

Análise Fatorial e Estatística Espacial dos Crimes Registrados em Municípios de Mato Grosso

Névio Lotufo Neto^{1†}, Nadjá G. Machado², Elkeaeer S. P. Ruvieri³, Juliana B. S. Lotufo¹, Luciana V. P. Laub³, Kuang Hongyu⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá/MT. E-mail: julianabds@gmail.com.

²Campus Cuiabá-Bela Vista, Instituto Federal de Mato Grosso, Cuiabá/MT. E-mail: nadjagomesmachado@gmail.com.

³Curso de Bacharelado em Estatística. Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Cuiabá/MT. E-mail: elkeaeer@hotmail.com; llaub.lvpl@gmail.com.

⁴Departamento de Estatística. Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Cuiabá/MT. E-mail: prof.kuang@gmail.com.

Resumo: A criminalidade é um dos problemas que mais afeta a sociedade atualmente, de tal modo, o número de bens subtraídos, de feridos e mortos vem crescendo no decorrer dos anos em todos estados do Brasil. O presente estudo teve como objetivo analisar dados de crimes em municípios do estado de Mato Grosso por meio de técnicas estatísticas. Para esse fim, aplicou-se a técnica multivariada de análise fatorial a fim de se obter um resumo e escores dessas variáveis que combinadas com a estatística espacial servem para ilustrar a situação espaço-temporal desses crimes em relação à área de estudo. As técnicas multivariadas aplicadas foram eficientes, pois conseguiram reduzir as 16 (dezesesseis) variáveis estudadas compostas por diferentes tipos de crimes para apenas 3 (três) fatores e a estatística espacial identificou regiões críticas para cada fator.

Palavras-chave: criminalidade, análise de componentes principais, análise fatorial, estatística espacial.

Abstract: Crime is one of the problems that most affects society today, so the number of subtracted, wounded and dead goods has been growing over the years in all Brazilian states. The present study had as objective to analyze data of crimes in municipalities of the state of Mato Grosso by means of statistical techniques. For this purpose, the multivariate factor analysis technique was applied in order to obtain a summary and scores of these variables that combined with spatial statistics serve to illustrate the space-time situation of these crimes in relation to the study area. The multivariate techniques applied were efficient because they managed to reduce the 16 (sixteen) studied variables composed of different types of crimes to only 3 (three) factors and the spatial statistic identified critical regions for each factor.

Keywords: crimes, principal component analysis, factorial analysis, spatial statistical analysis.

Introdução

A violência e a criminalidade são temas cada vez mais debatidos no cenário regional e nacional (RAMÃO & WADI, 2010), tornando-se um dos principais problemas contemporâneos no Brasil e em muitos outros países (SANTOS & SANTOS-FILHO, 2011). Brasileiros apontam em pesquisas de opinião que a violência e a criminalidade representam problemas que afligem a sociedade brasileira. A cada 03 brasileiros, 01 tem parente ou amigo vítima de assassinato (FBSP/DATAFOLHA, 2017), ou tem medo de ser vítima de violência, seja por parte de criminosos, seja por parte das polícias (DATAFOLHA, 2017). Embora, o Brasil tenha a sexta maior taxa de encarceramento do mundo com mais de 600 mil presos (PEKNY & RICARDO, 2017), a insegurança é presente e os dados apontam aumento no número de crimes.

†Autor correspondente: neviolotuf@gmail.com.

Diante desse contexto brasileiro, afinal o que é crime? O Código Penal Brasileiro vigente não define o que é “crime”, ficando a cargo dos doutrinadores o definirem e conceituarem (MIRABETE & FABRINI, 2006). Apesar dessa ausência no Código Penal Brasileiro, crime é oposto ao Estado de Direito que estabelece uma série de normas jurídicas a fim de reger o funcionamento de uma sociedade. Por fim, o crime envolve ação ou omissão, típica, antijurídica e culpável (TOLEDO, 1994). Assim, o crime fere não apenas a norma, mas fere a moral da sociedade, seus valores e princípios, produzindo prejuízos de difícil reparação (MORATO, 2013).

A criminalidade tem sido objeto de estudo de pesquisadores e de reflexão por formuladores de políticas públicas (CERQUEIRA & LOBÃO, 2007). Ela é um problema associado às questões (i) econômicas por estar relacionado à conjuntura econômica de um território, (ii) sociais por envolver a qualidade de vida dos indivíduos e da sociedade e, (iii) políticas por serem elaborados planos e estratégias a fim de combater esse problema (FARIAS et al., 2008). Devido sua complexidade, muitas técnicas podem ser empregadas em estudos sobre a criminalidade para que seus determinantes sejam compreendidos, grupos de risco sejam identificados, impactos sociais e econômicos na sociedade sejam mensurados e a ocorrência de crimes seja mapeada.

O objetivo deste estudo foi compreender a espacialização dos diferentes tipos de crimes nos municípios de Mato Grosso a partir do emprego de análise fatorial associada à análise espacial. Mato Grosso é um estado brasileiro com altas taxas de crescimento econômico e elevada renda per capita, mas seu crescimento não ocorre de forma homogênea em todos os municípios/regiões (DASSOW et al., 2012), o que pode impactar o número de ocorrência de crimes. Além disso, o estado faz fronteira com a Bolívia, trazendo vulnerabilidade quanto as questões relacionadas ao tráfico de drogas, de pessoas, de armas, no contrabando e na lavagem de dinheiro (MACEDO, 2017).

Material e Métodos

Área de Estudo

O estado de Mato Grosso é o terceiro maior estado brasileiro em extensão territorial (906.806 km²), localizado na região Centro-Oeste com uma população de 3,035 milhões em 2010 e densidade demográfica de 3,6 habitantes por km², cuja renda per capita é R\$ 19,6 mil. Cerca de 82% da população reside no espaço urbano e 18% no espaço rural. Seus 141 municípios estão integrados a 22 microrregiões e cinco mesorregiões (norte, nordeste, sudeste, centro-sul e sudoeste). Sua economia é baseada no setor de serviços (61,6%), no setor agropecuário (21%) e no setor industrial (17,4%) (SEPLAN, 2014).

Coleta de Dados

O número de ocorrências de crimes registrados pela Polícia Militar (PM) do Estado de Mato Grosso em 2016 foi obtido do website da Secretaria de Estado de Planejamento (SEPLAN) de Mato Grosso disponível em [www.seplan.mt.gov.br]. Este estudo utilizou 16 variáveis de crimes para 141 municípios. As categorias de crimes registrados pela PM utilizadas foram: agressão (x_1), ameaça (x_2), estupro (x_3), furto a pessoa (x_4), furto a residência (x_5), furto de veículo (x_6), furto a estabelecimento comercial (x_7), homicídio (x_8), lesão corporal (x_9), posse / porte / transporte / uso de entorpecente (x_{10}), revolver (x_{11}), roubo a pessoa (x_{12}), roubo de veículo (x_{13}), roubo em residência (x_{14}), roubo a estabelecimento comercial (x_{15}) e tentativa de homicídio (x_{16}).

Análise de Dados

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 295-305, 2019.

64^a Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18^o Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônômica (SEAGRO).

A análise fatorial, introduzida por Spearman em 1904, é uma técnica multivariada utilizada em diversas áreas como da química (OZERENKO, 2007), educação (MARQUES, 2010) e recursos hídricos (BRITO et al., 2006). O objetivo dessa técnica é resumir uma grande quantidade de variáveis observadas em um número menor de fatores, isto é, gera fatores subjacentes não observados a partir de muitas variáveis observadas (KING, 2001). Portanto, cada fator será a combinação linear das variáveis observadas (HAIR et al., 2005). Então, é possível descrever um conjunto de p variáveis X_1, X_2, \dots, X_p em termos de um número menor de fatores e, no processo, obter uma melhor compreensão da relação entre essas variáveis baseado em um modelo (MANLY, 2004). O modelo geral de análise fatorial (equação 1), é dado por:

$$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \dots + a_{im}F_m + e_i \quad (1)$$

onde X_i é o i -ésimo escore do teste com média zero e variância unitária; a_{i1} para a_{im} são as cargas fatoriais para o i -ésimo teste; F_1 para F_m são fatores comuns não correlacionados, cada um com média zero e variância unitária; e_i é um fator específico apenas para o i -ésimo teste que não é correlacionado com nenhum dos fatores comuns e tem média zero.

Para aplicar a análise fatorial a um conjunto de dados, foi calculada a medida de adequabilidade da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), onde para o teste KMO o resultado deve variar de 0 a 1, em que quanto menor for o valor, abaixo de 0,50 (KAISER, 1958; PASQUALI, 1998), aumentam as chances de os dados não serem adequados, esse valor é obtido pela equação 2.

$$KMO = \frac{\sum_{j=1}^p \sum_{m=1, m \neq j}^p r^2_{jm}}{\sum_{j=1}^p \sum_{m=1, m \neq j}^p r^2_{jm} + \sum_{j=1}^p \sum_{m=1, m \neq j}^p r^2_{pjm}} \quad (2)$$

Sendo que r^2_{jm} e r^2_{pjm} correspondem as correlações simples e parciais respectivamente.

A extração do número de fatores foi realizada pela análise de componentes principais a partir da regra de Kaiser para fatores com autovalores acima de 1 e variância acumulada superior a 60%. A rotação dos fatores foi feita pelo método ortogonal de Varimax (KAISER, 1958) que minimiza o número de variáveis que apresentam altas cargas em cada fator. O pesquisador que deve justificar teoricamente como as variáveis se relacionam com os fatores extraídos.

A estatística espacial possibilita modelar a ocorrência de fenômenos ambientais, sociais e econômicos, permitindo a identificação de padrões no espaço a partir do uso de um banco de dados e de uma base geográfica (ARAÚJO et al., 2014). Quando se conhece apenas o valor agregado por área de um evento ao invés de sua localização exata, é possível fazer uma análise espacial de área. Essa análise tem por objetivo verificar a existência de um padrão espacial por meio da análise de autocorrelação espacial que possibilita a geração de mapas de fácil interpretação. A autocorrelação espacial é a correlação de uma certa variável (atributo) numa área com os valores dessa mesma variável em áreas vizinhas. As técnicas utilizadas na análise espacial de área foram: (i) índice global de Moran, (ii) diagrama de espalhamento de Moran e, (iii) índice local de Moran.

Todas as análises estatísticas citadas anteriormente dependem da definição de vizinhança adotada e do cálculo da matriz de vizinhança. Então, para estimar a variabilidade espacial de área é necessário calcular a matriz de proximidade espacial ou de vizinhança. Dado um conjunto de n áreas $\{A_1, \dots, A_n\}$, construímos a matriz $W_{(1)}$ ($n \times n$) de primeira ordem, onde cada um dos elementos w_{ij} representa uma medida de proximidade entre A_i e A_j . Esta medida de proximidade foi calculada se o centroide de A_i está a uma distância de A_j , então $w_{ij} = 1$, caso contrário $w_{ij} = 0$ (ARAÚJO et al., 2014, SEFFRIN et. al., 2018).

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 295-305, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).

O índice global de Moran I avalia a existência de dependência espacial, ou seja, quanto o valor observado de um atributo numa região é dependente dos valores desta mesma variável nas áreas vizinhas (Saraiva et al., 2017). Esse índice considera apenas o primeiro vizinho cuja expressão é dada por:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2} \quad (3)$$

em que, n é o número de localidades; z_i e z_j são os valores de crimes nos municípios i e j ; \bar{z} é a média da variável Z ; w_{ij} é o peso espacial de cada localidade i e j .

O diagrama de espalhamento de Moran permite analisar o comportamento da variabilidade espacial, comparando os valores do atributo numa área com a média dos seus vizinhos. Os valores gerados são plotados em um gráfico bidimensional com quatro quadrantes. No Q1 (valores positivos, médias positivas) e Q2 (valores negativos, médias negativas) indicam pontos de associação espacial positiva uma vez que seus vizinhos apresentam valores semelhantes. No Q3 (valores positivos, médias negativas) e Q4 (valores negativos, médias positivas) indicam pontos de associação espacial negativa uma vez que seus vizinhos apresentam valores distintos (PAIVA, 2007, NUNES, 2013).

O índice global de Moran fornece um único valor como medida de associação espacial para todo o conjunto de dados, o que é útil na caracterização da área de estudo como um todo. Quando há um grande número de áreas é provável que ocorram diferentes regimes de associação espacial (CÂMARA et al, 2002). Assim, é desejável utilizar um valor específico para cada área, permitindo a identificação de agrupamentos. O índice local de Moran I_i é calculado como:

$$I_i = \frac{z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} z_j}{\sum_{j=1}^n z_j^2} \quad (4)$$

$$z_i = \frac{z_i - \bar{z}}{s_z} \quad (5)$$

em que, n é o número de localidades; z_i e z_j são os valores de crimes nos municípios i e j ; \bar{z} é a média da variável z ; w_{ij} é o peso espacial de cada localidade i e j ; s_z é o desvio padrão de z .

A significância estatística do uso do índice local de Moran é computada de forma similar ao índice global de Moran. Para cada área, calcula-se o índice local e depois permuta-se aleatoriamente o valor das demais áreas até obter uma pseudo-distribuição para qual é possível computar os parâmetros de significância. Após determinação da significância estatística do índice local de Moran, gerou-se um mapa indicando regiões que apresentam correlação local significativamente diferente do resto dos dados. Essas regiões são áreas com dinâmica espacial própria e merecem análise detalhada (CÂMARA et al, 2002). Para a realização das análises, utilizou-se o software R.

Resultados e Discussão

Ao total, foram registradas 36.687 ocorrências para as 16 categorias estudadas de crimes em Mato Grosso em 2016 (Tabela 1). Ameaça (20,1%), lesão corporal (19,3%) e furto à residência (10,2%) foram os crimes com maior número de registros em Mato Grosso, enquanto que, estupro (0,9%) foi o crime com menor número. Dos crimes registrados em Mato Grosso, 26,7% foram registrados em Cuiabá (13,7%), Rondonópolis (7,6%) e Várzea Grande (5,4%). Dos 141 municípios de Mato Grosso, 120 municípios apresentaram registro de crime inferior a 1% do total de 2016.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 295-305, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).

Tabela 1 – Municípios com o maior número de ocorrências registradas para as 16 categorias de crimes em Mato Grosso em 2016.

Variável	Crime	Total	Município	Nº de ocorrências
X1	Agressão	2067	Cuiabá	213
			Rondonópolis	141
			Várzea Grande	139
X2	Ameaça	7359	Cuiabá	971
			Rondonópolis	395
			Várzea Grande	370
X3	Estupro	322	Cuiabá	66
			Rondonópolis	35
			Várzea Grande	22
X4	Furto a pessoa	1054	Cuiabá	105
			Lucas do Rio Verde	93
			Barra do Garças	61
X5	Furto a residência	3742	Lucas do Rio Verde	299
			Cuiabá	154
			Nova Mutum	128
X6	Furto de veículo	898	Lucas do Rio Verde	299
			Rondonópolis	112
			Cuiabá	154
X7	Furto a estabelecimento comercial	1972	Cuiabá	358
			Rondonópolis	113
			Sinop	108
X8	Homicídio	766	Cuiabá	133
			Várzea Grande	100
			Rondonópolis	64
X9	Lesão corporal	7087	Cuiabá	892
			Rondonópolis	419
			Várzea Grande	336
X10	Posse/porte/transporte/uso de entorpecente	3139	Cuiabá	758
			Barra do Garças	573
			Rondonópolis	207
X11	Revólver	1311	Cuiabá	323
			Várzea Grande	177
			Rondonópolis	125
X12	Roubo a pessoa	2630	Cuiabá	484
			Rondonópolis	204
			Várzea Grande	186
X13	Roubo de veículo	523	Rondonópolis	148
			Cuiabá	52
			Várzea Grande	43
X14	Roubo em residência	893	Rondonópolis	215

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 295-305, 2019.

64^a Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).
18^o Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).

				Cuiabá	103
				Sinop	57
X15	Roubo a estabelecimento comercial	1454		Rondonópolis	432
				Cuiabá	119
				Lucas do Rio Verde	92
X16	Tentativa de homicídio	1470		Cuiabá	252
				Rondonópolis	124
				Várzea Grande	118

O ano de 2016 foi o ano com o maior número já registrado de mortes violentas (61.283) no Brasil, indicando um crescimento de 4% em relação à 2015 (FBSP, 2017). A PMMT divulgou 766 casos de homicídios em Mato Grosso em 2016, enquanto que o FSBP (2017) apontou 1.086 casos de mortes violentas intencionais. Estatísticas oficiais produzidas a partir de registros administrativos, tais como boletins de ocorrência ou declarações de óbito apresentam variados graus de subnotificação, em virtude das ocorrências que não chegam ao conhecimento da polícia ou do Estado (BATITUCCI, 2007). Essas discrepâncias entre as fontes oficiais podem comprometer a confiabilidade dos estudos sobre criminalidade no Brasil.

Outro ponto importante sobre estudos de criminalidade, é a questão de drogas com dois aspectos, de um lado, a produção, comercialização e oferta e, do outro, o consumo que não são considerados nos registros oficiais. A política de drogas não deve passar apenas pela repressão dos traficantes, mas também pelas questões de saúde pública relacionadas aos usuários (MACHADO & BOARINI, 2013). O Relatório Mundial sobre Drogas (UN, 2013) apontou que o Brasil serve de corredor para a droga produzida nos países andinos e, que na última década, a maior quantidade de cocaína apreendida no mundo saiu pelo Brasil.

Tabela 2 – Componentes principais, autovalores (λ) e variância acumulada explicada (%) para cada componente, considerando as 16 categorias de crimes em Mato Grosso em 2016.

Componente Principal	Autovalores (λ)	Variância Acumulada (%)
CP1	3,48	75,63
CP2	1,21	84,82
CP3	1,15	93,07
CP4	0,57	95,08
CP5	0,48	96,50
CP6	0,41	97,52
CP7	0,31	98,12

A medida de adequabilidade da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) foi 0,91, indicando que a análise fatorial é adequada para o conjunto de dados. Os autovalores dos três primeiros componentes principais foram acima de 1 com proporção de variância acumulada acima de 90% (Tabela 2). Portanto, o número de fatores selecionados foram 03.

As 16 categorias de crimes em Mato Grosso podem ser agrupadas em 03 fatores (Tabela 3). Os grupos de crimes formados podem ser nomeados como crimes contra a pessoa (fator 1), crimes de roubo (fator 2) e crimes de furto (fator 3). Todas as comunalidades das categorias de crimes foram maiores que 0,75.

Tabela 3 – Cargas fatoriais rotacionadas pelo método Varimax de 3 fatores para as 16 categorias de crimes em Mato Grosso em 2016 e suas respectivas comunalidades.

Variável	Crime	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Comunalidade
X1	Agressão	0,764	0,412	-0,279	0,83
X2	Ameaça	0,867	0,296	-0,374	0,98
X3	Estupro	0,868	0,417	-0,167	0,96
X4	Furto a pessoa	0,596	-	-0,758	0,93
X5	Furto a residência	0,269	0,216	-0,898	0,93
X6	Furto de veículo	0,231	0,361	-0,842	0,89
X7	Furto estabelecimento comercial	0,837	0,246	-0,433	0,95
X8	Homicídio	0,851	0,358	-0,198	0,89
X9	Lesão corporal	0,835	0,333	-0,401	0,97
X10	Posse/porte/transporte/uso entorpec.	0,854	0,117	-0,262	0,81
X11	Revolver	0,915	0,324	-0,153	0,97
X12	Roubo a pessoa	0,828	0,327	-0,374	0,93
X13	Roubo de veículo	0,389	0,896	-	0,96
X14	Roubo em residência	0,411	0,852	-0,25	0,96
X15	Roubo estabelecimento comercial	0,248	0,906	-0,301	0,97
X16	Tentativa de homicídio	0,863	0,393	-0,259	0,97

Cuiabá é o município com maior número de ocorrência de crimes contra a pessoa (fator 1), seguido por Várzea Grande, Cáceres, Pontes e Lacerda, Tangará da Serra, Sinop e Barra do Garças (Figura 2_{A1}). O índice de Moran para crimes contra a pessoa apresentou correlação positiva ($I=0,1602$; valor- $p=0,0006$), indicando existência de dependência espacial, isto é, ocorrência de agrupamentos espaciais. Municípios com áreas em vermelho (HH) tiveram médias altas de crimes contra a pessoa cujos vizinhos apresentam valores semelhantes, enquanto que, em amarelo (LL) os valores foram baixos com vizinhos semelhantes (Figura 2_{A2}). As áreas em vermelho e amarelo indicaram municípios com autocorrelação espacial positiva. Os municípios em azul (HL) tiveram altas médias de crimes contra a pessoa cercados por vizinhos com valores baixos em média. Por outro lado, os municípios em verde (LH) apresentaram baixos valores de crimes contra a pessoa e foram cercados por vizinhos com valores altos em média. Portanto, os municípios em azul e verde são regiões consideradas de transição, porque não seguem o mesmo processo de dependência especial de seus vizinhos. Assim, as áreas em azul e verde representaram municípios com autocorrelação espacial negativa. Os municípios de Cuiabá, Várzea Grande, Chapada dos Guimarães, Santo Antônio do Leverger, Poconé, Sapezal e Campo Novo do Parecis apresentaram áreas em vermelho. Os municípios em vermelho representaram 5,76% dos municípios de Mato Grosso, enquanto que, as áreas em amarelo corresponderam à 64,54%, em azul 10,64% e em verde 19,15%. Cuiabá e Várzea Grande formaram um agrupamento local, isto é, foram municípios com correlação local significativamente diferente dos demais municípios, indicando zonas de destaque para crimes contra a pessoa (Figura 2_{A3}).

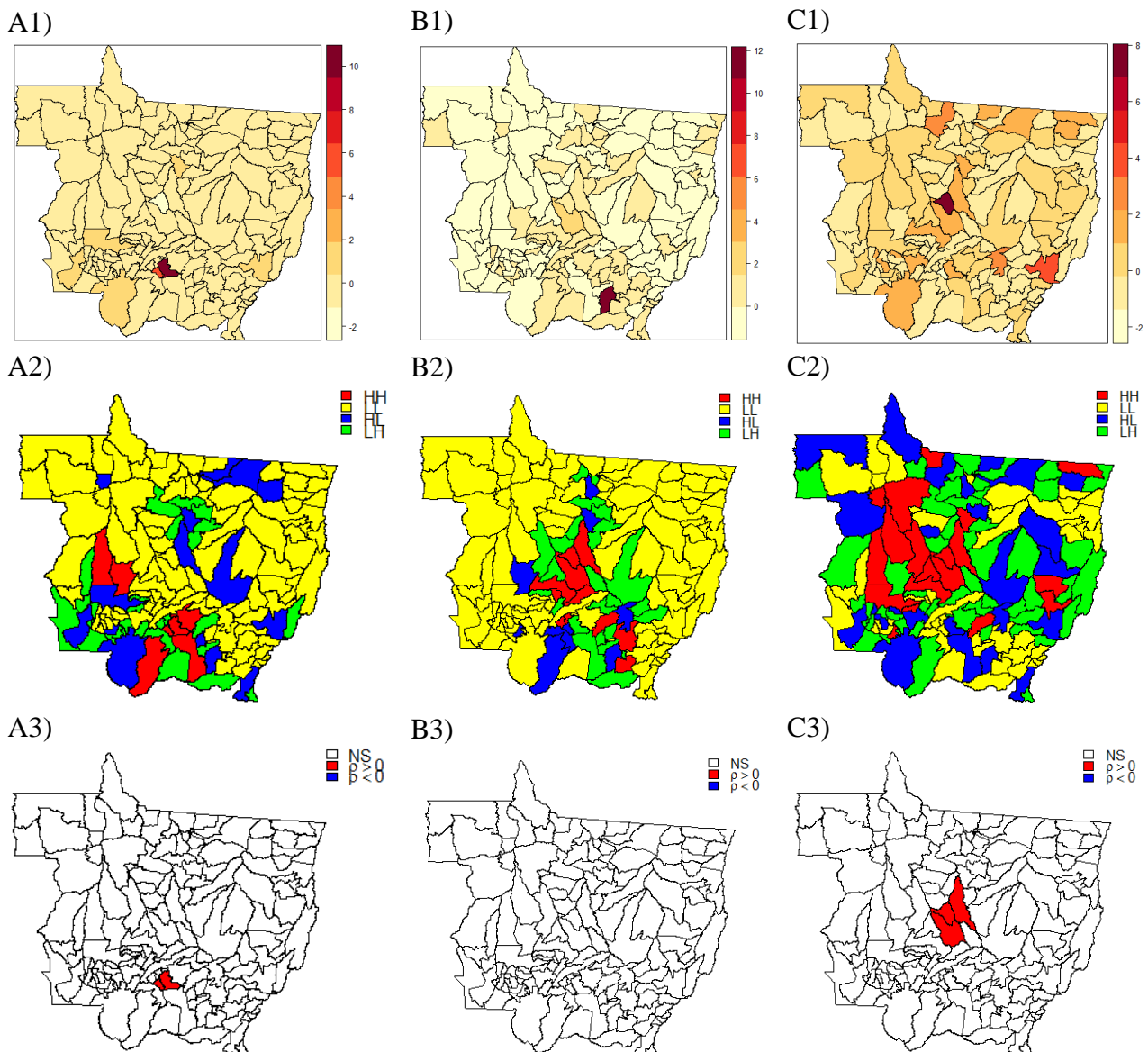


Figura 2 – Mapa de índice global de Moran (#1), de diagrama de espalhamento de Moran (#2) e de índice local de Moran (#3) de crimes contra a pessoa (A), de roubo (B) e de furto (C) nos municípios de Mato Grosso. HH = high-high (vermelho); LL = low-low (amarelo); HL = high-low (azul); LH = low-high (verde).

Rondonópolis foi o município com maior número de ocorrência de crimes de roubo (fator 2), seguido por Nova Mutum (Figura 2_{B1}). O índice de Moran para crimes de roubo não apresentou correlação espacial ($I=0,0074$; valor- $p=0,3887$), indicando assim ausência de agrupamentos espaciais. As áreas em vermelho (HH) representaram 7,8% dos municípios de Mato Grosso, enquanto que, as áreas em amarelo (LL) corresponderam à 68,09%, em azul (HL) 6,38% e em verde (LH) 17,73% (Figura 2_{B2}). Os municípios de Sorriso, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Nobres, Diamantino, Nortelândia, Acorizal, Jangada, Campo Verde, Poxoréu e Pedra Preta apresentaram áreas em vermelho. Não houve a formação de agrupamento local, portanto, não há zonas de destaque para crimes de roubo (Figura 2_{B3}).

Várzea Grande, Barra do Garças, Primavera do Leste, Lucas do Rio Verde, Rondonópolis, Barra do Bugres, Nova Mutum, Juína, Nova Xavantina, Água Boa, Tangará da Serra, Cáceres, Cuiabá, Sapezal, Alta Floresta, Mirassol d'Oeste, Pontes e Lacerda, Querência, Sinop, São José dos Quatro Marcos, Cotriguaçu, Juara, Nossa Senhora do Livramento, Diamantino, Santo Antônio do Leverger e Itanhangá apresentaram o maior número de ocorrência de crimes de furto (fator 3; Figura 2C₁). O índice de Moran para crimes de furto não apresentou correlação espacial ($I=0,0342$; valor- $p=0,2111$), indicando assim ausência de agrupamentos espaciais. As áreas em vermelho (HH) representaram 13,48% dos municípios de Mato Grosso, enquanto que, as áreas em amarelo (LL) corresponderam à 33,33%, em azul (HL) 17,02% e em verde (LH) 36,17% (Figura 2B₂). Os municípios de Vila Rica, Paranaita, Juara, Castanheira, Brasnorte, Nova Maringá, Sapezal, Tangará da Serra, Nova Olimpia, Glória do Oeste, Campo Verde, Água Boa, Nova Xavantina, São José do Rio Claro, Diamantino, Nova Mutum, Lucas do Rio Verde, Sorriso e Sinop apresentaram áreas em vermelho. Nova Mutum, Lucas do Rio Verde e Tapurah formaram um agrupamento local, isto é, foram municípios com correlação local significativamente diferente dos demais municípios, indicando zonas de destaque para crimes de furto (Figura 2C₃).

Conclusão

Com o presente artigo teve-se o intuito de utilizar a união da técnica estatística multivariada de análise fatorial combinada com a estatística espacial para o estudo de crimes no Estado de Mato Grosso para o ano de 2016.

De acordo com os resultados obtidos, a análise fatorial permitiu agrupar as 16 variáveis compostas por diferentes tipos de crimes em apenas 3 fatores, o que facilita a interpretação e utilização de outras técnicas. Pelos resultados obtidos pode-se concluir que o método foi eficaz e cumpriu os objetivos propostos que são os de resumo, sumarização dos dados e geração de *scores* para utilização na estatística espacial.

A partir da estatística espacial foi feito o mapeamento dos fatores no estado de Mato Grosso. O mapeamento mostrou a distribuição dos diferentes crimes e as regiões críticas que necessitam de intervenção do poder público para redução desses números.

Para estudos futuros, pode-se conseguir dados de outros anos dessas ocorrências, utilizar novamente a técnica de análise fatorial e posteriormente com os *scores* obtidos dos fatores aplicar técnicas de séries temporais para tentar ajustar um modelo de previsão.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, E. C.; URIBE-OPAZO, M. A.; JOHANN, J. A. Modelo de regressão espacial para estimativa da produtividade da soja associada a variáveis agrometeorologias na região oeste do estado do Paraná. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 286-299, abr. 2014.

BATITUCCI, E.C. As limitações da contabilidade oficial de crimes no Brasil: o papel das instituições de pesquisa e estatística. *São Paulo em Perspectiva*, v. 21, n. 1, p. 7-18, 2007.

BRITO, L. T. L.; SILVA, A. S.; SRINIVASAN, V. S.; GALVÃO, C. O.; GHEYI, H. R. Uso de análise multivariada na classificação das fontes hídricas superficiais da Bacia Hidrográfica do Salitre. *Engenharia Agrícola*, v.26, n.1, p.58-66, 2006.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 295-305, 2019.

64^a Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18^o Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônômica (SEAGRO).

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; FELGUEIRA, C. A.; CAMARGO, E. C. G.; PAIVA, J. A.; NEVES, M. C.; CARVALHO, M. S.; CRUZ, G. O.; BONISCH, S. *Análise espacial de áreas*. Análise espacial de dados geográficos. 1ª ed. São José dos Campos: INPE, 2002.

CERQUEIRA, D.; LOBÃO, W. Determinantes da criminalidade: Arcabouços teóricos e resultados empíricos. *Revista de Ciências Sociais*, v. 47, n. 2, p. 233-269, 2007.

DASSOW, C.; COSTA, R. M. G. S.; FIGUEIREDO, A. M. R. Crescimento Econômico e Clusters Municipais no Estado de Mato Grosso. *Revista Nexos Econômicos*, v. 6, n. 10, p. 11-33, 2012

FARIAS, C.A.; FIGUEIREDO, A.M.; LIMA, J.E. 2008. Dependência Espacial e Análise de Agrupamento de Municípios para Diferentes Tipos de Crime em Minas Gerais. *Reuna*, v. 13, n. 3, p. 67-83, 2008.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA – FBSP / DATAFOLHA. *Pesquisa Instinto de Vida - 2017*. Disponível em [<http://www.forumseguranca.org.br/publicacoes/pesquisa-instinto-de-vida/>]. Acesso em: 10 outubro 2018.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA – FBSP. *11º Anuário Brasileiro de Segurança Pública 2017*. 107 p.

HAIR JUNIOR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. *Análise multivariada de dados*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

KAISER, H. F., The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, v. 23, p. 187–200, 1958.

KING, G. *How not to lie with statistics* [Online]. Disponível em: <<http://gking.harvard.edu/files/mist.pdf>> Acesso em: 02 nov. 2018, 2001.

MACEDO, D.A. Fronteira Brasil – Bolívia em Mato Grosso: segurança pública, desenvolvimento social e a construção da identidade nacional. *Revista Brasileira de Estudos de Defesa*, v. 4, n. 2, p. 219-239, 2017.

MACHADO, L. V.; BOARINI, M. L. Políticas Sobre Drogas no Brasil: a Estratégia de Redução de Danos. *Psicologia: Ciência e Profissão*, v. 33, n. 3, p. 580-595, 2013.

MANLY, B. F. J., *Multivariate Statistical Methods: a Primer*, 3ª. Edição, Chapman & Hall/ CRC, 2004.

MARQUES, A. F. Aplicação da análise multivariada na infraestrutura e no desempenho das escolas públicas do Ensino Fundamental e Médio pertencentes ao Núcleo Regional de Educação de Paranavaí. *Acta Scientiarum Technology*, v. 32, p. 75-81, 2010.

MIRABETE, J.F.; FABBRINI, R. *Manual de direito penal – parte geral*, v. I. 23ª ed. São Paulo: Atlas, 2006.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 295-305, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).
18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).

- MORATO, A.S. Uma abordagem sobre as teorias do crime. *Revista Brasileira de Direito e Gestão Pública*, v.1, n. 4, p. 07-12, 2013.
- NUNES, F. G. Análise exploratória espacial de indicadores de desenvolvimento socioambiental das regiões de planejamento do norte e nordeste goiano. *Ateliê Geográfico*, v.7, n.1, p.237-259, Abril/2013.
- OZERENKO, A.A., et al, Factorial analysis in selecting the zeolite catalyst for 2,6-dimethylnaphthalene synthesis. *Coke and Chemistry*, v. 50, p. 200–206, 2007.
- PAIVA, C. *Dependência Espacial: Setores censitários, Zonas OD, Distritos, Sub Prefeituras, etc.* Carlos Eduardo de Paiva Cardoso, comunicação pessoal, CET/SP e PUC/SP, 2007.
- PASQUALI, L. *Análise fatorial: um manual teórico-prático*. Brasília: Editora da UnB, no prelo, 1998.
- PEKKNY, A.C.; RICARDO, C.M. *Mapeamento dos principais desafios de violência e criminalidade no Brasil*. Friedrich-Ebert-Stiftung. 49 p, 2017.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, 2014.
- RAMÃO, F.P.; WADI, Y.M. Espaço urbano e criminalidade violenta: análise da distribuição espacial dos homicídios de Cascavel/PR. *Revista de Sociologia e Política*, v.18, n. 35, p. 207-230, 2010.
- SARAIVA, M. V.; CONCEIÇÃO, O. C.; FRANÇA, M. T. A. Os determinantes da criminalidade nos municípios gaúchos: evidências de um modelo econométrico espacial. *Ensaio FEE*, v. 38, n. 3, p. 521-552, 2017.
- SEFFRIN, R; ARAÚJO, E.C; BAZZI, C.L. Spatial analysis of area applied to soybean productivity in the west region of Paraná using software R. *Brazilian Journal of Geomatics*, v. 6, n. 1, p. 23-43, 2018.
- SEPLAN. *Produto Interno Bruto do Estado do Mato Grosso – Contas Regionais – Ano de 2014*. Ano 2. 2º Edição. Novembro, 2016.
- SANTOS, M.J.; SANTOS-FILHO, J.I. Convergência das Taxas de Crimes no Território Brasileiro. *Revista Economia*, v. 12, n. 1, p. 131-147, 2011.
- TOLEDO, F.A. *Princípios básicos do direito penal*. 5 ed. São Paulo: Saraiva: 1994.
- UNITED NATIONS – UN. *World Drug Report*. New York, 2013. 115 p, 2013.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 295-305, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).
18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).