

ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS COMO FERRAMENTA PARA IDENTIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADE A ATAQUES DE EXPLOSÕES DE CAIXAS ELETRÔNICOS NO CENTRO-OESTE DE MINAS GERAIS

 Luciana do Carmo Socorro Nominato

Polícia Militar de Minas Gerais,
Belo Horizonte, MG. E-mail:
luciananominato@hotmail.com

 Antônio Hot Pereira de Faria

Polícia Militar de Minas Gerais,
Belo Horizonte, MG. E-mail:
luciananominato@hotmail.com

 Diego Filipe Cordeiro Alves

Consultor em Geotecnologias,
Belo Horizonte, MG. E-mail:
diegofcalves@gmail.com

RESUMO: Ataques a caixas eletrônicos são uma realidade no Brasil. Tornaram-se uma das atividades criminosas de maior repercussão social e que desafia a capacidade de reação dos órgãos responsáveis pela segurança pública, uma vez que o fenômeno se apresenta, principalmente, por meio da interiorização da violência, atingindo municípios menos estruturados. Considerando a dificuldade de se prever como essa modalidade criminal irá se comportar espacialmente, há grande desafio para atuar de maneira preventiva. Considerando-se a perspectiva econômica, há diversas variáveis que podem influenciar na decisão do criminoso em escolher um alvo quanto às possibilidades de ganhos e risco de prisão ou punição. Assim, o objetivo central deste trabalho é definir um conjunto de variáveis que combinadas possam permitir uma análise dos municípios mais vulneráveis à incidência criminal de ataques a caixas eletrônicos. Para tanto, utilizou-se, na pesquisa, da Análise de Componentes Principais (ACP), técnica estatística de análise multivariada voltada para a síntese de um grande número de variáveis em um único fator que compreenda uma parcela considerável da variância dos dados. O recorte espacial do trabalho se deu na 7ª Região de Polícia Militar e com análise de eventos perpetrados no período de 2012 a 2017. Os resultados permitiram descrever os eventos desencadeados, verificar a correlação entre as variáveis elencadas para caracterizar os municípios e analisar a vulnerabilidade de ataques. Os resultados da pesquisa mostraram a capacidade da técnica de Análise de Componentes Principais para a síntese de variáveis socioeconômicas na proposição de um índice de Vulnerabilidade dos municípios a ataques a caixas eletrônicos, apresentando alternativas aos estudos deste fenômeno.

Palavras-chave: Ataques a caixas eletrônicos. Análise de Componentes Principais. Crime.

PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS AS A TOOL TO IDENTIFY VULNERABILITY TO ATM EXPLOSION ATTACKS IN THE MIDWEST OF MINAS GERAIS

ABSTRACT: Attacks at ATMs are a reality in Brazil. They have become one of the criminal activities with the greatest social repercussion and it challenges the reactive capacity of the organs responsible for public security, since the phenomenon presents itself mainly through the internalization of violence, reaching less structured cities. Considering the difficulty of predicting how this criminal modality will behave, spatially, there is a great challenge to act in a preventive way. Considering the economic perspective, there are several variables that can influence the decision of the criminal in choosing a target as to the possibilities of gains and risk of imprisonment or punishment. Thus, the central objective of this work is to define a set of variables that allow an analysis of the vulnerability of the cities to the criminal incidence of ATM attacks. For this purpose, we used the Principal Components Analysis (PCA), a multivariate statistical analysis technique, aimed at the synthesis of a large number of variables in a single factor that comprises a considerable portion of the data variance. The spatial analysis of the work took place in the 7th Military Police Region and analyzed events from the period of 2012 to 2017. The results allowed us to describe the events triggered, to verify the correlation between the variables listed to characterize the municipalities and to analyze the vulnerability of attacks. The results of the research showed the capacity of the Principal Component Analysis technique for the synthesis of socioeconomic variables in proposing an index of vulnerability to attacks on ATMs, presenting alternatives to the studies of this phenomenon.

Keywords: Attacks on ATMs. Principal component analysis. Crime.

Introdução

Os ataques a caixas eletrônicos têm sido observados em todo território brasileiro e vêm desafiando as instituições de segurança pública. A celeridade com que criminosos vêm atacando, agressivamente, principalmente cidades interioranas, tem exigido providências cada vez mais robustas dos estados, uma vez que, notadamente, os eventos atingem a qualidade de vida da população, espalham medo, sensação de insegurança e provocam grande repercussão social.

O Brasil foi alvo de 5,68 ataques a bancos por dia, em 2016, num total de 2082 ataques (ROBERTA, 2017). Segundo a Confederação Nacional dos Trabalhadores de Segurança Privada (CONTRASP, 2017), Minas Gerais é, desde 2015, o primeiro estado no ranking em explosões, posição antes ocupada pelo estado de São Paulo.

No cenário mineiro, as explosões de caixas eletrônicos representaram, em média, 13 ataques a agências por mês em 2017 ou um caso a cada 2,2 dias; situação que levou as autoridades a estabelecerem protocolo de crise para resposta ao crime organizado (PARANAÍBA, 2017).

Os primeiros ataques em Minas Gerais datam do ano de 2011¹. Não obstante, já existem normas reguladoras de segurança para estabelecimentos bancários desde a década de 1980². Desde os primeiros registros, o delito vem se repetindo em séries mais ou menos continuadas, o que legitima discussões e estudos sobre o fenômeno no que tange a sua distribuição espacial, padrões comportamentais dos autores, reflexos socioeconômicos, incidências e reincidências, dentre outros aspectos.

Em relação à distribuição dos eventos no espaço, conforme estabelecido por Brantingham e Brantingham (1981) e, posteriormente, por Rengert *et al.* (1999), a localização de um crime envolve fatores complexos, que tornam improvável sua eclosão aleatória. Conforme a criminologia ambiental, há fatores locais que interferem na escolha dos autores de delitos quanto à seleção dos locais onde irão cometer crimes. Conhecer os fatores que podem influenciar nessas escolhas é desafio para as ciências que se debruçam sobre o fenômeno criminal.

Considerando-se a perspectiva econômica, descrita pela Teoria Econômica da Escolha Racional do Crime (BECKER, 1976), a dinâmica criminal é tida como um mercado em que os atores do processo (ofensores, vítimas, autoridades policiais) vão se comportar de acordo com as regras de

¹ Conforme dados obtidos no Armazém de dados de Registros de Evento de Defesa Social (REDS) obtido pelo Sistema Integrado de Defesa Social (SIDS).

² Lei Federal nº. 7.102 de 1983 passou a regular a segurança para estabelecimentos financeiros e a estabelecer normas de funcionamento das empresas particulares, que exploram serviços de vigilância e de transporte de valores. Lei Estadual nº. 12.971 de 1998, com vistas a dificultar as ações delitivas, tornou obrigatória a instalação de dispositivos de segurança nas agências e postos de serviços de instituições bancárias e financeiras. Entretanto, mediante os registros dos ataques, vê-se que muitas são as unidades que ainda não cumprem a medida integralmente.

otimização de comportamento. Esses protagonistas “formam expectativas sobre oportunidades relativas legítimas e ilegítimas, incluindo a severidade e certeza da punição, baseadas nas informações disponíveis” (EHRlich, 1996, p. 45).

No conceito de Clarke (1993), a teoria da escolha racional examina a decisão que o criminoso faz frente aos fatores que influenciam em suas avaliações de risco, de recompensas e de senso moral. O balanço entre possíveis riscos e recompensas influenciam os alvos selecionados pelo delinquente.

Na perspectiva da escolha racional, a tomada da decisão dos crimes predatórios é um processo que percorre vários estágios. Ocorre que, uma vez motivado, assim que decide pela prática criminal, o infrator entrará num estado de prontidão. Estando pronto, aplicará seu conhecimento direto e indireto sobre o alvo desejado, consoante às possíveis soluções e caminhos identificados para a consecução do objetivo. Concentra-se, doravante, em seu potencial nas decisões instrumentais e na oportunidade do crime. Sua decisão em delinquir será baseada no esforço despendido e na recompensa, sopesando riscos e a probabilidade de ser punido, inclusive quanto à gravidade da pena. Na prática, o infrator é “[...] essencialmente motivado por recompensas e punições externas, e [...] amplamente indiferente à pressão social ou apelos à sua consciência” (CORNISH; CLARKE, 1986, p. 59-68).

A análise do problema do crime do ponto de vista racional e da livre vontade de delinquir, com base em critérios econômicos tem propiciado estudos baseados em técnicas quantitativas capazes de mensurar a qualidade da decisão humana em razão da disponibilidade de recursos e benefícios, resultantes da seleção subjetiva de utilidade por parte do ofensor.

Assim, há de se investigar quais fatores (variáveis) podem influenciar na decisão/escolha de um criminoso ou organização criminal na seleção de uma localidade para ser alvo de um ataque. Critérios positivos (relacionados aos ganhos) como circulação/disponibilidade monetária, número de postos bancários; de acessibilidade como número de trechos ou entroncamentos rodoviários; ou negativos (relacionados a possibilidade de captura/punição) como infraestrutura de segurança pública instalada, etc. devem ser observados.

Nesse sentido, este trabalho se propõe à aplicação de uma metodologia que, por meio de análise de múltiplas variáveis dos locais de atuação de delinquentes dedicados a ataques a caixas eletrônicos, possa realizar uma análise sobre os fatores que contribuam para a vulnerabilidade de determinados municípios, tornando-os alvo do crime. Assim, tem-se por objetivo geral definir uma variável síntese que permita analisar a vulnerabilidade municipal para a incidência criminal de ataques a caixas eletrônicos.

O recorte espacial foi realizado nos municípios que compõem a 7ª Região da Polícia Militar

(RPM), localizada no centro-oeste mineiro. A 7ª RPM foi escolhida como universo da pesquisa em função de se destacar no ranking das regiões mais atacadas que apresentaram série histórica significativa³ no período de 2011 a 2017.

O parâmetro analítico utilizado foram os eventos ocorridos nos municípios no período de análise e sua correlação com variáveis socioeconômicas estruturais, as quais podem torná-los mais atrativos a ação dos criminosos e, portanto, mais vulneráveis a ataques.

O presente estudo se justifica, primeiramente, do ponto de vista prático, por se tratar de uma investigação acerca de uma modalidade criminosa que tem, hodiernamente, desafiado as instituições de segurança pública na sua prevenção e combate. Do ponto de vista acadêmico, poucas iniciativas foram empreendidas na utilização de técnicas de análise multivariada para realização de cenários prospectivos, como ferramenta complementar às atividades de Inteligência de Segurança Pública (ISP), considerando-se, principalmente, o desafio metodológico, o acesso e o volume de informações a serem processadas nesse tipo de análise.

Análise de Componentes Principais

Tomando-se a explicação de Varella (2008), a Análise de Componentes Principais é uma técnica da estatística multivariada que consiste em transformar um conjunto de variáveis originais em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão, denominadas de componentes principais.

Segundo Alencar (2009):

[...] a Análise de Componentes Principais é uma técnica Matemático-Estatística que busca eliminar a redundância existente entre um grupo de variáveis criando outras, por meio de uma combinação linear entre elas. Essas novas variáveis criadas sintetizam a maior variabilidade dos dados originais, não são correlacionadas entre si e são ordenadas segundo a proporção da variância que podem explicar (ALENCAR, 2009, p. 123).

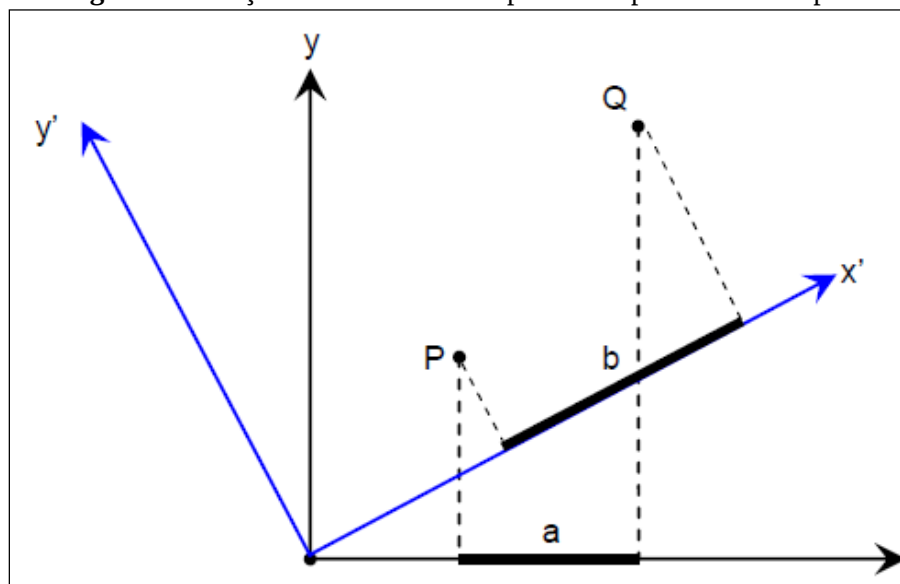
A partir da análise das componentes principais, pode-se encontrar um modelo para classificar ou detectar relações entre pontos.

Barroso (2003) e Alencar (2009) elencam os objetivos da ACP:

- a) Gerar novas variáveis em um número reduzido, mas que consigam expressar de modo satisfatório a informação contida no conjunto original de dados;
- b) Reduzir a dimensão do problema que está sendo estudado, como passo prévio para futuras análises;
- c) Eliminar, quando for possível, algumas variáveis originais, caso elas contribuam com pouca informação.

Conforme Johnson e Wichern (1998), geometricamente, essas combinações lineares representam a seleção de um novo sistema de coordenadas, obtido através da rotação de eixos do sistema de coordenadas original. Esses novos eixos representam as direções com o máximo de variabilidade.

Figura 1: Rotação de Eixos efetuada pelas Componentes Principais



Fonte: Alencar (2009, p. 125).

Nota: O segmento “a” revela uma menor variabilidade dos dados quando comparado ao segmento “b” por causa da rotação de eixos.

Os componentes principais apresentam propriedades importantes: cada componente principal é uma combinação linear de todas as variáveis originais, são independentes entre si e estimados com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação em termos da variância total contida nos dados (VARELLA, 2008, p. 3).

A técnica estatística pode ser aplicada em pesquisas de diversas naturezas. É muito utilizada para reconhecimento de padrões, como um método de análise de grande eficácia para se tratar grandes massas e extrair informações complexas. Simplifica e reduz os dados de um conjunto original e busca a melhor referência desse conjunto, a partir da extração das variáveis que se apresentarem com maior relevância.

Assim, a análise de componentes principais consiste, essencialmente, em reescrever as coordenadas das amostras em outro sistema de eixo mais conveniente para a análise dos dados.

Em outras palavras, as n -variáveis originais geram, por meio de suas combinações lineares, n -componentes principais, cuja principal característica, além da ortogonalidade, é o fato de serem obtidas em ordem decrescente de máxima variância, ou seja, a componente principal 1 (CP1) detém mais informação estatística que a componente principal 2 (CP2), que por sua vez tem mais informação

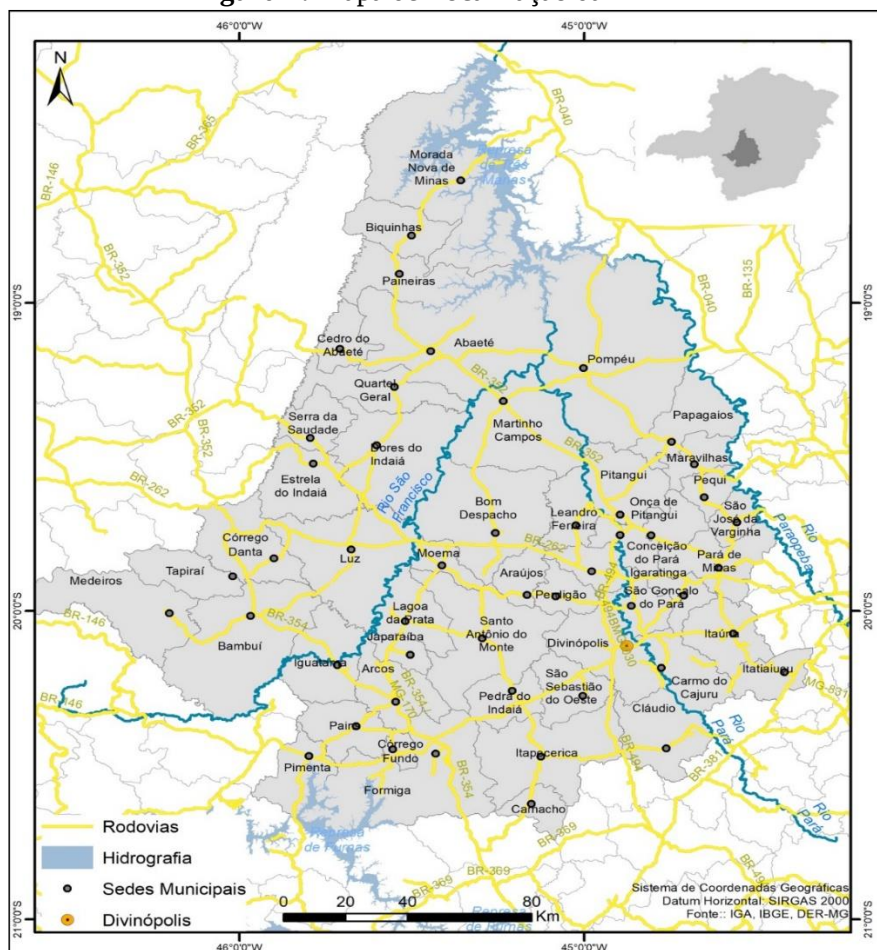
estatística que a componente principal 3 (CP3), e assim por diante (NETO; MOITA, 1998).

Um parâmetro de análise para analisar se uma componente principal (CP) é suficientemente capaz de sintetizar o conjunto de variável, sem perder uma quantidade grande de informações das variáveis originais, é definido por Rencher (2002), como sendo um percentual de variância que deve ser explicada pela primeira componente principal (CP1) ou pelas primeiras CPs (CP1 e CP2, por exemplo), girando em torno de 70%; o que demonstra que a(s) componente(s) são suficientes para representar a variância dos dados originais.

Caracterização do objeto de estudo: a 7ª Região de Polícia Militar

A 7ª Região da Polícia possui uma área territorial de 32.039,75 Km² e uma população estimada em 1.167.356 habitantes. Articula-se em unidades operacionais; 7º BPM (Bom Despacho), 23º BPM (Divinópolis), 60º BPM (Nova Serrana), 63º BPM (Formiga), 19ª Cia PM Independente (Ind) (Pará de Minas), 7ª Cia PM Ind de Policiamento Especializado (Divinópolis), e cuida da segurança pública de 50 municípios e 40 distritos com um efetivo de 1591 policiais militares.

Figura 1: Mapa de Localização da 7ª RPM



Fonte: Elaborado pelos autores.

A economia dos municípios centra-se no comércio, registrando polos atratores, que fortalecem a Região e a destacam no cenário mineiro: Divinópolis, comércio focado no vestuário; Nova Serrana, polo calçadista, com forte prospecção em indústria do ramo e oferta de mão de obra para todo o país; Santo Antônio do Monte, referência em pirotecnia no país; Bom Despacho, gado leiteiro e agricultura e, Itatiaiuçu, destaque para a mineração.

Os caixas eletrônicos se transformaram em atrativo para as quadrilhas que, racionalmente, buscam o lucro fácil, de preferência com reduzida possibilidade de prisão. Segundo análise de dados no SIDS (2017), os ataques na Região têm coincidido com as datas de recebimento de salários, normalmente, na primeira e na última semana do mês; e ocorrido em municípios onde o efetivo é menor e, por vezes, distante da unidade de recobrimento⁴.

A primeira ocorrência na região foi registrada em São Gonçalo do Pará, em 2012. As reincidências dos ataques têm provocado o não restabelecimento das unidades bancárias e a ausência de serviços. Tomando-se como base as informações do SIDS (2017), no período de 2012 a 2017, dos 44 municípios atingidos, a maioria registrou reincidência de ataques, destacando-se Pitangui, com 10 registros. Em termos de faixa horária dos ataques na 7ª Região, conforme SIDS (2018), a faixa de horário que mais registrou incidência foi de 02 h 30 min às 03 h 59 min.

Materiais e Métodos

A partir da definição dos objetivos da pesquisa, fixaram-se os critérios para a coleta de dados: o objeto de estudo (ataques a caixas eletrônicos) recorte espaço-temporal (municípios que compõem a 7ª RPM, com eventos que ocorreram de 01/01/2012 a 31/12/2017). Após a coleta dos dados, realizou-se uma crítica sobre eles, no intuito de identificar e suprimir valores estranhos ao levantamento.

Caminhando para a prática, explica-se, nos seguintes passos, o procedimento do pesquisador:

- a) Estruturou-se uma matriz, em dois eixos, com dados altamente correlacionados, mas não independentes: **n** (registros), representando os municípios-alvo e **p** (atributos), representados pelas variáveis, cuja escolha aponta para um conjunto de características físicas, econômicas e estruturais do espaço geográfico, em que os alvos se inserem;
- b) A ACP, na prática, não deve ser utilizada com somente duas variáveis, em razão de medir a distância dos objetos, motivo pelo qual, foi definido o maior número de variáveis possíveis, que pudessem ter alguma correlação com os ataques;

⁴ Unidades que na articulação operacional tem a responsabilidade por suplementar os recursos das unidades policiais com responsabilidade territorial.

c) Cada variável foi ajustada para ter média zero e os dados serão, ao final, centralizados, conforme mapa de covariância;

d) Outro procedimento foi manter o mesmo padrão de medida (metro, moeda) para as coletas em relação ao eixo das variáveis;

e) Os dados foram submetidos ao software; os eixos foram rotacionados, rigidamente, no espaço dimensional (p) para novas posições (eixos principais), de forma a possibilitar o cálculo geométrico e descobrir qual a maior variância (Componente Principal 1 – CP1), a segunda maior variância (CP2) e assim sucessivamente. O último eixo tende a apontar a menor variância (nuvem de pontos). Os eixos principais não são correlacionados;

f) As componentes principais do trabalho são resultantes da combinação não linear das variáveis originais (A), assim dispostas pelo conjunto de eixos não correlacionados da matriz;

g) A CP1 é a que melhor representa a sumarização dos dados, bem como a menor distância média entre os pontos do eixo de variância. Pelo seu detalhamento é possível hierarquizar os resultados de forma a diminuir as dificuldades de percepção global do fenômeno e melhor direcionar o foco para as variáveis mais importantes, em prol da definição da vulnerabilidade municipal;

h) A reorientação dos dados, a partir da CP1, determina que as primeiras dimensões tragam o maior número de informações sobre o fato.

A apresentação dos dados trabalhados e processados pelas técnicas de Análise de Componentes Principais foi realizada por meio de tabelas, gráficos e mapas.

Base de dados

A escolha da região de análise se deu pela ausência de decréscimos significativos de eventos, ao longo do tempo, conforme Tabela a seguir:

Tabela 1: Regiões da Polícia Militar de Minas Gerais com maior frequência de ataques a caixas eletrônicos – 2012-2017

Região	Período						Total
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
11ª RPM	14	24	30	6	23	11	108
12ª RPM	45	30	20	9	25	14	143
7ª RPM	14	36	34	20	25	25	154
9ª RPM	60	83	38	15	15	7	218
Total anual	133	173	122	50	88	57	623

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme se observa na Tabela 1, a 7ª RPM destacou-se, nos últimos três anos (2015 a 2017), mantendo-se na liderança do número de ataques. O número de ataques por municípios que compõem a 7ª RPM está representado na Tabela a seguir.

Tabela 2: Número de ataques por município – 7ª RPM – 2012 a 2017.

MUNICÍPIO	Ataques	MUNICÍPIO	Ataques
PITANGUI	10	PARÁ DE MINAS	3
DIVINÓPOLIS	9	PEDRA DO INDAIÁ	3
DORES DO INDAIÁ	6	PERDIGÃO	3
FORMIGA	6	PIMENTA	3
ITAPECERICA	6	POMPÉU	3
ITATIAIUÇU	6	SANTO ANTÔNIO DO MONTE	3
MARTINHO CAMPOS	6	ARCOS	2
ARAÚJOS	5	CAMACHO	2
BAMBUÍ	5	LAGOA DA PRATA	2
CONCEIÇÃO DO PARÁ	5	LEANDRO FERREIRA	2
ITAÚNA	5	LUZ	2
CARMO DO CAJURU	4	MORADA NOVA DE MINAS	2
IGARATINGA	4	ONÇA DE PITANGUI	2
MOEMA	4	SÃO JOSÉ DA VARGINHA	2
PAINS	4	CÓRREGO DANTA	1
SÃO GONÇALO DO PARÁ	4	ESTRELA DO INDAIÁ	1
SÃO SEBASTIÃO DO OESTE	4	MEDEIROS	1
ABAETÉ	3	PAINEIRAS	1
BOM DESPACHO	3	PEQUI	1
CLÁUDIO	3	BIQUINHAS	0
CÓRREGO FUNDO	3	CEDRO DO ABAETÉ	0
IGUATAMA	3	JAPARAÍBA	0
MARAVILHAS	3	QUARTEL GERAL	0
NOVA SERRANA	3	SERRA DA SAUDADE	0
PAPAGAIOS	3	TAPIRAÍ	0

Fonte: SIDS (2017).

Posteriormente, definiu-se uma série de variáveis que pudessem ser levadas em consideração, em um processo racional de tomada de decisão, quanto ao cometimento de delitos. Em linhas gerais, as variáveis estão sintetizadas no Quadro abaixo.

Quadro 1: Variáveis e fontes de coleta

DADO	FONTE
Quantidade de ataques	SIPOM
Efetivo policial	Intranet PM
Número de unidades operacionais da PMMG	PMMG
Presença de Unidade de Recobrimento - PMMG	PMMG
Quantidade de viaturas (4 e 2 rodas)	PMMG
Unidade Exército Brasileiro (EB)	EB 2017
Unidades Corpo de Bombeiros Militar (CBMMG)	CBMMG
Distância para o polo regional (Divinópolis) - linha reta em Km	IGA – IEDE ⁵
Distância para o polo regional (Divinópolis) - rodovias em Km	Google Maps
Tempo deslocamento para Divinópolis	Google Maps
Distância para Belo Horizonte - linha reta	IGA – IEDE
Distância para Belo Horizonte - rodoviária	Google Maps
Tempo deslocamento para Belo Horizonte	Google Maps
Quantidade de rodovias asfaltadas	DER-MG ⁶
Quantidade de rodovias vicinais	DER-MG
km de malha rodoviária	DER-MG
Área urbana (km ²)	Malha Digital IBGE ⁷
Área rural (km ²)	Malha Digital IBGE
Número de municípios limítrofes	Malha Digital IBGE
Presença de aeroportos homologados	PMMG/ANAC
Quantidade de hotéis e pousadas	PMMG
Área município (km ²)	IBGE
IDHM 2010 – IBGE	IBGE
Faixa do IDHM (baixo, médio, alto)	PNUD
População (CENSO 2010)	IBGE
Densidade demográfica (CENSO 2010)	IBGE
Renda <i>per capita</i>	IPEA
Índice de Gini	IPEA
Valor total dos rendimentos recebidos	IPEA 2000
Despesas nas atividades de comércio	IPEA 1960
Despesas nas atividades de serviços	IPEA 1960
Número de agências bancárias	SIPOM
Número de posto bancário	SIPOM
Número de caixas eletrônicos	SIPOM
Poupança	IPEA 2012
Aplicações bancárias	IPEA 2011
Depósitos bancários à vista - privado	IPEA 2011
Número de comércio de explosivos - ativos	EB 2017
Presença de mineradoras - ativas	EB 2017
Número de comércio de pólvora	EB 2017

Fonte: Elaborado pelos autores.

Destaca-se para a análise da acessibilidade dos municípios, que ainda foi criada uma variável

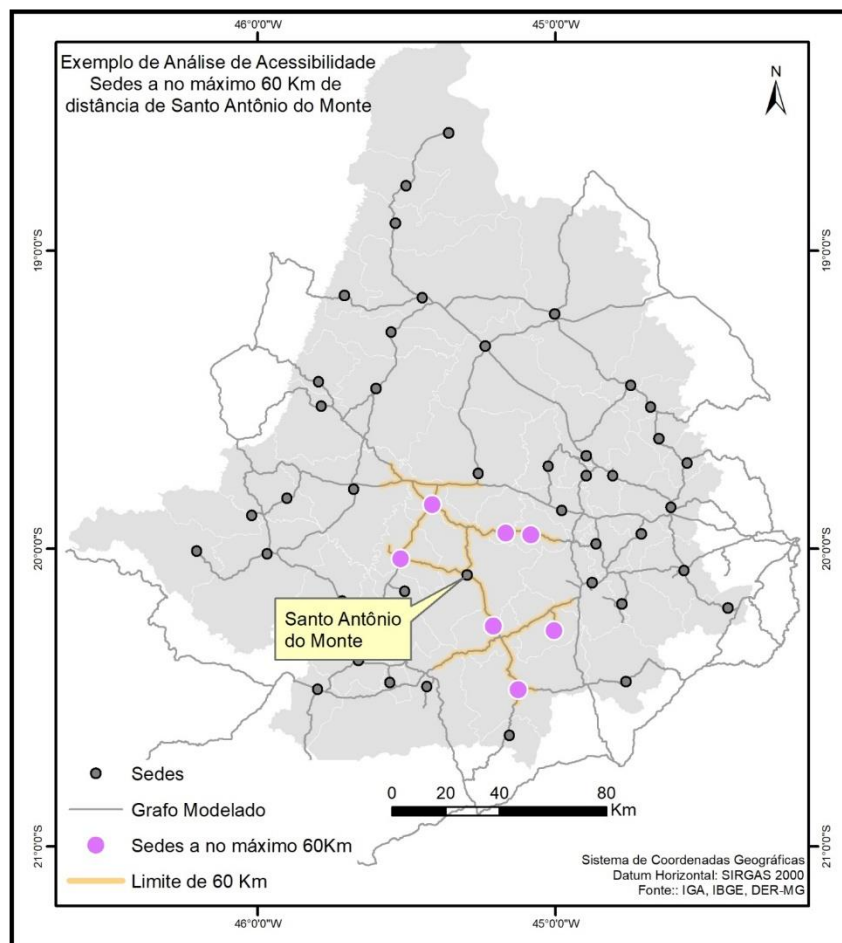
⁵ Base Digital das Sedes Municipais – Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais (IGA/IEDE)

⁶ Malha Digital das Rodovias do Estado de Minas Gerais

⁷ Malha Digital dos Municípios de Minas Gerais – 2010 - IBGE

modelando-se a rede rodoviária por meio de um grafo⁸, a fim de identificar o número de sedes de municípios próximos acessíveis a partir do município de análise. Essa variável é relevante pelo *modus operandi* utilizado pelos infratores, que se deslocam por meio terrestre para os ataques e saem rapidamente dos municípios utilizando-se da rede viária. No exemplo abaixo, o município de Santo Antônio do Monte tem acesso a 7 sedes de municípios.

Figura 2: Exemplo de Análise de Acessibilidade a sedes distantes até 60 km do município de análise



Fonte: Elaborado pelos autores.

Foi realizada análise de diversas variáveis dos municípios que foram alvo de ataques a caixas eletrônicos, de modo a identificar se há um conjunto de variáveis que se correlacionam linearmente com o intuito de extrair um componente que abarque as variáveis de maneira a sintetizar a análise e analisar a vulnerabilidade aos ataques.

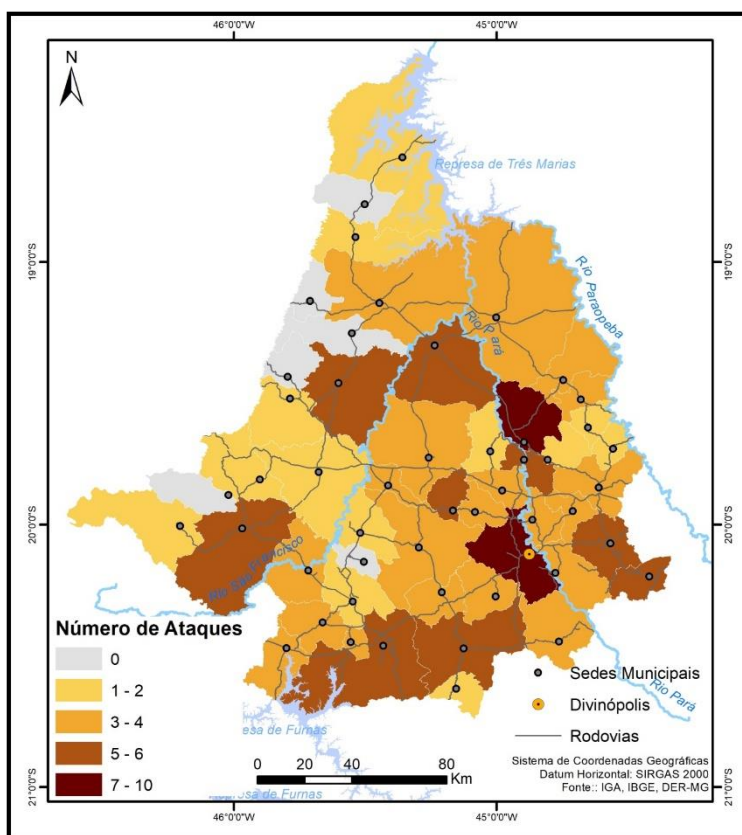
⁸ Um grafo $G(N, L)$, algumas vezes chamado grafo não direcionado (*undirected graph*) consiste de dois conjuntos de informações: um conjunto de nós (*node*), $N \{n_1, n_2, \dots, n_g\}$, e um (ou mais) conjunto(s) de linhas, $L \{l_1, l_2, \dots, l_L\}$, entre pares de nós (WASSERMAN, FAUST, 1999, p 94-96).

Quanto à operacionalização do modelo empírico, os dados foram submetidos aos cálculos por meio do *software* Ninna®, versão 3.3.1.0, desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, para modelagens de ACP em diversos ramos.

Resultados e Discussões

Os municípios que foram alvo de ataques a caixas eletrônicos na área da 7ª Região de Polícia Militar, no período de 2012 a 2017, estão representados no mapa a seguir:

Figura 3: Número de ataques a caixas eletrônicos – 7ª RPM – 2012-2017



Fonte: Dados da Pesquisa.

Conforme se vê, destacaram-se, na 7ª RPM, os municípios:

- a) Pitangui com 10 eventos;
- b) Divinópolis com 9 eventos;
- c) cinco municípios foram atacados por 6 vezes (Dores do Indaiá, Formiga, Itapeçerica, Itatiaiuçu, Martinho Campos);
- d) quatro municípios foram alvo de ataques por 5 vezes (Araújos, Bambuí, Conceição do Pará e Itaúna);

e) seis municípios tiveram ataques por 4 vezes (Carmo do Cajuru, Igaratinga, Moema, Pains, São Gonçalo do Pará, São Sebastião do Oeste);

f) quatorze municípios tiveram 3 ataques, no período (Abaeté, Bom Despacho, Cláudio, Córrego Fundo, Iguatama, Maravilhas, Nova Serrana, Papagaios, Pará de Minas, Pedra do Indaiá, Perdigão, Pimenta, Pompeu e Santo Antônio do Monte);

g) oito municípios atacados por 2 vezes (Arcos, Camacho, Lagoa da Prata, Leandro Ferreira, Luz, Morada Nova de Minas, Onça de Pitangui e São José da Varginha);

h) cinco municípios foram atacados 1 vez (Córrego Danta, Estrela do Indaiá, Medeiros, Paineiras, Pequi) e apenas seis municípios não foram atacados no período de análise (Biquinhas, Cedro do Abaeté, Japaraíba, Quartel Geral, Serrada Saudade e Tapiraí).

A média de ataques por município, no período, foi de 3,12 eventos. Verifica-se que os municípios mais atacados são destacados em termos de acessibilidade por malha rodoviária e número de sedes acessíveis, em um período de uma hora, além de possuírem elevados indicadores de circulação monetária.

Pelo mapa, é possível identificar que, com exceção de Japaraíba, os municípios que não tiveram ataques são periferias da 7ª RPM, em porção norte-noroeste, destacando-se pelo menor número de acessos rodoviários e acessos a outros municípios, e pelo maior tempo de deslocamento para a sede do polo regional (Divinópolis). Destacaram-se, também, pelas variáveis que englobam a dimensão “circulação monetária”, sendo, portanto, menos atrativas.

Inicialmente, realizou-se o cálculo das componentes principais considerando-se o número de ataques como sendo uma variável, já que o evento pode reincidir em um município.

Tabela 3: Resumo ACP com variável de ataques - 7ª RPM – 2012-2017

CP	Autovalor	Variância	Variância Acumulada	Nº Variáveis
1	12,9894	64,95	64,95	12
2	2,2584	11,29	76,24	2
3	1,8388	9,19	85,43	1

Fonte: Dados da Pesquisa.

A primeira componente principal (CP1) obteve como resultado uma variância de 64,95% dos dados, representativa conforme parâmetro definido por Rencher (2002), e foi composta por 12 variáveis: população; valor total de rendimentos; número de caixas eletrônicos; número total de viaturas; efetivo policial; número de agências bancárias; postos bancários; depósitos bancários à vista (privado); poupança; despesas nas atividades de comércio; aplicações bancárias; despesas nas atividades de serviços. A CP2 compôs-se por duas variáveis: número de sedes acessíveis a 60 minutos e tempo de

deslocamento para Belo Horizonte, sendo a última, para o cálculo da ACP, normalizada e com sinal invertido⁹.

Em um segundo momento, realizou-se o mesmo cálculo desconsiderando a variável número de ataques. Obteve-se as mesmas variáveis compondo as componentes principais, porém com ligeira alteração em relação aos valores obtidos.

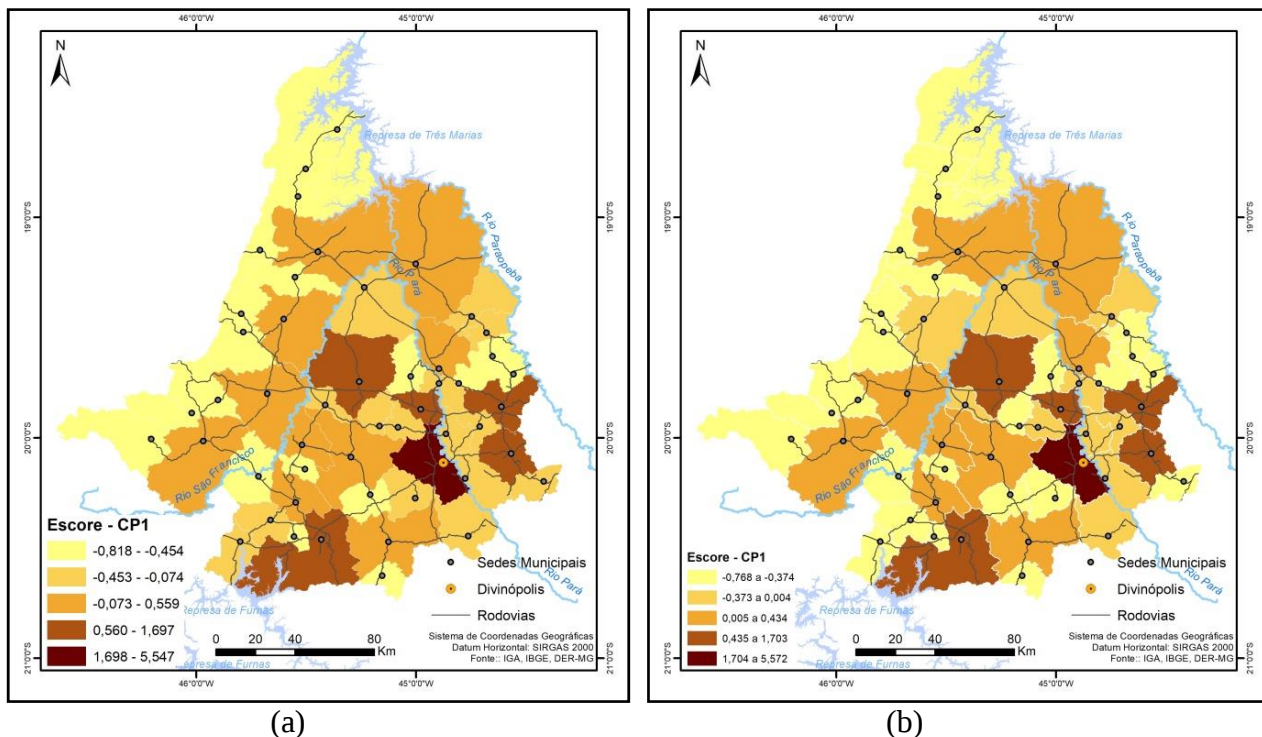
Tabela 4: Resumo ACP sem variável de ataques - 7ª RPM – 2012-2017

CP	Autovalor	Variância	Variância Acumulada	Nº Variáveis
1	12,6696	66,68	66,68	12
2	2,0905	11,00	77,69	2
3	1,8353	9,66	87,34	1

Fonte: Dados da Pesquisa

Os escores da primeira componente principal (CP1) para ambos os casos estão representados nos mapas a seguir:

Figura 4: Primeira Componente Principal – 7ª RPM – 2012-2017



Fonte: Dados da Pesquisa.

Nota: (a) Com variável de ataques (b) Sem variável de ataques

Em uma análise comparativa entre os índices encontrados, destacou-se Divinópolis como o

⁹ A variável normalizada utilizada no cálculo da ACP possui valor entre 0 e 1 e possui correlação positiva com os ataques. Utilizou-se de padronização de escala para a transformação de diferentes indicadores para valores de zero e um, como forma de agregar diferentes medidas e estabelecer correlação (positiva/negativa) entre elas.

município que abarcou os resultados mais relevantes para pressupor a incidência de ataques a caixas eletrônicos. Na sequência, destacaram-se os municípios de Itaúna, Formiga, Pará de Minas, Nova Serrana, Bom Despacho e, em continuidade, Pitangui, Pompéu, Dolores do Indaiá, Luz, Bambuí, Luz, Santo Antônio do Monte, Arcos, Itapeverica. Os demais municípios apareceram com valores inferiores. Assim, pode-se depreender que, apesar de supostamente o fator reincidência, expresso pela quantidade de ataques ao município, ser um fator importante, essa variável não guardou relevância, pela técnica utilizada no trabalho, pois em ambos os cenários praticamente não houve alteração nos resultados encontrados.

O risco do ataque criminoso é influenciado pelo elemento valor (atrativo) do alvo para o agressor. Das 12 variáveis da CP1, a maioria se vincula à circulação monetária: valor total de rendimentos; número de caixas eletrônicos; número de agências bancárias; postos bancários; depósitos bancários à vista (privado); poupança; despesas nas atividades de comércio; aplicações bancárias; despesas nas atividades de serviços.

Na abordagem da racionalidade do crime, os resultados são bem ajustados à perspectiva economicista e ao cálculo de custos e benefícios em Becker (1976): as variáveis econômicas (maioria na CP1) são as que mais respondem pela seleção do infrator. Aponta-se, do ponto de vista econômico, que a razão dos ataques se consubstancia no lucro fácil e rápido; e do ponto de vista estrutural de segurança pública (efetivo policial e número total de viaturas), porque, em tese, o aparelho policial é a única barreira à vista para que o crime não ocorra.

Por fim, a variável população, não menos significativa, funciona como pano de fundo determinante para que a coexistência de todas as variáveis significativas em relação ao crime. Isto porque, mesmo que implicitamente, os fatores demográficos determinam em boa parte a relação das demais variáveis, já que quanto mais população, maior a infraestrutura urbana e de segurança pública¹⁰ e maior a circulação monetária, assim por diante.

Considerações Finais

A utilização da técnica da ACP se apresentou como alternativa contundente para analisar a vulnerabilidade dos municípios alvos de ataques a caixas eletrônicos na 7ª Região da Polícia Militar e melhorar a performance da segurança pública na contenção das ocorrências, sendo composto por variáveis combinadas linearmente, e dispostas em um conjunto de indicadores de infraestrutura de

¹⁰ Conforme a Resolução nº 4674 de 26 de junho de 2018, os critérios de distribuição do efetivo previsto nas Unidades de Execução Operacional da PMMG são determinados pela população como critério primário (MINAS GERAIS, 2018).

segurança pública, de acessibilidade, de infraestrutura urbana e circulação monetária.

Pelas componentes principais foram obtidas 12 variáveis que apresentam um percentual de variância em torno de 70% (66,68%). Essas variáveis foram apontadas como as que melhor expressam e sintetizam o índice socioeconômico-estrutural da região de estudo, sendo: população; valor total de rendimentos; número de caixas eletrônicos; número total de viaturas; efetivo policial; número de agências bancárias; postos bancários; depósitos bancários à vista (privado); poupança; despesas nas atividades de comércio; aplicações bancárias; despesas nas atividades de serviços.

Os testes resumitivos da ACP, com e sem a variável de ataques, suportam o desempenho do processo e confirmam o grau de assertividade dos resultados. A coexistência de variáveis econômicas e sociais se liga, inevitavelmente, às taxas criminais do espaço geográfico observado.

O mapeamento da vulnerabilidade dos alvos (atração espacial; posição geográfica ocupada em relação à localização espacial na Região; contemplação da acessibilidade, da infraestrutura local) e a compreensão do risco associado viabilizam a abstração de diagnósticos sobre padrões delitivos e vítimas em potencial.

Em termos práticos, os resultados apresentados podem ser objetivamente aplicados na atividade operacional, pela sustentação e reorientação de estratégias no teatro de operações e nas atividades de inteligência, para potencializar seus conhecimentos.

Em campo acadêmico, o trabalho fomenta a utilização de técnicas multivariadas para análise de dados empíricos no campo da segurança pública. A técnica pode ainda ser utilizada para análise de outras tipologias criminais ou para a mesma, em diferentes cenários espaciais.

Na dimensão socioinstitucional, o fomento de novas tecnologias em prol da segurança pública alinha-se aos objetivos do estado em conter o avanço da criminalidade, principalmente para as regiões interioranas, e às estratégias institucionais para o fortalecimento da capacidade institucional, com ganhos na qualidade dos serviços, no aumento da sensação de segurança e otimização de resultados à sociedade.

O produto do trabalho permite sugerir a inclusão de técnicas de análises multivariadas na atividade de análise criminal aplicada, com emprego de *softwares* específicos para este fim, como é o caso do Ninna[®], para assessoramento dos níveis decisórios, no que se refere à priorização de possíveis alvos de ataques a caixas eletrônicos.

Considerando-se as peculiaridades de cada região e, ainda, o caráter exploratório e inaugural da presente pesquisa, com emprego inovador da metodologia para análise de risco, o método poderá ser adaptado e melhor calibrado com trabalhos posteriores. Assim, é possível sugerir que o trabalho seja feito também com dados de outras regiões do estado, a fim de melhor reunir dados empíricos que refinem

as análises.

Referências Bibliográficas

ALENCAR, B. J. **A Análise Multivariada no Tratamento da Informação Espacial: uma Abordagem Matemático-Computacional em Análise de Agrupamentos e Análise de Componentes Principais**. 2009. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado em Geografia (PUC Minas). Orientadores: Leônidas Conceição Barroso e João Francisco de Abreu. 2009, 198p.

BECKER, Gary S. **Crime and Punishment: An Economic Approach**. The Journal of Political Economy, Chicago, v. 76, n. 2, p. 169-217, 1968. Disponível em: <<https://olis.leg.state.or.us/liz/2017R1/Downloads/CommitteeMeetingDocument/125036>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

BECKER, Gary S. **Economic approach to human behavior**. Chicago: University of Chicago Press, 1976. p. 5, 8.

BRANTINGHAM, Paulo J.; BRANTINGHAM, Patrícia L. **Environmental criminology**. Beverly Hills, CA: Sage. 1981.

BRASIL. **Lei n. 7.102, de 20 de junho de 1983**. Dispõe sobre segurança para estabelecimentos financeiros, estabelece normas para constituição e funcionamento das empresas particulares que exploram serviços de vigilância e de transporte de valores, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7102.htm>. Acesso em: 13 mar. 2018.

CONTRASP. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRABALHADORES DE SEGURANÇA PRIVADA. **Pesquisa nacional de ataques a bancos primeiro semestre de 2017**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://contrasp.org.br/pesquisa-nacional-de-ataques-a-bancos>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

CORNISH; Derek B.; CLARKE, Ronald V. **The Reasoning Criminal**. New York: Spring-Verlag, 1986. p. 59, 68.

CLARKE, Ronald V.; FELSON, Marcus. **Routine activity and rational choice**. New Brunswick, Londres: Transaction Publishers, 1993. p. 3, 19.

EHRlich, I. Crime, punishment and the market for offenses. **Journal of Economic Perspectives**, New York, v. 10, n. 1, p. 45-46, 1996.

FELSON, M.; CLARKE, R.V. **Opportunity Makes the Thief: Practical theory for crime prevention**. Police Research Series Paper 98. Londres: Home Office, 1998, 44 p.

FLECK, Marcelo; BOURDEL, Marie C. Método de simulação e escolha de fatores na análise dos principais componentes. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, p. 267-272, 1998.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W., **Applied Multivariate Statistical Analysis**. Prentice Hall, New Jersey, USA, 1998, 816p.

MINAS GERAIS. Governo do Estado. **Lei nº 12.971, de 27 de julho de 1998**. Torna obrigatória a instalação de dispositivos de segurança nas agências e nos postos de serviços das instituições bancárias e financeiras. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7102.htm>. Acesso em: 13 mar. 2018.

MINAS GERAIS. Polícia Militar. Comando-Geral. **Resolução 4674 de 26 de junho de 2018**. Belo Horizonte: Equipe de Gestão do Comando-Geral, 2018.

NETO, JM. Moita; MOITA, Graziella Ciaramella. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. **Química nova**, v. 21, n. 4, p. 467-469, 1998.

PARANAIBA, Guilherme. Protocolo define ações de forças de segurança contra explosão de caixas eletrônicos em Minas, **Estado de Minas**, Belo Horizonte, 19 out. 2017. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2017/10/19/interna_gerais,909728/protocolo-define-acoes-contr-explosao-de-caixas-eletronicos-em-minas.shtml>. Acesso em: 13 jul. 2018.

RENCER, A.C. **Methods of Multivariate Analysis**. Wiley, 2002.

RENGERT, George F; PIQUERO; Alex R.; JONES, Peter R. Distance Decay Reexamined. **Criminology**, v. 35, p. 427-445, 1999.

RENGERT, George F., Alex R. Piquero, and Peter R. Jones. 1999. Distance Decay Reexamined. **Criminology**. V. 37, pp. 427–445.

ROBERTA, Ana. CONTRASP divulga Pesquisa Nacional de ataque a bancos e carros-fortes de 2016. **CONTRASP**, Minas Gerais, 10 abr. 2017. Disponível em: <<http://contrasp.org.br/noticia/contrasp-divulga-pesquisa-nacional-de-ataque-a-bancos-e-carros-fortes-de-2016>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

VARELLA, Carlos Alberto Alves. **Análise de componentes principais**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/multivariada%20aplicada%20as%20ciencias%20agrarias/Aulas/analise%20de%20componentes%20principais.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2018.

WASSERMAN, Stanley; FAUST, Katherine. Social network analysis: methods and applications. In: **STRUCTURAL** analysis in social the social sciences series. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 857 p. v. 8.

Sobre os Autores

Luciana do Carmo Socorro Nominato é Especialista em Segurança Pública, Polícia Militar de Minas Gerais. Desenvolve pesquisas relacionadas aos temas de Segurança Pública, inteligência preditiva no enfrentamento de ataques a caixas eletrônicos, dentre outros. <https://orcid.org/0000-0001-9256-4775>.

Antônio Hot Pereira de Faria é Doutor em Geografia – Tratamento da Informação Espacial pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Polícia Militar de Minas Gerais. Desenvolve pesquisas relacionadas aos temas de Segurança Pública, Análise Espacial e Métodos de Análise Espacial aplicados à Segurança. <https://orcid.org/0000-0003-0543-7503>.

Diego Filipe Cordeiro Alves é Doutor em Geografia – Tratamento da Informação Espacial pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Desenvolve trabalhos relacionados às temáticas de Análise Espacial, Sistemas de Informações Geográficas e no desenvolvimento de metodologias de Análise Espacial aplicadas à Segurança Pública. <https://orcid.org/0000-0003-3461-2657>.

Recebido: 23 dez. 2020

Aceito: 26 mai. 2021