luz, pavimentação, calçada, meio-fio                                                                                                                         |
| <i>IndEqS</i><br>(índice de carência de equipamentos urbanos de saneamento)    |                                                                                                     | Lixo acumulado, esgoto a céu aberto                                                                                                                                              |
| <i>Variáveis do grupo de equipamentos urbanos que não compõe nenhum índice</i> | Gasto per capita com habitação e urbanismo, proporção de domicílios em agrupamentos não subnormais. | Gasto per capita com habitação e urbanismo, proporção de domicílios em agrupamentos não subnormais, arborização, rampa, iluminação pública, identificação do logradouro, bueiro. |

Fonte: Elaboração própria

O índice de equipamentos básicos de 2000 e 2010 representarão a variabilidade de 7 variáveis cada. As variáveis identificação do logradouro e iluminação pública, que fazem parte do índice

de 2000, serão incluídas diretamente no modelo estrutural de 2010, pois em nesse ano já não apresentam correlações elevadas com as demais variáveis como em 2000. É importante lembrar que esse trabalho de agrupamento de variáveis de forma a criar índices é um esforço para minimizar o problema de multicolinearidade e que, portanto, as variáveis apenas serão agrupadas quando há possibilidade da ocorrência desse problema. Considerando os índices acima e as variáveis que serão inseridas de forma isolada no modelo empírico, os equipamentos urbanos serão representados por três variáveis em 2000, (IndEqB – Índice de Equipamentos Básicos, gasto per capita com habitação e urbanismo e domicílios não subnormais), sete variáveis a menos que o conjunto inicial de dados. Em 2010, serão nove variáveis de equipamentos urbanos inserida no modelo econométrico, também sete a menos que as dezesseis que compõe o conjunto original. Acredita-se que assim o problema de inflação das variâncias dos coeficientes seja mitigado facilitando a detecção de significância dos parâmetros a serem testados.

Os coeficientes de cada variável para cada componente são obtidos através dos autovetores da matriz de correlação, enquanto os autovalores apresentados na Tabela 4 equivalem à variância de cada componente.

**Tabela 4 - Análise de Componentes Principais**

| <i>Ano 2000 - IndEqB</i>                             | <i>PC1</i> | <i>PC2</i> | <i>PC3</i> | <i>PC4</i> | <i>PC5</i> | <i>PC6</i> | <i>PC7</i> |
|------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b><i>Água</i></b>                                   | 0.428      | -0.293     | 0.185      | -0.113     | 0.083      | -0.034     | -0.822     |
| <b><i>Lixo</i></b>                                   | 0.351      | -0.318     | -0.677     | 0.469      | -0.016     | 0.304      | 0.065      |
| <b><i>Esgoto</i></b>                                 | 0.379      | -0.392     | 0.122      | -0.552     | -0.453     | 0.167      | 0.388      |
| <b><i>Luz</i></b>                                    | 0.389      | -0.213     | 0.469      | 0.307      | 0.549      | -0.158     | 0.404      |
| <b><i>Ident. Logradouro</i></b>                      | 0.347      | 0.492      | -0.299     | -0.49      | 0.505      | 0.222      | 0.047      |
| <b><i>Iluminação Pública</i></b>                     | 0.340      | 0.540      | 0.365      | 0.35       | -0.387     | 0.430      | -0.039     |
| <b><i>Pavimentação</i></b>                           | 0.404      | 0.284      | -0.223     | 0.06       | -0.285     | -0.787     | 0.054      |
| <b><i>Autovalor</i></b>                              | 4.523      | 0.930      | 0.543      | 0.360      | 0.331      | 0.215      | 0.097      |
| <b><i>Proporção da variância total explicada</i></b> | 0.646      | 0.133      | 0.078      | 0.051      | 0.047      | 0.031      | 0.014      |
| <b><i>Proporção da variância total acumulada</i></b> | 0.646      | 0.779      | 0.857      | 0.908      | 0.956      | 0.986      | 1.000      |

| <i>Ano 2010 - IndEqB</i>                             | <i>PC1</i> | <i>PC2</i> | <i>PC3</i> | <i>PC4</i> | <i>PC5</i> | <i>PC6</i> | <i>PC7</i> |
|------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b><i>Água</i></b>                                   | 0.299      | 0.458      | 0.335      | -0.039     | 0.468      | -0.510     | 0.283      |
| <b><i>Esgoto</i></b>                                 | 0.346      | 0.401      | -0.024     | -0.071     | -0.117     | -0.032     | -0.835     |
| <b><i>Ident. Logradouro</i></b>                      | 0.239      | -0.044     | -0.115     | 0.957      | 0.100      | 0.030      | -0.014     |
| <b><i>Iluminação Pública</i></b>                     | 0.244      | -0.171     | 0.850      | 0.063      | -0.344     | 0.253      | 0.026      |
| <b><i>Lixo</i></b>                                   | 0.339      | 0.047      | -0.267     | -0.020     | -0.735     | -0.429     | 0.289      |
| <b><i>Luz</i></b>                                    | 0.312      | 0.473      | -0.216     | -0.095     | -0.009     | 0.699      | 0.339      |
| <b><i>Pavimentação</i></b>                           | 0.397      | -0.404     | -0.131     | -0.140     | 0.167      | 0.015      | -0.077     |
| <b><i>Meio-fio</i></b>                               | 0.390      | -0.148     | -0.036     | -0.139     | 0.161      | 0.013      | 0.125      |
| <b><i>Autovalor</i></b>                              | 4.487      | 1.027      | 0.834      | 0.791      | 0.556      | 0.478      | 0.408      |
| <b><i>Proporção da variância total explicada</i></b> | 0.499      | 0.114      | 0.093      | 0.088      | 0.062      | 0.053      | 0.045      |
| <b><i>Proporção da variância total acumulada</i></b> | 0.499      | 0.613      | 0.705      | 0.793      | 0.855      | 0.908      | 0.953      |

Fonte: Elaboração própria

Olhando para as componentes do ano 2000, a primeira componente principal explica uma proporção satisfatória da variação total do conjunto das variáveis. Ela sozinha é capaz de representar a variância de 4 variáveis do grupo e é a única a satisfazer o critério de seleção de Kaiser, ou seja, seu autovalor é superior a 1, o que indica que a variância dessa componente é superior a de uma variável padronizada. Todos os coeficientes calculados para primeira componente são positivos para todas as variáveis, o que significa que, quanto maior o escore dos municípios, maior será a presença desses equipamentos urbanos.

A primeira componente principal para o ano de 2010 também é capaz de explicar a variação de mais que 4 variáveis padronizadas e todos os coeficientes são positivos. Em contrapartida, ela não explica uma parcela satisfatória da variância total do conjunto e não é a única a cumprir com o critério de Kaiser. Mesmo assim, só ela será incorporada no modelo uma vez que o que se busca aqui é minimizar o problema de multicolinearidade e criar um índice representativo de equipamentos urbanos. As demais componentes principais são extremamente difíceis de serem interpretadas, já que os coeficientes para as variáveis se

alternam entre positivo e negativo, ou seja, é difícil saber se um índice elevado representa uma maior oferta de equipamentos urbanos ou não.

O escore da primeira componente principal foi calculado para cada observação em cada um dos anos. Após isso uma transformação estritamente monotônica foi aplicada aos escores calculados de forma que o menor escore de cada ano passou a ser 0 e o maior 1.

As Tabela 5 apresenta algumas estatísticas descritivas do Índice de Equipamentos Urbanos criado para os anos de 2000 e 2010 e a Tabela 6 apresenta os dados para alguns municípios selecionados.

**Tabela 5 - Estatísticas descritivas do Índice de Equipamentos Urbanos Básicos**

| <i>Índice de equipamentos urbanos básicos</i> | <i>Obs.</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Mediana</i> | <i>Média</i> | <i>Variância</i> | <i>Desvio-Padrão</i> |
|-----------------------------------------------|-------------|---------------|---------------|----------------|--------------|------------------|----------------------|
| <i>2000</i>                                   | 853         | 0             | 1             | 0.68           | 0.64         | 0.04             | 0.21                 |
| <i>2010</i>                                   | 853         | 0             | 1             | 0.82           | 0.77         | 0.03             | 0.19                 |

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 6 - Estatísticas de Equipamentos Urbanos para municípios selecionados**

| <i>Índice de 2000</i>     | <i>Santa Cruz de Minas</i> | <i>Fruta de Leite</i> | <i>Belo Horizonte</i> |
|---------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| <i>Ranking</i>            | 1                          | 853                   | 6                     |
| <i>Água</i>               | 96.72                      | 13.04                 | 97.88                 |
| <i>Esgoto</i>             | 99.85                      | 63.62                 | 99.41                 |
| <i>Ident. Logradouro</i>  | 97.05                      | 0.17                  | 86.36                 |
| <i>Iluminação Pública</i> | 99.47                      | 37.68                 | 97.35                 |
| <i>Lixo</i>               | 98.63                      | 71.57                 | 98.38                 |
| <i>Luz</i>                | 100                        | 46.44                 | 99.83                 |
| <i>Pavimentação</i>       | 91.91                      | 0                     | 89.34                 |

| <i>Índice de 2010</i> | <i>Ipiacú</i> | <i>Juvenília</i> | <i>Belo Horizonte</i> |
|-----------------------|---------------|------------------|-----------------------|
| <i>Ranking</i>        | 1             | 853              | 15                    |
| <i>Água</i>           | 99.57         | 82.4             | 99.7                  |

|                     |       |       |       |
|---------------------|-------|-------|-------|
| <i>Esgoto</i>       | 99.92 | 81.62 | 99.85 |
| <i>Lixo</i>         | 100   | 63.18 | 99.46 |
| <i>Luz</i>          | 100   | 92.14 | 99.97 |
| <i>Pavimentação</i> | 92.21 | 16.61 | 97.89 |
| <i>Calçada</i>      | 94.73 | 3.36  | 93.71 |
| <i>Meio-fio</i>     | 99.45 | 15.66 | 95.1  |

Fonte: Elaboração própria

Os índices construídos parecem cumprir com os objetivos. É possível ver na Tabela 6 que o município classificado em primeiro no ranking apresenta uma oferta de equipamentos urbanos bastante superior ao último colocado.

Por fim foi criado um índice que leva em conta as duas variáveis de saneamento de 2010, lixo acumulado e esgoto a céu aberto nos entornos dos domicílios. Como é possível ver na Tabela 2, as variâncias dessas duas variáveis não são muito diferentes, afinal a unidade de medida de ambas é a mesma, portanto será utilizada a componente principal gerada a partir da matriz de covariância de forma a manter a estrutura das variáveis original.

**Tabela 7 - Análise de componentes principais para variáveis de lixo acumulado e esgoto a céu aberto**

| <i>Ano 2010</i>                                      | <i>PC1</i> | <i>PC2</i> |
|------------------------------------------------------|------------|------------|
| <b><i>Lixo Acumulado</i></b>                         | 0.845      | -0.534     |
| <b><i>Esgoto a céu aberto</i></b>                    | 0.534      | 0.845      |
| <b><i>Autovalor</i></b>                              | 44.830     | 17.083     |
| <b><i>Proporção da variância total explicada</i></b> | 0.724      | 0.276      |
| <b><i>Proporção da variância total acumulada</i></b> | 0.724      | 1          |

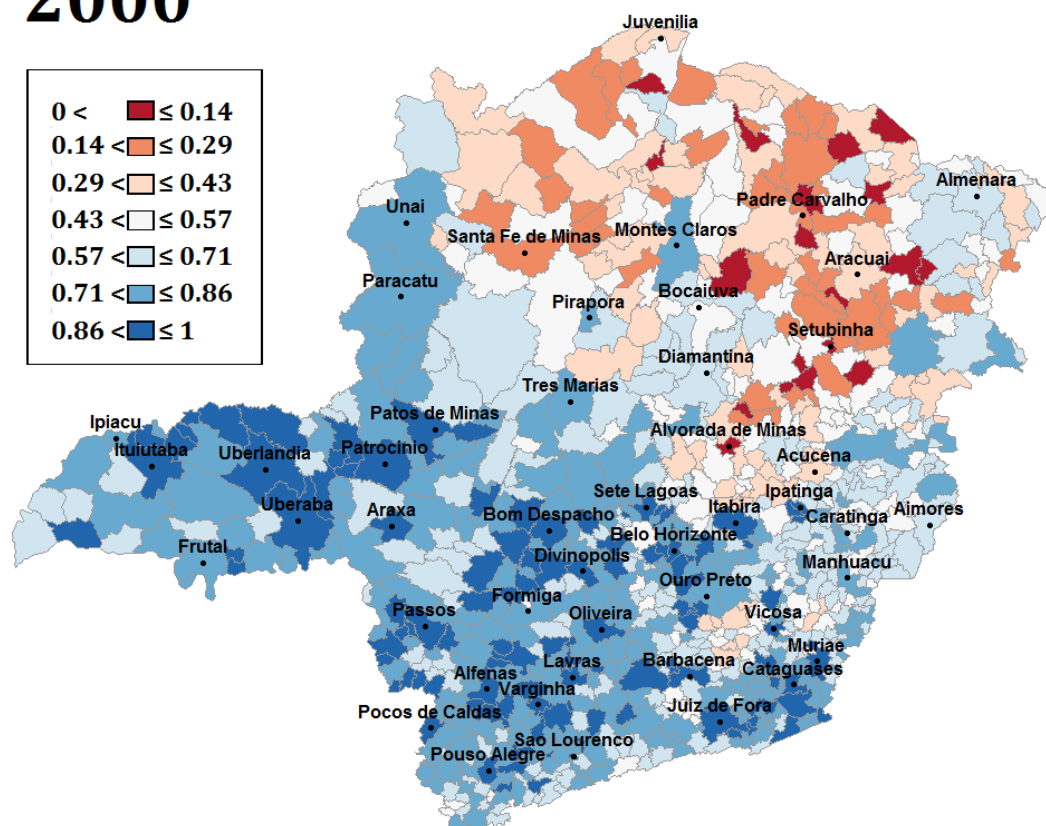
Fonte: Elaboração própria

Como esperado a primeira componente é a que mais explica a variância dessas duas variáveis, portanto, será utilizada na construção do índice. Ela também apresenta coeficientes positivos para ambas variáveis, porém devido ao aspecto negativo das variáveis, quanto maior o escore do município nessa componente, pior serão as características do entorno, com mais lixo acumulado e mais esgoto a céu aberto.

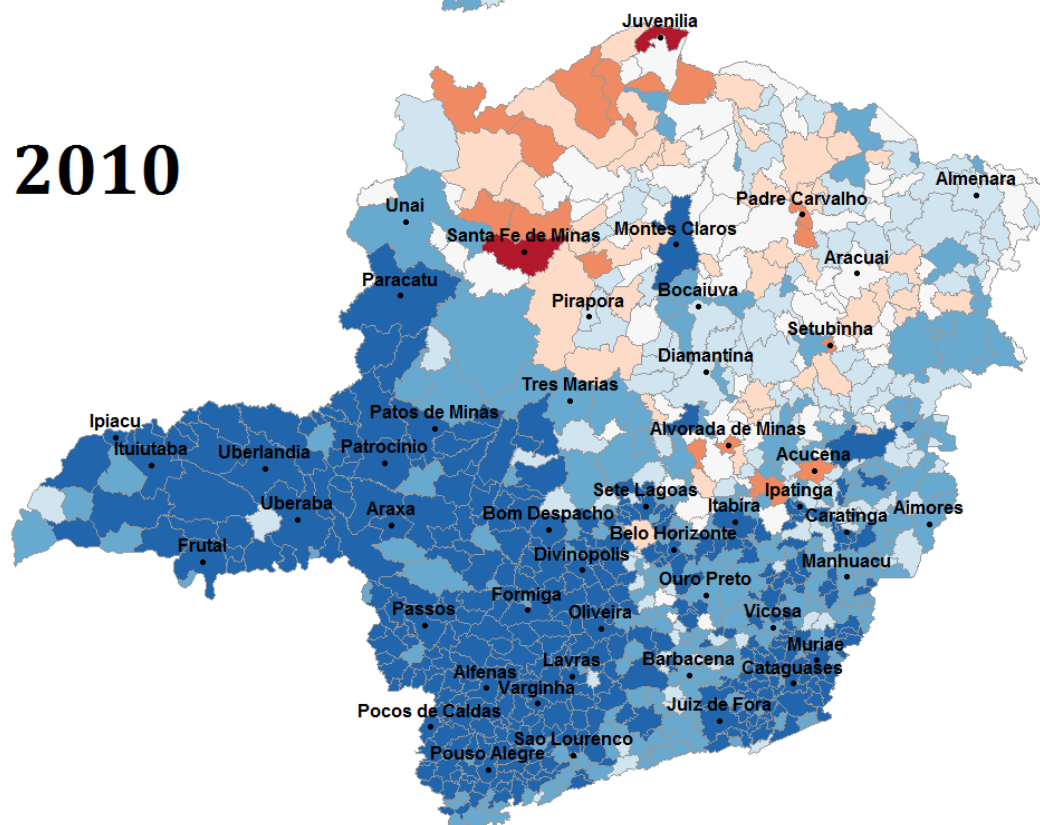
O Mapa 1 apresenta a evolução do Índice de equipamentos urbanos básicos de 2000 a 2010.

Mapa 1 – Índice de equipamentos urbanos básicos municipal

2000



2010

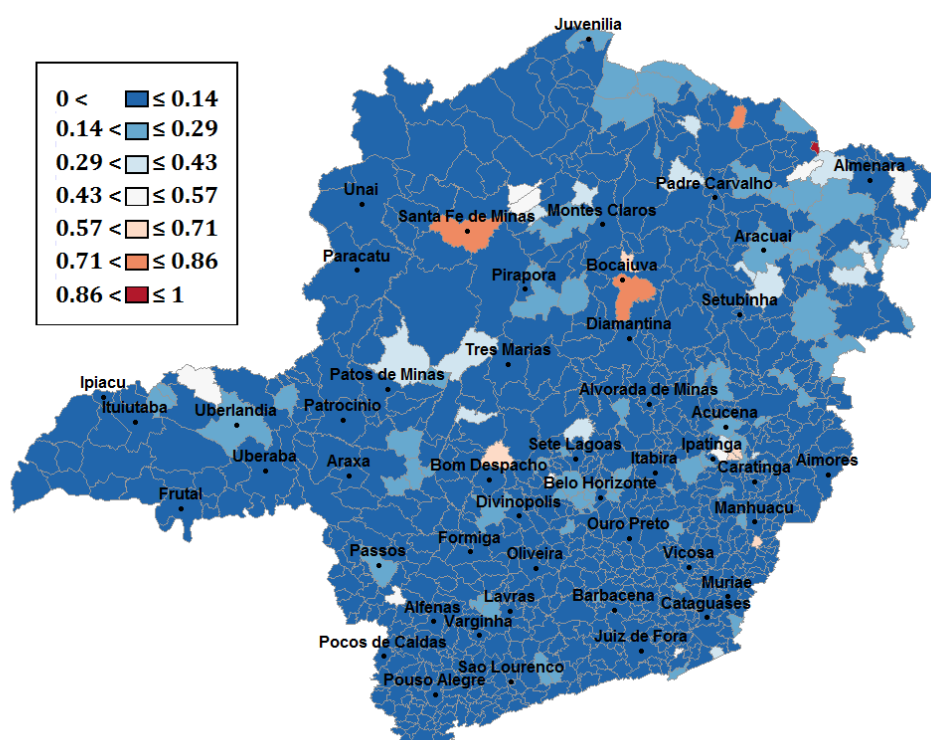


Fonte: Elaboração própria

É possível ver no Mapa 1 que há uma clara divisão regional na oferta de equipamentos urbanos básicos. No sul do estado a oferta é maior enquanto no norte menor.

O Mapa 2 apresenta o índice de ausência de equipamentos de saneamento municipal construído, é possível ver que não há muita variância entre os municípios para esse índice.

**Mapa 2 - Índice de ausência de equipamentos de saneamento municipal (2010)**



Fonte: Elaboração Própria

#### 4.4 Especificação Empírica

#### 4.5 Econometria Espacial

Segundo Anselin e Getis (1992), a análise espacial é um estudo quantitativo de fenômenos localizados no espaço. Esse tipo de análise é especialmente importante no caso em que fatores observados em uma região podem afetar outra região observada. No caso da criminalidade, essa hipótese é perfeitamente prevista nos modelos com interação social apresentados na seção 3.3. Considerando que os indivíduos são livres para se deslocar entre

os municípios mineiros e que as escolhas de cada indivíduo dependem das escolhas do demais, é de se esperar que exista correlação na taxa de criminalidade entre os municípios.

Sendo assim, é importante recorrer a métodos econométricos que corrijam esse problema de dependência das observações na amostra. É exatamente o que os modelos econométricos espaciais tentam fazer para satisfazer os requerimentos de independência e homogeneidade requeridos na estatística clássica. (ANSELIN e GETIS, 1992)

É importante salientar que a espacialidade é essencialmente um problema de especificação do modelo. A correlação geográfica é devida a fatores que atuam mais fortemente em regiões próximas. Essa correlação desapareceria caso esses fatores fossem incluídos no modelo. Caso os fatores não estejam disponíveis, é possível aproximar esse efeito através de variáveis espacialmente defasadas.

#### 4.5.1 As especificações empíricas estimadas

Duas especificações empíricas serão estimadas. Na primeira, a variável dependente será a diferença dos logaritmos dos níveis de criminalidade, que equivale a aproximadamente à taxa de variação da criminalidade no período. Na segunda especificação, a variável dependente será o próprio nível da criminalidade municipal.

##### *Especificação 1*

$$\begin{aligned} \Delta Crime_{i,t2-t1} = & \beta_0 + \beta_1 \log(Crime)_{i,t1} + \beta_2 PIBpc_{i,t1} + \beta_3 TxDesemp_{i,t3} \\ & + \beta_4 Gini_{i,t3} + \beta_5 MedEduc_{i,t3} + \beta_6 Armas_{i,t1} \\ & + \beta_7 TSenten_{i,t1} + \beta_8 TxPm_{i,t1} + \beta_9 GpcSegPubl_{i,t1} \\ & + \beta_{10} Jovens_{i,t1} + \beta_{11} G.urban_{i,t1} + \beta_{12} Ind.Eq.Bas_{i,t3} \\ & + \beta_{13} Dom.Norm_{i,t3} + \beta_{14} GpcHabUrb_{i,t3} \\ & + \beta_{15} Ind.Eq.San_{i,t3} + \beta_{16} Outs.Eq_{i,t3} + u_{i,t1,t2} \end{aligned} \quad (5)$$

onde  $\Delta Crime_{i,t2-t1} = \log(Crime_{i,t2}) - \log(Crime_{i,t1})$ ,  $t1$  é o ano inicial,  $t2$  é o ano final e  $t3$  é o ano censitário mais próximo do período considerado (algumas variáveis só estão disponíveis para os anos censitários). Três períodos serão considerados nessa especificação,

de 2001 a 2007, de 2008 a 2011 e de 2001 a 2011. As variáveis de equipamentos urbanos só serão incluídas quando disponíveis para o ano censitário considerado.

### *Especificação 2*

$$\begin{aligned}
 Crime_{i,t} = & \beta_0 + \beta_1 Crime_{i,t-1} + \beta_2 PIBpc_{i,t} + \beta_3 TxDesemp_{i,2010} \\
 & + \beta_4 Gini_{i,2010} + \beta_5 MedEduc_{i,2010} + \beta_6 Armas_{i,t} \\
 & + \beta_7 TSenten_{i,t} + \beta_8 TxPm_{i,t} + \beta_9 GpcSegPubl_{i,t} \\
 & + \beta_{10} Jovens_{i,t} + \beta_{11} G.urban_{i,t} + \beta_{12} Ind.Eq.Bas_{i,2010} \\
 & + \beta_{13} Dom.Norm_{i,2010} + \beta_{14} GpcHabUrb_{i,2010} \\
 & + \beta_{15} Ind.Eq.San_{i,2010} + \beta_{16} Outs.Eq_{i,2010} + u_{i,t}
 \end{aligned} \tag{6}$$

Serão considerados dois anos ( $t$ ) sob essa especificação, 2011 e 2010.

As especificações 1 e 2 foram utilizadas para estimar os modelos de cada uma das três variáveis *proxies* (crimes contra o patrimônio, contra pessoa e taxa de homicídio) selecionadas para representar o crime.

#### 4.5.2 Endogeneidade das variáveis de *deterrence* e renda municipal

O modelo de equilíbrio de Becker (1968) indica que as variáveis de *deterrence*<sup>8</sup> tendem a estar correlacionadas com os erros da regressão em modelos de criminalidade. Isso ocorre devido às tentativas do poder público de conter avanços do crime. Quando a taxa de criminalidade cresce, os órgãos responsáveis são estimulados a se empenhar mais no combate, aumentando as apreensões de armas, agilizando sentenças, aumentando o efetivo policial e ampliando os gastos com segurança pública, de forma a minimizar as perdas sociais. Por sua vez, essas medidas tendem a reduzir a criminalidade. Como esses efeitos são simultâneos, decorre o problema de endogeneidade.

As variáveis de renda apresentam um problema similar, mas devido ao problema de subregistro da criminalidade citado na seção 4.1.1.

---

<sup>8</sup> Prevenção e combate ao crime

O problema da endogeneidade e de erros de medida na variável dependente pode ser resumido como:

$$\begin{aligned}
 E(u|TxPM) &\neq 0 \\
 E(u|Armas) &\neq 0 \\
 E(u|TSeten) &\neq 0 \\
 E(u|GpcSegPubl) &\neq 0 \\
 E(u|PIBpc) &\neq 0
 \end{aligned} \tag{7}$$

Situação que viola os pressupostos clássicos de regressão via MQO. Esse problema de endogeneidade será, então, contornado através da utilização dos seguintes instrumentos.

Essas variáveis serão instrumentalizadas a partir de seus valores defasados no tempo. A hipótese implicitamente adotada aqui é de que essas defasagens são exógenas.

#### 4.5.3 Método de estimação

O método de estimação apresentado abaixo segue o artigo de Kelejian e Prucha (2010), que desenvolveu uma metodologia para estimar os parâmetros de um modelo espacial. Esse modelo contém *lags* espaciais da variável dependente, variáveis exógenas e uma variável estocástica com variância que pode ser heterocedástica.

Seja uma *cross-section* de  $n$  unidades espaciais observadas, de modo que as interações entre elas possam ser descritas pelo seguinte modelo:

$$\begin{aligned}
 Y_n &= X_n \beta_n + \lambda_n W_n Y_n + u_n \text{ ou} \\
 Y_n &= Z_n \delta_n + u_n
 \end{aligned} \tag{8}$$

e

$$\mathbf{u}_n = \rho_n \mathbf{W}_n \mathbf{u}_n + \boldsymbol{\varepsilon}_n \quad (9)$$

onde  $\mathbf{Z}_n = [\mathbf{X}_n, \mathbf{W}_n \mathbf{Y}]$  e  $\boldsymbol{\delta}_n = [\boldsymbol{\beta}'_n, \lambda_n]'$ . O vetor  $\mathbf{Y}_n$  é composto pelas observações da variável dependente é de tamanho  $n \times 1$ .  $\mathbf{X}_n$  é a matriz  $n \times k$  dos regressores não estocásticos<sup>9</sup>,  $\mathbf{W}_n$  é uma matriz  $n \times n$  de pesos espaciais<sup>10</sup>,  $\boldsymbol{\beta}_n$  é o vetor  $k \times 1$  de coeficientes clássicos da regressão linear e  $\lambda_n$  e  $\rho_n$  são os parâmetros espaciais do modelo. Por fim  $\boldsymbol{\varepsilon}_n$  é independente, identicamente distribuído<sup>11</sup> e  $E(\boldsymbol{\varepsilon}_{i,n}) = 0, E(\boldsymbol{\varepsilon}_{i,n}^2) = \sigma_{i,n}^2$  para  $1 \leq i \leq n, n \geq 1$ .

Dado que:

$$E[(\mathbf{W}_n \mathbf{Y}_n) \mathbf{u}'_n] \neq 0 \quad (10)$$

como demonstrado por Kelejian Prucha (1998, p. 103), é necessária uma matriz de instrumentos para instrumentalizar  $\mathbf{Z}_n$  de modo a obter consistência nas estimativas dos parâmetros.

A matriz de instrumentos  $\mathbf{H}_n$  de tamanho  $n \times p$ , com  $p \geq k + 1$  é definida da seguinte maneira:

$$\mathbf{H}_n = (\mathbf{X}_n, \mathbf{W}_n \mathbf{X}_n, \mathbf{W}_n^2 \mathbf{X}_n) \quad (11)$$

onde  $\mathbf{W}_n \mathbf{X}_n$  e  $\mathbf{W}_n^2 \mathbf{X}_n$  são os *lags* espaciais de primeira e segunda ordem, respectivamente, das variáveis exógenas.

---

<sup>9</sup> Como observado por Kelejian e Prucha (2010, p. 61), a matriz  $\mathbf{X}_n$ , pode ser substituída por  $\bar{\mathbf{X}}_n = [\mathbf{X}_n, \mathbf{E}_n]$ , onde  $\mathbf{X}_n$  são regressores não-estocásticos exógenos e  $\mathbf{E}_n$  são os regressores endógenos que também serão instrumentalizados pela matriz  $\mathbf{H}_n$ .

<sup>10</sup> No artigo original a matriz de lag espaciais é denotada como  $\mathbf{W}$  para o lag da variável dependente e  $\mathbf{M}$  para o processo autoregressivo dos erros. No entanto, se as duas matrizes forem iguais (como será feito no presente trabalho), o processo de estimação não se altera. (KELEJIAN e PRUCHA, 1998, p. 101)

<sup>11</sup> Os autores não assumem qualquer hipótese sobre a distribuição dos erros e se apoiam na teoria assintótica para inferência.

De modo a estimar o modelo proposto em (8), Kelejian e Prucha (2010, p. 61) propõem um procedimento em três fases.

Na primeira fase, o modelo é estimado pelo método de mínimos quadrados em dois estágios (2SLS) usando os instrumentos  $\mathbf{H}_n$ . O estimador do vetor de parâmetros nesse primeiro estágio é definido como:

$$\widehat{\delta}_n = (\widehat{\mathbf{Z}}_n' \mathbf{Z}_n)^{-1} \widehat{\mathbf{Z}}_n' \mathbf{Y}_n \quad (12)$$

onde  $\widehat{\mathbf{Z}}_n = \mathbf{P}_{\mathbf{H}_n} \mathbf{Z}_n = (\mathbf{X}_n, \widehat{\mathbf{W}}_n' \mathbf{Y}_n)$  e

$$\widehat{\mathbf{W}}_n' \mathbf{Y}_n = \mathbf{P}_{\mathbf{H}_n} \mathbf{W}_n' \mathbf{Y}_n \text{ e } \mathbf{P}_{\mathbf{H}_n} = \mathbf{H}_n (\mathbf{H}_n' \mathbf{H}_n)^{-1} \mathbf{H}_n'.$$

Na segunda fase o parâmetro autoregressivo,  $\rho_n$ , é estimado através do método de momentos generalizados baseando-se nos resíduos obtidos no primeiro estágio. Os resíduos do primeiro estágio são obtidos através da fórmula:

$$\widetilde{\mathbf{u}}_n = \mathbf{Y}_n - \mathbf{Z}_n \widehat{\delta}_n \quad (13)$$

e o estimador do parâmetro espacial autoregressivo ( $\rho_n$ ) é obtido com a seguinte condição de momento:

$$n^{-1} E \begin{bmatrix} \varepsilon_n' \mathbf{A}_n \varepsilon_n \\ \varepsilon_n' \mathbf{W}_n \varepsilon_n \end{bmatrix} = 0 \quad (14)$$

onde  $\mathbf{A}_n = \mathbf{W}_n' \mathbf{W}_n - \text{diag}_{i=1}^n (\mathbf{w}_{i,n}' \mathbf{w}_{i,n})$ , e é definido como:

$$\tilde{\rho}_n = \tilde{\rho}(\tilde{\mathbf{Y}}_n)$$

$$\tilde{\rho}_n = \underset{\rho \in [-a\rho, a\rho]}{\operatorname{argmin}} \left\{ \left[ \tilde{\gamma}_n - \tilde{\Gamma} \begin{bmatrix} \rho \\ \rho^2 \end{bmatrix} \right]' \tilde{\mathbf{Y}}_n \left[ \tilde{\gamma}_n - \tilde{\Gamma}_n \begin{bmatrix} \rho \\ \rho^2 \end{bmatrix} \right] \right\} \quad (15)$$

onde  $\tilde{\gamma}_n$  e  $\tilde{\Gamma}$  são, respectivamente, as representações amostrais de:

$$\gamma_n = \begin{bmatrix} n^{-1}E\mathbf{u}'_n\mathbf{A}_{1,n}\mathbf{u}_n \\ n^{-1}E\mathbf{u}'_n\mathbf{W}_n\mathbf{u}_n \end{bmatrix} \quad (16)$$

e

$$\Gamma_n = \begin{bmatrix} 2n^{-1}E(\mathbf{u}'_n\mathbf{W}_n\mathbf{A}_n\mathbf{u}_n) & -n^{-1}E(\mathbf{u}'_n\mathbf{W}'_n\mathbf{A}_n\mathbf{W}_n\mathbf{u}_n) \\ n^{-1}E(\mathbf{u}'_n\mathbf{W}_n'(\mathbf{W}_n + \mathbf{W}'_n)\mathbf{u}_n) & -n^{-1}E(\mathbf{u}'_n\mathbf{W}'_n\mathbf{W}_n\mathbf{W}_n\mathbf{u}_n) \end{bmatrix} \quad (17)$$

e  $\widetilde{\Upsilon}_n$  é uma matriz 2 x 2 simétrica e positiva semidefinida de ponderação dos momentos.

Na terceira e última fase, o modelo proposto em (8) é estimado novamente através de mínimos quadrados em dois estágios após uma transformação de Cochrane-Orcutt que leva em conta a correlação espacial, como a seguir:

$$\mathbf{Y}_{n*}(\rho_n) = \mathbf{Z}_{n*}(\rho_n)\boldsymbol{\delta}_n + \boldsymbol{\varepsilon}_n \quad (18)$$

onde  $\mathbf{Y}_{n*}(\rho_n) = \mathbf{Y}_n - \rho_n\mathbf{W}_n\mathbf{Y}_n$  e  $\mathbf{Z}_{n*}(\rho_n) = \mathbf{Z}_n - \rho_n\mathbf{W}_n\mathbf{Z}_n$ . O estimador  $\widehat{\delta}_n$  para  $\delta_n$  nesse terceiro estágio passa a ser:

$$\widehat{\delta}_n = \left( \widehat{\mathbf{Z}}'_{n*}(\tilde{\rho}_n)\mathbf{Z}_{n*}(\tilde{\rho}_n) \right)^{-1} \widehat{\mathbf{Z}}'_{n*}\mathbf{Y}_{n*}(\tilde{\rho}_n) \quad (19)$$

onde  $\widehat{\mathbf{Z}}_{n*}(\tilde{\rho}_n) = \mathbf{P}_{H_n}\mathbf{Z}_{n*}(\tilde{\rho}_n)$ .

Finalmente, os resíduos da regressão obtida pela estimativa (19) são obtidos através de  $\widetilde{\mathbf{u}}_n^* = \mathbf{Y}_n - \mathbf{Z}_n\widehat{\delta}_n$ .

A matriz de variância e covariância dos coeficientes é obtida através de:

$$\tilde{\Omega} = n^{-1} \begin{bmatrix} \tilde{P}'_n & 0 \\ 0 & (\tilde{J}'_n\tilde{Y}_n^{-1}\tilde{J}_n)^{-1}\tilde{J}'_n\tilde{Y}_n^{-1} \end{bmatrix} \tilde{\Psi} \begin{bmatrix} \tilde{P} & 0 \\ 0 & \tilde{Y}_n^{-1}\tilde{J}_n(\tilde{J}'_n\tilde{Y}_n^{-1}\tilde{J}_n)^{-1} \end{bmatrix} \quad (20)$$

onde  $P_n, J_n$  e  $\Psi$  são expressões baseadas nos instrumentos e nas variáveis transformadas, necessárias para a estimação da matriz de variância e covariância assintótica das condições

de momento. O til acima das variáveis denota que todos os estimadores são baseados nos resíduos da equação (19)<sup>12</sup>.

Através do procedimento descrito acima é possível estimar modelos lag espacial, que incluem apenas o parâmetro  $\lambda_n$ . Modelos de erro espacial, que incluem apenas o parâmetro autorregressivo nos erros  $\rho_n$ , ou modelos SARAR(1,1), que incluem ambos parâmetros espaciais, ou seja, é uma combinação do modelo lag espacial com o erro espacial. O software utilizado para estimação foi o R através do pacote sphet.

---

<sup>12</sup> Para mais detalhes ver (PIRAS, 2010)

## 5 **RESULTADOS**

### 5.1 **Especificação 1**

Nessa especificação, as variáveis dependentes são as taxas de variação da criminalidade municipal<sup>13</sup>. Como alguns municípios não registraram ocorrências de crimes em alguns anos, devido à ausência de crimes ou de sub registro, será necessário fazer a seguinte transformação nos níveis de criminalidade reportados de forma a evitar impropriedades matemáticas.

$$\log(Crime_{i,t}) = \begin{cases} \log(Crime_{i,t}), & \text{se } Crime_{i,t} \neq 0 \\ 0, & \text{se } Crime_{i,t} = 0 \end{cases}$$

#### 5.1.1 Período de 2001 a 2007

Esse período coincide com o estimado por Silva (2012), porém algumas variáveis serão acrescentadas ao modelo.

Entre os anos de 2001 e 2007, os municípios que registraram os maiores crescimentos na taxa de crimes contra o patrimônio foram São José da Lapa, Confins, Guimarães e Argirita, enquanto as maiores quedas ocorreram em Fama, Maripá de Minas, São Sebastião do Rio Verde e Presidente Juscelino.

Em relação aos crimes contra pessoa, os municípios de Braúnas, Água Comprida, Verissimo e Santa Bárbara do Monte Verde foram os que registraram as maiores quedas nesse índice entre 2001 e 2007, enquanto as maiores altas ocorreram em Naque, Miravânia, Uruana de Minas e Fruta de Leite.

---

<sup>13</sup> É feita uma aproximação dado que  $\log(a) - \log(b) \approx (a - b)/b$ . Ou seja, a diferença dos logaritmos é aproximadamente a taxa de variação.

Por fim, a taxa de homicídio apresentou os maiores aumentos em Paineiras, Cachoeira do Pajeu, Queluzito e Funilândia. Já as maiores quedas do período ocorreram em Santana do Riacho, Tapiraí, Braúnas e Jampruca.

Como é possível ver na Tabela 8, as taxas municipais de crimes contra o patrimônio foram 64% maiores em 2007 em relação a 2001. Os crimes contra pessoa registraram aumento de 26% e os homicídios 24%<sup>14</sup>.

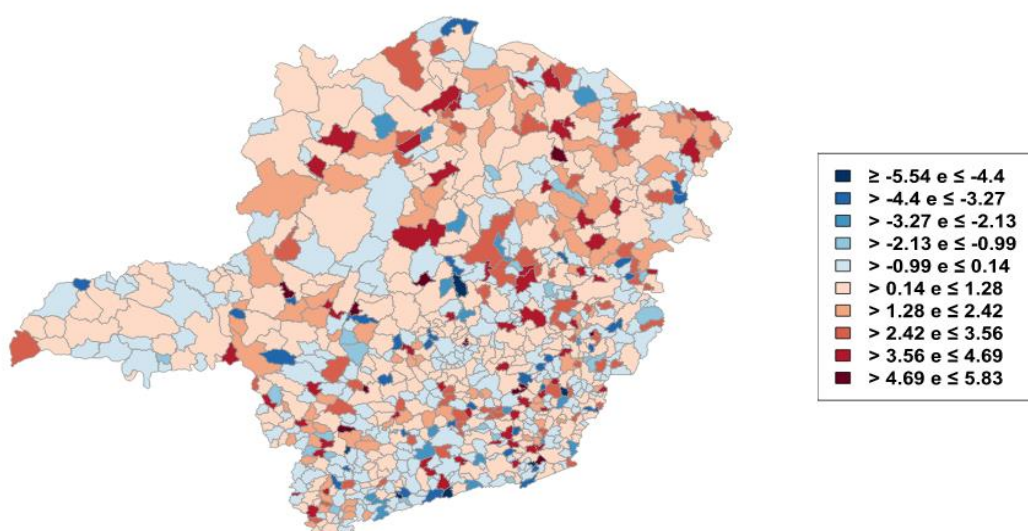
**Tabela 8 - Estatísticas descritivas das taxas de variação da criminalidade entre 2001 e 2007**

| <i>Variação 1=100%</i>   | <i>Obs.</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Mediana</i> | <i>Média</i> | <i>Variância</i> | <i>Desvio-Padrão</i> |
|--------------------------|-------------|---------------|---------------|----------------|--------------|------------------|----------------------|
| <i>Crimes Patrimônio</i> | 853         | -5.54         | 5.83          | 0.44           | 0.64         | 3.31             | 1.82                 |
| <i>Crimes Pessoa</i>     | 853         | -5.00         | 5.10          | 0.09           | 0.26         | 3.04             | 1.74                 |
| <i>Homicídios</i>        | 853         | -4.43         | 4.16          | 0.00           | 0.24         | 3.06             | 1.75                 |

Fonte: Elaboração própria

**Mapa 3 - Variação das taxas de crimes contra o patrimônio entre 2001 e 2007**

Variação 1=100%

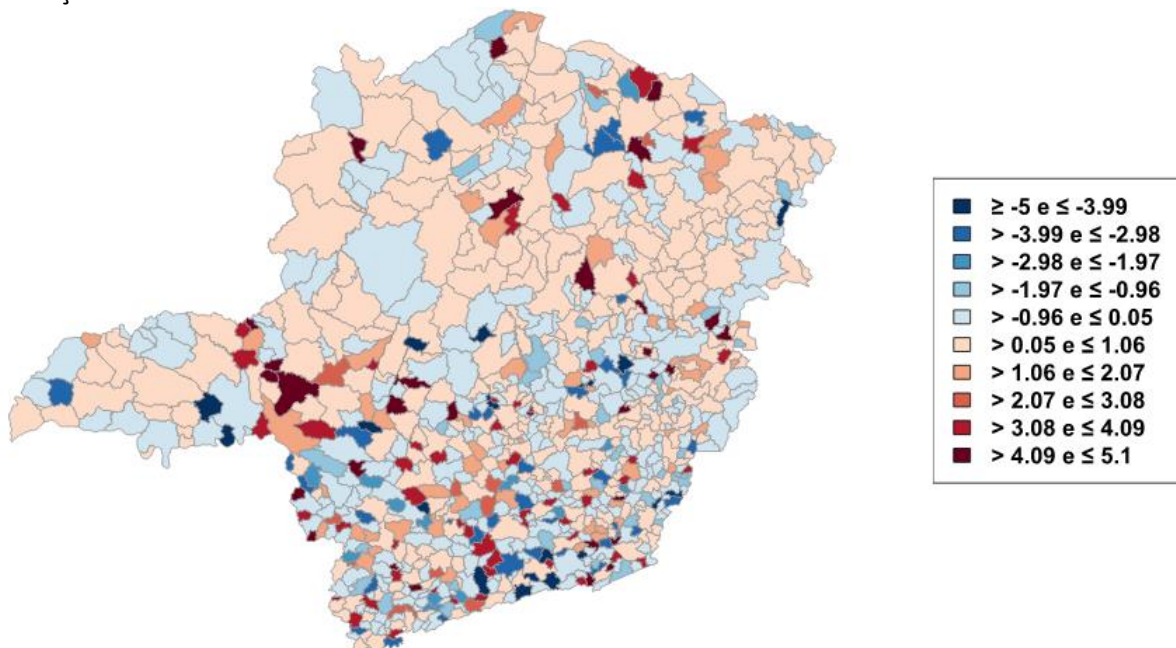


Fonte: Elaboração própria

<sup>14</sup> Essa média não é ponderada pelas populações dos municípios, é apenas a média das variações observadas.

#### Mapa 4 - Variação das taxas de crimes contra a pessoa entre 2001 e 2007

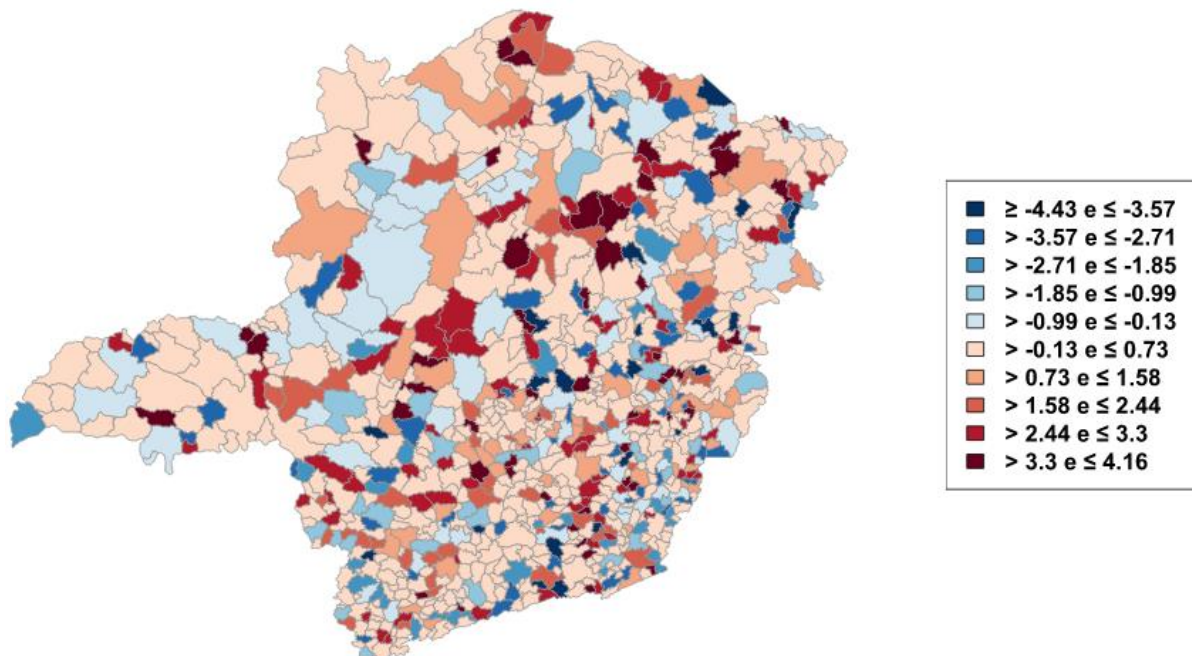
Variação 1=100%



Fonte: Elaboração própria

#### Mapa 5 - Variação das taxas de homicídio entre 2001 e 2007

Variação 1=100%



Fonte: Elaboração própria

Devido ao problema de endogeneidade e erros de medidas nas variáveis apresentados na seção metodológica e explicitadas nas equações (7), o processo de estimação será iniciado pela apresentação dos primeiros estágios das variáveis endógenas.

**Tabela 9 - Primeiros estágios das variáveis endógenas**

Especificação 1 – Período de 2001 a 2007

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>PIBpc01</i>         | <i>Armas07</i>           | <i>TSeten07</i>        | <i>TxPM01</i>           | <i>GPCSP01</i>         |  |
|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|--|
| <i>(Intercept)</i>                  | 5.9649<br>(3.6738)     | 421.5124<br>(377.8232)   | -181.913<br>(192.1306) | 13.9841 ***<br>(4.0812) | -1.3011<br>(2.7969)    |  |
| <i>GUrban01</i>                     | 0.001<br>(0.0042)      | 0.6573<br>(0.4309)       | -0.343<br>(0.2191)     | -0.0275 ***<br>(0.0047) | -0.0073 *<br>(0.0032)  |  |
| <i>Jovens01</i>                     | 0.0363<br>(0.031)      | -9.6316 **<br>(3.1872)   | 2.0908<br>(1.6208)     | -0.3639 ***<br>(0.0344) | -0.0196<br>(0.0236)    |  |
| <i>GINI00</i>                       | -0.0116<br>(0.0077)    | 0.8356<br>(0.7869)       | -0.1419<br>(0.4001)    | 0.012<br>(0.0085)       | -0.003<br>(0.0058)     |  |
| <i>TDes00</i>                       | 0.0013<br>(0.0088)     | 0.8792<br>(0.9037)       | 1.3068 **<br>(0.4595)  | -0.001<br>(0.0098)      | 0.0132 *<br>(0.0067)   |  |
| <i>MEduc00</i>                      | 0.3011 ***<br>(0.0842) | -30.9321 ***<br>(8.6588) | 1.5453<br>(4.4032)     | 0.0591<br>(0.0935)      | -0.0842<br>(0.0641)    |  |
| <i>INDEQB00</i>                     | 0.1684<br>(0.4553)     | -62.9713<br>(46.8224)    | 29.0055<br>(23.8101)   | 1.2222 *<br>(0.5058)    | 1.0089 **<br>(0.3466)  |  |
| <i>GPCHU00</i>                      | 0.0008<br>(0.0007)     | -0.0218<br>(0.0677)      | -0.0188<br>(0.0344)    | 0.0012 .<br>(0.0007)    | 0.0009 .<br>(0.0005)   |  |
| <i>DNormais00</i>                   | -0.061 .<br>(0.0345)   | -0.8525<br>(3.5511)      | 2.2088<br>(1.8058)     | -0.0372<br>(0.0384)     | 0.0197<br>(0.0263)     |  |
| <i>PIBpc00</i>                      | 0.7836 ***<br>(0.0072) | 1.5135 *<br>(0.7393)     | -0.2835<br>(0.3759)    | -0.0575 ***<br>(0.008)  | 0.0171 **<br>(0.0055)  |  |
| <i>Armas06</i>                      | -0.0005<br>(0.0003)    | 0.5193 ***<br>(0.0301)   | -0.0218<br>(0.0153)    | 0.0011 ***<br>(0.0003)  | 0<br>(0.0002)          |  |
| <i>TSeten06</i>                     | 0<br>(0.0001)          | -0.0045<br>(0.0132)      | 0.0068<br>(0.0067)     | 0.0001<br>(0.0001)      | 0.0001<br>(0.0001)     |  |
| <i>TxPM00</i>                       | 0.0003<br>(0.0006)     | 0.1112 .<br>(0.0567)     | -0.0164<br>(0.0289)    | 0.9928 ***<br>(0.0006)  | 0.0007<br>(0.0004)     |  |
| <i>GPCSP00</i>                      | -0.0415<br>(0.0331)    | 0.4124<br>(3.4086)       | 0.0074<br>(1.7334)     | -0.1239 ***<br>(0.0368) | 0.6073 ***<br>(0.0252) |  |
| <i>LPatri00</i>                     | 0.0736 *<br>(0.0303)   | 1.7141<br>(3.111)        | -0.8052<br>(1.582)     | -0.1095 **<br>(0.0336)  | -0.0034<br>(0.023)     |  |
| <i>LPess00</i>                      | -0.0099<br>(0.0379)    | 6.129<br>(3.9004)        | 0.4613<br>(1.9834)     | 0.021<br>(0.0421)       | 0.0119<br>(0.0289)     |  |
| <i>LTHom00</i>                      | 0.0324<br>(0.0398)     | 0.6383<br>(4.0944)       | -2.476<br>(2.0821)     | 0.0842 .<br>(0.0442)    | 0.0067<br>(0.0303)     |  |

|                        |                       |                     |                      |                      |                       |
|------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>CPatri08</i>        | -0.0009<br>(0.0026)   | 0.0052<br>(0.1025)  | 0.0392 .<br>(0.0226) | 0.0339 .<br>(0.019)  | -0.0079 .<br>(0.0047) |
| <i>CPessoa08</i>       | -0.0097 .<br>(0.0058) | 0.1437<br>(0.2315)  | 0.0541<br>(0.051)    | -0.0754 .<br>(0.043) | 0.0184 .<br>(0.0106)  |
| <i>THom08</i>          | 0.0095<br>(0.0149)    | -0.5469<br>(0.5902) | -0.2127<br>(0.13)    | -0.0311<br>(0.1097)  | 0.0008<br>(0.0271)    |
|                        | Est. p                | Est. p              | Est. p               | Est. p               | Est. p                |
| <i>Jarque-Bera</i>     | 63179 <0.0            | 742.4886 <0.0       | 14388 <0.0           | 849.8825 <0.0        | 37472 <0.0            |
| <i>Breusch-Pagan</i>   | 244.0547 <0.0         | 66.2083 <0.0        | 17.4822 0.4          | 312.6039 <0.0        | 173.8839 <0.0         |
| <i>Koenker-Bassett</i> | 183.6201 <0.0         | 58.6558 <0.0        | 13.6654 0.6          | 341.7858 <0.0        | 382.8653 <0.0         |
| <i>R<sup>2</sup></i>   | 0.96                  | 0.37                | 0.02                 | 0.998                | 0.5                   |
| <i>Wald</i>            | 12840.5 <0.0          | 332.23 <0.0         | 6.84 0.6             | 2673202.1 <0.0       | 2673202.08 <0.0       |

*Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; '.' < 10%*

Fonte: Elaboração própria

As regressões de primeiro estágio das variáveis endógenas PIB per capita 2001, policiais por 100.000 habitantes (TxPM01), e gasto per capita com segurança pública em 2001 (GPCSP01), não apresentaram problemas. O  $R^2$  é relativamente alto nessas regressões e o teste de Wald de significância conjunta dos instrumentos rejeitou a hipótese nula de significância conjunta dos coeficientes da regressão a 5%.

Por outro lado, as regressões das variáveis endógenas Armas apreendidas e taxa de sentenciamento não demonstraram ajuste satisfatório. No modelo com a variável dependente Armas07, o teste de Wald rejeita a nula, porém o  $R^2$  é relativamente baixo o que poderia inflacionar os erros padrões dos betas no segundo estágio. Já o modelo para taxa de sentenciamento, sequer o teste de Wald rejeita a nula, o que caracteriza variáveis instrumentais fracas para essa variável endógena.

Considerando que as variáveis Armas07, TSeten07, TxPM01 e GPCSP01 são todas *proxies* para o nível de esforço público de combate ao crime, foi considerado adequado retirar do modelo final as variáveis endógenas para as quais não foram encontrados bons instrumentos. Ou seja, as variáveis Armas07 e TSeten07 não serão integradas na regressão de segundo estágio, assim como seus instrumentos serão retirados. Espera-se que assim o problema de instrumentos fracos seja eliminado e o erro de viés de variável omitida minimizado.

**Tabela 10 - Primeiros estágios das variáveis endógenas**

Especificação 1 – Período de 2001 a 2007 (instrumentos fracos eliminados)

| <i>Coeficiente</i><br><i>(Desv. pad.)</i> | <i>PIBpc01</i>         |      | <i>TxPM01</i>           |      | <i>GPCSP01</i>         |      |
|-------------------------------------------|------------------------|------|-------------------------|------|------------------------|------|
| <i>(Intercept)</i>                        | 5.7361<br>(3.6393)     |      | 14.6021 ***<br>(4.0653) |      | -0.7531<br>(2.7694)    |      |
| <i>GUrbano01</i>                          | -0.0004<br>(0.0041)    |      | -0.0244 ***<br>(0.0046) |      | -0.0075 *<br>(0.0031)  |      |
| <i>Jovens01</i>                           | 0.0385<br>(0.0309)     |      | -0.3693 ***<br>(0.0346) |      | -0.0214<br>(0.0235)    |      |
| <i>GINI00</i>                             | -0.0118<br>(0.0077)    |      | 0.0126<br>(0.0085)      |      | -0.0032<br>(0.0058)    |      |
| <i>TDes00</i>                             | 0.0008<br>(0.0088)     |      | 0.0003<br>(0.0098)      |      | 0.0133 *<br>(0.0067)   |      |
| <i>MEduc00</i>                            | 0.3134 ***<br>(0.0838) |      | 0.0309<br>(0.0936)      |      | -0.0827<br>(0.0638)    |      |
| <i>INDEQB00</i>                           | 0.3168<br>(0.445)      |      | 0.8804 .<br>(0.4971)    |      | 1.0192 **<br>(0.3386)  |      |
| <i>GPCHU00</i>                            | 0.0009<br>(0.0007)     |      | 0.0012<br>(0.0007)      |      | 0.0008<br>(0.0005)     |      |
| <i>DNormais00</i>                         | -0.0603 .<br>(0.0342)  |      | -0.0395<br>(0.0383)     |      | 0.015<br>(0.0261)      |      |
| <i>PIBpc00</i>                            | 0.7835 ***<br>(0.0072) |      | -0.0573 ***<br>(0.008)  |      | 0.0171 **<br>(0.0055)  |      |
| <i>TxPM00</i>                             | 0.0003<br>(0.0006)     |      | 0.9929 ***<br>(0.0006)  |      | 0.0007<br>(0.0004)     |      |
| <i>GPCSP00</i>                            | -0.0427<br>(0.0331)    |      | -0.1211 **<br>(0.037)   |      | 0.6066 ***<br>(0.0252) |      |
| <i>LPatri00</i>                           | 0.0754 *<br>(0.0302)   |      | -0.1137 ***<br>(0.0338) |      | -0.0038<br>(0.023)     |      |
| <i>LPess00</i>                            | -0.0162<br>(0.0377)    |      | 0.0358<br>(0.0422)      |      | 0.0136<br>(0.0287)     |      |
| <i>LTHom00</i>                            | 0.0299<br>(0.0398)     |      | 0.0899 *<br>(0.0444)    |      | 0.006<br>(0.0303)      |      |
|                                           | Est.                   | p    | Est.                    | p    | Est.                   | p    |
| <i>Jarque-Bera</i>                        | 62903                  | <0.0 | 826.2902                | <0.0 | 36949.9485             | <0.0 |
| <i>Breusch-Pagan</i>                      | 245.4111               | <0.0 | 311.7668                | <0.0 | 173.0788               | <0.0 |
| <i>Koenker-Bassett</i>                    | 184.2346               | <0.0 | 338.9152                | <0.0 | 382.1924               | <0.0 |
| <i>R<sup>2</sup></i>                      | 0.96                   |      | 0.998                   |      | 0.49                   |      |
| <i>Wald</i>                               | 12827.09               | <0.0 | 2641611.2               | <0.0 | 2641611.2              | <0.0 |

Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' &lt; 0.1%; '\*\*' &lt; 1%; '\*' &lt; 5%; '.' &lt; 10%

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 11 - Primeiros estágios das variáveis endógenas**

Especificação 1 – Período de 2001 a 2007

| <i>Coefficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>LPatri01</i>     |      | <i>LPess01</i>      |      | <i>LTHom01</i>      |      |
|--------------------------------------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|
| <i>(Intercept)</i>                   | -0.7446<br>(3.973)  |      | 2.6668<br>(3.7363)  |      | 4.1323<br>(3.6966)  |      |
| <i>GUrban01</i>                      | -0.0001<br>(0.0045) |      | 0.0168<br>(0.0042)  | ***  | 0.0104<br>(0.0042)  | *    |
| <i>Jovens01</i>                      | 0.1115<br>(0.0338)  | **   | 0.1166<br>(0.0318)  | ***  | 0.1034<br>(0.0314)  | **   |
| <i>GINI00</i>                        | 0.0097<br>(0.0084)  |      | 0.0199<br>(0.0079)  | *    | 0.0199<br>(0.0078)  | *    |
| <i>TDes00</i>                        | 0.0153<br>(0.0096)  |      | 0.0091<br>(0.009)   |      | 0.0049<br>(0.0089)  |      |
| <i>MEduc00</i>                       | 0.3769<br>(0.0915)  | ***  | -0.0204<br>(0.0861) |      | -0.0091<br>(0.0851) |      |
| <i>INDEQB00</i>                      | 1.1859<br>(0.4858)  | *    | -1.6429<br>(0.4568) | ***  | -1.1691<br>(0.452)  | **   |
| <i>GPCHU00</i>                       | -0.0016<br>(0.0007) | *    | -0.0015<br>(0.0007) | *    | -0.0021<br>(0.0007) | **   |
| <i>DNormais00</i>                    | -0.028<br>(0.0374)  |      | -0.0469<br>(0.0352) |      | -0.0694<br>(0.0348) | *    |
| <i>PIBpc00</i>                       | 0.0144<br>(0.0079)  | .    | -0.0066<br>(0.0074) |      | -0.0101<br>(0.0073) |      |
| <i>TxPM00</i>                        | 0.0001<br>(0.0006)  |      | 0.0001<br>(0.0006)  |      | 0.0004<br>(0.0006)  |      |
| <i>GPCSP00</i>                       | -0.0691<br>(0.0362) | .    | 0.0651<br>(0.034)   | .    | 0.0818<br>(0.0337)  | *    |
| <i>LPatri00</i>                      | 0.3549<br>(0.033)   | ***  | 0.0618<br>(0.031)   | *    | 0.0678<br>(0.0307)  | *    |
| <i>LPess00</i>                       | 0.0552<br>(0.0412)  |      | 0.2299<br>(0.0388)  | ***  | 0.0752<br>(0.0383)  | .    |
| <i>LTHom00</i>                       | 0.0659<br>(0.0434)  |      | 0.0855<br>(0.0408)  | *    | 0.1134<br>(0.0404)  | **   |
|                                      | Est.                | p    | Est.                | p    | Est.                | p    |
| <i>Jarque-Bera</i>                   | 27.2559             | <0.0 | 87.6262             | <0.0 | 47.29               | <0.0 |
| <i>Breusch-Pagan</i>                 | 103.8987            | <0.0 | 148.7528            | <0.0 | 82.1964             | <0.0 |
| <i>Koenker-Bassett</i>               | 89.8506             | <0.0 | 134.2949            | <0.0 | 79.9226             | <0.0 |
| <i>R<sup>2</sup></i>                 | 0.41                |      | 0.26                |      | 0.17                |      |
| <i>Wald</i>                          | 158.32              | <0.0 | 88.57               | <0.0 | 41.34               | <0.0 |

Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' &lt; 0.1%; '\*\*' &lt; 1%; '\*' &lt; 5%; "." &lt; 10%

Fonte: Elaboração Própria

A Tabela 10 apresenta as mesmas regressões de primeiro estágio apresentados na Tabela 9 após a retirada das variáveis Armas07 e TSeten07. A Tabela 11 apresenta os primeiros estágios da regressão das variáveis endógenas da criminalidade.

Considerando as regressões de primeiro estágio apresentadas na Tabela 11 é possível observar que o teste de Wald de significância conjunta dos instrumentos rejeita a hipótese nula em todos casos, porém o  $R^2$  não é satisfatoriamente elevado. As variáveis das taxas de criminalidade defasadas são consideradas importantes no modelo pois modelam o comportamento inercial da criminalidade. Como não há *proxies* melhores disponíveis, essas variáveis não poderão ser excluídas do modelo final, ainda que esse baixo coeficiente de correlação no primeiro estágio possa forçar a ocorrência de erros de tipo 2 sobre a significância dos parâmetros no segundo estágio.

Na Tabela 12 estimou-se o modelo proposto na Especificação 1, através do método de Mínimos Quadrados em dois estágios, para cada uma das regressões testou-se a hipótese de dependência espacial nos resíduos.

**Tabela 12 - Estimativas de MQ2E com teste de dependência espacial nos resíduos**

Especificação 1 – Período de 2001 a 2007

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>Var. Crime<br/>Patrimônio</i> | <i>Var. Crime<br/>Pessoa</i> | <i>Var. Taxa de<br/>Homicídio</i> |
|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| <i>(Intercept)</i>                  | -0.3913<br>(2.4005)              | 0.4393<br>(1.9983)           | 3.5761<br>(3.1058)                |
| <i>Crime t-1</i>                    | -0.1867<br>(0.113)               | -0.1907<br>(0.1562)          | 0.0387<br>(0.2482)                |
| <i>GUrban01</i>                     | 0.0092<br>(0.0058)               | 0.0136<br>(0.007)            | 0.0017<br>(0.0073)                |
| <i>Jovens01</i>                     | 0.0516<br>(0.0471)               | -0.0375<br>(0.05)            | -0.0119<br>(0.0574)               |
| <i>GINI00</i>                       | 0.0065<br>(0.0103)               | 0.0029<br>(0.0106)           | -0.0029<br>(0.0129)               |
| <i>TDes00</i>                       | 0.0013<br>(0.0124)               | 0.0069<br>(0.0119)           | 0.0101<br>(0.0139)                |
| <i>MEduc00</i>                      | 0.063<br>(0.1124)                | -0.1387<br>(0.0991)          | -0.1002<br>(0.1112)               |
| <i>PIBpc01</i>                      | 0.0028<br>(0.0105)               | 0.0213<br>(0.0133)           | 0.0124<br>(0.012)                 |

|                         |                       |                      |                       |
|-------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>TxPM01</i>           | -0.0008<br>(0.0006)   | 0.0003<br>(0.0006)   | 0.0003<br>(0.0007)    |
| <i>GPCSP01</i>          | 0.0181<br>(0.0624)    | -0.161 *<br>(0.0683) | -0.1611 *<br>(0.0779) |
| <i>INDEQB00</i>         | -1.3088 *<br>(0.6351) | -0.8278<br>(0.6916)  | -0.0998<br>(0.7777)   |
| <i>GPCHU00</i>          | -0.0012<br>(0.001)    | 0.0004<br>(0.0009)   | 0.0008<br>(0.001)     |
| <i>DNormais00</i>       | 0.0012<br>(0.0193)    | 0.0109<br>(0.0174)   | -0.0288<br>(0.0329)   |
|                         | Est. p                | Est. p               | Est. p                |
| <i>Jarque-Bera</i>      | 64.9783 <0.0          | 96.7666 <0.0         | 3.7333 <0.0           |
| <i>Breusch-Pagan</i>    | 100.8536 <0.0         | 116.0515 <0.0        | 82.4813 <0.0          |
| <i>Anselin-Kalejian</i> | 0.2865 0.59           | 0.5976 0.44          | 0.0116 0.91           |
| <i>Wu-Hausman</i>       | 12.1398 <0.0          | 11.4271 <0.0         | 8.2257 <0.0           |
| <i>Sargan</i>           | 0.4526 0.8            | 3.8844 0.14          | 0.1507 0.93           |

*Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; '.' < 10%*

Fonte: Elaboração própria

Como em todas as regressões os testes de normalidade de Jarque-Bera e de heterocedasticidade de Breusch-Pagan rejeitam a nula<sup>15</sup>, os desvios-padrões apresentados são robustos.

A hipótese nula de ausência de viés na estimação por MQO do teste Hausman também é rejeitada em os modelos, como era de se esperar. Já o teste de Sargan de exogeneidade dos instrumentos não rejeita a hipótese nula, assim como o teste de dependência espacial de Anselin-Kalejian<sup>16</sup>. Todos esses testes indicam um bom ajuste do modelo.

Devido aos baixos coeficientes de correlação ( $R^2$ ) apresentados na Tabela 11, era de se esperar que poucas variáveis fossem significativas no segundo estágio. A variável do Índice de Equipamentos Urbanos Básico de 2000 é a única variável significativa a 5% na regressão de crimes contra o patrimônio. Essa é uma evidência a favor das teorias de desorganização social

<sup>15</sup> A hipótese nula do teste de normalidade de Jarque-Bera é de que a distribuição é normal. A hipótese nula teste de Breusch-Pagan é de erros homocedásticos.

<sup>16</sup> A hipótese nula é de que não há dependência espacial nos resíduos.

e crime, como é possível ver o coeficiente da variável de equipamentos urbanos é negativo, como era de se esperar.

Adotando a metodologia de Piras (2010), o modelo lag-erro espacial – SARAR(1,1) - foi estimado para que se possa testar a significância individual dos parâmetros espaciais.

**Tabela 13 - Estimativas do modelo SARAR(1,1) com variáveis endógenas não espaciais**

Especificação 1 – Período de 2001 a 2007

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>Crime contra<br/>Patrimônio</i> | <i>Crime contra<br/>Pessoa</i> | <i>Taxa de<br/>Homicídio</i> |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| <i>(Intercept)</i>                  | -0.5719<br>(4.8575)                | 0.6801<br>(4.1633)             | 4.4606<br>(4.5801)           |
| <i>GUrbano01</i>                    | 0.0094<br>(0.0049)                 | 0.0155 **<br>(0.0055)          | 0.0031<br>(0.0058)           |
| <i>Jovens01</i>                     | 0.0589<br>(0.041)                  | -0.0228<br>(0.041)             | 0.0136<br>(0.0464)           |
| <i>GINI00</i>                       | 0.0081<br>(0.0096)                 | 0.0049<br>(0.0095)             | 0<br>(0.0107)                |
| <i>TDes00</i>                       | 0.0017<br>(0.0108)                 | 0.0069<br>(0.0104)             | 0.0115<br>(0.0109)           |
| <i>MEduc00</i>                      | 0.0832<br>(0.1099)                 | -0.1401<br>(0.097)             | -0.089<br>(0.1048)           |
| <i>INDEQB00</i>                     | -1.2262 *<br>(0.5525)              | -0.9751<br>(0.5742)            | -0.2526<br>(0.6158)          |
| <i>GPCHU00</i>                      | -0.0014<br>(0.0008)                | 0.0003<br>(0.0008)             | 0.0003<br>(0.001)            |
| <i>DNormais00</i>                   | -0.0015<br>(0.0451)                | 0.005<br>(0.0398)              | -0.0447<br>(0.0452)          |
| <i>Ln(Crime t-1)</i>                | -0.2336 **<br>(0.0886)             | -0.2621 *<br>(0.1254)          | -0.1194<br>(0.1839)          |
| <i>PIBpc01</i>                      | 0.0054<br>(0.0121)                 | 0.018<br>(0.0112)              | 0.0077<br>(0.0123)           |
| <i>TxPM01</i>                       | -0.0007<br>(0.0007)                | 0.0004<br>(0.0007)             | 0.0004<br>(0.0007)           |
| <i>GPCSP01</i>                      | 0.0205<br>(0.0643)                 | -0.1465 *<br>(0.0618)          | -0.146 *<br>(0.072)          |
| <i>W Ln(Crime)</i>                  | 0.2757<br>(0.2748)                 | 0.2758<br>(0.2733)             | 0.4287<br>(0.3215)           |
| <i>rho</i>                          | -0.2931<br>(0.236)                 | -0.2611<br>(0.2487)            | -0.226<br>(0.2578)           |

|                    | Est.    | p    | Est.    | p    | Est.   | p    |
|--------------------|---------|------|---------|------|--------|------|
| <i>Jarque-Bera</i> | 61.9303 | <0.0 | 96.8245 | <0.0 | 2.0527 | <0.0 |
| <i>Wald</i>        | 0.0067  | 0.93 | 0.0049  | 0.9  | 0.6656 | 0.41 |

*Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; "." < 10%*

Fonte: Elaboração própria

Os coeficientes espaciais (W Ln(Crime) e rho) estimados não rejeitaram a hipótese nula nos testes de significância individual, assim como o teste de Wald de significância conjunta não rejeitou a hipótese nula de significância conjunta. Não há evidência de dependência espacial nos erros para os modelos estimados e portanto a estimativas de MQ2E apresentadas na Tabela 12 são consistentes.

### 5.1.2 Período de 2008 a 2011

Para esse período o ano censitário considerado será 2010.

Se entre 2001 e 2007, na média, as taxas de criminalidade cresceram, entre 2008 e 2011 a variação, na média, foi oposta. As taxas municipais de crime contra o patrimônio foram, em 2011, 26% menores que em 2008. Crimes contra pessoa, 43% menos e homicídios 8% menor.

**Tabela 14 - Estatísticas descritivas das taxas de variação da criminalidade entre 2008 e 2011**

| <i>Variação 1=100%</i>   | <i>Obs.</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Mediana</i> | <i>Média</i> | <i>Variância</i> | <i>Desvio-Padrão</i> |
|--------------------------|-------------|---------------|---------------|----------------|--------------|------------------|----------------------|
| <i>Crimes Patrimônio</i> | 853         | -5.74         | 4.79          | -0.11          | -0.26        | 3.36             | 1.83                 |
| <i>Crimes Pessoa</i>     | 853         | -4.91         | 4.87          | -0.26          | -0.43        | 3.24             | 1.80                 |
| <i>Homicídios</i>        | 853         | -4.73         | 4.17          | 0.00           | -0.08        | 2.82             | 1.68                 |

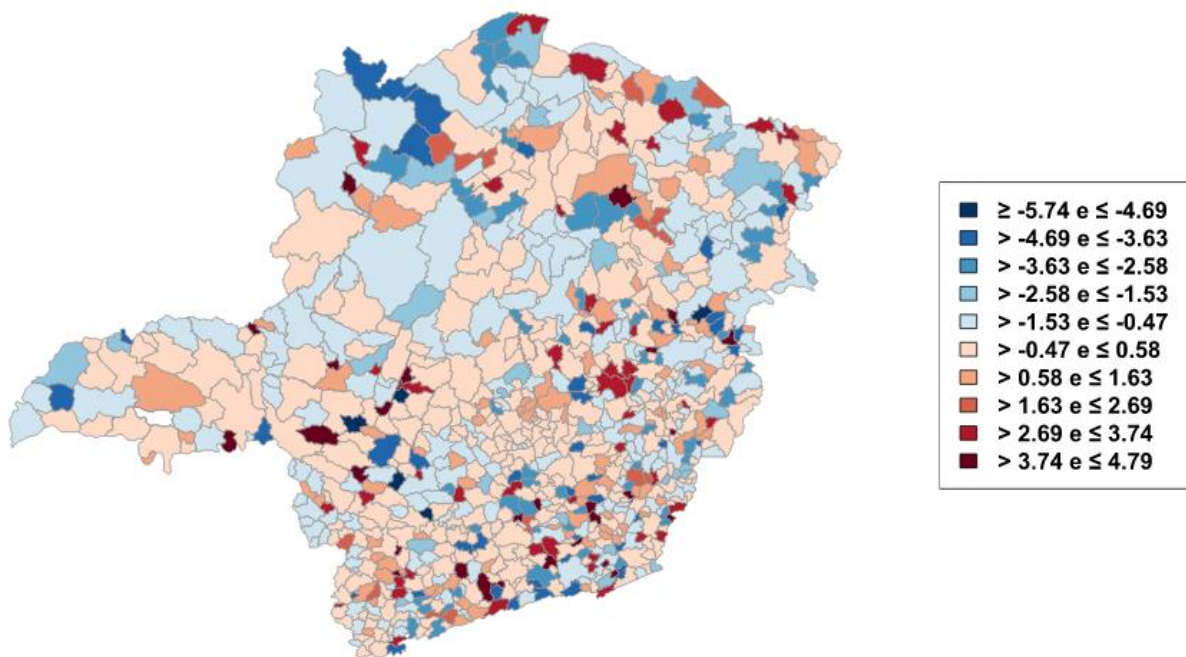
Fonte: Elaboração própria

As de Campanário, Aguanil, Pimenta e Pratinha registram as maiores quedas nas taxas de crimes contra o patrimônio entre 2008 e 2011, enquanto as maiores altas ocorreram em Comendador Gomes, Tapira, Cruzeiro da Fortaleza e Antonio Prado de Minas. Em relação a crimes contra pessoa, o ranking das maiores retrações é composto pelas cidades de Conceição de Ipanema, Santa Maria do Salto, Monjolos e Carmesia, já Dom Joaquim, Serra da Saudade,

Pedrinópolis e Cedro do Abaeté registraram as maiores altas. Por fim as taxas de homicídio cresceram mais em Dom Joaquim, Divino das Laranjeiras, São Sebastião do Rio Preto e São Felix de Minas; e caíram mais em Biquinhas, Frei Lagonegro, São Geraldo do Baixio e Fortuna de Minas.

### Mapa 6 - Variação das taxas de crimes contra o patrimônio entre 2008 e 2011

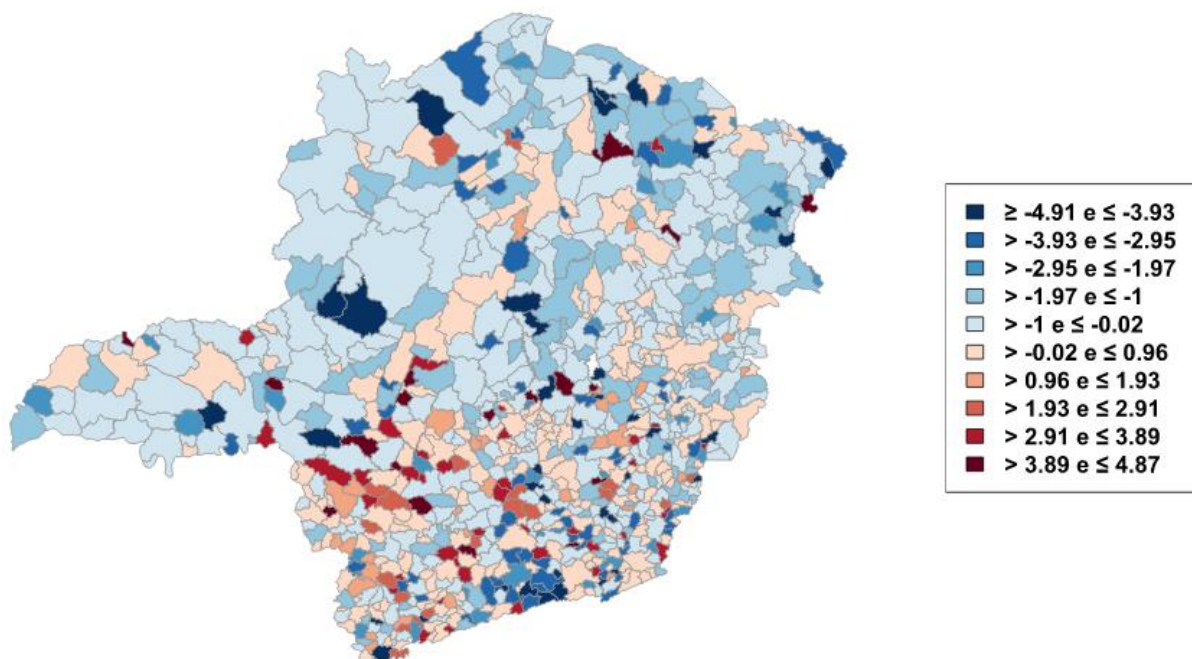
Variação 1=100%



Fonte: Elaboração própria

### Mapa 7 - Variação das taxas de crimes contra a pessoa entre 2008 e 2011

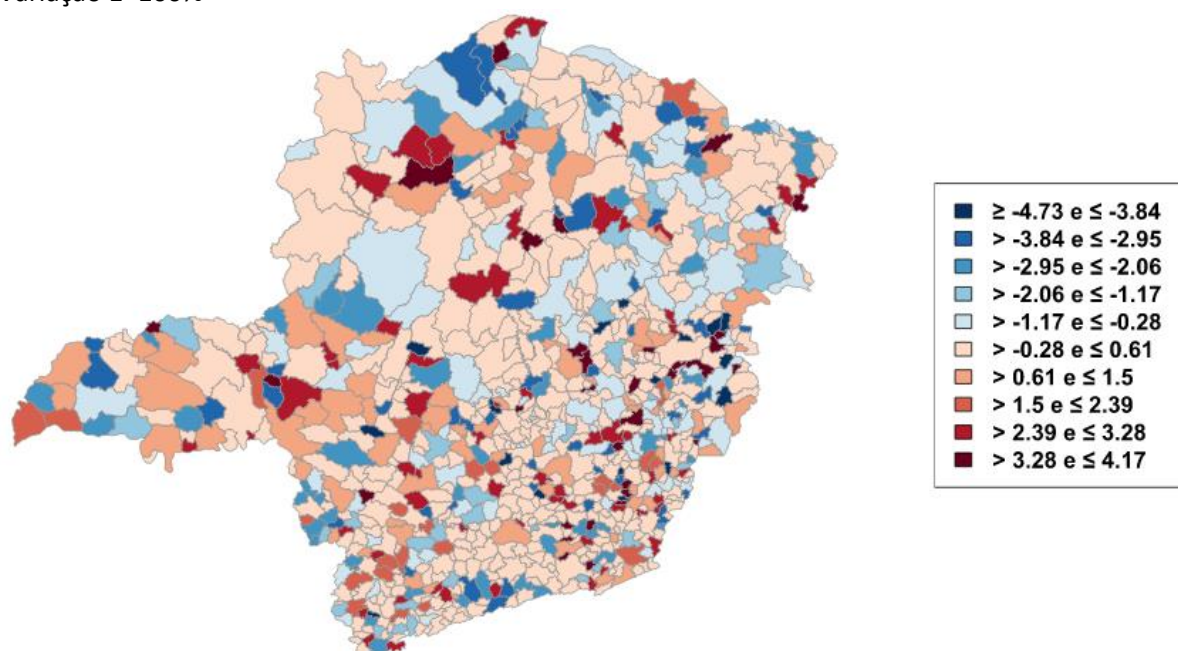
Variação 1=100%



Fonte: Elaboração própria

### Mapa 8 - Variação das taxas homicídio entre 2008 e 2011

Variação 1=100%



Fonte: Elaboração própria

Novamente, a estimação será iniciada através da análise da instrumentalização das variáveis endógenas.

**Tabela 15 - Primeiros estágios das variáveis endógenas**

Especificação 1 – Período de 2008 a 2011

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>PIBpc08</i>         | <i>Armas08</i>            | <i>TSeten08</i>         | <i>TxPM08</i>            | <i>GPCSP08</i>       |
|-------------------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| <i>(Intercept)</i>                  | -6.5234<br>(6.3018)    | -298.8795<br>(377.2089)   | 673.9992<br>(1009.4923) | 238.1029 *<br>(100.6333) | -8.1379<br>(9.5055)  |
| <i>GUrban08</i>                     | -0.0158 .<br>(0.0083)  | 0.8523 .<br>(0.4943)      | -0.458<br>(1.3228)      | 0.3163 *<br>(0.1319)     | 0.0142<br>(0.0125)   |
| <i>Jovens08</i>                     | 0.0879 .<br>(0.0484)   | 1.5622<br>(2.8975)        | -1.7128<br>(7.7544)     | -1.6734 *<br>(0.773)     | 0.086<br>(0.073)     |
| <i>GINI10</i>                       | 0.007<br>(0.0193)      | 0.4222<br>(1.1555)        | -0.7418<br>(3.0923)     | -0.015<br>(0.3083)       | 0.0046<br>(0.0291)   |
| <i>TDes10</i>                       | -0.0103<br>(0.035)     | -0.9118<br>(2.0946)       | 2.5739<br>(5.6056)      | 0.2432<br>(0.5588)       | 0.0048<br>(0.0528)   |
| <i>MEduc10</i>                      | 0.3621 *<br>(0.1439)   | -13.2292<br>(8.6115)      | -4.6806<br>(23.0463)    | 6.8337 **<br>(2.2974)    | 0.1789<br>(0.217)    |
| <i>INDEQB10</i>                     | 1.9938 *<br>(0.8222)   | -149.9206 **<br>(49.2127) | -136.0104<br>(131.7037) | -16.4057<br>(13.1292)    | 0.3461<br>(1.2401)   |
| <i>INDEQS10</i>                     | 0.427<br>(0.878)       | 42.9109<br>(52.5524)      | 78.7568<br>(140.6415)   | -11.1591<br>(14.0201)    | -0.3751<br>(1.3243)  |
| <i>GPCHU10</i>                      | 0.0007<br>(0.001)      | -0.1049 .<br>(0.0604)     | 0.138<br>(0.1616)       | 0.0292 .<br>(0.0161)     | -0.0001<br>(0.0015)  |
| <i>DNormais10</i>                   | 0.0458<br>(0.0565)     | 3.2185<br>(3.3791)        | -4.7036<br>(9.0432)     | -0.9882<br>(0.9015)      | 0.1165<br>(0.0852)   |
| <i>Arbor10</i>                      | -0.0013<br>(0.004)     | 0.0931<br>(0.2395)        | -0.4521<br>(0.6409)     | 0.0374<br>(0.0639)       | -0.0007<br>(0.006)   |
| <i>Rampa10</i>                      | -0.0661 **<br>(0.0231) | 1.3905<br>(1.3801)        | -0.5949<br>(3.6935)     | 0.1335<br>(0.3682)       | -0.0409<br>(0.0348)  |
| <i>IlumPubl10</i>                   | -0.0073<br>(0.0252)    | 1.6826<br>(1.5064)        | 3.8736<br>(4.0313)      | -1.1187 **<br>(0.4019)   | -0.0795 *<br>(0.038) |
| <i>IdLog10</i>                      | -0.005<br>(0.0047)     | -0.6501 *<br>(0.2784)     | 0.2366<br>(0.745)       | 0.0483<br>(0.0743)       | -0.0022<br>(0.007)   |
| <i>Bueiro10</i>                     | -0.0021<br>(0.0043)    | -0.1227<br>(0.2597)       | 0.3139<br>(0.6951)      | 0.0147<br>(0.0693)       | 0.0068<br>(0.0065)   |
| <i>PIBpc07</i>                      | 0.905 ***<br>(0.0101)  | -1.0187 .<br>(0.606)      | -0.9285<br>(1.6219)     | 0.1888<br>(0.1617)       | -0.0166<br>(0.0153)  |
| <i>Armas07</i>                      | -0.0009<br>(0.0006)    | 0.7021 ***<br>(0.0374)    | -0.1038<br>(0.1001)     | -0.0125<br>(0.01)        | 0.0001<br>(0.0009)   |
| <i>TSeten07</i>                     | -0.0004<br>(0.0014)    | -0.072<br>(0.0824)        | 1.1268 ***<br>(0.2204)  | 0.0175<br>(0.022)        | -0.0001<br>(0.0021)  |
| <i>TxPM07</i>                       | 0<br>(0.0012)          | 0.2456 ***<br>(0.0714)    | -0.0649<br>(0.191)      | 0.7113 ***<br>(0.019)    | -0.0005<br>(0.0018)  |
| <i>GPCSP07</i>                      | 0.0248                 | 2.2131 .                  | 1.9737                  | -0.1922                  | 1.2264 ***           |

|                        |               |              |             |               |              |
|------------------------|---------------|--------------|-------------|---------------|--------------|
|                        | (0.021)       | (1.2576)     | (3.3656)    | (0.3355)      | (0.0317)     |
| <i>LPatri07</i>        | 0.0448        | -6.3539 .    | 14.147      | -0.3789       | 0.0235       |
|                        | (0.0637)      | (3.8127)     | (10.2037)   | (1.0172)      | (0.0961)     |
| <i>LPess07</i>         | -0.0148       | -0.6936      | -1.9398     | 0.2322        | -0.015       |
|                        | (0.0827)      | (4.9506)     | (13.249)    | (1.3208)      | (0.1248)     |
| <i>LTHom07</i>         | 0.1188        | 9.7175 *     | -7.8733     | 0.5563        | 0.1318       |
|                        | (0.0804)      | (4.8125)     | (12.8793)   | (1.2839)      | (0.1213)     |
|                        | Est. p        | Est. p       | Est. p      | Est. p        | Est. p       |
| <i>Jarque-Bera</i>     | 187259 <0.0   | 8293 <0.0    | 383213 <0.0 | 286216 <0.0   | 343609 <0.0  |
| <i>Breusch-Pagan</i>   | 292.4417 <0.0 | 63.7542 <0.0 | 11.4985 1   | 220.5913 <0.0 | 60.4034 <0.0 |
| <i>Koenker-Bassett</i> | 279.5524 <0.0 | 52.3762 <0.0 | 6.9654 1    | 518.52 <0.0   | 39.4501 0    |
| <i>R<sup>2</sup></i>   | 0.93          | 0.43         | 0.04        | 0.72          | 0.67         |
| <i>Wald</i>            | 8171.32 <0.0  | 419.91 <0.0  | 30.73 <0.0  | 1407.06 <0.0  | 1407.06 <0.0 |

*Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; '.' < 10%*

Fonte: Elaboração própria

Novamente as variáveis endógenas relacionadas a taxa de apreensão de armas e taxa de sentenciamento apresentam problemas. Apesar do teste de significância conjunta para os instrumentos não rejeitar a hipótese nula, o coeficiente de correlação de ambas regressões é muito baixo. O mesmo procedimento adotado nas regressões do período entre 2001 e 2007 será adotado aqui. As variáveis *Armas08* e *TSeten08* serão eliminadas do modelo final assim como seus respectivos instrumentos, *Armas07* e *TSeten07*.

### Tabela 16 - Primeiros estágios das variáveis endógenas

Especificação 1 – Período de 2008 a 2011 (Instrumentos fracos retirados)

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>PIBpc08</i>        | <i>TxPM08</i>            | <i>GPCSP08</i>     |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| <i>(Intercept)</i>                  | -6.5199<br>(6.3014)   | 237.3899 *<br>(100.6467) | -8.1345<br>(9.494) |
| <i>GUrbano08</i>                    | -0.0163 *<br>(0.0082) | 0.3023 *<br>(0.1315)     | 0.0143<br>(0.0124) |
| <i>Jovens08</i>                     | 0.093 .<br>(0.0482)   | -1.5692 *<br>(0.77)      | 0.0852<br>(0.0726) |
| <i>GINI10</i>                       | 0.0056<br>(0.0193)    | -0.0302<br>(0.3079)      | 0.0047<br>(0.029)  |
| <i>TDes10</i>                       | -0.0172<br>(0.0346)   | 0.1742<br>(0.5531)       | 0.0056<br>(0.0522) |
| <i>MEduc10</i>                      | 0.4016 **<br>(0.1407) | 7.4903 ***<br>(2.2473)   | 0.1729<br>(0.212)  |
| <i>INDEQB10</i>                     | 2.0475 *<br>(0.0804)  | -15.0005<br>(4.8125)     | 0.3352<br>(1.2839) |

|                        |            |      |           |      |             |      |
|------------------------|------------|------|-----------|------|-------------|------|
|                        | (0.82)     |      | (13.0977) |      | (1.2355)    |      |
| <i>INDEQS10</i>        | 0.4245     |      | -11.945   |      | -0.3709     |      |
|                        | (0.8767)   |      | (14.0031) |      | (1.3209)    |      |
| <i>GPCHU10</i>         | 0.0006     |      | 0.0285    |      | -0.0001     |      |
|                        | (0.001)    |      | (0.0161)  |      | (0.0015)    |      |
| <i>DNormais10</i>      | 0.0447     |      | -0.9947   |      | 0.1166      |      |
|                        | (0.0564)   |      | (0.9015)  |      | (0.085)     |      |
| <i>Arbor10</i>         | -0.0015    |      | 0.0342    |      | -0.0007     |      |
|                        | (0.004)    |      | (0.0638)  |      | (0.006)     |      |
| <i>Rampa10</i>         | -0.0677    | **   | 0.1262    |      | -0.0407     |      |
|                        | (0.023)    |      | (0.3676)  |      | (0.0347)    |      |
| <i>IllumPubl10</i>     | -0.0091    |      | -1.1395   | **   | -0.0793     |      |
|                        | (0.0251)   |      | (0.4014)  |      | (0.0379)    |      |
| <i>IdLog10</i>         | -0.0054    |      | 0.0431    |      | -0.0021     |      |
|                        | (0.0046)   |      | (0.0742)  |      | (0.007)     |      |
| <i>Bueiro10</i>        | -0.0015    |      | 0.0211    |      | 0.0067      |      |
|                        | (0.0043)   |      | (0.069)   |      | (0.0065)    |      |
| <i>PIBpc07</i>         | 0.9048     | ***  | 0.1776    |      | -0.0165     |      |
|                        | (0.0101)   |      | (0.1615)  |      | (0.0152)    |      |
| <i>TxPM07</i>          | -0.0001    |      | 0.7091    | ***  | -0.0005     |      |
|                        | (0.0012)   |      | (0.019)   |      | (0.0018)    |      |
| <i>GPCSP07</i>         | 0.0239     |      | -0.2028   |      | 1.2265      |      |
|                        | (0.021)    |      | (0.3354)  |      | (0.0316)    |      |
| <i>LPatri07</i>        | 0.0423     |      | -0.4277   |      | 0.0239      |      |
|                        | (0.0637)   |      | (1.0168)  |      | (0.0959)    |      |
| <i>LPess07</i>         | -0.0384    |      | -0.1076   |      | -0.0117     |      |
|                        | (0.0809)   |      | (1.2921)  |      | (0.1219)    |      |
| <i>LTHom07</i>         | 0.1189     |      | 0.5853    |      | 0.1317      |      |
|                        | (0.0804)   |      | (1.2838)  |      | (0.1211)    |      |
|                        | Est.       | p    | Est.      | p    | Est.        | p    |
| <i>Jarque-Bera</i>     | 190195.824 | <0.0 | 278412.54 | <0.0 | 343521.0802 | <0.0 |
| <i>Breusch-Pagan</i>   | 291.2776   | <0.0 | 219.4202  | <0.0 | 60.1268     | <0.0 |
| <i>Koenker-Bassett</i> | 277.7083   | <0.0 | 517.631   | <0.0 | 39.0517     | 0    |
| <i>R<sup>2</sup></i>   | 0.93       |      | 0.72      |      | 0.67        |      |
| <i>Wald</i>            | 8169.97    | <0.0 | 1404.35   | <0.0 | 1404.35     | <0.0 |

Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; "." < 10%

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 17 - Primeiros estágios das variáveis endógenas (cont.)**

Especificação 1 - Período de 2008 a 2011

| <i>Coefficiente</i><br>(Desv. pad.) | <i>LPatri08</i> | <i>LPess08</i> | <i>LTHom08</i> |
|-------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| (Intercept)                         | -0.8576         | 2.9535         | 7.1546 *       |

|                    |          |      |          |      |          |      |
|--------------------|----------|------|----------|------|----------|------|
|                    | (3.1575) |      | (3.1195) |      | (3.0878) |      |
| <i>GUrban08</i>    | 0.0134   | **   | 0.0137   | ***  | 0.0088   | *    |
|                    | (0.0041) |      | (0.0041) |      | (0.004)  |      |
| <i>Jovens08</i>    | 0.0524   | *    | 0.0528   | *    | 0.0536   | *    |
|                    | (0.0242) |      | (0.0239) |      | (0.0236) |      |
| <i>GINI10</i>      | 0.0211   | *    | 0.0409   | ***  | 0.0234   | *    |
|                    | (0.0097) |      | (0.0095) |      | (0.0094) |      |
| <i>TDes10</i>      | 0.0011   |      | 0.037    | *    | 0.0047   |      |
|                    | (0.0174) |      | (0.0171) |      | (0.017)  |      |
| <i>MEduc10</i>     | 0.181    | *    | -0.2418  | ***  | -0.0432  |      |
|                    | (0.0705) |      | (0.0697) |      | (0.0689) |      |
| <i>INDEQB10</i>    | 1.0902   | **   | -0.9364  | *    | -1.3518  | ***  |
|                    | (0.4109) |      | (0.406)  |      | (0.4018) |      |
| <i>INDEQS10</i>    | 1.4009   | **   | 0.3798   |      | -0.0933  |      |
|                    | (0.4393) |      | (0.434)  |      | (0.4296) |      |
| <i>GPCHU10</i>     | -0.0006  |      | -0.0006  |      | -0.0013  | **   |
|                    | (0.0005) |      | (0.0005) |      | (0.0005) |      |
| <i>DNormais10</i>  | -0.0066  |      | -0.0192  |      | -0.0718  | **   |
|                    | (0.0283) |      | (0.0279) |      | (0.0277) |      |
| <i>Arbor10</i>     | 0.0023   |      | 0.0027   |      | 0.0046   | *    |
|                    | (0.002)  |      | (0.002)  |      | (0.002)  |      |
| <i>Rampa10</i>     | 0.018    |      | 0.0003   |      | -0.0013  |      |
|                    | (0.0115) |      | (0.0114) |      | (0.0113) |      |
| <i>IllumPubl10</i> | -0.0129  |      | -0.0205  | .    | -0.0136  |      |
|                    | (0.0126) |      | (0.0124) |      | (0.0123) |      |
| <i>IdLog10</i>     | 0.002    |      | 0.0026   |      | 0.0023   |      |
|                    | (0.0023) |      | (0.0023) |      | (0.0023) |      |
| <i>Bueiro10</i>    | -0.0047  | *    | -0.0023  |      | -0.0002  |      |
|                    | (0.0022) |      | (0.0021) |      | (0.0021) |      |
| <i>PIBpc07</i>     | -0.0041  |      | 0.0086   | .    | -0.0015  |      |
|                    | (0.0051) |      | (0.005)  |      | (0.005)  |      |
| <i>TxPM07</i>      | -0.0016  | **   | -0.0002  |      | -0.0008  |      |
|                    | (0.0006) |      | (0.0006) |      | (0.0006) |      |
| <i>GPCSP07</i>     | 0.007    |      | -0.0047  |      | 0.0132   |      |
|                    | (0.0105) |      | (0.0104) |      | (0.0103) |      |
| <i>LPatri07</i>    | 0.3275   | ***  | 0.1144   | ***  | 0.1196   | ***  |
|                    | (0.0319) |      | (0.0315) |      | (0.0312) |      |
| <i>LPess07</i>     | 0.0428   |      | 0.2141   | ***  | 0.1254   | **   |
|                    | (0.0405) |      | (0.04)   |      | (0.0396) |      |
| <i>LTHom07</i>     | 0.1266   | **   | 0.0396   |      | 0.0662   | .    |
|                    | (0.0403) |      | (0.0398) |      | (0.0394) |      |
|                    | Est.     | p    | Est.     | p    | Est.     | p    |
| <i>Jarque-Bera</i> | 78.0132  | <0.0 | 118.0888 | <0.0 | 19.8239  | <0.0 |

|                        |          |      |          |      |         |      |
|------------------------|----------|------|----------|------|---------|------|
| <i>Breusch-Pagan</i>   | 140.1564 | <0.0 | 136.4089 | <0.0 | 73.2304 | <0.0 |
| <i>Koenker-Bassett</i> | 118.1962 | <0.0 | 121.5625 | <0.0 | 64.3268 | <0.0 |
| <i>R<sup>2</sup></i>   | 0.39     |      | 0.26     |      | 0.21    |      |
| <i>Wald</i>            | 152.06   | <0.0 | 76.01    | <0.0 | 50.42   | <0.0 |

Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; "." < 10%

Fonte: Elaboração própria

Assim como para o período de 2001 a 2007 os primeiros estágios das variáveis endógenas de criminalidade não apresentam coeficientes de correlação altos, o que pode aumentar muito a variância dos betas no segundo estágio.

**Tabela 18 - Estimativas de MQ2E com teste de dependência espacial nos resíduos**

Especificação 1 – Período de 2008 a 2001

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>Crime contra<br/>Patrimônio</i> | <i>Crime contra<br/>Pessoa</i> | <i>Taxa de<br/>Homicídio</i> |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| <i>(Intercept)</i>                  | 0.3171<br>(2.781)                  | 0.6902<br>(2.2863)             | -3.9641<br>(3.2338)          |
| <i>Crime t-1</i>                    | -0.1262<br>(0.1203)                | -0.085<br>(0.1802)             | 0.1984<br>(0.2219)           |
| <i>GUrban08</i>                     | -0.0024<br>(0.0062)                | -0.0015<br>(0.0062)            | -0.0005<br>(0.0067)          |
| <i>Jovens08</i>                     | 0.017<br>(0.0333)                  | 0.047<br>(0.0359)              | 0.0204<br>(0.0385)           |
| <i>GINI10</i>                       | -0.0132<br>(0.0128)                | -0.0251<br>(0.0153)            | -0.0023<br>(0.015)           |
| <i>TDes10</i>                       | -0.0346<br>(0.0245)                | -0.0427<br>(0.0229)            | -0.0192<br>(0.0248)          |
| <i>MEduc10</i>                      | 0.0393<br>(0.0942)                 | 0.1056<br>(0.0856)             | -0.0401<br>(0.0909)          |
| <i>PIBpc08</i>                      | 0.0135 *<br>(0.0058)               | 0.0007<br>(0.0059)             | 0.0074<br>(0.0081)           |
| <i>TxPM08</i>                       | 0.0017<br>(0.001)                  | -0.0005<br>(0.001)             | 0.0014<br>(0.0011)           |
| <i>GPCSP08</i>                      | -0.0075<br>(0.0118)                | 0.0052<br>(0.0131)             | -0.0167<br>(0.0116)          |
| <i>INDEQB10</i>                     | -0.453<br>(0.5914)                 | 0.8928<br>(0.5628)             | 1.1615<br>(0.7345)           |
| <i>INDEQS10</i>                     | -0.2637<br>(0.4818)                | -0.1679<br>(0.5363)            | 0.6741<br>(0.6641)           |
| <i>GPCHU10</i>                      | 0.0001<br>(0.0008)                 | -0.0001<br>(0.0008)            | 0.0011<br>(0.0008)           |

|                         |                     |                       |                     |
|-------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| <i>DNormais10</i>       | -0.0246<br>(0.0193) | -0.0264 *<br>(0.0133) | 0.0179<br>(0.0279)  |
| <i>Arbor10</i>          | 0.0034<br>(0.0027)  | -0.002<br>(0.0028)    | -0.0053<br>(0.0031) |
| <i>Rampa10</i>          | -0.017<br>(0.0119)  | 0.0083<br>(0.0123)    | 0.0053<br>(0.0133)  |
| <i>IllumPubl10</i>      | 0.0261<br>(0.0188)  | 0.0149<br>(0.0173)    | 0.0093<br>(0.0206)  |
| <i>IdLog10</i>          | -0.0011<br>(0.0033) | -0.002<br>(0.003)     | -0.0039<br>(0.0034) |
| <i>Bueiro10</i>         | 0.0041<br>(0.003)   | -0.0018<br>(0.003)    | 0.0004<br>(0.0032)  |
|                         | Est. p              | Est. p                | Est. p              |
| <i>Jarque-Bera</i>      | 26.202 <0.0         | 34.2667 <0.0          | 13.0865 <0.0        |
| <i>Breusch-Pagan</i>    | 125.8285 <0.0       | 109.095 <0.0          | 54.2369 <0.0        |
| <i>Anselin-Kalejian</i> | 1.7508 0.19         | 5.9019 0.02           | 7.0947 0.01         |
| <i>Wu-Hausman</i>       | 15.6999 <0.0        | 10.7396 <0.0          | 12.8526 <0.0        |
| <i>Sargan</i>           | 1.1763 0.56         | 3.1372 0.21           | 4.093 0.13          |

Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; "." < 10%

Fonte: Elaboração própria

Os testes de normalidade e heterocedasticidade rejeitaram a nula em todos os modelos, portanto, os erros padrões apresentados são robustos.

A regressão cuja a variável dependente é a variação da taxa de crimes contra o patrimônio entre 2008 e 2011, parece bem ajustada. O teste de dependência espacial dos resíduos não rejeitou a nula, assim como o teste de exogeneidade dos instrumentos. O teste de Wu-Hausman rejeitou a nula, indicando que o método de mínimos quadrados em dois estágios é aplicável. Porém, em contradição com o que foi encontrado no modelo ajustado para o período entre 2001 e 2007, onde a correlação parcial do índice de equipamentos urbanos foi significativa, entre 2008 e 2011 essa evidência não parece estar mais presente na amostra, quase todos os betas não são significativos a 5%. Como os  $R^2$  dos primeiros estágios não foram altos, isso poderia ser um erro de tipo 2, que somente poderia ser eliminado se melhores instrumentos fossem encontrados.

Quanto às regressões cujas variáveis dependentes são a variação das taxas de crimes contra pessoa e de homicídio, o teste de Anselin-Kaleijian rejeita a nula de aleatoriedade espacial nos

resíduos para os modelos de crimes contra a pessoa e taxa de homicídio, indicando que talvez seja necessário a inclusão de parâmetros espaciais para evitar problemas de viés de variável omitida.

**Tabela 19 - Estimativa SARAR(1,1) com variáveis endógenas não espaciais adicionais**

Especificação 1 – Período de 2008 a 2011

Desvios padrões robustos

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>Crime contra<br/>Patrimônio</i> | <i>Crime contra<br/>Pessoa</i> | <i>Taxa de<br/>Homicídio</i> |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| <i>(Intercept)</i>                  | -0.2357<br>(2.4619)                | 1.1657<br>(2.0403)             | -3.7313<br>(2.6561)          |
| <i>GUrban08</i>                     | 0.00002<br>(0.0054)                | 0.0004<br>(0.0055)             | -0.0013<br>(0.0055)          |
| <i>Jovens08</i>                     | 0.0405<br>(0.03)                   | 0.0576<br>(0.032)              | 0.0082<br>(0.0324)           |
| <i>GINI10</i>                       | -0.0074<br>(0.0113)                | -0.0134<br>(0.0132)            | -0.011<br>(0.0149)           |
| <i>TDes10</i>                       | -0.0284<br>(0.021)                 | -0.0265<br>(0.0206)            | -0.0127<br>(0.0231)          |
| <i>MEduc10</i>                      | 0.0548<br>(0.0808)                 | 0.0515<br>(0.0762)             | -0.0029<br>(0.0835)          |
| <i>INDEQB10</i>                     | -0.233<br>(0.5219)                 | 0.7894<br>(0.4938)             | 0.9958<br>(0.5605)           |
| <i>INDEQS10</i>                     | -0.052<br>(0.4213)                 | -0.1508<br>(0.5132)            | 0.2516<br>(0.6313)           |
| <i>GPCHU10</i>                      | -0.0003<br>(0.0007)                | -0.0002<br>(0.0007)            | 0.001<br>(0.0007)            |
| <i>DNormais10</i>                   | -0.0189<br>(0.0185)                | -0.0291<br>(0.0131)            | 0.0198<br>(0.0234)           |
| <i>Arbor10</i>                      | 0.0038<br>(0.0023)                 | -0.0012<br>(0.0024)            | -0.0043<br>(0.0024)          |
| <i>Rampa10</i>                      | -0.0149<br>(0.0112)                | 0.0066<br>(0.0112)             | 0.0052<br>(0.0147)           |
| <i>IlumPubl10</i>                   | 0.0183<br>(0.0166)                 | 0.0108<br>(0.0152)             | 0.013<br>(0.0169)            |
| <i>IdLog10</i>                      | -0.0005<br>(0.0029)                | -0.0018<br>(0.0027)            | -0.0032<br>(0.003)           |
| <i>Bueiro10</i>                     | 0.0028<br>(0.0025)                 | -0.0031<br>(0.0027)            | -0.0018<br>(0.0031)          |
| <i>Ln(Crime t-1)</i>                | -0.2143<br>(0.0955)                | -0.195<br>(0.1379)             | 0.2928<br>(0.1624)           |

|                    |                        |                        |                        |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>PIBpc08</i>     | 0.0099 .<br>(0.0056)   | 0.0023<br>(0.0051)     | 0.0108 .<br>(0.006)    |
| <i>TxPM08</i>      | 0.0017 *<br>(0.0008)   | -0.0002<br>(0.0009)    | 0.0008<br>(0.0011)     |
| <i>GPCSP08</i>     | -0.0077<br>(0.0109)    | 0.0031<br>(0.0113)     | -0.02 .<br>(0.011)     |
| <i>Wy lambda</i>   | 0.818 ***<br>(0.2015)  | 0.6749 ***<br>(0.1635) | 0.9326 ***<br>(0.2397) |
| <i>rho</i>         | -0.658 ***<br>(0.1412) | -0.334 *<br>(0.1537)   | -0.3575 .<br>(0.1876)  |
|                    | Est. p                 | Est. p                 | Est. p                 |
| <i>Jarque-Bera</i> | 20.5311 <0.0           | 18.6478 <0.0           | 10.6686 <0.0           |
| <i>Wald</i>        | 1.1304 0.29            | 6.8585 0.01            | 13.6486 <0.0           |

*Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; '.' < 10%*

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 19 apresenta as estimações com a inclusão das variáveis espaciais. A regressão cuja variável dependente é a variação da taxa de crimes contra o patrimônio apresenta resultados, de certa forma inesperados. Como visto na Tabela 18, o teste de Anselin-Kaliejian não rejeitou a hipótese nula de ausência de dependência espacial nos resíduos, sendo assim a rejeição da hipótese nula dos testes de significância individual dos coeficientes lambda e rho vão em desacordo essa conclusão anterior. Os testes de significância individual também discordam do teste de Wald de significância conjunta que apresenta um p-valor elevado.

A segunda regressão, cuja variável dependente é a taxa de variação do nível de crimes contra o patrimônio, já apresenta resultados mais esperados. Os testes de significância individual e conjunta dos coeficientes espaciais rejeitam a hipótese nula acima como o teste de Anselin-Kaliejian apresentado na tabela anterior, isso leva a concluir que o modelo está bem ajustado. Novamente, pouquíssimas variáveis são significativas a 5%, provavelmente os erros do primeiro estágio inflaram as variâncias do segundo e prejudicaram a inferência, porém a variável *DNormais10*, que representa a proporção de domicílios não localizados em aglomerados subnormais, é significativa a esse nível. Dado o valor negativo do coeficiente essa é mais uma evidência a favor da hipótese de equipamentos urbanos são eficientes na redução dos índices de criminalidade.

Por fim, a terceira regressão, cuja variável dependente é a variação da taxa de homicídio, assim como a segunda regressão comentada acima, apresenta testes coerentes. Como o teste de significância de rho não rejeita a nula a 5%, seria mais indicado ajustar um modelo lag espacial.

**Tabela 20 - Estimativa do modelo lag-espacial**

Especificação 1 – Período de 2008 a 2011

Desvios padrões robustos

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>Var. Taxa de<br/>Homicídio</i> | <i>Continuação</i> | <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> |      |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------------------------|------|
| <i>(Intercept)</i>                  | -5.0239<br>(2.6875)               | <i>Rampa10</i>     | 0.0055<br>(0.0144)                  |      |
| <i>GUrban08</i>                     | -0.0025<br>(0.0058)               | <i>IllumPubl10</i> | 0.0082<br>(0.0178)                  |      |
| <i>Jovens08</i>                     | 0.0232<br>(0.0332)                | <i>IdLog10</i>     | -0.004<br>(0.0032)                  |      |
| <i>GINI10</i>                       | -0.0086<br>(0.0155)               | <i>Bueiro10</i>    | -0.0023<br>(0.0032)                 |      |
| <i>TDes10</i>                       | -0.0125<br>(0.024)                | <i>LTHom01</i>     | 0.2482<br>(0.1678)                  |      |
| <i>MEduc10</i>                      | 0.0225<br>(0.0871)                | <i>PIBpc08</i>     | 0.0121<br>(0.0066)                  | .    |
| <i>INDEQB10</i>                     | 1.1604<br>(0.5913)                | <i>TxPM08</i>      | 0.0012<br>(0.0011)                  |      |
| <i>INDEQS10</i>                     | 0.6397<br>(0.6678)                | <i>GPCSP08</i>     | -0.0231<br>(0.0115)                 | *    |
| <i>GPCHU10</i>                      | 0.001<br>(0.0007)                 | <i>lambda</i>      | 0.6521<br>(0.2947)                  | *    |
| <i>DNormais10</i>                   | 0.0318<br>(0.0227)                |                    | Est.                                | p    |
| <i>Arbor10</i>                      | -0.0051<br>(0.0025)               | <i>Jarque-Bera</i> | 10.7146                             | <0.0 |

Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; '.' < 10%

Retirando a parte de erro espacial da regressão, a proporção de domicílios com ruas arborizadas no entorno e o índice de equipamentos básicos urbanos passam a ter coeficientes significativamente diferentes de zero. O coeficiente de Arbor10 é negativo, sendo uma evidência a favor do impacto dos equipamentos urbanos na redução da criminalidade, porém o coeficiente do índice de equipamentos urbanos é positivo, o que poderia ser uma evidência

contra a teoria de relação entre desorganização social e criminalidade. Vale lembrar que as variáveis de equipamentos urbanos são um retrato do ano de 2010 e que é possível que obras recentemente realizadas não tenham tido tempo de realizar seus impactos sociais até o fim do período analisado, 2011.

### 5.1.3 Período de 2001 a 2011

Considerando a especificação 1 e que este período possui o mesmo ano inicial do período de 2001 a 2007, esses dois períodos têm muitas variáveis explicativas em comum, porém o ano censitário considerado aqui será 2010.

**Tabela 21 - Estatísticas descritivas da variação das taxas de criminalidade entre 2001 e 2011**

| <i>Variação 1=100%</i>   | <i>Obs.</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Mediana</i> | <i>Média</i> | <i>Variância</i> | <i>Desvio-Padrão</i> |
|--------------------------|-------------|---------------|---------------|----------------|--------------|------------------|----------------------|
| <i>Crimes Patrimônio</i> | 853         | -5.02         | 6.24          | 0.00           | 0.25         | 3.46             | 1.86                 |
| <i>Crimes Pessoa</i>     | 853         | -5.00         | 4.72          | -0.16          | -0.32        | 3.49             | 1.87                 |
| <i>Homicídios</i>        | 853         | -4.43         | 4.44          | 0.00           | 0.11         | 3.25             | 1.80                 |

Fonte: Elaboração própria

Entre 2001 e 2011 as taxas municipais de crime contra o patrimônio subiram, na média, 25%, enquanto as taxas de crimes contra a pessoa caíram 32%. As taxas de homicídio, por sua vez subiram 11%.

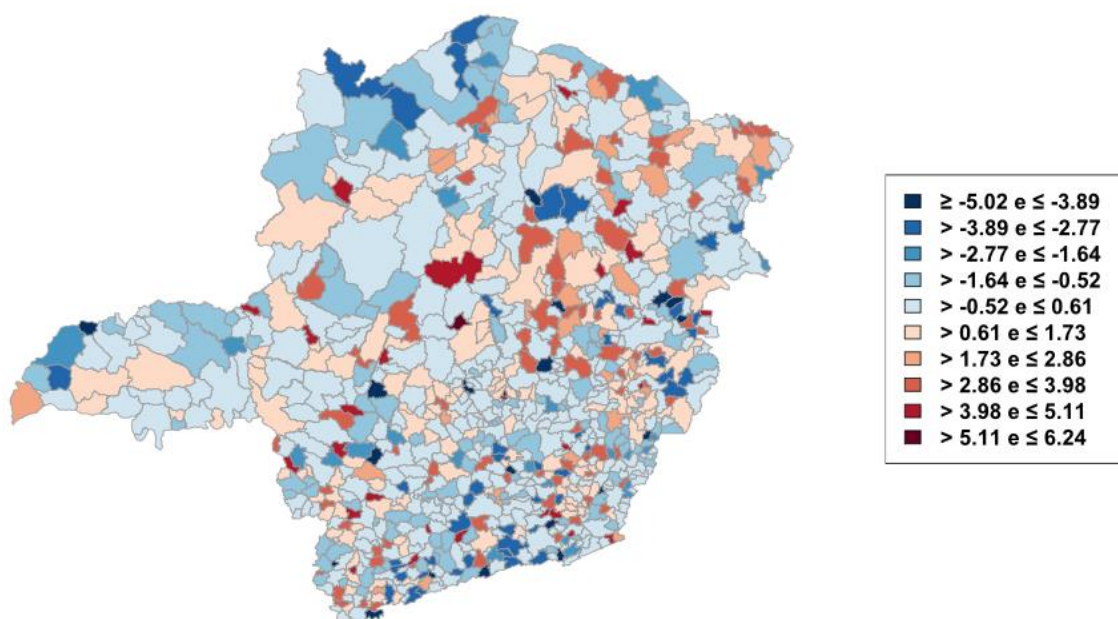
As cidades de Confins, São José da Lapa, Morro da Garça e Tapiraí registraram as maiores altas nos crimes contra o patrimônio, enquanto as maiores quedas ocorreram em Ibitiura de Minas, São Sebastião do Rio Verde, Passa Vinte e Sapucaí Mirim.

As maiores altas nas taxas de crimes contra pessoa ocorreram em Serra de Saudade, Leandro Ferreira, Quartel Geral e Pedrinópolis, enquanto as maiores baixas foram em Braúnas, Água Comprida, Córrego Novo e Veríssimo.

Quanto às taxas de homicídio, os maiores aumentos no período forma registrados nos municípios de Periquito, Dom Joaquim, Divino das Laranjeiras e São Sebastião do Rio Preto. A redução foi maior em Jampruca, Angelândia, Córrego Novo e Braúnas.

### Mapa 9 - Variação das taxas de crime contra o patrimônio entre 2001 e 2011

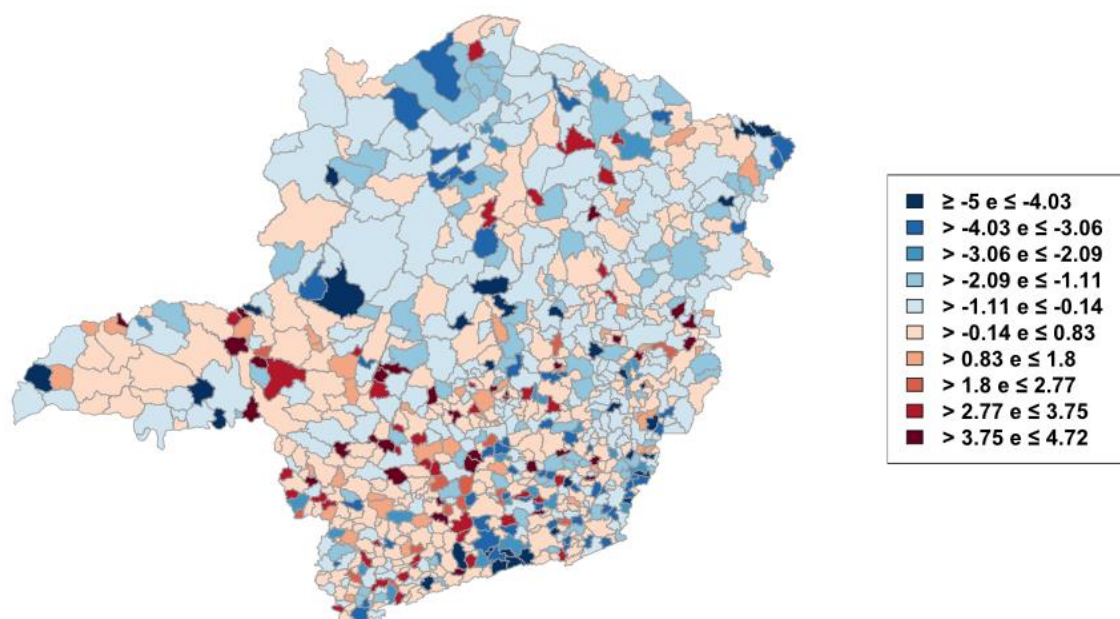
Variação 1=100%



Fonte: Elaboração própria

### Mapa 10 - Variação das taxas de crimes contra a pessoa entre 2001 e 2011

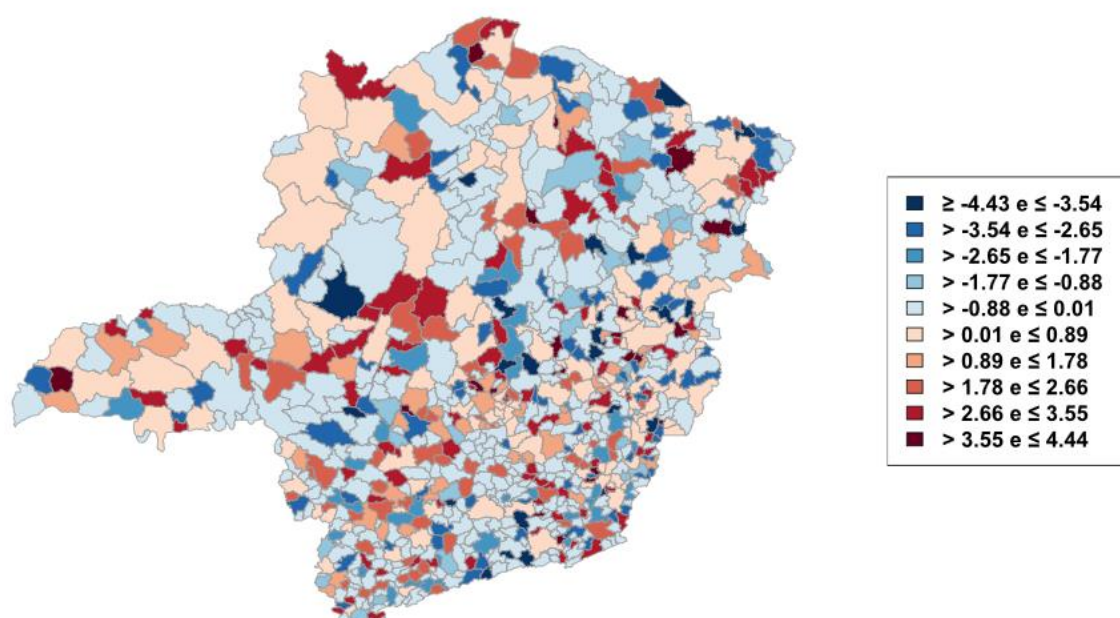
Variação 1=100%



Fonte: Elaboração própria

### Mapa 11 - Variação das taxas de homicídio entre 2001 e 2011

Variação 1=100%



Fonte: Elaboração própria

As variáveis endógenas e os instrumentos desse período considerado, são os mesmos da Tabela 9, porém as variáveis explicativas levam em conta as variáveis de equipamentos

urbanos de 2010. Isso em quase nada altera as regressões, as variáveis Armas06 e TSeten06 continuam a ser instrumentos fracos para Armas07 e TSeten07. Mantendo a coerência com o que foi feito nas seções anteriores, essas variáveis serão eliminadas dos próximos passos de estimação.

**Tabela 22 - Primeiros estágios das variáveis endógenas**

Especificação 1 – Período de 2001 a 2011 (instrumentos fracos eliminados)

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>PIBpc01</i>         | <i>TxPM01</i>           | <i>GPCSP01</i>         |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| <i>(Intercept)</i>                  | 6.2802 *<br>(3.1616)   | 5.2944<br>(3.5097)      | -0.4235<br>(2.432)     |
| <i>GUrbano01</i>                    | -0.0005<br>(0.0038)    | -0.0248 ***<br>(0.0043) | -0.003<br>(0.003)      |
| <i>Jovens01</i>                     | 0.027<br>(0.0312)      | -0.3485 ***<br>(0.0346) | -0.0232<br>(0.024)     |
| <i>GINI00</i>                       | -0.011<br>(0.0077)     | 0.0147 .<br>(0.0085)    | -0.0045<br>(0.0059)    |
| <i>TDes00</i>                       | 0.0005<br>(0.0091)     | 0.0082<br>(0.01)        | 0.0116 .<br>(0.007)    |
| <i>MEduc00</i>                      | 0.3481 ***<br>(0.0822) | 0.0482<br>(0.0913)      | -0.0478<br>(0.0632)    |
| <i>INDEQB10</i>                     | 1.0033 *<br>(0.3952)   | 0.8692 *<br>(0.4387)    | 0.4757<br>(0.304)      |
| <i>INDEQS10</i>                     | 0.3572<br>(0.4227)     | -0.3106<br>(0.4693)     | 0.0377<br>(0.3252)     |
| <i>GPCHU10</i>                      | 0.0005<br>(0.0005)     | 0.0011 *<br>(0.0005)    | 0.0004<br>(0.0004)     |
| <i>DNormais10</i>                   | -0.0379<br>(0.0271)    | 0.0017<br>(0.0301)      | 0.0143<br>(0.0209)     |
| <i>Arbor10</i>                      | 0.0027<br>(0.0019)     | -0.0019<br>(0.0021)     | -0.0003<br>(0.0015)    |
| <i>Rampa10</i>                      | 0.0033<br>(0.0111)     | -0.0053<br>(0.0123)     | -0.0053<br>(0.0085)    |
| <i>IlumPubl10</i>                   | -0.0329 **<br>(0.0121) | 0.0461 ***<br>(0.0134)  | -0.0029<br>(0.0093)    |
| <i>IdLog10</i>                      | -0.0018<br>(0.0022)    | -0.0043 .<br>(0.0025)   | 0.0018<br>(0.0017)     |
| <i>Bueiro10</i>                     | -0.0024<br>(0.0021)    | 0.0031<br>(0.0023)      | 0.0008<br>(0.0016)     |
| <i>PIBpc00</i>                      | 0.7811 ***<br>(0.0075) | -0.0544 ***<br>(0.0083) | 0.0194 ***<br>(0.0058) |

|                        |                      |                         |                        |
|------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|
| <i>TxPM00</i>          | 0.0004<br>(0.0005)   | 0.9932 ***<br>(0.0006)  | 0.0007 .<br>(0.0004)   |
| <i>GPCSP00</i>         | -0.0423<br>(0.0329)  | -0.1239 ***<br>(0.0365) | 0.6132 ***<br>(0.0253) |
| <i>LPatri00</i>        | 0.0699 *<br>(0.0302) | -0.1019 **<br>(0.0335)  | 0.0004<br>(0.0232)     |
| <i>LPess00</i>         | -0.0174<br>(0.0377)  | 0.0496<br>(0.0419)      | 0.0088<br>(0.029)      |
| <i>LTHom00</i>         | 0.037<br>(0.0398)    | 0.0762 .<br>(0.0442)    | 0.0012<br>(0.0306)     |
|                        | Est. p               | Est. p                  | Est. p                 |
| <i>Jarque-Bera</i>     | 57374 <0.0           | 727 <0.0                | 36744 <0.0             |
| <i>Breusch-Pagan</i>   | 264.1122 <0.0        | 319.3127 <0.0           | 177.6865 <0.0          |
| <i>Koenker-Bassett</i> | 208.7 <0.0           | 348.1189 <0.0           | 393.303 <0.0           |
| <i>R<sup>2</sup></i>   | 0.96                 | 0.998                   | 0.49                   |
| <i>Wald</i>            | 11759.13 <0.0        | 2726667.6 <0.0          | 2726667.56 <0.0        |

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 23 - Primeiros estágios das variáveis endógenas (cont.)**

Especificação 1 – Período de 2001 a 2011

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>LPatri01</i>        | <i>LPess01</i>          | <i>LTHom01</i>         |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| <i>(Intercept)</i>                  | -3.1579<br>(3.481)     | 0.7649<br>(3.2711)      | 2.0208<br>(3.2396)     |
| <i>GUrban01</i>                     | 0.0013<br>(0.0042)     | 0.0128 **<br>(0.004)    | 0.0081 *<br>(0.0039)   |
| <i>Jovens01</i>                     | 0.1055 **<br>(0.0343)  | 0.124 ***<br>(0.0322)   | 0.1111 ***<br>(0.0319) |
| <i>GINI00</i>                       | 0.0067<br>(0.0084)     | 0.0217 **<br>(0.0079)   | 0.0228 **<br>(0.0079)  |
| <i>TDes00</i>                       | 0.011<br>(0.01)        | 0.0072<br>(0.0094)      | 0.0034<br>(0.0093)     |
| <i>MEduc00</i>                      | 0.4705 ***<br>(0.0905) | -0.0899<br>(0.0851)     | -0.0789<br>(0.0842)    |
| <i>INDEQB10</i>                     | 0.5548<br>(0.4351)     | -1.4976 ***<br>(0.4089) | -1.1289 **<br>(0.405)  |
| <i>INDEQS10</i>                     | -0.003<br>(0.4654)     | 0.2796<br>(0.4373)      | -0.038<br>(0.4331)     |
| <i>GPCHU10</i>                      | -0.0006<br>(0.0005)    | -0.0009 .<br>(0.0005)   | -0.0011 *<br>(0.0005)  |
| <i>DNormais10</i>                   | -0.0068<br>(0.0299)    | -0.0285<br>(0.0281)     | -0.0479 .<br>(0.0278)  |
| <i>Arbor10</i>                      | 0.0045 *<br>(0.0045)   | 0.0007<br>(0.0007)      | 0.0011<br>(0.0011)     |

|                                                                                            |          |      |          |      |          |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|----------|------|----------|------|
|                                                                                            | (0.0021) |      | (0.002)  |      | (0.002)  |      |
| <i>Rampa10</i>                                                                             | -0.0062  |      | -0.0051  |      | -0.015   |      |
|                                                                                            | (0.0122) |      | (0.0115) |      | (0.0114) |      |
| <i>IlumPubl10</i>                                                                          | 0.0059   |      | 0.0015   |      | -0.0014  |      |
|                                                                                            | (0.0133) |      | (0.0125) |      | (0.0124) |      |
| <i>IdLog10</i>                                                                             | -0.0016  |      | -0.0009  |      | -0.0006  |      |
|                                                                                            | (0.0024) |      | (0.0023) |      | (0.0023) |      |
| <i>Bueiro10</i>                                                                            | -0.0018  |      | 0.0039   |      | 0.0039   |      |
|                                                                                            | (0.0023) |      | (0.0021) |      | (0.0021) |      |
| <i>PIBpc00</i>                                                                             | 0.0131   |      | -0.0058  |      | -0.0082  |      |
|                                                                                            | (0.0083) |      | (0.0078) |      | (0.0077) |      |
| <i>TxPM00</i>                                                                              | 0.0001   |      | 0.0001   |      | 0.0003   |      |
|                                                                                            | (0.0006) |      | (0.0006) |      | (0.0006) |      |
| <i>GPCSP00</i>                                                                             | -0.076   | *    | 0.0564   |      | 0.0698   | *    |
|                                                                                            | (0.0362) |      | (0.034)  |      | (0.0337) |      |
| <i>LPatri00</i>                                                                            | 0.3595   | ***  | 0.0596   |      | 0.0677   | *    |
|                                                                                            | (0.0332) |      | (0.0312) |      | (0.0309) |      |
| <i>LPess00</i>                                                                             | 0.0496   |      | 0.2318   | ***  | 0.0795   | *    |
|                                                                                            | (0.0416) |      | (0.0391) |      | (0.0387) |      |
| <i>LTHom00</i>                                                                             | 0.0599   |      | 0.0921   | *    | 0.119    | **   |
|                                                                                            | (0.0438) |      | (0.0412) |      | (0.0408) |      |
|                                                                                            | Est.     | p    | Est.     | p    | Est.     | p    |
| <i>Jarque-Bera</i>                                                                         | 22.7933  | <0.0 | 83.2696  | <0.0 | 46.1301  | <0.0 |
| <i>Breusch-Pagan</i>                                                                       | 129.306  | <0.0 | 152.1651 | <0.0 | 87.8057  | <0.0 |
| <i>Koenker-Bassett</i>                                                                     | 113.1224 | <0.0 | 129.3329 | <0.0 | 83.6178  | <0.0 |
| <i>R<sup>2</sup></i>                                                                       | 0.41     |      | 0.26     |      | 0.17     |      |
| <i>Wald</i>                                                                                | 154.15   | <0.0 | 88.37    | <0.0 | 40.92    | <0.0 |
| <i>Códigos de sig.: (p-valor) '***' &lt; 0.1%; '**' &lt; 1%; '*' &lt; 5%; '.' &lt; 10%</i> |          |      |          |      |          |      |

Fonte: Elaboração própria

As novas variáveis de equipamentos urbanos incluídas nesse período pouco alteram os primeiros estágios da regressão. As conclusões são as mesmas apresentadas na seção 5.1.1.

#### Tabela 24 - Estimativas de MQ2E com teste de dependência espacial nos resíduos

Especificação 1 – Período de 2001 a 2011

Desvio padrões robustos

| <i>Coefficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>Crime contra<br/>Patrimônio</i> | <i>Crime contra<br/>Pessoa</i> | <i>Taxa de<br/>Homicídio</i> |
|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| <i>(Intercept)</i>                   | 1.3374<br>(2.7438)                 | 0.1693<br>(2.3327)             | 1.9773<br>(2.932)            |
| <i>Crime t-1</i>                     | -0.4202 ***                        | -0.1769                        | -0.027                       |

|                                                                         |          |      |           |      |           |      |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|------|-----------|------|-----------|------|
|                                                                         | (0.0984) |      | (0.1536)  |      | (0.2351)  |      |
| <i>GUrbano01</i>                                                        | 0.0103 * |      | 0.0051    |      | -0.0012   |      |
|                                                                         | (0.005)  |      | (0.006)   |      | (0.0062)  |      |
| <i>Jovens01</i>                                                         | 0.037    |      | -0.0395   |      | -0.0081   |      |
|                                                                         | (0.0426) |      | (0.0516)  |      | (0.0573)  |      |
| <i>GINI00</i>                                                           | -0.007   |      | 0.0025    |      | -0.005    |      |
|                                                                         | (0.0097) |      | (0.0108)  |      | (0.0127)  |      |
| <i>TDes00</i>                                                           | -0.0082  |      | 0.0101    |      | 0.0059    |      |
|                                                                         | (0.0115) |      | (0.0121)  |      | (0.0137)  |      |
| <i>MEduc00</i>                                                          | 0.0308   |      | -0.1305   |      | -0.0512   |      |
|                                                                         | (0.116)  |      | (0.0969)  |      | (0.106)   |      |
| <i>PIBpc01</i>                                                          | 0.01     |      | 0.016     |      | 0.0111    |      |
|                                                                         | (0.0089) |      | (0.0133)  |      | (0.0105)  |      |
| <i>TxPM01</i>                                                           | -0.0003  |      | 0.0002    |      | 0.0003    |      |
|                                                                         | (0.0006) |      | (0.0006)  |      | (0.0007)  |      |
| <i>GPCSP01</i>                                                          | 0.0191   |      | -0.17 *   |      | -0.1441 * |      |
|                                                                         | (0.05)   |      | (0.0684)  |      | (0.0725)  |      |
| <i>INDEQB10</i>                                                         | -0.4783  |      | 0.2419    |      | -0.1714   |      |
|                                                                         | (0.5377) |      | (0.4854)  |      | (0.6322)  |      |
| <i>INDEQS10</i>                                                         | 0.8972 * |      | -0.2234   |      | 0.5211    |      |
|                                                                         | (0.4426) |      | (0.4929)  |      | (0.4995)  |      |
| <i>GPCHU10</i>                                                          | -0.0007  |      | 0.0007    |      | 0.0003    |      |
|                                                                         | (0.0006) |      | (0.0007)  |      | (0.0007)  |      |
| <i>DNormais10</i>                                                       | -0.0209  |      | -0.0029   |      | -0.0286   |      |
|                                                                         | (0.0174) |      | (0.0138)  |      | (0.0234)  |      |
| <i>Arbor10</i>                                                          | 0.0035   |      | 0.0025    |      | 0.0015    |      |
|                                                                         | (0.0024) |      | (0.0023)  |      | (0.0025)  |      |
| <i>Rampa10</i>                                                          | 0.0024   |      | -0.0006   |      | -0.0089   |      |
|                                                                         | (0.0116) |      | (0.0155)  |      | (0.0193)  |      |
| <i>IlumPubl10</i>                                                       | 0.011    |      | 0.0175    |      | 0.0198    |      |
|                                                                         | (0.0165) |      | (0.0157)  |      | (0.0191)  |      |
| <i>IdLog10</i>                                                          | 0.0014   |      | -0.0027   |      | 0.0013    |      |
|                                                                         | (0.0028) |      | (0.0029)  |      | (0.0031)  |      |
| <i>Bueiro10</i>                                                         | -0.0007  |      | -0.007 ** |      | -0.0061 . |      |
|                                                                         | (0.0026) |      | (0.0027)  |      | (0.0031)  |      |
|                                                                         | Est.     | p    | Est.      | p    | Est.      | p    |
| <i>Jarque-Bera</i>                                                      | 18.9599  | <0.0 | 94.0153   | <0.0 | 2.0531    | <0.0 |
| <i>Breusch-Pagan</i>                                                    | 121.8899 | <0.0 | 130.8897  | <0.0 | 91.2556   | <0.0 |
| <i>Anselin-Kalejian</i>                                                 | 0.3289   | 0.57 | 0.1909    | 0.66 | 0.0007    | 0.98 |
| <i>Wu-Hausman</i>                                                       | 6.3653   | <0.0 | 11.8567   | <0.0 | 7.4969    | <0.0 |
| <i>Sargan</i>                                                           | 1.3823   | 0.5  | 4.3162    | 0.12 | 0.2192    | 0.9  |
| Códigos de sig.: (p-valor) '***' < 0.1%; '**' < 1%; '*' < 5%; "." < 10% |          |      |           |      |           |      |

Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; "." < 10%

Fonte: Elaboração própria

Analisando os testes de Anselin-Kaleijian, Wu-Hausman e Sargan é possível dizer que as três regressões apresentadas na Tabela 24 não aparentam conter erros de especificação. Mais uma vez poucos coeficientes são significativos ao nível de 5%. Na primeira regressão, de crimes contra o patrimônio, o coeficiente do índice de ausência de equipamentos de saneamento (INDEQS10) é significativamente diferente de zero, devido à natureza negativa desse índice o coeficiente positivo indica que quanto mais ausentes esses equipamentos maior é o crescimento nas taxas de crimes contra o patrimônio. O coeficiente da variável Bueiro10 também é significativo na regressão de crimes contra a pessoa, a ausência de bueiros pode ocasionar enchentes em períodos chuvosos, essas enchentes carregam lixo, detritos e podem alagar casas, contribuindo para o aumento da desorganização social das comunidades e, por fim, aumentando as taxas de criminalidade.

**Tabela 25 - Estimativa SARAR(1,1) com variáveis endógenas não espaciais**

Especificação 1 – Período de 2001 a 2011

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>Crime contra<br/>Patrimônio</i> | <i>Crime contra<br/>Pessoa</i> | <i>Taxa de<br/>Homicídio</i> |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| <i>(Intercept)</i>                  | 0.9071<br>(3.6244)                 | 2.4588<br>(3.5214)             | 1.3329<br>(3.5882)           |
| <i>GUrbano01</i>                    | 0.0112 *<br>(0.0044)               | 0.0033<br>(0.0046)             | 0.0034<br>(0.0047)           |
| <i>Jovens01</i>                     | 0.0588<br>(0.0368)                 | 0.0575<br>(0.0419)             | 0.0628<br>(0.0421)           |
| <i>GINI00</i>                       | -0.005<br>(0.009)                  | -0.0016<br>(0.009)             | 0.004<br>(0.0098)            |
| <i>TDes00</i>                       | -0.0065<br>(0.0103)                | 0.0007<br>(0.0098)             | 0.0164<br>(0.0102)           |
| <i>MEduc00</i>                      | 0.1<br>(0.1028)                    | -0.0094<br>(0.0908)            | 0.0269<br>(0.0944)           |
| <i>INDEQB10</i>                     | -0.3881<br>(0.4488)                | 0.4155<br>(0.4589)             | 0.1076<br>(0.4792)           |
| <i>INDEQS10</i>                     | 0.9382 .<br>(0.4863)               | -0.3424<br>(0.4678)            | 0.2832<br>(0.4833)           |
| <i>GPCHU10</i>                      | -0.0009 .<br>(0.0005)              | -0.0003<br>(0.0005)            | -0.0001<br>(0.0006)          |
| <i>DNormais10</i>                   | -0.0242<br>(0.0314)                | -0.0287<br>(0.0295)            | -0.0318<br>(0.0317)          |
| <i>Arbor10</i>                      | 0.0042 .<br>(0.0022)               | 0.0011<br>(0.0021)             | 0.0004<br>(0.0022)           |

|                                                                         |                         |      |                        |      |                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------|------------------------|------|-----------------------|-----|
| <i>Rampa10</i>                                                          | 0.0006<br>(0.0135)      |      | 0.0012<br>(0.0123)     |      | 0.0088<br>(0.0133)    |     |
| <i>IllumPubl10</i>                                                      | 0.0118<br>(0.0137)      |      | -0.0021<br>(0.0134)    |      | -0.0003<br>(0.0139)   |     |
| <i>IdLog10</i>                                                          | 0.0013<br>(0.0025)      |      | -0.0013<br>(0.0024)    |      | -0.001<br>(0.0025)    |     |
| <i>Bueiro10</i>                                                         | -0.0011<br>(0.0023)     |      | -0.0048 *<br>(0.0024)  |      | -0.0029<br>(0.0024)   |     |
| <i>Crime01</i>                                                          | -0.5392 ***<br>(0.0791) |      | -0.399 ***<br>(0.1049) |      | -0.3044 *<br>(0.146)  |     |
| <i>PIBpc01</i>                                                          | 0.0142<br>(0.0121)      |      | 0.0178<br>(0.011)      |      | 0.0173<br>(0.0113)    |     |
| <i>TxPM01</i>                                                           | -0.0003<br>(0.0006)     |      | -0.0005<br>(0.0006)    |      | -0.0003<br>(0.0006)   |     |
| <i>GPCSP01</i>                                                          | 0.0151<br>(0.0589)      |      | -0.0217<br>(0.0562)    |      | -0.038<br>(0.0596)    |     |
| <i>lambda</i>                                                           | 0.0188<br>(0.2174)      |      | 0.7607 ***<br>(0.1738) |      | 0.4484 *<br>(0.1956)  |     |
| <i>rho</i>                                                              | -0.0542<br>(0.2412)     |      | -0.5572 **<br>(0.1739) |      | -0.4035 *<br>(0.1977) |     |
|                                                                         |                         |      |                        |      |                       |     |
|                                                                         | Est.                    | p    | Est.                   | p    | Est.                  | p   |
| <i>Jarque-Bera</i>                                                      | 25.3798                 | <0.0 | 6.9733                 | <0.0 | 0.7038                | 1   |
| <i>Wald</i>                                                             | 0.2961                  | 0.59 | 2.6642                 | 0.10 | 0.0843                | 0.8 |
| Códigos de sig.: (p-valor) '***' < 0.1%; '**' < 1%; '*' < 5%; '.' < 10% |                         |      |                        |      |                       |     |

Fonte: Elaboração própria

Considerando as estimativas da Tabela 25, é possível dizer que o método de MQ2E é adequado para a regressão de crimes contra o patrimônio. Os testes de significância individual e conjunta dos parâmetros espaciais estão em concordância com o teste de dependência espacial dos resíduos de MQ2E. Para essa regressão não há evidência de efeitos espaciais.

Quanto as regressões de crimes contra a pessoa e taxa de homicídio os testes de significância conjunta e individual dos parâmetros espaciais parecem discordar do teste de dependência espacial nos resíduos de MQ2E. Apesar disso, a inclusão dos parâmetros espaciais não altera o sinal e a significância do coeficiente da variável Bueiro10 na regressão de crimes contra pessoa.

## 5.2 Especificação 2

Nessa especificação as variáveis dependentes são os níveis de criminalidade municipal.

### 5.2.1 Período 2011

A Tabela 26 apresenta estatísticas básicas da criminalidade em 2011. É possível perceber que as variâncias dos crimes contra o patrimônio e contra pessoas entre os municípios mineiros é bastante superior à variância das taxas de homicídio. Analisando esse fato isolado à luz do modelo de Glaeser, Sacerdote e Sheinkman (1996) seria possível hipotetizar que crimes contra o patrimônio e contra a pessoa apresentam níveis de interação social maiores se comparados ao crime de homicídio. Se isso for verdade, é de se esperar que os modelos que tenham como variáveis dependentes as taxas de crimes contra o patrimônio e contra a pessoa sejam mais espaciais que os modelos com taxas de homicídio.

**Tabela 26 - Estatísticas descritivas dos níveis de criminalidade em 2011**

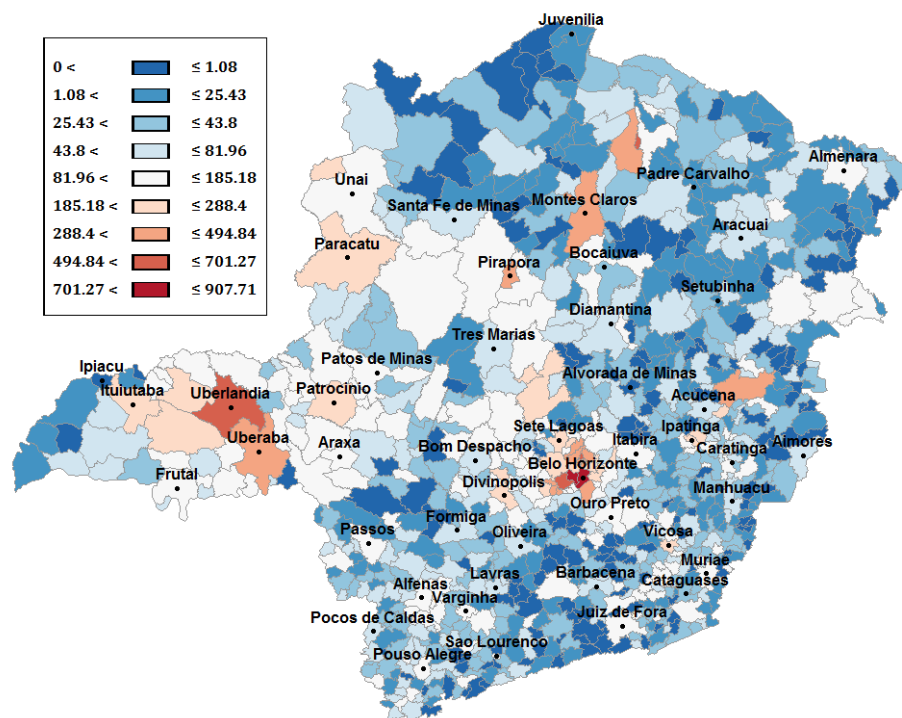
| <i>Taxas por 100mil habitantes</i> | <i>Obs.</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Mediana</i> | <i>Média</i> | <i>Variância</i> | <i>Desvio-<br/>Padrão</i> |
|------------------------------------|-------------|---------------|---------------|----------------|--------------|------------------|---------------------------|
| <i>Crimes Patrimônio</i>           | 853         | 0             | 907.71        | 34.03          | 56.02        | 6845.32          | 82.74                     |
| <i>Crimes Pessoa</i>               | 853         | 0             | 1945.92       | 25.74          | 34.35        | 5261.57          | 72.54                     |
| <i>Homicídios</i>                  | 853         | 0             | 92.16         | 6.23           | 10.88        | 206.21           | 14.36                     |

Fonte: Elaboração Própria

Em 2011, 171 municípios não registraram crimes contra o patrimônio ou contra a pessoa, enquanto 390 municípios não registraram nenhum homicídio. Contagem, Belo Horizonte, Nova Porteirinha e Betim foram os municípios que registraram as maiores taxas de crimes contra o patrimônio. Em relação aos crimes contra a pessoa, as cidades com mais altos índices foram Riacho dos Machado, Periquito, São Joaquim de Bicas e Nova Porteirinha. Por último o ranking das maiores taxas de homicídios em 2011 é composto por São Joaquim de Bicas, Periquito, Catuji e Vespasiano.

### **Mapa 12 - Taxas municipais de crimes contra o Patrimônio em 2011**

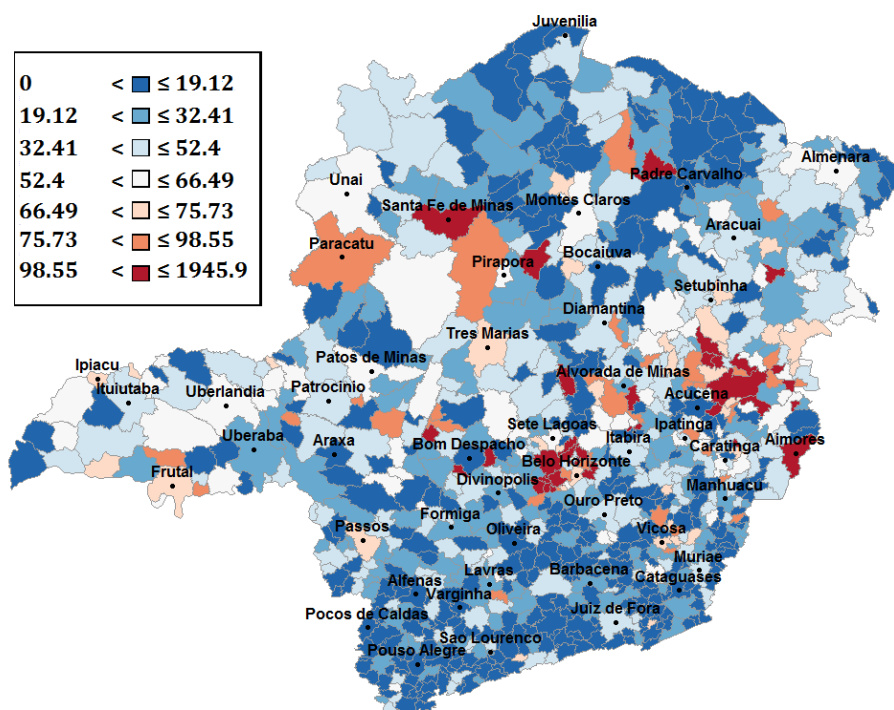
*Crimes por 100.000 habitantes*



Fonte: Elaboração própria

### Mapa 13 - Taxas municipais de crimes contra a pessoa em 2011

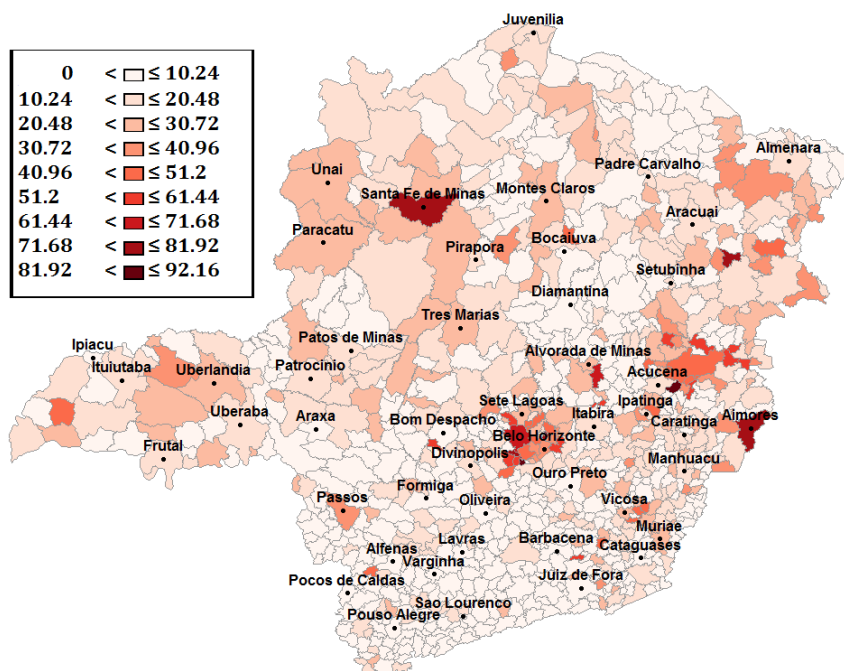
*Crimes por 100.00 habitantes*



Fonte: Elaboração Própria

## Mapa 14 - Taxas municipais de homicídio em 2011

Crimes por 100.000 habitantes



Fonte: Elaboração Própria

## Tabela 27 – Primeiros estágios das variáveis endógenas

Especificação 2 – Ano 2011

Coeficiente

|                     | <i>PIBpc11</i>        | <i>Armas10</i>             | <i>TSeten10</i>       | <i>TxPM11</i>            | <i>GPCSP11</i>        |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| <i>(Desv. pad.)</i> |                       |                            |                       |                          |                       |
| <i>(Intercept)</i>  | -14.41 **<br>(4.649)  | 254.8482<br>(469.5649)     | -34.7387<br>(113.007) | 161.7305 **<br>(58.1574) | 5.4544<br>(15.8417)   |
| <i>GUrban11</i>     | 0.0014<br>(0.004)     | -0.1383<br>(0.4027)        | 0.0312<br>(0.0969)    | 0.0065<br>(0.0499)       | 0.021<br>(0.0136)     |
| <i>Jovens11</i>     | 0.1153 **<br>(0.0378) | -7.7213 *<br>(3.8177)      | -0.417<br>(0.9188)    | -2.3936 ***<br>(0.4728)  | 0.0475<br>(0.1288)    |
| <i>GINI10</i>       | 0.0213<br>(0.0139)    | 1.5628<br>(1.3986)         | -0.3862<br>(0.3366)   | -0.2304<br>(0.1732)      | 0.0363<br>(0.0472)    |
| <i>TDes10</i>       | -0.0249<br>(0.0249)   | 6.1092 *<br>(2.5177)       | 0.1626<br>(0.6059)    | -0.5964 .<br>(0.3118)    | -0.1841 *<br>(0.0849) |
| <i>MEduc10</i>      | -0.2223 *<br>(0.0918) | -35.7519 ***<br>(9.2669)   | -1.2935<br>(2.2302)   | 1.4347<br>(1.1477)       | 0.3753<br>(0.3126)    |
| <i>INDEQB10</i>     | 1.405 *<br>(0.586)    | -306.8522 ***<br>(59.1907) | -3.4656<br>(14.245)   | -22.6823 **<br>(7.331)   | -1.3391<br>(1.9969)   |
| <i>INDEQS10</i>     | 0.064<br>(0.634)      | 176.2315 **<br>(64.042)    | -13.2512<br>(15.4125) | 0.7119<br>(7.9318)       | -1.0295<br>(2.1606)   |
| <i>GPCHU10</i>      | 0.0008                | 0.028                      | 0.0042                | 0.0445 ***               | 0.0178 ***            |

|                        |                       |                        |                       |                        |                        |
|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| <i>DNormais10</i>      | (0.0007)<br>0.0822 *  | (0.0731)<br>0.216      | (0.0176)<br>1.1396    | (0.0091)<br>-0.576     | (0.0025)<br>-0.0161    |
| <i>Arbor10</i>         | (0.0413)<br>-0.0027   | (4.1738)<br>0.3143     | (1.0045)<br>-0.1009   | (0.5169)<br>-0.0978 ** | (0.1408)<br>-0.0025    |
| <i>Rampa10</i>         | (0.0029)<br>-0.0106   | (0.2928)<br>0.8724     | (0.0705)<br>-0.137    | (0.0363)<br>-0.135     | (0.0099)<br>-0.0675    |
| <i>IllumPubl10</i>     | (0.0163)<br>0.0234    | (1.6448)<br>3.7191 *   | (0.3958)<br>-0.233    | (0.2037)<br>0.062      | (0.0555)<br>-0.0846    |
| <i>IdLog10</i>         | (0.0181)<br>0.0002    | (1.8255)<br>-0.1173    | (0.4393)<br>0.0829    | (0.2261)<br>-0.0388    | (0.0616)<br>0.0016     |
| <i>Bueiro10</i>        | (0.0034)<br>-0.0008   | (0.3387)<br>-0.3409    | (0.0815)<br>-0.0838   | (0.0419)<br>-0.0303    | (0.0114)<br>0.0107     |
| <i>PIBpc10</i>         | (0.0031)<br>1.11 ***  | (0.3163)<br>1.2134 *   | (0.0761)<br>-0.0555   | (0.0392)<br>0.0231     | (0.0107)<br>0.0615 **  |
| <i>Armas09</i>         | (0.0059)<br>0.0001    | (0.5989)<br>0.4277 *** | (0.1441)<br>0.0155 *  | (0.0742)<br>0.0068 .   | (0.0202)<br>0.0015     |
| <i>TSeten09</i>        | (0.0003)<br>-0.0011   | (0.029)<br>-0.2038     | (0.007)<br>0.5883 *** | (0.0036)<br>-0.0156    | (0.001)<br>0.0142 **   |
| <i>TxPM10</i>          | (0.0013)<br>-0.0013   | (0.1323)<br>0.0773     | (0.0318)<br>0.0031    | (0.0164)<br>0.8887 *** | (0.0045)<br>-0.002     |
| <i>GPCSP10</i>         | (0.0009)<br>-0.0007   | (0.0921)<br>0.7743 *   | (0.0222)<br>-0.0269   | (0.0114)<br>0.0179     | (0.0031)<br>0.0869 *** |
| <i>CPatri09</i>        | (0.0033)<br>-0.0025 * | (0.3356)<br>-0.0161    | (0.0808)<br>0.0287    | (0.0416)<br>-0.0013    | (0.0113)<br>0.0058     |
| <i>CPessoa09</i>       | (0.0011)<br>0.0009    | (0.1068)<br>0.4028     | (0.0257)<br>0.1479 *  | (0.0132)<br>0.0565 .   | (0.0036)<br>-0.0056    |
| <i>THom09</i>          | (0.0026)<br>0.0033    | (0.2634)<br>-0.64      | (0.0634)<br>-0.0906   | (0.0326)<br>-0.1299 .  | (0.0089)<br>0.0046     |
|                        | (0.0062)              | (0.623)                | (0.1499)              | (0.0772)               | (0.021)                |
|                        | Est. Teste p          | Est. Teste p           | Est. Teste p          | Est. Teste p           | Est. Teste p           |
| <i>Jarque-Bera</i>     | 28607.99 <0.0         | 13857.12 <0.0          | 119x10^4 <0.0         | 16935.8 <0.0           | 217764.6 <0.0          |
| <i>Breusch-Pagan</i>   | 577.81 <0.0           | 55.383 <0.0            | 276.602 <0.0          | 45.3431 0.0024         | 236.771 <0.0           |
| <i>Koenker-Bassett</i> | 613.575 <0.0          | 85.992 <0.0            | 659.947 <0.0          | 35.496 0.0344          | 208.33 <0.0            |
| <i>R<sup>2</sup></i>   | 0.98                  | 0.44                   | 0.32                  | 0.92                   | 0.19                   |
| <i>Wald</i>            | 35325 <0.0            | 251.48 <0.0            | 367.18 <0.0           | 6414.2 <0.0            | 84.985 <0.0            |

Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; '.' < 10%

Fonte: Elaboração Própria

Os primeiros estágios das variáveis PIBpc11 e TxPM11 apresentaram ajustes muito bons com  $R^2$  bastante elevado. Já as variáveis Armas10, TSeten10 e GPCSP11, apesar do teste de Wald de significância conjunta dos instrumentos rejeitar a hipótese nula para cada uma das regressões cujo elas são as variáveis dependentes, o coeficiente de correlação dessas regressões não é satisfatoriamente elevado. De modo a manter a coerência com o que foi

feito na especificação 1 as variáveis TSeten10 e GPCSP11, que apresentaram os menores coeficientes de correlação nas regressões de primeiro estágio, serão eliminadas do modelo final, assim como seus respectivos instrumentos.

**Tabela 28 - Primeiros estágios das variáveis endógenas**

Especificação 2 – Ano 2011

Instrumentos fracos retirados

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>PIBpc11</i>          |  | <i>Armas10</i>             |   | <i>TxPM11</i>           |   |
|-------------------------------------|-------------------------|--|----------------------------|---|-------------------------|---|
| <i>(Intercept)</i>                  | -14.5643 **<br>(4.6404) |  | 206.1401<br>(470.6674)     |   | 158.936 **<br>(58.0635) |   |
| <i>GUrban11</i>                     | 0.0014<br>(0.004)       |  | -0.1723<br>(0.4039)        |   | 0.0052<br>(0.0498)      |   |
| <i>Jovens11</i>                     | 0.1163 **<br>(0.0377)   |  | -7.433<br>(3.8281)         | . | -2.3758 ***<br>(0.4723) |   |
| <i>GINI10</i>                       | 0.0209<br>(0.0138)      |  | 1.6265<br>(1.4019)         |   | -0.2319<br>(0.1729)     |   |
| <i>TDes10</i>                       | -0.0254<br>(0.0249)     |  | 6.3047 *<br>(2.524)        |   | -0.5943<br>(0.3114)     | . |
| <i>MEduc10</i>                      | -0.2253 *<br>(0.0916)   |  | -36.6278 ***<br>(9.2896)   |   | 1.3826<br>(1.146)       |   |
| <i>INDEQB10</i>                     | 1.3918 *<br>(0.585)     |  | -302.8777 ***<br>(59.3356) |   | -22.6737 **<br>(7.3199) |   |
| <i>INDEQS10</i>                     | 0.0654<br>(0.6334)      |  | 172.7497 **<br>(64.2454)   |   | 0.6177<br>(7.9256)      |   |
| <i>GPCHU10</i>                      | 0.0007<br>(0.0007)      |  | 0.0311<br>(0.0728)         |   | 0.044 ***<br>(0.009)    |   |
| <i>DNormais10</i>                   | 0.0833 *<br>(0.0413)    |  | 0.4635<br>(4.1859)         |   | -0.5592<br>(0.5164)     |   |
| <i>Arbor10</i>                      | -0.0026<br>(0.0029)     |  | 0.3046<br>(0.2935)         |   | -0.0973 **<br>(0.0362)  |   |
| <i>Rampa10</i>                      | -0.0102<br>(0.0163)     |  | 0.9797<br>(1.6496)         |   | -0.1285<br>(0.2035)     |   |
| <i>IlumPubl10</i>                   | 0.0234<br>(0.0181)      |  | 3.7643 *<br>(1.8316)       |   | 0.063<br>(0.226)        |   |
| <i>IdLog10</i>                      | 0.0001<br>(0.0033)      |  | -0.0948<br>(0.3397)        |   | -0.0383<br>(0.0419)     |   |
| <i>Bueiro10</i>                     | -0.0007<br>(0.0031)     |  | -0.3316<br>(0.3172)        |   | -0.0294<br>(0.0391)     |   |
| <i>PIBpc10</i>                      | 1.1097 ***<br>(0.0059)  |  | 1.2578 *<br>(0.6007)       |   | 0.0256<br>(0.0741)      |   |
| <i>Armas09</i>                      | 0                       |  | 0.4249 ***                 |   | 0.0066 .                |   |

|                        |            |      |            |      |            |      |
|------------------------|------------|------|------------|------|------------|------|
|                        | (0.0003)   |      | (0.029)    |      | (0.0036)   |      |
| <i>TxPM10</i>          | -0.0012    |      | 0.0769     |      | 0.8889 *** |      |
|                        | (0.0009)   |      | (0.0923)   |      | (0.0114)   |      |
| <i>CPatri09</i>        | -0.0026 *  |      | -0.0188    |      | -0.0015    |      |
|                        | (0.0011)   |      | (0.1072)   |      | (0.0132)   |      |
| <i>CPessoa09</i>       | 0.0009     |      | 0.4164     |      | 0.0568 .   |      |
|                        | (0.0026)   |      | (0.2642)   |      | (0.0326)   |      |
| <i>THom09</i>          | 0.0033     |      | -0.5803    |      | -0.1279 .  |      |
|                        | (0.0062)   |      | (0.6248)   |      | (0.0771)   |      |
|                        | Est.       | p    | Est.       | p    | Est.       | p    |
| <i>Jarque-Bera</i>     | 28840.3204 | <0.0 | 13359.6384 | <0.0 | 17102.513  | <0.0 |
| <i>Breusch-Pagan</i>   | 577.0036   | <0.0 | 54.9228    | <0.0 | 45.0717    | <0.0 |
| <i>Koenker-Bassett</i> | 612.9871   | <0.0 | 86.2877    | <0.0 | 35.3714    | 0    |
| <i>R<sup>2</sup></i>   | 0.98       |      | 0.43       |      | 0.92       |      |
| <i>Wald</i>            | 35377.46   | <0.0 | 242.13     | <0.0 | 6420.11    | <0.0 |

Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*\*' < 0.1%; '\*\*\*' < 1%; '\*\*' < 5%; '.' < 10%

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 29 - Primeiros estágios das variáveis endógenas (cont.)**

Especificação 2 – Ano 2011

| <i>Coefficiente</i><br>(Desv. pad.) | <i>CPatri10</i>           | <i>CPessoa10</i>        | <i>THom10</i>           |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <i>(Intercept)</i>                  | 306.6984 ***<br>(79.4171) | 130.5345 *<br>(61.4722) | 77.3799 **<br>(29.8468) |
| <i>GUrban11</i>                     | -0.0527<br>(0.0682)       | 0.1263 *<br>(0.0528)    | 0.0003<br>(0.0256)      |
| <i>Jovens11</i>                     | 0.0748<br>(0.6459)        | 0.2405<br>(0.5)         | 0.3819<br>(0.2428)      |
| <i>GINI10</i>                       | 0.7525 **<br>(0.2366)     | -0.079<br>(0.1831)      | 0.0701<br>(0.0889)      |
| <i>TDes10</i>                       | -0.2855<br>(0.4259)       | 0.0162<br>(0.3296)      | -0.2144<br>(0.1601)     |
| <i>MEduc10</i>                      | 5.087 **<br>(1.5675)      | -2.686 *<br>(1.2133)    | -0.9377<br>(0.5891)     |
| <i>INDEQB10</i>                     | 4.6613<br>(10.0119)       | -14.4991 .<br>(7.7496)  | -6.4026 .<br>(3.7627)   |
| <i>INDEQS10</i>                     | 15.4822<br>(10.8403)      | -0.1761<br>(8.3909)     | 2.301<br>(4.074)        |
| <i>GPCHU10</i>                      | -0.0081<br>(0.0123)       | 0.0168 .<br>(0.0095)    | 0.0069<br>(0.0046)      |
| <i>DNormais10</i>                   | -3.2138 ***<br>(0.7063)   | -1.2103 *<br>(0.5467)   | -0.6936 **<br>(0.2654)  |
| <i>Arbor10</i>                      | -0.0162                   | 0.0426                  | 0.0295                  |

|                                                                                               |            |      |             |      |             |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------|-------------|------|-------------|------|
|                                                                                               | (0.0495)   |      | (0.0383)    |      | (0.0186)    |      |
| <i>Rampa10</i>                                                                                | 0.2796     |      | -0.1516     |      | -0.0205     |      |
|                                                                                               | (0.2783)   |      | (0.2155)    |      | (0.1046)    |      |
| <i>IlumPubl10</i>                                                                             | -0.4185    |      | 0.0769      |      | -0.1157     |      |
|                                                                                               | (0.3091)   |      | (0.2392)    |      | (0.1161)    |      |
| <i>IdLog10</i>                                                                                | -0.0138    |      | 0.02        |      | 0.0251      |      |
|                                                                                               | (0.0573)   |      | (0.0444)    |      | (0.0215)    |      |
| <i>Bueiro10</i>                                                                               | 0.0993     | .    | 0.0498      |      | 0.0213      |      |
|                                                                                               | (0.0535)   |      | (0.0414)    |      | (0.0201)    |      |
| <i>PIBpc10</i>                                                                                | 0.2041     | *    | 0.0964      |      | 0.0098      |      |
|                                                                                               | (0.1014)   |      | (0.0785)    |      | (0.0381)    |      |
| <i>Armas09</i>                                                                                | -0.011     | *    | -0.0006     |      | 0           |      |
|                                                                                               | (0.0049)   |      | (0.0038)    |      | (0.0018)    |      |
| <i>TxPM10</i>                                                                                 | 0.03       | .    | -0.0073     |      | -0.0032     |      |
|                                                                                               | (0.0156)   |      | (0.0121)    |      | (0.0059)    |      |
| <i>CPatri09</i>                                                                               | 0.5856     | ***  | 0.0641      | ***  | 0.0212      |      |
|                                                                                               | (0.0181)   |      | (0.014)     |      | (0.0068)    |      |
| <i>CPessoa09</i>                                                                              | 0.102      | *    | 0.3396      | ***  | 0.0735      |      |
|                                                                                               | (0.0446)   |      | (0.0345)    |      | (0.0168)    |      |
| <i>THom09</i>                                                                                 | 0.0102     |      | 0.0638      |      | 0.1606      |      |
|                                                                                               | (0.1054)   |      | (0.0816)    |      | (0.0396)    |      |
| <i>Teste</i>                                                                                  | Est.       | p    | Est.        | p    | Est.        | p    |
|                                                                                               | (794.9917) | 0    | (3694.2794) | 0    | (4938.4981) | 0    |
| <i>Breusch-Pagan</i>                                                                          | 228.7248   | 0    | 61.989      | 0    | 39.2795     | 0    |
|                                                                                               | (326.8195) | 0    | (53.8928)   | 0    | (30.5235)   | 0.1  |
|                                                                                               | Est.       | p    | Est.        | p    | Est.        | p    |
| <i>Jarque-Bera</i>                                                                            | 794.9917   | <0.0 | 3694.2794   | <0.0 | 4938.4981   | <0.0 |
| <i>Breusch-Pagan</i>                                                                          | 228.7248   | <0.0 | 61.989      | <0.0 | 39.2795     | 0    |
| <i>Koenker-Bassett</i>                                                                        | 326.8195   | <0.0 | 53.8928     | <0.0 | 30.5235     | 0.1  |
| <i>R<sup>2</sup></i>                                                                          | 0.74       |      | 0.3         |      | 0.2         |      |
| <i>Wald</i>                                                                                   | 1258.85    | <0.0 | 247.35      | <0.0 | 130.22      | <0.0 |
| <i>Códigos de sig.: (p-valor) '****' &lt; 0.1%; '***' &lt; 1%; '**' &lt; 5%; '.' &lt; 10%</i> |            |      |             |      |             |      |

Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; "." < 10%

Fonte: Elaboração própria

Nas regressões de primeiro estágio das variáveis endógenas dos níveis de criminalidade, a equação cuja variável dependente é o nível de crimes contra o patrimônio em 2011 apresentou o melhor ajuste. As equações de crimes contra pessoa e taxa de homicídio, por outro lado, não obtiveram  $R^2$  altos, na falta de instrumentos melhores e variáveis *proxies* melhores para modelar a inércia das taxas de criminalidade essas variáveis serão incluídas no modelo final.

**Tabela 30 - Estimativas de MQ2E com teste de dependência espacial nos resíduos**

Especificação 2 – Ano 2011

Desvios-padrões robustos

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>Crime contra<br/>Patrimônio</i> | <i>Crime contra Pessoa</i> | <i>Taxa de<br/>Homicídio</i> |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| <i>(Intercept)</i>                  | 286.4756 **<br>(89.6139)           | 93.8418<br>(76.0422)       | 29.5306<br>(31.8241)         |
| <i>Crime t-1</i>                    | 1.1352 ***<br>(0.0569)             | 0.7861 ***<br>(0.167)      | 1.0595 ***<br>(0.1492)       |
| <i>GUrb11</i>                       | -0.029<br>(0.0938)                 | -0.1387<br>(0.0941)        | 0.0466<br>(0.036)            |
| <i>Jovens11</i>                     | 0.488<br>(0.8658)                  | 1.7478<br>(1.3579)         | -0.1865<br>(0.3041)          |
| <i>GINI10</i>                       | -0.9073 **<br>(0.3475)             | -0.7437<br>(0.6344)        | -0.0699<br>(0.1186)          |
| <i>TDes10</i>                       | -0.1022<br>(0.6913)                | 0.2062<br>(0.6473)         | 0.1226<br>(0.2382)           |
| <i>MEduc10</i>                      | 3.4527<br>(2.6146)                 | 5.4122 *<br>(2.6598)       | 1.2633<br>(0.8718)           |
| <i>PIBpc11</i>                      | 0.3217<br>(0.3614)                 | -0.0367<br>(0.0599)        | 0.0151<br>(0.0293)           |
| <i>Armas10</i>                      | 0.0034<br>(0.0185)                 | 0.0095<br>(0.0144)         | 0.0007<br>(0.0059)           |
| <i>TxPM11</i>                       | -0.0184<br>(0.0269)                | 0.0087<br>(0.0192)         | -0.0055<br>(0.0079)          |
| <i>INDEQB10</i>                     | -9.6185<br>(16.2219)               | -5.7934<br>(27.3995)       | 1.9139<br>(6.1305)           |
| <i>INDEQS10</i>                     | -10.7674<br>(16.3459)              | 39.6821<br>(40.0411)       | 5.7671<br>(6.6659)           |
| <i>GPCHU10</i>                      | 0.0194<br>(0.0189)                 | -0.0154<br>(0.0146)        | -0.0038<br>(0.0066)          |
| <i>DNormais10</i>                   | -2.483 **<br>(0.7829)              | -0.183<br>(0.5702)         | -0.2211<br>(0.2914)          |
| <i>Arbor10</i>                      | -0.0076<br>(0.0603)                | -0.1381<br>(0.1185)        | -0.0313<br>(0.0281)          |
| <i>Rampa10</i>                      | -0.4819<br>(0.4236)                | 0.4185<br>(0.2987)         | 0.0532<br>(0.1422)           |
| <i>IlumPubl10</i>                   | -0.0938<br>(0.49)                  | -0.7509<br>(0.5416)        | -0.059<br>(0.1502)           |
| <i>IdLog10</i>                      | -0.0287<br>(0.0785)                | -0.1293<br>(0.0933)        | -0.0326<br>(0.0293)          |
| <i>Bueiro10</i>                     | -0.0657<br>(0.0726)                | -0.0356<br>(0.0515)        | -0.0102<br>(0.0303)          |

|                         | Est.     | p    | Est.     | p    | Est.     | p    |
|-------------------------|----------|------|----------|------|----------|------|
| <i>Jarque-Bera</i>      | 1703.794 | <0.0 | 11788524 | <0.0 | 898.2919 | <0.0 |
| <i>Breusch-Pagan</i>    | 119.8674 | <0.0 | 19.7209  | 0.35 | 74.4854  | <0.0 |
| <i>Anselin-Kalejian</i> | 0.0156   | 0.9  | 0.8498   | 0.36 | 0.6205   | 0.43 |
| <i>Wu-Hausman</i>       | 25.4851  | <0.0 | 2.5086   | 0.04 | 21.9753  | <0.0 |
| <i>Sargan</i>           | 1.5536   | 0.46 | 0.7396   | 0.69 | 1.6201   | 0.44 |

Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; "." < 10%

Fonte: Elaboração Própria

As estimativas de mínimos quadrados em dois estágios corrigem os erros de viés devido à endogeneidade e erros de medida nas variáveis dependentes, como a hipótese de normalidade e homocedasticidade foi rejeitada nos três modelos, os desvios padrões apresentados são robustos. Nos três modelos, para cada crime considerado, o teste de dependência espacial nos resíduos de Anselin-Kalejian não rejeitou a hipótese nula de aleatoriedade espacial. Igualmente, em todos os modelos, o teste de Sargan de sobreidentificação não rejeitou a nula de exogeneidade de todos os instrumentos, por fim o teste de Wu-Hausman rejeita a hipótese nula de que as estimativas de MQO não são viesadas. Todos estes testes indicam uma boa especificação do modelo.

Poucas variáveis são significativas a 5% nos modelos estimados na Tabela 30, a variável de proporção de domicílios localizados em aglomerados não subnormais é uma delas. O seu coeficiente indica que 1p.p. a mais de domicílios localizados em aglomerados subnormais eleva, em média, o nível da taxa de crimes contra o patrimônio em 2.48 crimes por 100.000 habitantes. Esse resultado é uma evidência a favor do efeito que equipamentos urbanos têm sobre a criminalidade.

O coeficiente de GINI, no entanto, apresenta um valor estimado não esperado na equação de crimes contra o patrimônio. Sendo o coeficiente de GINI uma *proxy* para desigualdade de renda, era de se esperar, segundo os modelos de determinação dos crimes apresentados, que quanto maior a desigualdade, mais vantajoso seria cometer crimes, principalmente crimes contra o patrimônio. O coeficiente negativo e significante dessa variável indica o oposto.

**Tabela 31 - Estimativas do modelo SARAR(1,1) com variáveis endógenas adicionais**  
Especificação 2 – Ano 2011

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>Crime contra<br/>Patrimônio</i> | <i>Crime contra Pessoa</i> | <i>Taxa de<br/>Homicídio</i> |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| <i>(Intercept)</i>                  | 295.7113 **<br>(108.3321)          | 121.1659<br>(146.6078)     | 46.7041<br>(37.0489)         |
| <i>GUrban11</i>                     | -0.0256<br>(0.0916)                | -0.0912<br>(0.127)         | 0.0468<br>(0.0307)           |
| <i>Jovens11</i>                     | 0.5626<br>(0.8817)                 | 1.8093<br>(1.2662)         | -0.0448<br>(0.2963)          |
| <i>GINI10</i>                       | -0.9056 **<br>(0.3204)             | -0.9328 *<br>(0.4572)      | -0.0398<br>(0.1063)          |
| <i>TDes10</i>                       | -0.1745<br>(0.591)                 | 0.0856<br>(0.8332)         | 0.1186<br>(0.1969)           |
| <i>MEduc10</i>                      | 4.1088 .<br>(2.2705)               | 5.0383<br>(3.0804)         | 1.1217<br>(0.7227)           |
| <i>INDEQB10</i>                     | -6.8316<br>(14.5834)               | 0.2993<br>(19.7357)        | 1.3113<br>(4.8763)           |
| <i>INDEQS10</i>                     | -11.37<br>(14.9398)                | 32.2259<br>(20.6357)       | 6.4496<br>(4.9388)           |
| <i>GPCHU10</i>                      | 0.0189<br>(0.0168)                 | -0.0084<br>(0.023)         | -0.0035<br>(0.0056)          |
| <i>DNormais10</i>                   | -2.6115 **<br>(0.9751)             | -0.7393<br>(1.3045)        | -0.3923<br>(0.3301)          |
| <i>Arbor10</i>                      | -0.0086<br>(0.067)                 | -0.1225<br>(0.0932)        | -0.024<br>(0.0227)           |
| <i>Rampa10</i>                      | -0.4924<br>(0.3744)                | 0.2281<br>(0.5272)         | 0.0387<br>(0.125)            |
| <i>IllumPubl10</i>                  | -0.134<br>(0.4214)                 | -0.641<br>(0.5952)         | -0.0745<br>(0.141)           |
| <i>IdLog10</i>                      | -0.0304<br>(0.0769)                | -0.1184<br>(0.1085)        | -0.0316<br>(0.0257)          |
| <i>Bueiro10</i>                     | -0.0606<br>(0.072)                 | -0.0297<br>(0.098)         | -0.0088<br>(0.0241)          |
| <i>Crime t-1</i>                    | 1.1199 ***<br>(0.0384)             | 0.5349 ***<br>(0.1414)     | 0.8997 ***<br>(0.0929)       |
| <i>PIBpc11</i>                      | 0.3254 **<br>(0.1233)              | -0.0042<br>(0.1662)        | 0.0132<br>(0.0412)           |
| <i>Armas10</i>                      | 0.0094<br>(0.0143)                 | 0.023<br>(0.0201)          | 0.0014<br>(0.0048)           |
| <i>TxPM11</i>                       | -0.0199<br>(0.0239)                | 0.0057<br>(0.0328)         | -0.0039<br>(0.0079)          |
| <i>lambda</i>                       | 0<br>(0.0529)                      | 0.6011 ***<br>(0.1662)     | -0.1809<br>(0.1502)          |
| <i>rho</i>                          | -0.0112                            | -0.7706 ***                | 0.0478                       |

|                    | (0.066) |      | (0.234) |      | (0.1029) |     |
|--------------------|---------|------|---------|------|----------|-----|
|                    | Est.    | p    | Est.    | p    | Est.     | p   |
| <i>Jarque-Bera</i> | 25.3798 | <0.0 | 6.9733  | <0.0 | 0.7038   | 1   |
| <i>Wald</i>        | 0.2961  | 0.59 | 2.6642  | 0.10 | 0.0843   | 0.8 |

*Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; '.' < 10%*

Fonte: Elaboração própria

Novamente, utilizando a metodologia de Piras (2010), ao estimar o modelo com os coeficientes espaciais, a conclusão é igual para o caso das variáveis dependentes crime contra o patrimônio e taxa de homicídio, os coeficientes espaciais não são significativos. Já o modelo com a variável dependente de crimes contra a pessoa, apresenta p-valores de significância individual baixíssimos para  $\rho$  e  $\lambda$ , mas o teste de Wald de significância conjunta não rejeita a nula a 5%.

De qualquer maneira a inclusão dos parâmetros espaciais em pouco muda a estimativa dos coeficientes e suas significâncias.

### 5.2.2 Ano 2010

Em 2010, 199 municípios mineiros não registraram ocorrências de crimes contra o patrimônio, 184 não registraram contra pessoas e 384 não registraram homicídios. As maiores taxas de crimes contra o patrimônio foram registradas nos municípios de Contagem, Belo Horizonte, Uberaba e Uberlândia. Quanto aos crimes contra a pessoa, o ranking de 2010 é formado por Tumiritinga, Cachoeira Dourada, Itaobim e Periquito. Enquanto as maiores taxas de homicídio foram registradas em Tumiritinga, Serra Azul de Minas, Materlândia e São Geraldo do Baixo.

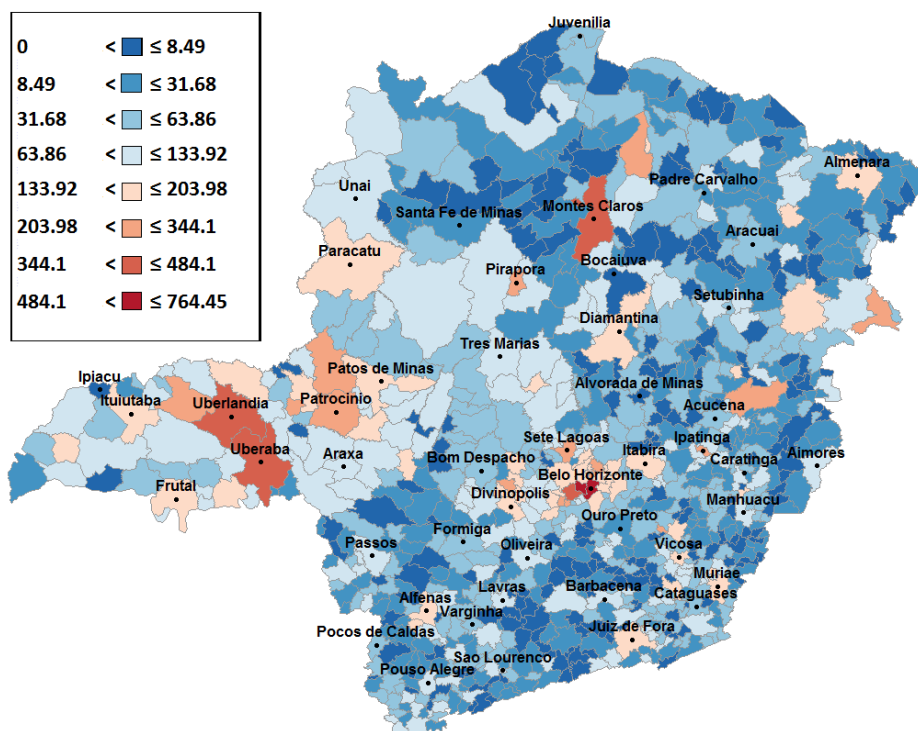
**Tabela 32 - Estatísticas descritivas dos níveis de criminalidade em 2010**

| <i>Taxas por 100mil habitantes</i> | <i>Obs.</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Mediana</i> | <i>Média</i> | <i>Variância</i> | <i>Desvio-Padrão</i> |
|------------------------------------|-------------|---------------|---------------|----------------|--------------|------------------|----------------------|
| <i>Crimes Patrimônio</i>           | 853         | 0             | 764.45        | 31.68          | 48.37        | 4333.13          | 65.83                |
| <i>Crimes Pessoa</i>               | 853         | 0             | 270.14        | 25.68          | 31.61        | 952.01           | 30.85                |
| <i>Homicídios</i>                  | 853         | 0             | 111.23        | 5.77           | 10.59        | 197.83           | 14.07                |

Fonte: Elaboração própria

## Mapa 15 - Taxas municipais de crimes contra o Patrimônio em 2010

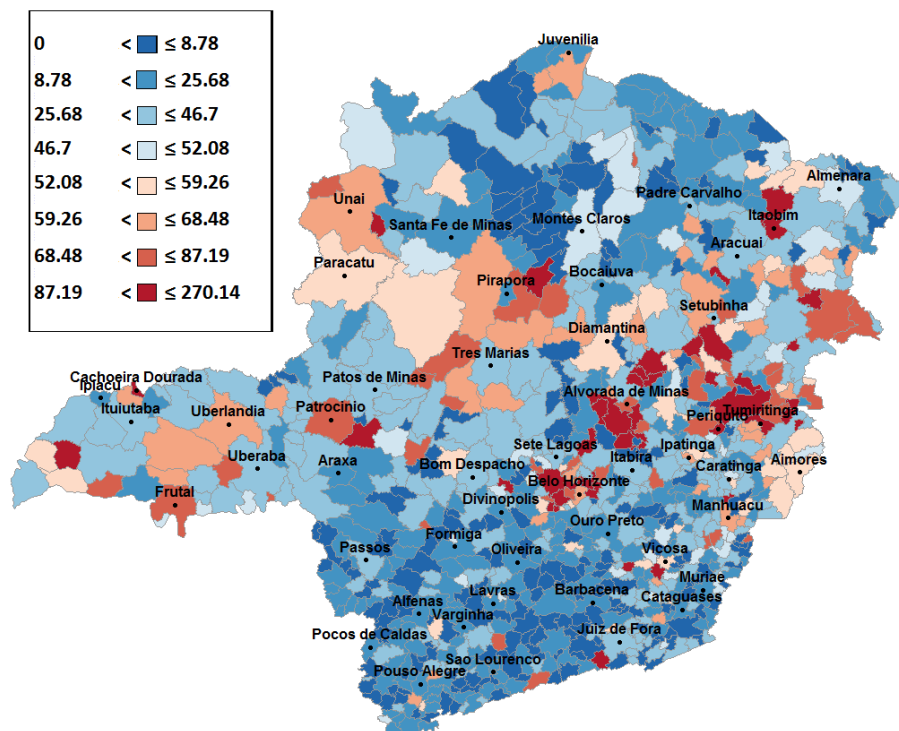
Crimes por 100.000 habitantes



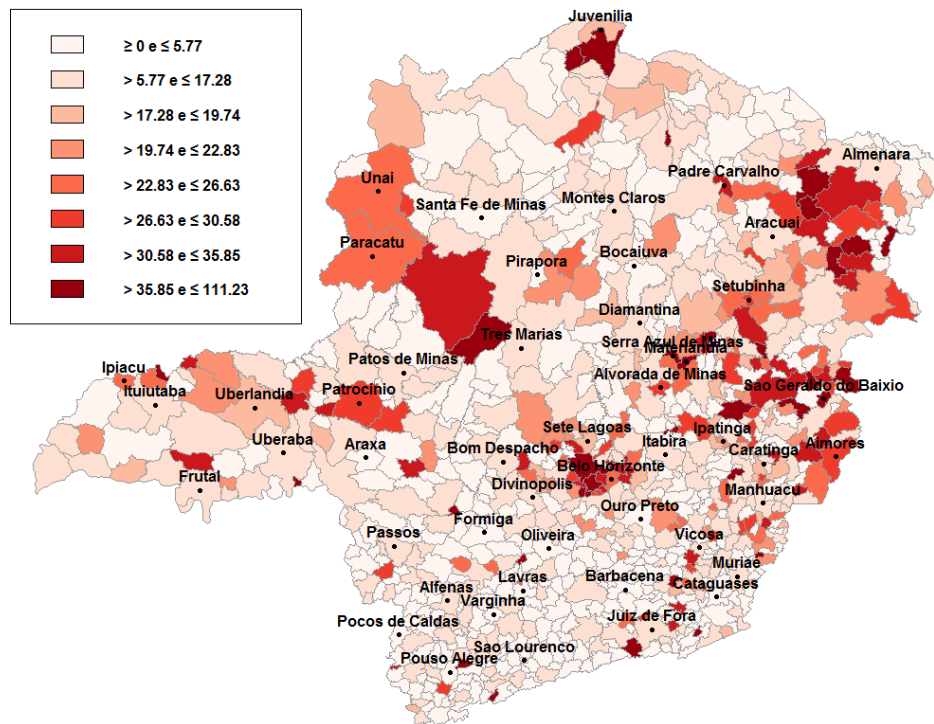
Fonte: Elaboração própria

## Mapa 16 – Taxas municipais de crimes contra a pessoa em 2010

Crimes por 100.000 habitantes



Fonte: Elaboração própria

**Mapa 17 - Taxas municipais de homicídios em 2010**

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 33 - Primeiros estágios das variáveis endógenas**

Especificação 2 – Ano 2010

| <i>Coefficiente</i><br>(Desv. pad.) | <i>PIBpc10</i>        | <i>Armas09</i>           | <i>TSeten09</i>       | <i>TxPM10</i>           | <i>GPCSP10</i>        |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| <i>(Intercept)</i>                  | -2.4596<br>(12.7638)  | -278.4407<br>(506.3951)  | 110.9704<br>(111.508) | 205.7558 *              | -29.2861<br>(23.2575) |
| <i>GUrbano10</i>                    | -0.0321 *<br>(0.0163) | -0.283<br>(0.6454)       | -0.0982<br>(0.1421)   | -0.0605<br>(0.1199)     | -0.0044<br>(0.0296)   |
| <i>Jovens10</i>                     | 0.0752<br>(0.1021)    | 10.2489 *<br>(4.0518)    | -1.1284<br>(0.8922)   | -2.5582 ***<br>(0.753)  | 0.0706<br>(0.1861)    |
| <i>GINI10</i>                       | -0.0139<br>(0.0383)   | -0.7833<br>(1.5191)      | 0.2424<br>(0.3345)    | -0.72 *<br>(0.2823)     | 0.0931<br>(0.0698)    |
| <i>TDes10</i>                       | 0.1937 **<br>(0.0695) | 9.6308 ***<br>(2.7565)   | 0.2647<br>(0.607)     | 0.2382<br>(0.5122)      | 0.1805<br>(0.1266)    |
| <i>MEduc10</i>                      | 0.3149<br>(0.2945)    | -20.4286 .<br>(11.6844)  | 2.5322<br>(2.5729)    | 0.8212<br>(2.1713)      | -0.2338<br>(0.5366)   |
| <i>INDEQB10</i>                     | 1.9616<br>(1.6692)    | -157.0214 *<br>(66.2254) | 10.6249<br>(14.5828)  | -6.9165<br>(12.3066)    | 4.4241<br>(3.0416)    |
| <i>INDEQS10</i>                     | -0.3598<br>(1.7445)   | 14.0517<br>(69.2107)     | 0.0638<br>(15.2402)   | -28.8194 *<br>(12.8614) | -0.2393<br>(3.1787)   |
| <i>GPCHU10</i>                      | 0.003                 | 0.0669                   | 0.045 **              | 0.1179 ***              | -0.0077 *             |

|                        |              |              |               |                |               |
|------------------------|--------------|--------------|---------------|----------------|---------------|
|                        | (0.0019)     | (0.0759)     | (0.0167)      | (0.0141)       | (0.0035)      |
| <i>DNormais10</i>      | 0.0536       | 2.5727       | -0.6213       | -0.742         | 0.1354        |
|                        | (0.1141)     | (4.5268)     | (0.9968)      | (0.8412)       | (0.2079)      |
| <i>Arbor10</i>         | -0.0043      | 0.7404 *     | -0.0221       | 0.1407 *       | -0.0097       |
|                        | (0.0079)     | (0.3138)     | (0.0691)      | (0.0583)       | (0.0144)      |
| <i>Rampa10</i>         | -0.0651      | 0.853        | -0.3956       | 0.5154         | 0.0045        |
|                        | (0.0448)     | (1.7775)     | (0.3914)      | (0.3303)       | (0.0816)      |
| <i>IllumPubl10</i>     | -0.075       | 0.6949       | -0.0686       | -0.1951        | 0.0793        |
|                        | (0.0497)     | (1.973)      | (0.4344)      | (0.3666)       | (0.0906)      |
| <i>IdLog10</i>         | 0.0085       | 0.505        | -0.0139       | 0.0406         | 0.0001        |
|                        | (0.0092)     | (0.3638)     | (0.0801)      | (0.0676)       | (0.0167)      |
| <i>Bueiro10</i>        | 0.0021       | -0.609 .     | -0.0952       | 0.0433         | -0.0004       |
|                        | (0.0086)     | (0.3423)     | (0.0754)      | (0.0636)       | (0.0157)      |
| <i>PIBpc09</i>         | 1.2674 ***   | -1.4303      | -0.0945       | -0.3698 *      | -0.189 ***    |
|                        | (0.0233)     | (0.9228)     | (0.2032)      | (0.1715)       | (0.0424)      |
| <i>Armas08</i>         | 0.0008       | 0.5929 ***   | -0.0036       | 0.0293 ***     | -0.0022       |
|                        | (0.001)      | (0.0383)     | (0.0084)      | (0.0071)       | (0.0018)      |
| <i>TSeten08</i>        | 0.0003       | -0.0039      | 0.0504 ***    | -0.002         | -0.0003       |
|                        | (0.0004)     | (0.0167)     | (0.0037)      | (0.0031)       | (0.0008)      |
| <i>TxPM09</i>          | -0.0033      | 0.1603 .     | -0.0204       | 0.8185 ***     | 0.0012        |
|                        | (0.0024)     | (0.0962)     | (0.0212)      | (0.0179)       | (0.0044)      |
| <i>GPCSP09</i>         | 0.0276       | -0.2273      | 0.0214        | -0.1461        | 1.8084 ***    |
|                        | (0.0186)     | (0.7388)     | (0.1627)      | (0.1373)       | (0.0339)      |
| <i>CPatri08</i>        | -0.0009      | 0.0052       | 0.0392 .      | 0.0339 .       | -0.0079 .     |
|                        | (0.0026)     | (0.1025)     | (0.0226)      | (0.019)        | (0.0047)      |
| <i>CPessoa08</i>       | -0.0097 .    | 0.1437       | 0.0541        | -0.0754 .      | 0.0184 .      |
|                        | (0.0058)     | (0.2315)     | (0.051)       | (0.043)        | (0.0106)      |
| <i>THom08</i>          | 0.0095       | -0.5469      | -0.2127       | -0.0311        | 0.0008        |
|                        | (0.0149)     | (0.5902)     | (0.13)        | (0.1097)       | (0.0271)      |
|                        | Est. p       | Est. p       | Est. p        | Est. p         | Est. p        |
| <i>Jarque-Bera</i>     | 2348137 <0.0 | 73098 <0.0   | 34317 <0.0    | 5531.3241 <0.0 | 476816 <0.0   |
| <i>Breusch-Pagan</i>   | 64.9916 <0.0 | 10.8491 0.98 | 152.947 <0.0  | 282.6447 <0.0  | 652.3675 <0.0 |
| <i>Koenker-Bassett</i> | 30.0813 0.12 | 10.8282 0.98 | 102.0631 <0.0 | 529.7203 <0.0  | 650.715 <0.0  |
| <i>R<sup>2</sup></i>   | 0.83         | 0.38         | 0.2           | 0.8            | 0.78          |
| <i>Wald</i>            | 3024.62 <0.0 | 268.01 <0.0  | 196.63 <0.0   | 2264.4 <0.0    | 2264.4 <0.0   |

Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; '.' < 10%

Fonte: Elaboração própria

O teste de Wald de significância conjunta dos instrumentos rejeitou a hipótese nula a 5% para todos as variáveis instrumentalizadas. Porém as regressões de primeiro estágio das variáveis *Armas09* e *TSeten09* apresentam  $R^2$  baixos o que contribui para o aumento dos desvio-

padrões dos coeficientes no segundo estágio e dificulta a rejeição da hipótese nula dos parâmetros do modelo de mínimos quadrados em dois estágios. De forma a minimizar esse problema ambas variáveis serão eliminadas da regressão final.

**Tabela 34 - Primeiros estágios das variáveis endógenas**

Especificação 2 – Ano 2010

Instrumentos fracos retirados

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>PIBpc10</i>         | <i>TxPM10</i>           | <i>GPCSP10</i>          |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <i>(Intercept)</i>                  | -2.5394<br>(12.7497)   | 194.2369 *<br>(94.91)   | -28.7078<br>(23.2406)   |
| <i>GUrbano10</i>                    | -0.0314<br>(0.0162)    | -0.0223<br>(0.1207)     | -0.0068<br>(0.0295)     |
| <i>Jovens10</i>                     | 0.0729<br>(0.102)      | -2.6371 ***<br>(0.7596) | 0.0769<br>(0.186)       |
| <i>GINI10</i>                       | -0.0133<br>(0.0382)    | -0.6791 *<br>(0.2847)   | 0.0906<br>(0.0697)      |
| <i>TDes10</i>                       | 0.1964 **<br>(0.0694)  | 0.297<br>(0.5166)       | 0.1745<br>(0.1265)      |
| <i>MEduc10</i>                      | 0.288<br>(0.2923)      | -0.2329<br>(2.1761)     | -0.1552<br>(0.5329)     |
| <i>INDEQB10</i>                     | 1.786<br>(1.658)       | -12.2064<br>(12.3425)   | 4.8726<br>(3.0223)      |
| <i>INDEQS10</i>                     | -0.3022<br>(1.7424)    | -26.992 *<br>(12.9709)  | -0.3901<br>(3.1762)     |
| <i>GPCHU10</i>                      | 0.003<br>(0.0019)      | 0.1165 ***<br>(0.0142)  | -0.0076 *<br>(0.0035)   |
| <i>DNormais10</i>                   | 0.0558<br>(0.114)      | -0.6166<br>(0.8484)     | 0.1274<br>(0.2077)      |
| <i>Arbor10</i>                      | -0.0043<br>(0.0079)    | 0.1488 *<br>(0.0588)    | -0.0101<br>(0.0144)     |
| <i>Rampa10</i>                      | -0.0633<br>(0.0447)    | 0.5858<br>(0.3329)      | -0.0008<br>(0.0815)     |
| <i>IlumPubl10</i>                   | -0.0711<br>(0.0496)    | -0.0961<br>(0.3689)     | 0.0702<br>(0.0903)      |
| <i>IdLog10</i>                      | 0.0081<br>(0.0092)     | 0.0266<br>(0.0681)      | 0.0011<br>(0.0167)      |
| <i>Bueiro10</i>                     | 0.0018<br>(0.0086)     | 0.0279<br>(0.0641)      | 0.0006<br>(0.0157)      |
| <i>PIBpc09</i>                      | 1.2661 ***<br>(0.0232) | -0.4056 *<br>(0.1728)   | -0.1858 ***<br>(0.0423) |
| <i>TxPM09</i>                       | -0.0031                | 0.8253 ***              | 0.0006                  |

|                        |                  |                |                  |     |
|------------------------|------------------|----------------|------------------|-----|
|                        | (0.0024)         | (0.018)        | (0.0044)         |     |
| <i>GPCSP09</i>         | 0.0284           | -0.1179        | 1.8061           | *** |
|                        | (0.0186)         | (0.1384)       | (0.0339)         |     |
| <i>CPatri08</i>        | -0.0009          | 0.0324         | -0.0079          |     |
|                        | (0.0026)         | (0.0192)       | (0.0047)         |     |
| <i>CPessoa08</i>       | -0.0088          | -0.0472        | 0.0162           |     |
|                        | (0.0058)         | (0.0428)       | (0.0105)         |     |
| <i>THom08</i>          | 0.0096           | -0.0085        | -0.0003          |     |
|                        | (0.0148)         | (0.1105)       | (0.0271)         |     |
|                        | Est. p           | Est. p         | Est. p           |     |
| <i>Jarque-Bera</i>     | 2349330.967 <0.0 | 6158.2164 <0.0 | 485352.1234 <0.0 |     |
| <i>Breusch-Pagan</i>   | 64.1429 <0.0     | 290.2752 <0.0  | 651.2554 <0.0    |     |
| <i>Koenker-Bassett</i> | 29.9787 0.07     | 541.1889 <0.0  | 650.4573 <0.0    |     |
| <i>R<sup>2</sup></i>   | 0.83             | 0.8            | 0.78             |     |
| <i>Wald</i>            | 3026.62 <0.0     | 2206.44 <0.0   | 2206.44 <0.0     |     |

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 35 - Primeiros estágios das variáveis endógenas (cont.)**

Especificação 2 – Ano 2010

| <i>Coefficiente</i><br><i>(Desv. pad.)</i> | <i>CPatri09</i>        | <i>CPessoa09</i>       | <i>THom09</i>           |
|--------------------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| <i>(Intercept)</i>                         | -87.8998<br>(93.8799)  | 22.1827<br>(70.8291)   | 45.1677<br>(31.0601)    |
| <i>GUrbano10</i>                           | -0.175<br>(0.1194)     | 0.2217 *<br>(0.0901)   | 0.0237<br>(0.0395)      |
| <i>Jovens10</i>                            | 1.3028<br>(0.7514)     | 0.7989<br>(0.5669)     | 0.1352<br>(0.2486)      |
| <i>GINI10</i>                              | -0.8241 **<br>(0.2816) | 0.3439<br>(0.2125)     | -0.1031<br>(0.0932)     |
| <i>TDes10</i>                              | -0.0673<br>(0.511)     | 0.5933<br>(0.3855)     | 0.2297<br>(0.1691)      |
| <i>MEduc10</i>                             | 5.6004 **<br>(2.1525)  | -5.7968 ***<br>(1.624) | -1.0027<br>(0.7121)     |
| <i>INDEQB10</i>                            | 19.3739<br>(12.2085)   | -3.4273<br>(9.2109)    | -4.7978<br>(4.0392)     |
| <i>INDEQS10</i>                            | -1.0417<br>(12.8301)   | 0.0394<br>(9.6799)     | -3.345<br>(4.2448)      |
| <i>GPCHU10</i>                             | -0.0135<br>(0.0141)    | -0.0091<br>(0.0106)    | -0.0166 ***<br>(0.0047) |
| <i>DNormais10</i>                          | 0.4191<br>(0.8391)     | -0.2851<br>(0.6331)    | -0.3612<br>(0.2776)     |
| <i>Arbor10</i>                             | 0.2278 ***<br>(0.0582) | 0.0633<br>(0.0439)     | 0.0216<br>(0.0192)      |

|                        |                     |      |                     |      |                     |      |
|------------------------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|
| <i>Rampa10</i>         | -0.5239<br>(0.3293) |      | -0.1738<br>(0.2484) |      | -0.0366<br>(0.1089) |      |
| <i>IllumPubl10</i>     | 0.3145<br>(0.3649)  |      | -0.0799<br>(0.2753) |      | 0.0196<br>(0.1207)  |      |
| <i>IdLog10</i>         | -0.0452<br>(0.0674) |      | -0.1135<br>(0.0508) | *    | -0.0406<br>(0.0223) | .    |
| <i>Bueiro10</i>        | -0.1004<br>(0.0634) |      | -0.0528<br>(0.0478) |      | 0.0121<br>(0.021)   |      |
| <i>PIBpc09</i>         | 0.3626<br>(0.1709)  | *    | -0.2004<br>(0.1289) |      | -0.0252<br>(0.0565) |      |
| <i>TxPM09</i>          | -0.0039<br>(0.0178) |      | 0.027<br>(0.0134)   | *    | 0.0082<br>(0.0059)  |      |
| <i>GPCSP09</i>         | 0.151<br>(0.1369)   |      | 0.2146<br>(0.1033)  | *    | 0.0702<br>(0.0453)  |      |
| <i>CPatri08</i>        | 0.6981<br>(0.019)   | ***  | 0.0566<br>(0.0143)  | ***  | 0.0254<br>(0.0063)  | ***  |
| <i>CPessoa08</i>       | 0.1085<br>(0.0424)  | *    | 0.3673<br>(0.032)   | ***  | 0.1089<br>(0.014)   | ***  |
| <i>THom08</i>          | 0.2222<br>(0.1093)  | *    | 0.085<br>(0.0825)   |      | 0.0915<br>(0.0362)  | *    |
|                        | Est.                | p    | Est.                | p    | Est.                | p    |
| <i>Jarque-Bera</i>     | 466.8769            | <0.0 | 1625.8378           | <0.0 | 2544.2164           | <0.0 |
| <i>Breusch-Pagan</i>   | 83.6032             | <0.0 | 75.2933             | <0.0 | 57.2776             | <0.0 |
| <i>Koenker-Basnett</i> | 56.6241             | <0.0 | 63.1375             | <0.0 | 46.7797             | <0.0 |
| <i>R<sup>2</sup></i>   | 0.78                |      | 0.38                |      | 0.27                |      |
| <i>Wald</i>            | 1613.64             | <0.0 | 278.05              | <0.0 | 181.35              | <0.0 |

Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; '.' < 10%

Fonte: Elaboração própria

A recorrência persiste, o teste de Wald de significância conjunta dos instrumentos rejeita a nula em todos modelos da Tabela 35 e a regressão relacionada a crimes contra o patrimônio apresenta um  $R^2$  superior às demais.

**Tabela 36 - Estimativas de MQ2E com teste de dependência espacial nos resíduos**

Especificação 2 – Ano 2010

| <i>Coefficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>Crime contra<br/>Patrimônio</i> | <i>Crime contra<br/>Pessoa</i> | <i>Taxa de<br/>Homicídio</i> |
|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| <i>(Intercept)</i>                   | 273.1988 **<br>(100.0894)          | 111.4645 *<br>(43.1956)        | 37.5711<br>(28.9452)         |
| <i>Crime t-1</i>                     | 0.7108 ***<br>(0.0453)             | 0.7508 ***<br>(0.0742)         | 0.8388 ***<br>(0.1126)       |

|                         |                     |      |                     |      |                     |      |
|-------------------------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|
| <i>GUrban10</i>         | -0.0012<br>(0.1017) |      | 0.0073<br>(0.0875)  |      | 0.0228<br>(0.0464)  |      |
| <i>Jovens10</i>         | -0.7461<br>(0.7002) |      | -0.03<br>(0.5955)   |      | 0.2147<br>(0.2676)  |      |
| <i>GINI10</i>           | 0.8052<br>(0.246)   | **   | -0.4164<br>(0.2079) | *    | 0.0936<br>(0.1053)  |      |
| <i>TDes10</i>           | -0.2603<br>(0.5669) |      | -0.6668<br>(0.39)   | .    | -0.4819<br>(0.2011) | *    |
| <i>MEduc10</i>          | 1.2203<br>(1.9046)  |      | 1.1212<br>(1.5043)  |      | -0.4803<br>(0.7338) |      |
| <i>PIBpc10</i>          | 0.2224<br>(0.1342)  | .    | 0.1186<br>(0.062)   | .    | 0.023<br>(0.0414)   |      |
| <i>TxPM10</i>           | 0.0314<br>(0.0181)  | .    | -0.0148<br>(0.0135) |      | -0.0086<br>(0.008)  |      |
| <i>GPCSP10</i>          | -0.0553<br>(0.0471) |      | 0.1244<br>(0.0865)  |      | 0.0242<br>(0.0217)  |      |
| <i>INDEQB10</i>         | 1.7209<br>(10.3798) |      | -9.1493<br>(10.938) |      | -2.5002<br>(5.2328) |      |
| <i>INDEQS10</i>         | 9.5881<br>(10.7269) |      | -1.1<br>(10.0161)   |      | 3.8264<br>(4.5828)  |      |
| <i>GPCHU10</i>          | -0.0059<br>(0.0117) |      | 0.0128<br>(0.0121)  |      | 0.0161<br>(0.0061)  | **   |
| <i>DNormais10</i>       | -2.5672<br>(0.8781) | **   | -0.972<br>(0.3192)  | **   | -0.3207<br>(0.2378) |      |
| <i>Arbor10</i>          | -0.0667<br>(0.0494) |      | 0.0173<br>(0.0431)  |      | 0.015<br>(0.0224)   |      |
| <i>Rampa10</i>          | 0.2442<br>(0.348)   |      | -0.0677<br>(0.2012) |      | -0.0129<br>(0.0994) |      |
| <i>IllumPubl10</i>      | -0.4756<br>(0.4228) |      | 0.0859<br>(0.2906)  |      | -0.1486<br>(0.1694) |      |
| <i>IdLog10</i>          | -0.0272<br>(0.0577) |      | 0.0569<br>(0.0552)  |      | 0.0411<br>(0.0281)  |      |
| <i>Bueiro10</i>         | 0.1375<br>(0.0576)  | *    | 0.0927<br>(0.0468)  | *    | 0.0193<br>(0.0268)  |      |
|                         | Est.                | p    | Est.                | p    | Est.                | p    |
| <i>Jarque-Bera</i>      | 188.816             | <0.0 | 2056.5408           | <0.0 | 2528.2931           | <0.0 |
| <i>Breusch-Pagan</i>    | 223.5954            | <0.0 | 57.176              | <0.0 | 31.3459             | 0.03 |
| <i>Anselin-Kalejian</i> | 2.3174              | 0.13 | 0.4596              | 0.5  | 1.5673              | 0.21 |
| <i>Wu-Hausman</i>       | 23.5723             | <0.0 | 20.5342             | <0.0 | 18.8525             | <0.0 |
| <i>Sargan</i>           | 0.6107              | 0.74 | 0.8821              | 0.64 | 0.5213              | 0.77 |

Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; "." < 10%

Fonte: Elaboração própria

Para as estimativas de MQ2E o teste de espacialidade nos resíduos de Anselin-Kaleijian não rejeita a hipótese nula de aleatoriedade espacial para nenhuma das taxas de criminalidade analisadas. O teste de Wu-Hausman de endogeneidade rejeita a hipótese nula de que não há viés nas estimativas de MQO e o teste de Sargan não rejeita a hipótese nula de exogeneidade dos instrumentos. Todos estes testes indicam uma boa especificação do modelo. Porém como os testes de normalidade e heterocedasticidade rejeitam a hipótese nula, os desvios-padrões calculados na tabela acima são robustos.

A variável de proporção de casas localizadas em aglomerados não subnormais é significativa a 5% nos modelos de crime contra o patrimônio e crime contra pessoa, além disso ela possui o sinal esperado, ou seja, quanto maior a proporção de casas localizadas fora de aglomerados subnormais, menor é o nível de criminalidade dos municípios.

A variável gasto per capita com habitação e urbanismo também foi significativa a 5% no modelo das taxas de homicídio, porém o sinal do coeficiente não é o esperado, pois indica uma correlação positiva dos gastos com habitação e urbanismo e as taxas de homicídio, o que seria uma evidência contra as teorias de organização social discutidas acima. É importante lembrar que a variável de gastos com habitação e urbanismo pode não refletir a realidade da oferta de equipamentos urbanos uma vez que essa variável pode ser inflacionada devido a desvio de verbas, superfaturamento de obras e outras formas de corrupção, como visto na Tabela 2, essa variável realmente não apresenta uma correlação alta com as demais.

Outra variável do grupo de equipamentos urbanos que é significativa a 5% é a proporção de domicílios com bueiros nas ruas e no entorno, tanto na equação de crimes contra o patrimônio quanto na equação de crimes contra a pessoa. Em ambos casos o coeficiente estimado possui sinal positivo, o que não era esperado.

**Tabela 37 - Estimativas do modelo SARAR(1,1) com variáveis endógenas adicionais**

Especificação 2 – Ano 2010

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>Crime contra<br/>Patrimônio</i> | <i>Crime contra<br/>Pessoa</i> | <i>Taxa de<br/>Homicídio</i> |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| <i>(Intercept)</i>                  | 281.9272 ***<br>(80.099)           | 113.5935 .<br>(65.7127)        | 45.0398<br>(33.8838)         |

|                    |                     |      |                     |      |                     |     |
|--------------------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|-----|
| <i>GUrban10</i>    | 0.002<br>(0.1014)   |      | 0.0304<br>(0.0864)  |      | 0.0309<br>(0.0427)  |     |
| <i>Jovens10</i>    | -0.74<br>(0.6683)   |      | 0.0249<br>(0.5425)  |      | 0.3013<br>(0.2719)  |     |
| <i>GINI10</i>      | 0.8196<br>(0.2398)  | ***  | -0.407<br>(0.2046)  | *    | 0.1066<br>(0.1001)  |     |
| <i>TDes10</i>      | -0.2999<br>(0.4333) |      | -0.5586<br>(0.3628) |      | -0.4216<br>(0.1831) | *   |
| <i>MEduc10</i>     | 1.5155<br>(1.8159)  |      | 0.5635<br>(1.5039)  |      | -0.684<br>(0.7343)  |     |
| <i>INDEQB10</i>    | 1.0666<br>(10.4411) |      | -9.8034<br>(8.5844) |      | -3.4163<br>(4.3787) |     |
| <i>INDEQS10</i>    | 9.5057<br>(11.0883) |      | -0.2975<br>(9.0509) |      | 4.0808<br>(4.5811)  |     |
| <i>GPCHU10</i>     | -0.0064<br>(0.0126) |      | 0.0118<br>(0.0103)  |      | 0.0138<br>(0.0054)  | *   |
| <i>DNormais10</i>  | -2.7176<br>(0.7136) | ***  | -1.0819<br>(0.581)  | .    | -0.4138<br>(0.3013) |     |
| <i>Arbor10</i>     | -0.0559<br>(0.0503) |      | 0.0222<br>(0.0412)  |      | 0.0192<br>(0.0209)  |     |
| <i>Rampa10</i>     | 0.2121<br>(0.2821)  |      | -0.0938<br>(0.2317) |      | -0.0182<br>(0.1173) |     |
| <i>IllumPubl10</i> | -0.4354<br>(0.3146) |      | 0.1166<br>(0.2584)  |      | -0.1416<br>(0.1305) |     |
| <i>IdLog10</i>     | -0.0333<br>(0.058)  |      | 0.0499<br>(0.048)   |      | 0.0366<br>(0.0242)  |     |
| <i>Bueiro10</i>    | 0.1326<br>(0.0544)  | *    | 0.0767<br>(0.045)   | .    | 0.0189<br>(0.0226)  |     |
| <i>Crime t-1</i>   | 0.6977<br>(0.0218)  | ***  | 0.6843<br>(0.0552)  | ***  | 0.7244<br>(0.0768)  | *** |
| <i>PIBpc10</i>     | 0.218<br>(0.1142)   | .    | 0.1047<br>(0.0935)  |      | 0.0225<br>(0.0475)  |     |
| <i>TxPM10</i>      | 0.0335<br>(0.0184)  | .    | -0.0115<br>(0.0152) |      | -0.0052<br>(0.0077) |     |
| <i>GPCSP10</i>     | -0.0615<br>(0.0644) |      | 0.1259<br>(0.0532)  | *    | 0.0224<br>(0.0269)  |     |
| <i>lambda</i>      | 0.0328<br>(0.0456)  |      | 0.2258<br>(0.1043)  | *    | 0.0017<br>(0.1356)  |     |
| <i>rho</i>         | -0.1183<br>(0.0683) | .    | -0.1329<br>(0.099)  |      | -0.0679<br>(0.1098) |     |
|                    | Est.                | p    | Est.                | p    | Est.                | p   |
| <i>Jarque-Bera</i> | 25.3798             | <0.0 | 6.9733              | <0.0 | 0.7038              | 1   |
| <i>Wald</i>        | 0.2961              | 0.59 | 2.6642              | 0.10 | 0.0843              | 0.8 |

Códigos de sig.: (p-valor) '\*\*\*' < 0.1%; '\*\*' < 1%; '\*' < 5%; "." < 10%

Fonte: Elaboração própria

Quando estimados os modelos completos com os parâmetros espaciais, a conclusão de que não há evidência de espacialidade nos resíduos não se altera para crimes contra o patrimônio e taxa de homicídio. Porém o teste de significância individual para o coeficiente da variável de crimes contra pessoa defasada no espaço, lambda, rejeita a hipótese nula a 5%, o p-valor do teste de Wald também é baixo de forma que seria conveniente estimar o modelo com transbordamento espacial.

**Tabela 38 - Estimativa com transbordamento espacial**

Especificação 2 – Ano 2010

| <i>Coeficiente<br/>(Desv. pad.)</i> | <i>Crime contra<br/>Pessoa</i> |   |
|-------------------------------------|--------------------------------|---|
| <i>(Intercept)</i>                  | 117.4191<br>(67.2317)          | . |
| <i>GUrbans10</i>                    | 0.0407<br>(0.0881)             |   |
| <i>Jovens10</i>                     | 0.0759<br>(0.5507)             |   |
| <i>GINI10</i>                       | -0.4215<br>(0.208)             | * |
| <i>TDes10</i>                       | -0.5802<br>(0.3697)            |   |
| <i>MEduc10</i>                      | 0.4176<br>(1.5391)             |   |
| <i>INDEQB10</i>                     | -10.0964<br>(8.7495)           |   |
| <i>INDEQS10</i>                     | -1.0734<br>(9.1979)            |   |
| <i>GPCHU10</i>                      | 0.0124<br>(0.0105)             |   |
| <i>DNormais10</i>                   | -1.1006<br>(0.5946)            | . |
| <i>Arbor10</i>                      | 0.0216<br>(0.0421)             |   |
| <i>Rampa10</i>                      | -0.0831<br>(0.2362)            |   |
| <i>IlumPubl10</i>                   | 0.0936<br>(0.2625)             |   |

|                    |                     |      |
|--------------------|---------------------|------|
| <i>IdLog10</i>     | 0.0586<br>(0.0489)  |      |
| <i>Bueiro10</i>    | 0.079<br>(0.0459)   | .    |
| <i>CPessoa09</i>   | 0.6898<br>(0.056)   | ***  |
| <i>PIBpc10</i>     | 0.1111<br>(0.0957)  |      |
| <i>TxPM10</i>      | -0.0127<br>(0.0154) |      |
| <i>GPCSP10</i>     | 0.1214<br>(0.0544)  | *    |
| <i>lambda</i>      | 0.1999<br>(0.1113)  | .    |
|                    | Est.                | p    |
| <i>Jarque-Bera</i> | 2262.825            | <0.0 |

Fonte: Elaboração própria

A inclusão da variável de transbordamento espacial no modelo de crimes contra pessoa modifica a significância das variáveis *Bueiro10* e *DNormais10*, que passam a não ser mais significativas a 5%.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seguir são apresentados alguns quadros com o resumo dos resultados obtidos nas estimações. A linha “variáveis significativas a 5%” apresenta o nome das variáveis precedidas do sinal do coeficiente das variáveis.

Considerando a especificação 1 e o período de 2001 a 2007 o modelo de regressão cuja variável dependente é a taxa de crimes contra o patrimônio, a única variável significante a 5% foi o índice de equipamentos urbanos básicos proposto. Segunda as estimativas de MQ2E, que foi o método que melhor se ajustou às observações, um aumento neste índice está correlacionado com uma redução nas taxas de crime contra o patrimônio. Para as variáveis dependentes crime contra pessoa e taxa de homicídio nenhuma variável de equipamentos urbanos foi significativa.

**Quadro 3 - Quadro comparativo especificação 1 - Período de 2001 a 2007**

|                                           | Crime contra Patrimônio                                                                            | Crime contra pessoa | Taxa de homicídio |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
| Método de regressão que melhor se ajustou | MQ2E                                                                                               | MQ2E                | MQ2E              |
| Variáveis significativas a 5%             | -INDEQB                                                                                            | -GPCSP              | -GPCSP            |
| Observação                                | Sinais dos coeficientes de acordo com o esperado.<br>Variáveis endógenas Armas e TSeten eliminadas |                     |                   |

Fonte: Elaboração própria

Ainda levando em conta a especificação 1, mas para o período de 2008 a 2011, no modelo de regressão para variável dependente crime contra o patrimônio apenas a variável PIB per capita foi significativa, ou seja, a evidência de correlação entre a variável de equipamentos urbanos e a taxa de criminalidade existente no período de 2001 a 2007 não reapareceu no período posterior. Uma explicação para esse fenômeno seria a proximidade da medição das variáveis de equipamentos urbanos, que são de 2010, com o período final de medição da taxa de criminalidade, 2011. Dessa forma é provável que as variáveis de equipamentos urbanos, que possuem um tempo de ação mais prolongado não tiveram tempo de impactar significativamente a criminalidade. Seria preciso fazer um estudo da relação dinâmica entre as variáveis para entender o processo.

O modelo cuja a variável dependente é o de crimes contra a pessoa apresentou a variável porcentagem de domicílios não localizados em domicílios normais como significativa a 5%. Considerando o modelo SARAR(1,1), que foi o que melhor se ajustou nesse caso, existe uma correlação negativa entre a porcentagem de domicílios não localizados em aglomerados subnormais e a variação da taxa de crimes contra a pessoa entre 2008 e 2011, o que é uma evidência a favor do impacto negativo sobre as taxas de criminalidade dos equipamentos urbanos.

Por fim o modelo para a variável taxa de homicídio apresenta uma discordância em relação às diferentes variáveis de equipamentos urbanos. Enquanto a variável índice de equipamentos urbanos básicos apresenta uma correlação positiva com a variação do crime, a variável de arborização apresenta um coeficiente negativo. Essa discordância pode estar relacionada, outra vez, com a proximidade da medição das variáveis de equipamentos urbanos com o período final de medição da criminalidade.

#### **Quadro 4 - Quadro comparativo especificação 1 - Período de 2008 a 2011**

|                                           | Crime contra Patrimônio                       | Crime contra pessoa | Taxa de homicídio                                    |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------|
| Método de regressão que melhor se ajustou | MQ2E                                          | SARAR(1,1)          | Lag espacial                                         |
| Variáveis significativas a 5%             | +PIBpc                                        | -DNormais           | +INDEQB<br>-Arbor<br>-GPCSP                          |
| Observação                                | Discordância nos testes de espacialidade      |                     | Sinal do coeficiente de INDEQB contrário ao esperado |
|                                           | Sinal do coeficiente de acordo com o esperado |                     |                                                      |
|                                           | Variáveis endógenas Armas e TSeten eliminadas |                     |                                                      |

Fonte: Elaboração própria

Considerando o último período analisado na especificação 1, de 2001 a 2011, tanto as regressões da variável crime contra o patrimônio quanto, crime contra a pessoa apresentaram variáveis de equipamentos urbanos significativas a 5% e com o sinal esperado, caso os equipamentos urbanos sejam instrumentos efetivos na redução da criminalidade. Por outro lado os crimes contra o patrimônio não apresentaram, na regressão, evidências de correlação

com variáveis de equipamentos urbanos. Isso era de se esperar, uma vez que homicídios estão menos relacionados à racionalidade.

**Quadro 5 - Quadro comparativo especificação 1 - Período de 2001 a 2011**

|                                           | Crime contra Patrimônio                       | Crime contra pessoa                                     | Taxa de homicídio |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|
| Método de regressão que melhor se ajustou | MQ2E                                          | SARAR(1,1)                                              | SARAR(1,1)        |
| Variáveis significativas a 5%             | +GURban<br>-Crime<br>+INDEQS                  | -Bueiro<br>-Crime                                       | -Crime            |
| Observação                                |                                               | Anselin-Kaleijian não rejeita a nula, mas Wald e Z sim. |                   |
|                                           | Sinal do coeficiente de acordo com o esperado |                                                         |                   |
|                                           | Variáveis endógenas Armas e TSeten eliminadas |                                                         |                   |

Fonte: Elaboração própria

Os modelos cujas variáveis dependentes são a variação das taxas de crimes contra pessoa e taxa de homicídio, para o período de 2001 a 2011 também apresentaram algumas discordâncias nos testes de espacialidade. Em ambos, o teste de Anselin-Kaleijian não rejeita a hipótese nula de ausência de dependência espacial nos resíduos da regressão de MQ2E, porém os testes de significância individual e conjunta dos parâmetros espaciais da regressão SARAR(1,1) rejeitam a hipótese nula.

Passando para a especificação 2 e considerando o ano de 2011, novamente a regressão da variável de crimes contra o patrimônio apresentou uma variável relacionada a equipamentos urbanos como sendo negativamente correlacionada com a criminalidade. Nos demais modelos, para as outras variáveis dependentes de criminalidade, a mesma evidência não apareceu.

**Quadro 6 - Quadro comparativo especificação 2 - Ano 2011**

|                                           | Crime contra Patrimônio              | Crime contra pessoa     | Taxa de homicídio |
|-------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------|
| Método de regressão que melhor se ajustou | MQ2E                                 | SARAR(1,1)              | MQ2E              |
| Variáveis significativas a 5%             | +Ln(Crime t-1)<br>-GINI<br>-DNormais | +Ln(Crime t-1)<br>-GINI | +Ln(Crime t-1)    |

|            |                                                             |                                                         |                                               |
|------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Observação |                                                             | Anselin-Kaleijian não rejeita a nula, mas Wald e Z sim. | Sinal do coeficiente de acordo com o esperado |
|            | Sinal do coeficiente da variável GINI contrário ao esperado |                                                         |                                               |
|            | Variáveis endógenas TSeten e GPCSP eliminadas               |                                                         |                                               |

Fonte: Elaboração própria

Por fim, para a especificação 2, considerando o ano de 2010, há uma certa discordância sobre a correlação das variáveis de equipamentos urbanos e os níveis de criminalidade. Novamente essa discordância pode estar relacionada com o ano de medição das observações. Tanto o nível da criminalidade quando as variáveis de equipamentos urbanos foram medidos no ano de 2010, é provável que os efeitos não sejam imediatos.

#### Quadro 7 - Quadro comparativo especificação 2 - Ano 2010

|                                           |                                                               |                                                                          |                                                                   |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|                                           | Crime contra Patrimônio                                       | Crime contra pessoa                                                      | Taxa de homicídio                                                 |
| Método de regressão que melhor se ajustou | MQ2E                                                          | Lag-espacial                                                             | MQ2E                                                              |
| Variáveis significativas a 5%             | +Ln(Crime t-1)<br>+GINI<br>-DNormais<br>+Bueiro               | +Ln(Crime t-1)<br>-GINI<br>+GPCSP                                        | +Ln(Crime t-1)<br>-TDesemprego<br>+GPCHU                          |
| Observação                                | Sinal do coeficiente da variável Bueiro contrário ao esperado | Sinal dos coeficientes das variáveis GINI e GPCSP contrários ao esperado | Sinal dos coeficientes TDesemprego e GPCHU contrários ao esperado |
|                                           | Variáveis endógenas Armas e TSeten eliminadas                 |                                                                          |                                                                   |

Fonte: Elaboração própria

Concluindo, parece haver evidências na amostra de correlação negativa entre equipamentos urbanos e crimes contra o patrimônio. Essa afirmação apenas não se confirma na especificação 2 no ano de 2010. Como afirmado acima isso pode ser devido à simultaneidade das observações, portanto seria interessante fazer uma análise dinâmica sobre a relação dessas atividades.

Para os crimes contra a pessoa e as taxas de homicídio a relação não é tão óbvia e é necessário aprimorar os modelos estimados de forma a encontrar melhores instrumentos para as variáveis endógenas.

## **REFERÊNCIAS**

ANSELIN, L.; GETIS, A. Spatial statistical analysis and geographic information systems. **Annals of Regional Science**, v. 26, p. 19-33, 1992.

BECKER, G. Crime and punishment: An Economic Approach. **Journal of political economy**, v. 76, n. 2, p. 169-217, Mar. - Abr. 1968. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1830482>>. Acesso em: 5 nov. 2014.

BURROUGH, P.; MCDONNELL, R. Principles of Geographical Information Systems. [S.l.]: Oxford University Press, 1998. Cap. 1.

COHEN, L. E.; FELSON, M. Social change and crime rate trends: A routine activity approach. **American Sociological Review**, v. 44, n. 4, p. 588-608, Agosto 1979. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2094589>>. Acesso em: 08 fev. 2015.

EHRlich, I. Participation in Illegitimate Activities: A Theoretical and Empirical Investigation. **Journal of Political Economy**, v. 81, n. 3, p. 521-565, mai-jun 1973. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1831025>>. Acesso em: 14 nov. 2014.

EHRlich, I. Punishment, and the Market of Offenses. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 10, n. 1, p. 43-67, Winter 1996. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2138283>>. Acesso em: 5 nov. 2014.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA. **8ª Anuário Brasileiro de Segurança Pública**. São Paulo. 2014.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Índices Gerais. **Portal Ibrel**, 2014. Disponível em: <<http://portalibre.fgv.br/>>. Acesso em: 4 nov. 2014.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Fundação João Pinheiro. **Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS)**, 2013. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos1/2741-indice-mineiro-de-responsabilidade-social-imrs-2>>. Acesso em: 4 nov. 2014.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. PIB - Produto Interno Bruto Municipal - MG. **Datagerais**. Disponível em: <<http://datagerais1.fjp.mg.gov.br/indicadores/index>>. Acesso em: 5 nov. 2014.

GLAESER, E. L.; SACERDOTE, B.; SHEINKMAN, J. A. Crime and Social Interactions. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 111, n. 2, p. 507-548, Maio 1996. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2946686>>. Acesso em: 5 nov. 2014.

GUJARATI, D. **Basic Econometrics**. 4ª. ed. New York: McGraw-Hill, 2003.

IBGE. Censo Demográfico e Contagem da População. **Sistema IBGE de Recuperação Automática** - **SIDRA**, 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=cd&o=8&i=P&c=3379>>. Acesso em: 4 nov. 2014.

IBGE. IBGE Sala de imprensa. **IBGE**, 2011. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&idnoticia=2051&busca=1&t=censo-2010-aprimorou-identificacao-aglomerados-subnormais>>. Acesso em: 25 nov. 2014.

IBGE. Resultado de Pesquisas - Produto Interno Bruto dos Municípios. **IBGE**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa\\_resultados.php?id\\_pesquisa=46](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=46)>. Acesso em: 4 nov. 2014.

KELEJIAN, H. H.; PRUCHA, I. R. A generalized spatial two-stage least squares procedure for estimating a spatial autoregressive model with autoregressive disturbances. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, Boston, v. 17, n. 1, p. 99-121, 1998.

KELEJIAN, H. H.; PRUCHA, I. R. A generalized moments estimator for the autoregressive parameter in a spatial model. **International Economic Review**, v. 40, n. 2, p. 509-533, Maio 1999.

KELEJIAN, H. H.; PRUCHA, I. R. Specification and estimation of spatial autoregressive models with autoregressive and heteroskedastic disturbances. **Journal of Econometrics**, v. 157, n. 1, p. 53-67, 2010.

KELLING, G. L.; WILSON, J. Q. Broken windows: The police and neighborhood safety. **The Atlantic Monthly**, v. 1, Março 1982. Disponível em: <<http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1982/03/broken-windows/304465/>>. Acesso em: 08 fev. 2015.

LONGLEY, P. et al. **Geographic Information System and Science**. [S.l.]: Wiley, 2001.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. Contas Anuais - Artigos Prefeituras e Governos - STN. **Tesouro Nacional**. Disponível em: <<http://www.tesouro.fazenda.gov.br/contas-anuais>>. Acesso em: 5 nov. 2014.

PIRAS, G. sphet: spatial models with heterokedasticity innovations in R. **Journal of Statistical Software**, v. 35, n. 1, p. 1-21, June 2010.

PNUD. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013. **Atlas Brasil**, 2013. Disponível em: <[www.atlasbrasil.org.br](http://www.atlasbrasil.org.br)>. Acesso em: 4 nov. 2014.

SAH, R. K. Social Osmosis and Patterns of Crime. **Journal of Political Economy**, v. 99, n. 6, p. 1271-1295, 1991. Disponível em: <[http://raajsahprototype.vipulnaik.com/wp-content/uploads/2014/05/P\\_1991\\_social\\_osmosis\\_and\\_patterns\\_of.pdf](http://raajsahprototype.vipulnaik.com/wp-content/uploads/2014/05/P_1991_social_osmosis_and_patterns_of.pdf)>. Acesso em: 5 nov. 2014.

SAMPSON, R. J.; GROVES, B. W. Community structure and crime: Testing social-disorganization thoery. **American Journal of Sociology**, v. 94, n. 4, p. 774-802, Janeiro 1989. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2780858>>. Acesso em: 08 fev. 2015.

SHAW, C.; MCKAY, H. Juvenile delinquency and urban areas. **University of Chicago Press**, Chicago, 1942.

SHAW, C.; MCKAY, H. Juvenile delinquency and urban areas (rev.). **University of Chicago Press**, Chicago, 1969.

SILVA, D. D. N. **Equipamentos urbanos de Infraestrutura e criminalidade: uma abordagem para os municípios mineiros**. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional. Belo Horizonte, p. 100. 2012.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. 2ª. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.