

## ANÁLISE ESPACIAL DA EFICIÊNCIA DO EFETIVO DA POLÍCIA MILITAR DE MINAS GERAIS EM 2017

César Malaguti Andrade Soares\* e Thiago Costa Soares\*\*

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi analisar a relação espacial da eficiência do efetivo da Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG) em 2017. A eficiência da PMMG foi mensurada por índices construídos pelo método de análise envoltória de dados (DEA, do inglês *data envelopment analysis*) metafronteira. O estudo espacial, por sua vez, foi elaborado por meio da técnica de análise exploratória de dados espaciais (AEDE). Os principais resultados identificaram baixos indicadores de eficiência nos municípios mineiros, sobretudo naqueles de pequeno porte populacional. Além disso, foi possível observar que, em média, a performance da PMMG de um determinado município está correlacionada com a eficiência das regiões vizinhas. Nesse sentido, concluiu-se que a execução de boas práticas tende a transbordar regionalmente, o que abre possibilidades para a difusão de um modelo de segurança pública mais eficiente no estado.

**Palavras-chave:** Eficiência. Criminalidade. Segurança Pública. Análise Espacial.

## SPATIAL ANALYSIS OF MILITARY POLICE OFFICERS EFFICIENCY OF MINAS GERAIS STATE IN 2017

**ABSTRACT:** In this paper, we analyzed the spatial relation among the Military Police Officers (PMMG) efficiency indicators in Minas Gerais state, in 2017. The efficiency indexes were constructed by employing the data envelopment analysis (DEA) metafrontier method. The spatial correlation index was obtained by using the exploratory spatial data analysis (AEDE) procedure. The main results identified low efficiency indicators in Minas Gerais, especially in the smaller municipalities. Moreover, it was observed that the performance of the PMMG is correlated with the efficiency of neighboring regions. In this sense, it was concluded that the implementation of good practices in a specific locality tends to overflow regionally, which open possibilities for a diffusion of a more efficient public security standard in the state.

*JEL classification:* C60; J18; R58

**Keywords:** Efficiency. Criminality. Public Safety. Spatial Analysis.

---

\* Temática: 08 – Microeconomia, Métodos Quantitativos e Finanças.

\* Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF/GV).

\*\* Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Professor Adjunto da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF/GV).

### 1. INTRODUÇÃO

A criminalidade é uma manifestação social multifacetária (MERTON, 1938; BECKER, 1968; ZHANG, 1997) que vem impactando negativamente a qualidade de vida dos brasileiros e introduzindo crescentes prejuízos físicos, psicológicos e financeiros (SANTOS; KASSOUF, 2008). Por essa razão, este fenômeno está entre os maiores problemas sociais enfrentados atualmente no Brasil (FILHO; TANNURI-PIANTO; SOUSA, 2010).

Para exemplificar, dados da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2019) revelam que a taxa de homicídios por 100 mil habitantes aumentou de 26,6 para 30,3 entre 2006 e 2016 no país (aumento de 14%). Esses números colocam o Brasil entre os 10% mais violentos do

mundo, junto com nações como Congo, República Dominicana, Ruanda e África do Sul (UNODC – Escritório das Nações Unidas para Drogas e Crimes).

Ao considerar as perdas históricas de capital humano e os valores monetários despendidos com seguros e seguranças, privada e pública, os custos da criminalidade no Brasil representaram cerca de 5% do PIB, dos quais 30% estão associados a gastos do setor público (CERQUEIRA *et al.*, 2007).

O volume expressivo de recursos alocados na segurança pública e a expansão do crime no país vêm direcionando a atenção da sociedade para a eficiência das entidades públicas de combate à criminalidade. Em geral, a literatura aponta que, para além do montante despendido, o estado poderia combater melhor a criminalidade se os recursos fossem alocados de forma mais eficiente, sistematizada, com maior planejamento operacional e coordenação das forças policiais (WOLPIN, 1978; FAJNZYLBER; LENDERMAN; LOAYZA, 1998; ENTORF; SPENGLER, 2000).

Diante do exposto, este estudo tem o objetivo de construir e analisar espacialmente indicadores municipais de eficiência técnica da Polícia Militar do estado de Minas Gerais (PMMG) em 2017. Minas Gerais abarca o maior número de municípios nacionalmente (853 localidades) e é o segundo mais populoso do país, com 21 milhões de habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2019).

Diversos outros trabalhos buscaram analisar a eficiência da segurança pública no âmbito nacional e regional, como Filho, Tannuri-Pianto e Souza (2010), Scalco, Amorim e Gomes (2012), Ervilha *et al.* (2015) e outros. Contudo, ainda há relevantes lacunas que precisam ser preenchidas.

Por exemplo, no âmbito regional, postula-se que o desempenho dos municípios em segurança pública pode estar associado às localidades vizinhas. Ervilha *et al.* (2015), em um estudo sobre a eficiência em segurança de municípios de Minas Gerais, perceberam que os indicadores de eficiência poderiam estar espacialmente correlacionados.

Soares, da Costa e Lopes (2019) argumentam que os municípios podem absorver boas práticas por meio de um processo de transbordamento de tecnologias. Essa hipótese é particularmente relevante neste contexto, pois permite melhor compreensão do fenômeno da eficiência na segurança pública.

Nesse sentido, este estudo buscou se inserir na vasta literatura sobre criminalidade ao construir índices de eficiência da PMMG que consideram explicitamente a questão espacial da eficiência em segurança pública. Os índices de eficiência foram construídos pela técnica não paramétrica de análise envoltória de dados (DEA, do inglês *data envelopment analysis*) metafronteira. O estudo espacial, por sua vez, foi realizado por meio da técnica de análise exploratória de dados espaciais (AEDE).

Este trabalho está organizado em outras quatro seções, além desta introdução. Na segunda seção, é apresentada uma revisão literária com os principais artigos que exploram a temática da criminalidade no ramo econômico, bem como da gestão da segurança pública. A terceira descreve a metodologia do estudo e a base de dados. A quarta discute os resultados encontrados. E, por último, a quinta reporta as conclusões do estudo.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Segundo Viapiana (2006), criminalidade é um fenômeno complexo que exige análises multidisciplinares e, na vertente das ciências econômicas, Becker (1968) foi um dos pioneiros. Becker (1968) argumentou que o comportamento criminoso está associado à utilidade esperada do crime e pode ser influenciado pelo ganho financeiro, probabilidade de prisão, rigor da legislação e outros aspectos.

O conceito de utilidade aplicado à escolha criminal é também conhecido como “modelo de portfólio”. Esse modelo baseia-se nos princípios de maximização das escolhas propostos por Jeremy Benthan (COHEN; FELSON, 1979). Cohen e Felson (1979) argumentam que a base dessa linha de pensamento está na hipótese de que todo indivíduo, em certo grau, está propenso a se desviar da lei. Tais conceitos constroem a linha introdutória do pensamento de Becker (1968).

As análises de Becker (1968) motivaram estudos focados na influência do ambiente social sobre a decorrência do crime (EHRlich, 1973; BLOCK; HEINEKE, 1975; LEUNG, 1995). Ehrlich (1973) estudou os efeitos da desigualdade de renda sobre a criminalidade e encontrou evidências de uma relação positiva, sobretudo com os crimes contra bens e propriedades. O autor reportou ainda que a falta de oportunidades de emprego aumenta a criminalidade por razão da diminuição das expectativas de renda proveniente do trabalho legal. Sutherland e Shuessler (1973) acrescentam que o emprego aumenta o custo de oportunidade e torna as pessoas menos propensas a praticar crimes. Ainda nesse sentido, Block e Heinecke (1975) mostraram que os efeitos do desemprego são mais evidentes na ocorrência de crimes contra o patrimônio.

A relação entre criminalidade e as interações sociais também é tema recorrente na literatura (SUTHERLAND; SHUESSLER 1973; MATSUEDA, 1982; e outros). Sutherland e Shuessler (1973) destacou que a experiência individual em situações de conflito e o aprendizado proveniente das interações sociais podem determinar o comportamento das pessoas. Para o autor, a família e o círculo de amizades são determinantes indiretos da escolha individual. Este fenômeno é denominado “teoria do aprendizado social”.

O aprendizado social também pode ter implicações sobre a difusão da criminalidade no âmbito regional. Scalco (2007) relata que os municípios que apresentam taxas elevadas de criminalidade são, em média, circundados por outros municípios que também convivem com altas taxas de criminalidade. No Brasil, evidências similares foram encontradas para as regiões de Fortaleza (CE) (COSTA; FREITAS, 2011), Rio Claro (SP) (OLIVETTI; LOMBARDO, 2010) e diversas outras de médio porte (ANTONELLO *et al.*, 2004).

Por outro lado, a literatura reporta que investimentos em segurança reforçam a percepção de controle social e tendem a inibir o crime. Em um estudo sobre a produção de equipamentos de segurança produzidos pela indústria automobilística alemã, Clarke (1983) observou que a instalação de travas na direção dos veículos teve significativo impacto na redução do número de roubos de automóveis naquele país durante a década de 1960.

Ainda nesse sentido, o estado (União e Unidades da Federação) também pode influenciar negativamente a criminalidade por meio da criação de instrumentos, ações e políticas de segurança pública, cujo objetivo seja elevar as chances de aplicação e o rigor da lei. São exemplos o aumento do efetivo policial, dos instrumentos de combate ao crime (armamento, frota de veículos, ações de investigação etc.), prolongamento do período de encarceramento, agilidade nos trâmites jurídicos e de execução da punição. Em sentido amplo, Sah (1991) e Posada (1994) depreendem que investimentos em segurança, públicos e privados, desestimulam o crime, pois aumentam os custos das práticas criminosas e as chances de punição para os infratores.

No ramo empírico, uma maior atenção tem sido direcionada à associação entre alocação de recursos públicos e criminalidade. Carrington (1997) adotou a técnica DEA para analisar a eficiência da força policial do estado de Nova Gales do Sul, na Austrália, entre 1994 e 1995. O autor ressaltou que a realocação das patrulhas poderia produzir ganhos de eficiência nesta localidade. Em estudo semelhante, Nyhan e Martin (1999) observou que municípios ineficientes do estado de Washington, nos Estados Unidos da América (EUA), poderiam melhorar a gestão dos recursos adotando algumas das regiões eficientes do estado como referências. Drake e Simper (2000), ao analisarem a atuação das polícias inglesa e galesa por

meio do DEA, revelaram discrepâncias nos escores de eficiência da atuação policial de combate ao crime.

Drake e Simper (2000) e Barros (2007) salientam que a atuação da polícia pode melhorar com o uso de práticas baseadas em sistemas mais eficientes. Ao analisar a eficiência da polícia de Lisboa, em Portugal, Barros (2007) destacou que a ação da polícia foi mais eficiente quando houve maior interação entre policiais, governantes e cidadãos. O autor ainda relatou que níveis mais elevados de renda e emprego melhoram a efetividade da ação policial.

A partir de dados nacionais, Pereira Filho, Tannuri-Pianto e Sousa (2010) analisaram a eficiência dos gastos dos estados em segurança, entre 2001 e 2006, através de um modelo de fronteira de produção. Os autores verificaram que São Paulo foi o estado mais custo-eficiente do país. Em sentido oposto, a capital federal (Brasília) apresentou baixo nível de eficiência. Os autores identificaram que o aumento da desigualdade, do abandono escolar e da taxa “policial militar por policial civil” contribuem com a elevação da ineficiência dos estados.

Em Minas Gerais, há diversos estudos que encontraram associação entre criminalidade, ineficiência da gestão, pobreza, desigualdade e baixo desenvolvimento econômico regional (LISBOA, 2000; BEATO FILHO; REIS, 2000; SCALCO; AMORIM; GOMES, 2012; ERVILHA *et al.*, 2015). Concretamente, Scalco, Amorim e Gomes (2012) utilizaram o DEA para averiguar os níveis de eficiência da PMMG, tendo encontrado grande dispersão na qualidade da gestão em segurança. Os autores evidenciaram dificuldades para comparar o desempenho da polícia militar regionalmente devido à heterogeneidade da dinâmica da violência em Minas Gerais. Segundo Rocha *et al.* (2012) e Soares, da Costa e Lopes (2019), a heterogeneidade da amostra introduz erros na medição de índices de eficiência.

Ervilha *et al.* (2015) buscaram medir a eficiência dos gastos públicos em segurança nos municípios mineiros com o DEA, controlando a heterogeneidade amostral causada pela discrepância populacional dos municípios. Os autores observaram que o fator populacional afetou os índices de eficiência. Além disso, relataram um possível padrão espacial da eficiência da gestão neste estado. Não obstante, não foram realizados procedimentos estatísticos que pudessem testar a hipótese de dependência espacial da eficiência em segurança pública.

De modo geral, percebe-se que os estudos sobre eficiência em segurança pública buscam comparar o combate à criminalidade de municípios, estados e grandes regiões, focando na efetividade da alocação dos recursos financeiros e humanos (efetivo policial). Como instrumental analítico, grande parte da literatura tem optado pelo DEA, pois essa técnica permite contrastar unidades sem a necessidade de se estabelecerem preços para os fatores de produção e restrições na forma funcional dos modelos.

### **3. METODOLOGIA**

Os índices de eficiência do efetivo da PMMG foram construídos através do método DEA. Buscou-se adotar procedimentos analíticos que reduzem os problemas de heterogeneidade da amostra e constroem modelos empíricos com maior conexão com a realidade dos dados. O estudo da correlação espacial da eficiência, por sua vez, foi feito por meio da técnica AEDE. A seguir, são apresentados os detalhes metodológicos do estudo.

#### **3.1. CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES DE EFICIÊNCIA DA POLÍCIA MILITAR DE MINAS GERAIS**

O DEA é um procedimento não paramétrico que possibilita a construção de FPPs por meio de programação matemática. Segundo Barros (2007), a técnica permite analisar o desempenho (eficiência) de unidades em diferentes áreas. Na segurança pública, o DEA pode

indicar os municípios com melhores práticas de combate à criminalidade e o caminho que os demais devem percorrer para se tornar eficientes.

Considera-se que os municípios são unidades tomadoras de decisões (DMU, do inglês *decision making units*) que decidem a melhor forma de alocar os recursos para alcançar determinado nível de produto. Matematicamente, descreve-se:

$$P(x) = \{(y,x): x \text{ produz } (y)\}, \quad (1)$$

em que  $P(x)$  é a tecnologia de produção;  $y$  e  $x$  são o produto e o insumo da segurança pública, respectivamente. Os municípios eficientes estão posicionados sobre a FPP.

### 3.1.1. O DEA METAFRONTTEIRA

Os modelos DEA têm, tradicionalmente, assumido que as unidades são homogêneas e comparáveis. Em outras palavras, pressupõe-se que os municípios adotam a mesma tecnologia de segurança e enfrentam ambientes similares. Não obstante, estudos apontam que a dimensão populacional em amostras municipais tende a introduzir heterogeneidade na função de produção (ERVILHA *et al.*, 2015; ROCHA *et al.*, 2012; SOARES, DA COSTA; LOPES, 2019). Isso ocorre porque a forma com que o crime se manifesta e o combate à criminalidade variam entre municípios com tamanhos populacionais distintos. Por exemplo, grandes centros urbanos, normalmente, apresentam dinâmica criminal mais intensa e têm modelos de segurança pública mais aparelhados e complexos.

Para reduzir os problemas inerentes à heterogeneidade tecnológica das unidades, adota-se o método DEA metafronteira. Esse método consiste na construção de indicadores de eficiência da gestão em segurança em subgrupos previamente estabelecidos com base em um critério populacional (O'DONNELL *et al.*, 2008). Primeiramente, determina-se uma fronteira objetivo (meta) que compara todas as unidades conjuntamente, a qual pode ser descrita por  $T^m = P(x)^m = \{(x,y): x \text{ produz } y\}$ . Em seguida, obtém-se os escores de eficiência nos subgrupos definidos pelas fronteiras  $T^k = P(x)^k = \{(x,y): x \text{ produz } y \text{ no subgrupo } k\}$ , de modo que  $T^m = \{T^1 \cup T^2 \cup T^3 \cup \dots \cup T^k\}$ .

Os subgrupos de um a quatro representam fronteiras de produção homogêneas definidas por um critério populacional. Cada município está posicionado em entorno de uma determinada subfronteira. A metafronteira, por sua vez, é uma representação que engloba todas as demais subfronteiras. As distâncias para a metafronteira e para um respectivo grupo permitem obter informações que podem ser relacionadas à eficiência tecnológica (*meta-technology* – MME) e de gestão dos municípios (*group-technological efficiency* – GTE). De modo formal, sejam  $MME = \theta^m$  e  $GTE = \theta^k$ . Os termos  $0 < \theta^m \leq 1$  e  $0 < \theta^k \leq 1$  são escores de eficiência técnica obtidos nas fronteiras MME e GTE que, respectivamente, representam a performance dos municípios quando são comparados com toda amostra e com seu grupo. Por construção,  $GTE \geq MME$ , de modo que, se o município não possui discrepâncias provenientes do fator populacional, os escores de eficiência obtidos na metafronteira e no subgrupo serão iguais. Nesse sentido, a razão  $MME/GTE = MTR$  (*meta-technology ratio*) fornece uma medida de importância da heterogeneidade tecnológica amostral<sup>1</sup>. Por representar melhor as diferenças dos municípios no contexto da criminalidade, a abordagem metafronteira torna-se mais adequada ao estudo<sup>2</sup>. A seguir, apresenta-se a Tabela 1, na qual são descritas as regras de divisão da amostra. Esses

<sup>1</sup> Se  $MTR = 1$ , pode-se dizer que não há interferência do tamanho populacional na construção dos escores de eficiência.

<sup>2</sup> Para uma descrição mais detalhada do procedimento, ver O'Donnell *et al.* (2008), Chiu *et al.* 2012 e Soares, da Costa e Lopes (2019).

critérios possuem como base os estudos de Rocha *et al.* (2012), Ervilha *et al.* (2015) e Soares, da Costa e Lopes (2019).

Tabela 1 – Classificação dos municípios por porte populacional<sup>3</sup>

Porte	Regra	Municípios (qt)	Percentual (%)
Pequeno I (PQI)	Até 20.000	533	74,96
Pequeno II (PQII)	20.001 até 50.000	112	15,75
Médio (MD)	50.001 até 100.000	38	5,35
Grande (GR)	Mais de 100.000	28	3,94
Total		711	100,00

Fonte: Elaboração própria

### 3.1.2. A FLEXIBILIZAÇÃO DA ESCALA PRODUTIVA

Outra questão relevante na análise proposta é a possibilidade de haver diferentes retornos de escala entre os municípios. As unidades produtivas no DEA podem apresentar três possíveis respostas produtivas para determinada variação nos insumos. Por exemplo, municípios que operam com elevado custo fixo médio (arcam com despesas fixas médias mais elevadas) normalmente possuem “retornos crescentes de escala”. Por sua vez, aqueles que produzem com menor custo fixo médio, utilizam mais insumos variáveis e operam com níveis mais elevados de produto tendem a apresentar “retornos decrescentes de escala”. Em alguns casos, a resposta produtiva pode ser proporcional à variação do insumo e culminar nos chamados “retornos constantes de escala (RCE)<sup>4</sup>”. Segundo Banker, Charnes e Cooper (1984), parte da ineficiência das unidades poderia estar associada com o fator escala. Portanto, é necessário construir um modelo DEA que permita flexibilizar a hipótese dos retornos (“retornos variáveis de escala - RVE<sup>5</sup>”).

Para separar “eficiência de escala” e “eficiência de gestão”, os autores substituíram o axioma da proporcionalidade entre insumos e produto do modelo DEA-RCE pela convexidade da FPP do modelo DEA-RVE. Esse procedimento permite construir indicadores de eficiência de escala e de gestão. O primeiro representa a habilidade do município para operar na escala ótima; o segundo, por sua vez, mostra a performance para gerir os recursos da segurança pública em uma determinada fase produtiva. Neste estudo, a análise incide sobre o indicador de performance da gestão. Em termos formais, o problema de programação matemática de um município específico “o” que opera em uma estrutura metafronteira com retornos variáveis pode ser representado pelas seguintes expressões:

$$\begin{aligned}
 & \max \theta^m \\
 & s.t. \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^{N_k} \lambda_n^k x_{ij}^k \leq x_{io}^k, & i = 1, 2, \dots, I\text{-ésimo insumo} \\
 & \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^{N_k} \lambda_n^k y_{dj}^k \geq \theta^m y_{do}^k, & d = 1, 2, \dots, D\text{-ésimo produto} \\
 & \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^{N_k} \lambda_n^k = 1, & k = 1 \text{ (meta-fronteira)} \\
 & \lambda_n^k \geq 0, & j = 1, 2, \dots, N\text{-ésimo município}
 \end{aligned} \tag{2}$$

<sup>3</sup> Neste estudo, excluíram-se 140 municípios por ausência de dados relevantes e dois, por serem *outliers*. Portanto, a amostra adotada é composta por 711 localidades (83,4% do total).

<sup>4</sup> Também denominado DEA-CRS, do inglês “constant returns to scale”.

<sup>5</sup> Também denominado DEA-VRS, do inglês “variable returns to scale”.

$$\begin{aligned}
& \max \theta^k \\
& s.t. \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^{N_k} \lambda_n^k x_{ij}^k \leq x_{io}^k, & i = 1, 2, \dots, I\text{-ésimo insumo} \\
& \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^{N_k} \lambda_n^k y_{dj}^k \geq \theta^k y_{do}^k, & d = 1, 2, \dots, D\text{-ésimo produto} \\
& \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^{N_k} \lambda_n^k = 1, & k = 1, 2, \dots, K\text{-ésimo subgrupo} \\
& \lambda_n^k \geq 0, & j = 1, 2, \dots, N\text{-ésimo município},
\end{aligned} \tag{3}$$

em que  $x_{io}^k$  é o vetor de insumos do município “o”;  $x_{ij}^k$  são vetores de insumos dos demais municípios;  $y_{do}^k$  é o vetor de produtos do município “o”;  $y_{dj}^k$ , são os vetores de produtos dos demais municípios;  $\lambda_n^k$  e  $\mu_n^k$  são as variáveis de decisão dos modelos (2) e (3) que projetam o município “o” para a FPP quando  $\theta^m \neq 1$  e  $\theta^k \neq 1$ , respectivamente. Os escores de eficiência nas k fronteiras foram, posteriormente, reconstruídos pelo procedimento de reamostragem (*bootstrap*) de Simar e Wilson (1998), no intuito de realizar a análise de correlação espacial, o qual é descrito na sequência.

### 3.1.3. CONSTRUÇÃO DAS FRONTEIRAS POR *BOOTSTRAP*

Apesar de suas vantagens, o método não-paramétrico DEA impõe, por construção, restrições de não-aleatoriedade na função de produção, visto que a FPP é obtida de maneira determinística (WANG; WEI; ZHANG, 2013, ZHANG; CHOI, 2013). Não obstante, variações aleatórias da fronteira da segurança pública podem ocorrer por diversas razões.

Por exemplo, determinado município pode ter sua frota de veículos policiais inviabilizada por acidentes de trânsito ou danificação de peças. Em outra perspectiva, quadrilhas criminosas especializadas, com alto nível de preparação estratégica, poderiam atuar no território e comprometer, por consequência, o trabalho da polícia local, como aquelas que operam no arrombamento de bancos e carros fortes. Portanto, é plausível supor que a ação da polícia militar possa ser impactada por eventos de caráter aleatório e não controlados.

A literatura recente tem adaptado os modelos DEA no intuito de melhor adequá-los aos referidos problemas de natureza empírica. Especificamente neste estudo, procedeu-se com a aplicação do procedimento de reamostragem por *bootstrap*, sugerido por Simar e Wilson (1998). Esse procedimento visa aproximar os indicadores de eficiência obtidos no DEA metafronteira convencional à realidade observada dos municípios, os quais não possuem controle de todas as variáveis que interferem na gestão.

Em resumo, os autores propõem a construção de uma função densidade de probabilidade, baseada na frequência observada dos escores de eficiência, obtida pela técnica *bootstrap* (EFRON, 1979). Desse modo, ao estimar o processo gerador de dados (PGD) da performance da PMMG, torna-se possível realizar inferências com o indicador de eficiência e proceder com a análise espacial proposta neste estudo<sup>6</sup>.

### 3.1.4. PROCEDIMENTO PARA DETECÇÃO DE *OUTLIERS*

<sup>6</sup> Para mais detalhes, ver Simar e Wilson (1998).

Na abordagem DEA, os escores de eficiência são sensíveis a existência de unidades discrepantes (*outliers*). No contexto da segurança pública, os *outliers* são municípios “supereficientes” (ANDERSEN; PETERSEN, 1993) que distorcem o alinhamento geométrico da FPP, causando alterações drásticas nos índices de eficiência dos demais. Por essa razão, se faz necessário avaliar a presença de *outliers* e proceder com sua exclusão, caso existam (PASTOR; RUIZ; SIRVENT, 1999). Com essa finalidade, adotou-se o procedimento sugerido por Souza e Stosic (2005). Em suma, os autores construíram um método semi-paramétrico de duas etapas com base nas técnicas *jackknife* e *bootstrap*. Na primeira fase, estimam-se  $k$  fronteiras excluindo parcialmente alguma observação para avaliar a influência dessa ausência sobre os resultados médios da fronteira. O processo se repete para cada unidade da amostra. Na segunda, os autores propõem regras de comparação com os resultados da primeira fase pelo método *bootstrap*.

O indicador extraído do procedimento é denominado *leverage*. Esse índice varia entre zero e um, de modo que, quanto mais próximo de um, maior a influência individual nos resultados médios da fronteira; ao se aproximar de zero, é possível concluir que a observação não afeta os escores médios da amostra. Os autores indicam que unidades com *leverages* maiores que 0,02 podem ser consideradas *outliers* e devem ser excluídas da análise.

### 3.2. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS DA EFICIÊNCIA DA POLÍCIA MILITAR DE MINAS GERAIS

A fim de identificar um possível padrão espacial dos indicadores de eficiência, utilizou-se a análise exploratória de dados espaciais (AEDE). A análise é um conjunto de técnicas estatísticas, cujo objetivo é averiguar a existência de correlação espacial entre unidades de seção cruzada. Nesta pesquisa, testa-se se a eficiência de determinado município está correlacionada com a eficiência de um grupo estabelecido de vizinhos regionais.

Com esse intuito, aplicou-se a estatística *I de Moran*, que mede o grau de associação linear espacial entre a eficiência observada em determinado município ( $\theta_i^k$ ) e a média ponderada dos valores das regiões vizinhas (defasagens espaciais) ( $\theta_z^k$ ), conforme a expressão (4):

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_i \sum_z w_{iz} (\theta_i^k) (\theta_z^k)}{\sum_{i=1}^n (\theta_i^k)^2}, \quad (4)$$

em que  $n$  é o número de regiões;  $w_{iz}$  é uma matriz de pesos espaciais que relaciona as regiões  $i$  e  $z$ . Todos os elementos da matriz devem ser somados, definidos pela expressão  $S_0$ . Nessa pesquisa, adotou-se a matriz do tipo “rainha”<sup>7</sup>.

A aleatoriedade espacial é a hipótese nula da estatística *I de Moran*. Valores estimados superior ao esperado  $E = -[1/(n-1)]$  apontam para a existência de autocorrelação espacial positiva, ou seja, a prevalência de similaridade global entre os valores da eficiência da PMMG de um município e sua localização espacial. Os valores inferiores, por sua vez, apontam dissimilaridade. Já os indicadores de dependência espacial próximos a zero indicam a não

<sup>7</sup>A matriz rainha pondera como vizinhos aqueles municípios que partilham fronteiras geográficas físicas e os vértices do mapa. Por isso, possui maior cobertura que outras matrizes de contiguidade (ALMEIDA, 2012). Ademais, após a verificação das correlações espaciais (procedimento de Baumont, Ertur e Le Gallo, 2004), constatou-se que essa matriz capturou melhor a correlação espacial entre os municípios. No Apêndice A1, disponibiliza-se o mapa de conectividade da referida matriz em Minas Gerais.



rejeição da hipótese nula. Em suma, a abordagem *I de Moran* pode ser interpretada como o coeficiente angular da reta de regressão estimada na função da eficiência contra a defasagem espacial (ANSELIN, 2013). Para se obter uma medida local de dependência espacial, calcula-se, em adição, o *I de Moran Local*, que faz parte de um conjunto de estatísticas denominadas “*Local Indicators of Spatial Association – LISA*”. O indicador viabiliza a identificação de *clusters* espaciais estatisticamente significativos para cada observação, assumindo o axioma de que a soma dos indicadores locais seja simétrica ao indicador global correspondente. O *I de Moran Local* pode ser definido por:

$$I_i = (\theta_i^k) \sum_{z=1}^j w_{iz} (\theta_z^k). \quad (5)$$

Pela expressão (5), pode-se identificar quatro tipos de associações espaciais: Alto-Alto (AA), Alto-Baixo (AB), Baixo-Alto (BA) e Baixo-Baixo (BB). O conjunto do tipo AA indica que um município de alta eficiência está associado espacialmente a vizinhos com melhor gestão na segurança pública. Ou seja, agrupamentos AA podem comprovar a existência de *clusters* de municípios de alta eficiência em segurança pública. Um agrupamento BB sugere que um município ineficiente está associado espacialmente a outros que também apresentam baixa eficiência, o que pode indicar entraves na execução dos serviços de segurança pública. Sobremodo, as demais interpretações podem ser feitas de forma correlata.

### 3.3. DESCRIÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS

Conforme discutido, o objetivo deste estudo foi construir índices de eficiência da PMMG e analisar a possível correlação espacial desses indicadores em 2017. Com esse intuito, a variável *input* adotada foi a “taxa de policiais militares por 100 mil habitantes”. As variáveis *outputs*, por seu turno, referem-se ao inverso das taxas de crimes violentos contra a pessoa e o inverso das taxas de crimes contra o patrimônio por 100 mil habitantes. É importante ressaltar que essas variáveis foram escolhidas após extensa investigação dos estudos empíricos em segurança pública, nacionais e internacionais, e da disponibilidade dos dados para o estado de Minas Gerais (LISBOA, 2000; BEATO FILHO; REIS, 2000; ROCHA *et al.* 2012; TANNURIPIANTO, 2010; SCALCO; AMORIM; GOMES, 2012; ERVILHA *et al.*, 2015).

Especificamente, a taxa de crimes contra pessoas é a razão entre o número de ocorrências registradas pela força policial de homicídios e estupros consumados, tentados e por vulnerável, dividido pela população do município. A taxa de crimes contra o patrimônio é calculada pela razão entre o número de roubos consumados e extorsão, dividido pela população do município. Já a taxa de policiais militares é a razão entre o número de policiais militares de um município, dividido por sua população, sendo cada taxa multiplicada por 100.000. Essas informações foram extraídas da plataforma do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS), da Fundação João Pinheiro (FJP, 2019).

No que diz respeito ao modelo empírico, a literatura reporta dificuldades em analisar as taxas de crimes contra as variáveis de esforço do estado (gastos em segurança, número do efetivo policial, viaturas etc.) em razão da possível simultaneidade entre as variáveis “insumo” e “produto”. Ocorre que o estado tende a alocar mais recursos em regiões com criminalidade mais elevada. Com efeito, determinado município poderia ser ineficiente na gestão da segurança pública em determinado momento em razão dessa distribuição de recursos. Buscou-se, neste trabalho, reduzir os problemas de simultaneidade por meio da inclusão de uma *proxy* que representa o efetivo policial dos municípios.

Em particular, substituiu-se a taxa de policiais militares de 2017 pela média histórica da variável dos anos de 2000 a 2016. Desse modo, é possível manter a estrutura empírica do modelo, reduzindo o problema de simultaneidade observado pela literatura. É importante notar

que, após essa substituição, o conceito de eficiência passa a se referir à performance de gestão da PMMG, dado o esforço histórico médio do município, ao invés do esforço do ano corrente.

Além do problema da simultaneidade, Marshall (1991) descreve que as discrepâncias no tamanho populacional dos municípios podem introduzir distorções em estudos que utilizam taxas criminais, como o presente trabalho. O autor explica que municípios pequenos apresentam maior sensibilidade numérica nas taxas de criminalidade por causa da pequena representatividade populacional. Por exemplo, quando um determinado crime ocorre em regiões de grande porte populacional, a taxa criminal tende a não variar significativamente. Por outro lado, se uma região de pequeno porte populacional sofrer um crime, sua taxa criminal poderia alterar de modo drástico.

No intuito de diminuir a possibilidade de grande oscilação nas taxas criminais, aplicou-se o método estatístico bayesiano sugerido por Marshall (1991). Em suma, a estimativa  $r_i$  da taxa criminal é obtida por meio de uma correção baseada em uma média ponderada da taxa bruta  $t$  e de uma taxa média  $m$  de toda região:

$$r_i = c_i t_i + (1 - c_i) m \quad (6)$$

em que  $c_i = (S^2 - m/n^*) / (S^2 - m/n + m/n_i)$ ;  $m$  é a taxa média do estado,  $n^*$  é a população média do estado,  $n_i$  é a população observada no município  $i$ ,  $S^2 = \sum_i (n_i (t_i - m)^2) / n$ , em que  $n$  é a população total do estado, e  $t_i$  é a taxa bruta observada no município  $i$ . Com isso, o valor de  $c_i$  varia de um município para outro em um intervalo de  $[0, 1]$ , sendo este um peso associado à taxa bruta do referido município. Desse modo, o método visa controlar melhor as distorções causadas pelo cálculo de taxas criminais em municípios, sobretudo, pequenos.

Por fim, no intuito de descrever melhor as regiões eficientes AA e ineficientes BB, são apresentadas na seção de resultados análises baseadas em informações do contexto socioeconômico dessas localidades. Essas informações estão representadas por variáveis médias do período 2000 a 2016, referentes às dimensões de renda, escolaridade, demografia, entre outras. Para uma melhor leitura dessas variáveis, disponibilizou-se um quadro descrito no Apêndice com os valores médios das variáveis socioeconômicas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente, realizou-se o teste de detecção de *outliers* de Sousa e Stosic (2005), que identificou a existência de dois municípios com eficiências discrepantes em relação à média. São eles os municípios de Senhora dos Remédios e Chapada do Norte. Para não introduzir distorções nos indicadores de eficiência dos demais municípios, procedeu-se com a exclusão das referidas regiões.

Após a remoção dos *outliers*, organizaram-se os municípios mineiros em quatro grupos populacionais, denotados como municípios grandes (população acima de 100 mil habitantes), médios (a partir 50 mil até 100 mil habitantes), de pequeno porte 2 (a partir de 20 mil até 50 mil habitantes) e porte 1 (até 20 mil habitantes). A Tabela 2 ilustra os indicadores médios, por grupo populacional.

Tabela 2. Indicadores médios de eficiência por grupos populacionais de Minas Gerais em 2017

Grupo	GTE	MEE	MTR	TGI	GMI	MTI	EFC
PQI	0,256	0,256	1,000	0,000	0,744	0,744	0,224
PQII	0,436	0,167	0,387	0,269	0,564	0,833	0,379
MD	0,461	0,136	0,305	0,325	0,539	0,864	0,377
GR	0,605	0,122	0,223	0,483	0,395	0,878	0,494
Geral	0,309	0,230	0,836	0,079	0,691	0,770	0,267

Fonte: Elaboração própria

Nota: GTE = Eficiência no sub-grupo; MEE = Eficiência na metafronteira; MTR = Taxa meta tecnologia; TGI = Ineficiência tecnológica; GMI = Ineficiência gerencial; MTI = Ineficiência total; EFC = eficiência por *bootstrap*. PQI = Municípios até 20 mil habitantes; PQII = Municípios com mais 20 mil até 50 mil habitantes; MD = Municípios com mais de 50 mil até 100 mil habitantes; GR = Municípios com mais de 100 mil habitantes. Os indicadores TGI e GMI são obtidos conjuntamente com os demais indicadores por meio do procedimento metafronteira, sendo que  $GMI = 1 - GTE$  e  $TGI = GTE(1 - MTR)$  – os valores são calculados individualmente.

As diferenças dos escores médios de eficiência na metafronteira e nos grupos causaram distorções nos resultados gerais, as quais são provenientes da heterogeneidade tecnológica amostral (o indicador MTR foi menor que 1 na amostra geral). Portanto, o procedimento DEA metafronteira é adequado ao presente contexto. Para os municípios de pequeno porte 1, não foi verificada divergência entre os resultados médios obtidos na metafronteira (MME = 0,256) e na fronteira do grupo (GTE = 0,256). Isso quer dizer que o fator populacional não produz distorção relevante na eficiência dessas regiões. Desse modo, é possível dizer que o problema de ineficiência dos municípios pequenos (porte 1), em média, está associado à gestão.

Em relação aos municípios grandes, observou-se maior sensibilidade dos escores médios de eficiência quanto ao tamanho populacional, dado que uma pequena parcela da ineficiência dessas regiões provém das diferenças entre as fronteiras (o indicador de ineficiência tecnológica - TGI - foi de 0,079). Os municípios de grande porte e médios evidenciaram problemas de ineficiência tecnológica (0,483 e 0,325, respectivamente).

A ineficiência gerencial (GMI), por sua vez, foi mais elevada nos municípios de pequeno porte 1 (0,744), enquanto que municípios maiores apresentaram uma menor média dessa ineficiência (0,395). Em média, os municípios mineiros possuem uma ineficiência gerencial elevada (0,691), indicando que o gerenciamento é um fator importante a ser levado em consideração para a melhoria da segurança pública, sobretudo nos menores municípios. Os escores médios de eficiência construídos dentro dos grupos (GTE) foram de 0,256, 0,436, 0,461 e 0,605 nos municípios pequenos 1 e 2, médios e de grande porte, respectivamente.

Portanto, é possível verificar que, em média, a ação da PMMG é menos eficiente nas regiões com até 20 mil habitantes. Em sentido oposto, as polícias militares das cidades de grande porte (acima de 100 mil habitantes) se mostraram mais eficientes.

Tabela 3. Média das variáveis produtivas, de população e médias gerais (painel a) e participação dos grupos (painel b), por faixa de eficiência (GTE)

<i>Painel a: Média das variáveis por faixa de eficiência e média geral</i>					
Variáveis	De 0,00 até 0,25	A partir de 0,25 até 0,50	A partir de 0,50 até 0,75	Mais de 0,75	Média geral
<i>Pes</i>	78	47	33	39	62
<i>Pat</i>	219	152	114	119	182
<i>Pol</i>	140	140	133	119	138
<i>Pop</i>	13.315	43.679	32.542	47.862	26.551
<i>Painel b: Participação dos grupos nas faixas de eficiência</i>					
Grupos	De 0,00 até 0,25	A partir de 0,25 até 0,50	A partir de 0,50 até 0,75	Mais de 0,75	Total
PQI	336	142	37	18	533
PQII	37	39	20	16	112
MD	8	17	8	5	38
GR	1	13	5	9	28
Total	382	211	70	48	<b>711</b>

Fonte: Elaboração própria

Nota: *Pes* = Taxa de crimes violentos contra a pessoa por 100 mil habitantes; *Pat* = Taxa de crimes violentos contra o patrimônio por 100 mil habitantes; *Pol* = Número de policiais por 100 mil habitantes; *Pop* = População média entre 2000 e 2016; PQI - Pequenos I, PQII - Pequenos II, MD - Médios e GR - Grandes.

Os resultados obtidos pelo procedimento *bootstrap* corroboram esses achados, pois mostraram menor eficiência para os pequenos e maior eficiência para os grandes municípios. Para melhor descrever os indicadores de eficiência e as médias das variáveis utilizadas no seu cômputo, separaram-se os escores em quartis. A Tabela 3 resume essas informações.

Pela Tabela 3, é possível observar que mais da metade dos municípios analisados está na faixa mais baixa de eficiência da gestão (382 municípios, isto é, 53,73%). Os municípios que se encontram nessa faixa apresentaram taxas de criminalidade mais elevadas em relação à média da amostra (78 e 219 por 100 mil/hab. para os crimes contra a pessoa e patrimônio, respectivamente, contra as médias de 62 e 182 para os mesmos crimes, no geral).

Outro dado relevante diz respeito ao tamanho médio dos municípios menos eficientes. Dos 382 municípios presentes na faixa mais baixa de eficiência, 336 pertencem ao subgrupo dos menores municípios do estado, o que representa 87,96% das cidades mais ineficientes de Minas Gerais. Em média, são municípios com cerca de 13.315 habitantes.

Essas localidades estão distribuídas, em sua maioria, na faixa mais baixa de eficiência (63,04% encontram-se nesta faixa). Somente 18 municípios com população inferior a 20 mil habitantes (classificados como pequenos I) estão presentes na faixa de maior eficiência ( $>0,75$ ), o que representa 3,38% desse grupo. Por outro lado, os mesmos 18 municípios configuram 37,5% do total de regiões eficientes. Ervilha *et al.* (2015) encontraram evidências similares de baixa eficiência nos municípios de menor porte populacional.

Os municípios denominados “Pequenos II” mostraram escores médios de eficiência mais elevados em relação ao grupo “Pequenos I”. Essas regiões se concentram, prioritariamente, na faixa de eficiência entre 0,25 e 0,50 (34,82% dessas regiões estão na referida faixa). Do mesmo modo, percebeu-se maior prevalência dos municípios médios e de grande porte nesta mesma faixa (44,74% e 46,43%, respectivamente).

A única cidade grande classificada na primeira faixa foi Contagem. Por sua vez, dos municípios de 50 mil até 100 mil habitantes (médio porte), oito estão inseridos no rol dos menos eficientes (21,05%). São eles: Curvelo, Esmeraldas, Janaúba, Nova Serrana, Paracatu, Pedro Leopoldo, Pirapora e Viçosa.

Em termos médios, os municípios da faixa de maior eficiência apresentaram taxas de criminalidade e taxas de policiais abaixo da média geral. Essas regiões possuem, também em valor médio, população de aproximadamente 47.862 habitantes. No total, 48 municípios estão inseridos nessa faixa, os quais correspondem a 6,75% da amostra.

Para melhor descrever as características de algumas regiões da faixa mais eficiente em cada porte, apresentam-se na Tabela 4 as taxas de crimes, da polícia e o tamanho populacional. Selecionaram-se as cinco regiões mais eficientes e de maior representatividade populacional em seu respectivo grupo. Os municípios com escores unitários de eficiência, representados na Tabela 4, podem ser considerados unidades de referência dentro do seu respectivo grupo, ou seja, são *benchmarks* que obtiveram o melhor desempenho de combate à criminalidade, tendo em vista o número do efetivo policial observado.

Cabe ressaltar que o DEA aplicado ao contexto desta pesquisa não permite identificar claramente quais são as ações que, de fato, tornam tais localidades mais eficientes que as demais. Desse modo, são necessárias prospecções mais aprofundadas da gestão da polícia militar dessas regiões, de modo a tornar mais apurada a compreensão do fato.

Por outro lado, tendo em vista as discussões presentes na literatura correlata e a base teórica da gestão da polícia militar, é possível apontar alguns caminhos concretos de atuação

que poderiam explicar, em partes, o desempenho de algumas localidades que se desenharam eficientes.

Tabela 4. Indicadores de insumo, produto, população e eficiência gerencial dos cinco municípios mais eficientes dentro dos grupos e de maior representação populacional

<i>PQI – Municípios até 20 mil habitantes</i>					
<b>Cidades</b>	<b>Pes</b>	<b>Pat</b>	<b>Pol</b>	<b>Pop</b>	<b>GTE</b>
Água Boa	77,32	91,38	35,89	16.504	1,000
Brazópolis	13,57	13,57	57,06	15.100	1,000
Itaú de Minas	6,28	182,14	86,85	15.080	1,000
Cruzília	6,52	52,14	61,40	14.830	1,000
Itamonte	6,56	32,81	165,72	13.940	1,000
<i>PQII – Municípios de 20 mil a 50 mil habitantes</i>					
<b>Cidades</b>	<b>Pes</b>	<b>Pat</b>	<b>Pol</b>	<b>Pop</b>	<b>GTE</b>
Ouro Fino	14,98	71,90	123,50	31.080	1,000
Rio P. de Minas	39,08	78,16	45,37	29.000	1,000
Mutum	44,03	36,69	115,68	26.810	1,000
São João da Ponte	31,25	42,97	75,10	25.870	1,000
Monte Azul	13,91	92,74	64,80	22.560	1,000
<i>MD – Municípios de 50 mil à 100 mil habitantes</i>					
<b>Cidades</b>	<b>Pes</b>	<b>Pat</b>	<b>Pol</b>	<b>Pop</b>	<b>GTE</b>
Leopoldina	41,65	51,12	135,41	51.630	1,000
Três Pontas	19,46	125,60	97,10	54.040	1,000
São Francisco	40,90	165,37	65,35	54.340	1,000
Cataguases	43,08	82,13	120,07	69.330	0,776
São João Del Rei	34,69	96,24	227,52	84.120	0,760
<i>GR – Municípios com mais de 100 mil habitantes</i>					
<b>Cidades</b>	<b>Pes</b>	<b>Pat</b>	<b>Pol</b>	<b>Pop</b>	<b>GTE</b>
Barbacena	22,91	110,11	402,84	125.460	1,000
Varginha	21,05	178,92	239,35	122.300	1,000
Coronel Fabriciano	80,57	328,68	163,25	103.960	1,000
Poços de Caldas	32,23	138,66	200,31	151.680	1,000
Ribeirão das Neves	99,51	884,26	153,11	305.580	1,000

Fonte: Elaboração própria

Em termos gerais, a ineficiência gerencial representa possíveis lacunas que podem ser provisionadas através de uma melhor alocação dos recursos da polícia militar. Por exemplo, para os casos de crimes não passionais, Lum e Koper (2014) expõem que o fortalecimento de ações de inteligência, investigação e de prevenção, em detrimento à repressão física, poderiam surtir efeitos positivos na eficiência da polícia militar. Para os autores, parcela significativa da ineficiência gerencial desta polícia está associada com o excesso de recursos alocados em cenários emergências com enfrentamento, os quais surtem pouco efeito no combate à criminalidade estrutural. Na mesma linha, Clarke (1983) defende que a ação da polícia deveria ser pautada sobre práticas de prevenção situacionais do crime, como vigilâncias de zonas de alto risco criminal, entre outras.

No tocante à eficiência tecnológica, a literatura mostra que é de fundamental importância que o estado dê condições estruturais para que a polícia militar possa executar sua função institucional, que é a preservação da segurança pública (CARRINGTON *et al.*, 1997; COELLI, 1998; DRAKE; SIMPER, 2000, 2002, 2003; BARROS, 2007). Neste contexto,

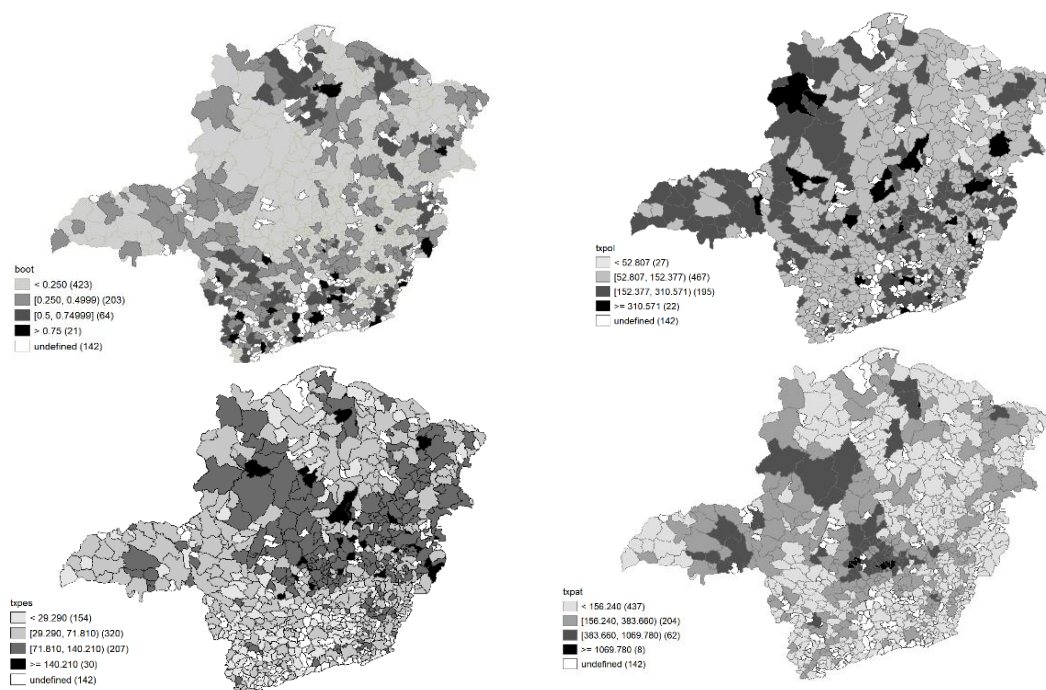
podem-se citar a manutenção dos investimentos em veículos, equipamentos de fiscalização e rastreamento de informações, sistemas de posicionamento global modernos (GPS, do inglês *global positioning system*), armamento eficiente, entre outros.

Em outra perspectiva, há ainda as ações que buscam promover melhor estreitamento das relações da polícia com a sociedade, as quais são nomeadas de “tecnologias sociais” (SALES; ALENCAR; FEITOSA, 2009). Segundo Goldsmith (2005), os objetivos da implementação de tecnologias sociais são dar maior visibilidade e transparência às ações da polícia, aumentar a sensação de policiamento e reduzir, por consequência, os conflitos com vitimização entre indivíduos e entre indivíduos com a própria polícia.

Concretamente, pode-se citar a tecnologia social de “policiamento comunitário”. Este termo se refere a uma filosofia de atuação que tem como fundamento a promoção de inovações na estrutura de funcionamento e abordagem da polícia na comunidade (SALES; ALENCAR; FEITOSA, 2009). Mesquita Neto (2004) alude quatro canais de ações que se enquadram no conceito de policiamento comunitário, a saber: i) adoção de medidas de prevenção do crime com o foco direcionado à comunidade; ii) inserção da comunidade na prevenção da criminalidade; iii) descentralização da gestão policial por áreas; e iv) estímulo à participação da sociedade civil no planejamento, monitoramento e avaliação das ações policiais.

Sales, Alencar e Feitosa (2009) citam ainda a criação de centros de mediação como forma de melhorar a eficiência tecnológica e gerencial da polícia. Os autores argumentam que grande parte da criminalidade passional está associada a conflitos entre pessoas que possuem relação continuada. Com a intenção de averiguar mais profundamente a dimensão espacial da atuação da PMMG, bem como a distribuição espacial da criminalidade e do efetivo policial, apresenta-se a Figura 1.

Figura 1 – Distribuição espacial da eficiência gerencial da polícia militar (*bootstrap*), das taxas de crimes contra a pessoa, contra o patrimônio e a taxa de policiais militares.



Fonte: Elaboração própria.

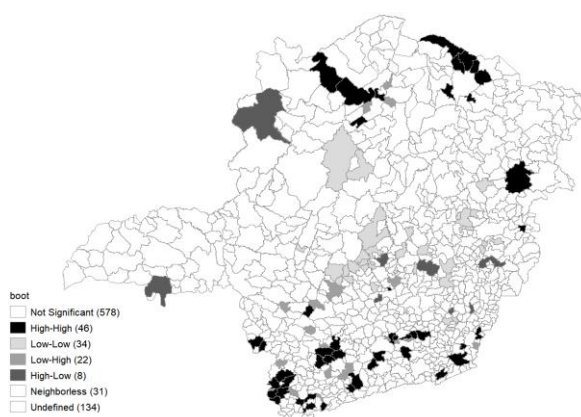
Notas: boot = eficiência gerencial obtida por *bootstrap*; txpol = taxa de policiais militares por 100 mil habitantes; txpes = taxa de crimes contra a pessoa por 100 mil habitantes; txpat = taxa de crimes contra o patrimônio por 100 mil habitantes.

Nos mapas descritos na Figura 1, podem-se identificar agrupamentos relevantes de localidades eficientes no Norte e Sul/Sudeste do estado, principalmente. Por sua vez, há evidente aglutinação de municípios com eficiência menor que 0,25 nas regiões do Centro e Noroeste de Minas Gerais.

É visível também que o predomínio das maiores taxas de crimes contra a pessoa ocorre em um espaço geográfico que lida as regiões do Leste, Centro e Noroeste. Em sentido diferente, grande parte do Sul, Norte e Triângulo Mineiro é ocupada por regiões com taxas relativamente baixas de crimes contra a pessoa. Com relação aos crimes contra o patrimônio, percebe-se maior prevalência de altas taxas nas regiões Central (principalmente na região metropolitana de Belo Horizonte), Noroeste e Triângulo Mineiro. As demais regiões mostraram maior proporção de municípios com baixas taxas desse crime. Apesar da visível manifestação espacial da criminalidade, chama a atenção o fato de a distribuição das taxas de policiais militares não parecer seguir a lógica da dispersão criminal. Ao que tudo indica, há maior concentração relativa de policiais nas regiões do Triângulo Mineiro, Noroeste, Centro e Sudeste do estado. No entanto, essa variável se apresenta de modo mais aleatório e disperso que as taxas de crimes. Tal constatação abre espaço para debates acerca da efetiva alocação e de uma possível flexibilização dos recursos humanos da PMMG como meios para melhorar a prestação dos serviços de segurança pública.

O *I de Moran* foi estimado em 0,229 (significativo a 1%). Em outras palavras, a eficiência da polícia militar de uma determinada região está associada à eficiência média dos municípios vizinhos. Este resultado é importante, pois elucida a existência de oportunidades de melhorias efetivas do desempenho da polícia militar baseadas no aprendizado de boas práticas regionais. Por exemplo, rotinas que historicamente têm sido eficazes no combate à criminalidade em uma região poderiam ser absorvidas e aperfeiçoadas pelas polícias nos municípios vizinhos (LUM; KOPER, 2014). Com efeito, inovações gerenciais ou tecnológicas da PMMG tenderiam a criar uma espécie de “ciclo virtuoso” de combate à criminalidade. Para melhor visualizar os agrupamentos locais, utiliza-se o indicador LISA.

Figura 2 – Clusters de eficiência dos municípios de Minas Gerais



Fonte: Elaboração Própria

Nota: *Not significant* = regiões em *clusters* não significativos; *High-High* = AA; *Low-Low* = BB; *Low-High* = BA; *High-Low* = AB; *Neighborless* = Sem definição de vizinhança; *Undefined* = Regiões não definidas.

Por essa análise, é possível verificar agrupamentos de municípios com alta eficiência (AA), baixa eficiência (BB), além de municípios de baixa eficiência envoltos de municípios de alta eficiência (AB) e de regiões de baixa eficiência envolvidos por municípios de alta eficiência (BA). A Figura 2 apresenta, por meio de um mapa, os *clusters* de eficiência em Minas Gerais.

Dos municípios com associação espacial significativa a 1%, prevalecem aqueles dos clusters AA, seguidos das localidades dos clusters BB. Há maior predomínio de agrupamentos AA no Sul e Norte do estado. Os agrupamentos BB, por seu turno, são mais evidentes nas regiões do Centro e Leste.

No intuito de analisar mais profundamente características selecionadas de alguns municípios dos *clusters* AA e BB, apresenta-se a Tabela A1 do apêndice. As informações contidas nessa tabela mostram que, em média, as taxas de criminalidade contra a pessoa e patrimônio das cidades do grupo BB (179,65 e 697,85, respectivamente) são maiores que as do grupo AA (16,82 e 96,81, nesta ordem), como esperado. Em termos populacionais, o primeiro grupo apresentou média de 7.415 habitantes. Já as localidades do *cluster* AA possuem cerca de 43.755 habitantes, em média.

Outro aspecto relevante são as diferenças dos indicadores de escolaridade dessas localidades. No grupo AA, o percentual de analfabetos foi de 2,11; no grupo BB, esse indicador representou quase o dobro (4,14%). Essa evidência se reflete na qualidade geral da educação. Em números, o grupo AA apresentou média 18,2% maior que o grupo BB em relação ao índice de qualidade da educação. Além disso, também foi possível observar que a taxa de adolescentes que frequentam o ensino médio no tempo correto foi maior no grupo mais eficiente (em média, em 6,3%).

Paralelamente, os dados relativos aos rendimentos do mercado formal e a renda *per capita* foram maiores nos municípios do agrupamento dos mais eficientes (AA). Nestes, os valores médios foram de R\$ 1.079,96 e R\$ 423,73, respectivamente, contra as médias de R\$ 956,73 e R\$ 306,70 nos municípios do agrupamento menos eficiente (BB).

Em um panorama amplo, é possível concluir que as cidades dos agrupamentos mais eficientes (AA) são, em média, regiões mais urbanizadas (14,16% maior), de maior população (quase seis vezes maior) e densidade populacional (12,18% superior), com melhores indicadores de renda e escolaridade. Portanto, com melhores condições de desenvolvimento socioeconômico.

## 5. CONCLUSÕES

Considerando a relevância do estudo do desempenho de gestão da segurança pública em Minas Gerais, este trabalho teve como objetivo construir e analisar espacialmente indicadores de eficiência da PMMG, em 2017. Com esse intuito, empregaram-se os métodos DEA e AEDE. O método DEA, adotado aqui, visou diminuir os problemas empíricos relacionados com a heterogeneidade da amostra por meio do procedimento metafronteira. O método AEDE, por seu turno, possibilitou a realização de um teste formal para a hipótese de correlação espacial do desempenho da PMMG.

A pesquisa elucidou que somente cerca de seis por cento dos municípios estão na faixa dos mais eficientes. Destes, pouco mais de três por cento foram tecnicamente eficientes (apresentaram escores máximos de eficiência). Com relação aos mais ineficientes, foi possível perceber dominância dos pequenos municípios com população de até 20 mil habitantes. Desse modo, é possível concluir que as políticas públicas deveriam focalizar, em especial, sobre a ocorrência do fenômeno criminal e a alocação dos recursos nessas localidades.

Em relação ao fenômeno espacial, pôde-se concluir que há correlação espacial entre os indicadores de performance da PMMG. Nesse sentido, abre-se uma importante possibilidade de melhorias na segurança pública do estado, visto que a execução de boas práticas tende a transbordar regionalmente. Desse modo, as políticas de segurança pública, ao considerar as especificidades de cada cidade, poderiam potencializar o efeito de transbordamento por meio da difusão regional de tecnologias e boas práticas de gestão.



Além disso, esta pesquisa traz também a sinalização de que as características socioeconômicas locais poderiam impactar a performance da PMMG. Este estudo mostrou que, em média, municípios mais eficientes, agrupados com vizinhos eficientes, são mais urbanizados, apresentam maior média e densidade populacionais e indicadores de renda e escolaridade maiores que aqueles ineficientes que se agrupam a outras localidades ineficientes. Diante disso, pode-se concluir que a eficiência da PMMG e o efeito de transbordamento poderiam estar associados ao contexto socioeconômico das regiões. Evidências de que variáveis similares impactam a eficiência da PMMG foram também encontradas na literatura consultada.

Por fim, cabe ressaltar algumas limitações. Primeiro, a literatura correlata vem destacando entraves na elaboração de pesquisas aplicadas sobre criminalidade em razão da deficiência de dados. Por essa razão, este estudo apresentou um quadro analítico simplificado para representar a atuação da PMMG. Desse modo, é preciso que essa limitação seja superada pelos órgãos oficiais para que haja avanços nos estudos sobre a segurança pública no estado.

Além disso, sabe-se que a segurança pública, em especial, a atuação dos policiais militares, é tema amplo e complexo e que, por isso, exige maior aprofundamento empírico. Não obstante, os resultados aqui apresentados, inéditos na literatura nacional, permitem elucidar sobre a necessidade de maior atenção ao fator espacial e melhor planejamento na política de segurança pública de Minas Gerais. Nesse sentido, tais constatações deveriam ser consideradas pelos gestores públicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Eduardo. *Econometria espacial*. Campinas–SP. Alínea, 2012.
- ANDERSEN, P.; PETERSEN, N. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management Science*, v. 39, n. 10, p. 1261-1264, 1993.
- ANSELIN, L. *Spatial econometrics: methods and models*. Springer Science & Business Media, 2013.
- ANTONELLO, S. L., *et al.* *Análise espacial da violência urbana: uma visão da desigualdade e fragmentação social em cidade de médio porte do Estado de São Paulo–Brasil.*, 2004.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. *Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis*. *Management science*, 1984, 30.9: 1078-1092.
- BARROS, C. P. *The city and the police force: analysing relative efficiency in city police precincts with data envelopment analysis*. *International Journal of Police Science & Management*, 2007, 9.2: 164-182.
- BAUMONT, C.; ERTUR, C.; LE GALLO, J. Spatial analysis of employment and population density: the case of the agglomeration of Dijon 1999. *Geographical analysis*, v. 36, n. 2, p. 146-176, 2004.
- BECKER, G. S. *Crime and punishment: An economic approach*. In: *The economic dimensions of crime*. Palgrave Macmillan, London, 1968. p. 13-68.
- BLOCK, M. K.; HEINEKE, J. M. A labor theoretic analysis of the criminal choice. *The American Economic Review*, v. 65, n. 3, p. 314-325, 1975.
- CARRINGTON, R., *et al.* *Performance measurement in government service provision: the case of police services in New South Wales*. *Journal of Productivity Analysis*, 1997, 8.4: 415-430.
- CERQUEIRA, D. RC, *et al.* *Análise dos custos e consequências da violência no Brasil*. Repositório IPEA, Handle 11058, 1824, 2007.
- CHIU, C., *et al.* *Decomposition of the environmental inefficiency of the meta-frontier with undesirable output*. *Energy Economics*, 2012, 34.5: 1392-1399.

- CLARKE, R. V. **Situational crime prevention: Its theoretical basis and practical scope.** Crime and justice, 1983, 4: 225-256.
- COELLI, T. **A multi-stage methodology for the solution of orientated DEA models.** Operations Research Letters, 1998, 23.3-5: 143-149.
- COHEN, L. E.; FELSON, M. **Social change and crime rate trends: A routine activity approach.** American sociological review, 1979, 588-608.
- COSTA, M. C. L.; FREITAS, F. **Criminalidade violenta na Região Metropolitana de Fortaleza.** Revista Geográfica de América Central, 2011, 2: 1-18.
- DRAKE, L.; SIMPER, R. **Productivity estimation and the size-efficiency relationship in English and Welsh police forces: An application of data envelopment analysis and multiple discriminant analysis.** International Review of Law and Economics, 2000, 20.1: 53-73.
- DRAKE, L.; SIMPER, R. **The measurement of English and Welsh police force efficiency: A comparison of distance function models.** European Journal of Operational Research, 2003, 147.1: 165-186.
- DRAKE, L.; SIMPER, R. **X-efficiency and scale economies in policing: a comparative study using the distribution free approach and DEA.** Applied Economics, 2002, 34.15: 1859-1870.
- EFRON, B. **Computers and the theory of statistics: thinking the unthinkable.** SIAM review, 1979, 21.4: 460-480.
- ENTORF, H.; SPENGLER, H. **Socioeconomic and demographic factors of crime in Germany: Evidence from panel data of the German states.** International review of law and economics, 2000, 20.1: 75-106.
- EHRlich, I. **Participation in illegitimate activities: A theoretical and empirical investigation.** Journal of political Economy, 1973, 81.3: 521-565.
- ERVILHA, G. T., *et al.* **Eficiência dos gastos públicos com segurança nos municípios mineiros.** Revista Econômica do Nordeste, 2015, 46.1: 9-25.
- FAJNZYLBER, P.; LEDERMAN, D.; LOAYZA, N. **Determinants of crime rates in Latin America and the world: an empirical assessment.** The World Bank, 1998.
- FILHO, O. A. P.; TANNURI-PIANTO, M. E.; SOUSA, M. da C. S. de. **Medidas de custo-eficiência dos serviços subnacionais de segurança pública no Brasil: 2001-2006.** Economia Aplicada, 2010, 14.3: 313-338.
- GOLDSMITH, A. **Police reform and the problem of trust.** Theoretical criminology, 2005, 9.4: 443-470.
- LEUNG, Si. F. **Dynamic deterrence theory.** Economica, 1995, 65-87.
- LUM, C.; KOPER, C. S. **Evidence-based policing.** Encyclopedia of criminology and criminal justice, 2014, 1426-1437.
- MARSHALL, R. J. **Mapping disease and mortality rates using empirical Bayes estimators.** Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics), 1991, 40.2: 283-294.
- MATSUEDA, R. L. **Testing control theory and differential association: A causal modeling approach.** American sociological review, 1982, 489-504.
- MERTON, R. K. **Social structure and anomie.** American sociological review, 1938, 3.5: 672-682.
- MESQUITA NETO, P. **Policamento comunitário e prevenção do crime: a visão dos coronéis da Polícia Militar.** São Paulo em Perspectiva, 2004, 18.1: 103-110.
- NYHAN, R. C.; MARTIN, L. L. **Assessing the performance of municipal police services using data envelopment analysis: an exploratory study.** State and Local Government Review, 1999, 31.1: 18-30.

O'DONNELL, C. J.; RAO, P.; BATTESE, George E. **Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios**. *Empirical economics*, 2008, 34.2: 231-255.

OLIVETTI, G. S.; LOMBARDO, M. A. **Aplicação de Geotecnologias na Análise da Distribuição Espacial da Violência Urbana: O Exemplo da Cidade de Rio Claro-SP. Relatório de Estágio de Especialização**. DEPLAN-IGCE-UNESP, Rio Claro, 2010.

PASTOR, J. T.; RUIZ, J. L.; SIRVENT, Inmaculada. **A statistical test for detecting influential observations in DEA**. *European Journal of Operational Research*, 1999, 115.3: 542-554.

POSADA, Carlos Esteban Posada. **Modelos económicos de la criminalidad y la posibilidad de una dinámica prolongada**. Departamento Nacional de Planeación, 1994.

REIS, I. A.; BEATO, C. **Desigualdade, desenvolvimento socioeconômico e crime**. Desigualdade e pobreza no Brasil, 2000.

ROCHA, F.F. *et al.* Mais recursos ou mais eficiência: uma análise de oferta e de demanda por serviços de saúde no Brasil. **Trabalhos apresentados**, 2012.

SAH, R. K. **Social osmosis and patterns of crime**. *Journal of political Economy*, 1991, 99.6: 1272-1295.

SALES, L.; ALENCAR; FEITOSA, G. Mediação de conflitos sociais, polícia comunitária e segurança pública. **Seqüência: Estudos Jurídicos e Políticos**, v. 30, n. 58, p. 281-296, 2009.

SANTOS, M. J.; KASSOUF, A. L. **Estudos econômicos das causas da criminalidade no Brasil: evidências e controvérsias**. *Revista EconomiA*, 2008, 9.2: 343-372.

SCALCO, P. R.; AMORIM, A. L.; GOMES, A. P. **Eficiência técnica da polícia militar em Minas Gerais**. *Nova Economia*, 2012, 22.1: 165-190.

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

SIMAR, L.; WILSON, P. W. **Sensitivity analysis of efficiency scores: How to bootstrap in nonparametric frontier models**. *Management science*, 1998, 44.1: 49-61.

SOARES, T. C.; DA COSTA, J. B.; LOPES, L. S. **Análise espacial da eficiência dos gastos públicos em saúde em Minas Gerais**. *Análise Econômica*, 2019, 37.72.

SOUSA, M. C. S.; STOŠIĆ, B. **Technical efficiency of the Brazilian municipalities: correcting nonparametric frontier measurements for outliers**. *Journal of Productivity analysis*, 2005, 24.2: 157-181.

SUTHERLAND, E. H.; SCHUESSLER, K. **On analyzing crime**. Chicago: University of Chicago Press, 1973.

VIAPIANA, L. T. **Economia do crime: uma explicação para a formação do criminoso**. Editora AGE Ltda, 2006.

WANG, K.; WEI, Y; ZHANG, X. Energy and emissions efficiency patterns of Chinese regions: a multi-directional efficiency analysis. **Applied Energy**, v. 104, p. 105-116, 2013.

WOLPIN, K. I. **An economic analysis of crime and punishment in England and Wales, 1894-1967**. *Journal of political Economy*, 1978, 86.5: 815-840.

ZHANG, J. **The effect of welfare programs on criminal behavior: A theoretical and empirical analysis**. *Economic Inquiry*, 1997, 35.1: 120-137.

ZHANG, N.; CHOI, Y. **Total-factor carbon emission performance of fossil fuel power plants in China: A metafrontier non-radial Malmquist index analysis**. *Energy Economics*, 2013, 40: 549-559.

## APÊNDICE

Tabela A1. Indicadores médios de municípios “AA” e “BB”

<i>Baixo Baixo</i>											
Variáveis	Conceição do Pará	Nova Porteirinha	Verdelândia	Pedra do Indaiá	Periquito	Taquaraçu de Minas	Papagaios	Brasilândia de Minas	Perdigão	Fortuna de Minas	Média
<i>Pes</i>	201,47	198,11	208,15	175,27	214,61	173,51	162,75	169,34	121,07	172,25	179,65
<i>Pat</i>	1501,84	1069,78	525,86	676,06	243,22	495,74	533,82	288,51	1471,45	172,25	697,85
<i>Pol</i>	117,42	103,44	65,86	134,33	109,98	171,21	112,92	183,58	109,86	274,06	138,26
<i>Rendapc</i>	360,64	211,46	147,36	384,75	213,29	291,90	347,16	319,55	482,21	308,68	306,70
<i>%popob</i>	2,89	5,71	6,34	2,50	2,69	1,32	3,11	4,97	1,42	3,96	3,49
<i>%Poph15a29</i>	13,30	15,63	15,33	12,19	13,10	14,04	14,09	14,23	14,70	13,16	13,96
<i>%Txurbani</i>	41,66	57,31	59,11	54,36	76,51	47,66	82,31	81,89	84,13	68,99	65,39
<i>Poptotal</i>	5159	7501	8178	3881	71944	3762	14260	13532	8049	2636	7415
<i>Densipop</i>	20,72	60,89	5,20	11,16	31,45	11,43	25,22	5,48	32,95	5,48	21,81
<i>IndQGEdu</i>	43,73	31,55	25,27	49,45	26,27	36,55	44,00	41,09	53,00	43,64	39,35
<i>Efbootstrap</i>	2,93	3,06	3,29	3,65	3,74	3,88	4,04	4,45	4,71	5,02	3,88
<i>Alto Alto</i>											
Variáveis	Itamonte	Ouro Fino	Arcos	Itaú de Minas	Lagoa Dourada	Campestre	Senhora dos Remédios	Andrelândia	Ibirité	Barbacena	Média
<i>Pes</i>	6,56	14,98	22,83	6,28	7,74	14,13	9,51	8,08	55,21	22,91	16,82
<i>Pat</i>	32,81	71,90	53,28	182,14	23,21	98,94	9,51	24,23	361,98	110,11	96,81
<i>Pol</i>	165,72	123,50	113,80	86,85	64,33	86,22	90,69	199,60	171,57	402,84	150,51
<i>Rendapc</i>	422,12	474,18	479,95	588,72	340,24	451,00	193,29	375,69	341,42	570,72	423,73
<i>%popob</i>	2,62	1,16	4,05	2,50	3,76	2,04	4,68	3,63	5,74	6,41	3,66
<i>%Poph15a29</i>	13,54	12,86	13,62	12,79	14,63	12,76	13,73	12,52	14,56	12,65	13,37
<i>%Txurbani</i>	65,83	75,83	91,89	96,00	57,53	56,72	34,31	78,83	98,29	90,53	74,65
<i>Poptotal</i>	13938	31083	36345	15078	12281	21194	10294	11265	159616	125455	43755
<i>Densipop</i>	31,89	58,80	70,79	96,08	25,57	36,05	43,44	12,22	2116,07	164,56	265,55
<i>IndQGEdu</i>	40,82	46,82	48,91	49,27	53,36	48,55	49,19	46,45	36,09	45,73	46,52
<i>Efbootstrap</i>	92,88	91,00	86,10	85,68	83,99	82,96	82,90	82,77	82,44	81,36	85,21

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: txcrimespe = taxa de crimes contra a pessoa\*; Txcrimespa = taxa de crimes contra o patrimônio\*; Npoliciais = número de policiais\*; Poptotal = população total; Txempesf = taxa de empregos no setor formal; IndQGEdu = escolaridade média; Txurbani = taxa de urbanização; %Poph15a29 = porc. de homens entre 15 a 29 anos