

ANÁLISE ESPACIAL EXPLORATÓRIA DE ROUBOS DE CARGAS EM RODOVIAS FEDERAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Marcelo Pereira Queiroz, MSc.

Centro de Formação em Recursos Humanos em Transportes – CEFTRU/UnB

Carlos Eduardo Freire Araújo, Eng.

Programa de Pós-Graduação em Transportes
Universidade de Brasília – UnB

Francisco Gildemir Ferreira da Silva, MSc.

Grupo de Pesquisa em Transporte, Trânsito e Meio Ambiente - GTTEMA
Departamento de Engenharia de Transportes – DET
Universidade Federal do Ceará - UFC

RESUMO

O transporte rodoviário de cargas é responsável por aproximadamente 61% da quantidade dos bens transportados no Brasil. Os valores e tipos das mercadorias transportadas atraem, constantemente, o interesse de quadrilhas especializadas em roubo de carga. Com o passar do tempo, os assaltos se tornaram um problema de segurança pública. Este artigo contribui para estudos de transporte e ações governamentais, pois objetiva explorar o tema e introduzir a utilização de técnicas de análise e estatística de dados espaciais pontuais desenvolvendo uma metodologia de análise exploratória do padrão de assaltos em rodovias. Esta metodologia foi aplicada aos dados de roubo de carga em rodovias federais no Estado de Minas Gerais no período de 1999 a 2001. Os resultados desta pesquisa indicaram a viabilidade desta metodologia porque recomenda uma avaliação da qualidade de informação do banco de dados e apresenta as vantagens da utilização de mapas de tendência de crescimento ao longo deste período e de agrupamentos para a identificação de trechos críticos de roubos de carga.

ABSTRACT

The freight road transportation is responsible to almost 61% of cargos transported in Brazil. The goods and their economic relevance attract constantly thieves groups specialized in thieves cargos. As the time pass this assaults becomes a public security trouble. This paper contributes to transportation sector researches and governmental prospective because it wants to explore the matter and to introduce the application of spatial patterns statistical and hot spot areas analysis, developing a methodological procedure to spatial analysis of freight road transportation assaults. This methodological procedure was applied to freight road transportation assaults from 1999 to 2001 of Minas Gerais state. The result of this research appoint the viability of this methodology because it recommend a evaluation of the information quality of data base and it shows the advantages of growing tendency maps during this time analyses and for identify road critic stretches of cargo thieves.

1. INTRODUÇÃO

O modo rodoviário é responsável pela movimentação de 61,1% de cargas no país correspondendo a um valor de R\$ 133,3 bilhões (7,5%) no Produto Interno Bruto em 2004 (Lima, 2006). O roubo de cargas em rodovias no Brasil vem aumentando significativamente. Segundo a COPPEAD (2002) houve um aumento de cerca de 160% no número de ocorrências de roubo de cargas entre 1994 e 2001, resultando em prejuízos que já chegaram a atingir mais de R\$ 400 milhões anualmente. Apenas no Estado de São Paulo, as perdas chegaram a aproximadamente R\$ 199 milhões em 2004 (Sindicato das Transportadoras de Carga do Estado de São Paulo - SETCESP). O roubo de cargas se tornou um caso de segurança pública devido ao fato de impactar diretamente na economia por inibir a produção, influenciar no risco Brasil, aumentar os custos em seguro de transporte de carga e reprimir o transporte de mercadorias.

Conforme o artigo 144, parágrafo primeiro, inciso I da Constituição Federal 1988 (Brasil, 1988), a atividade investigativa é de responsabilidade da Polícia Federal, podendo ser subdividida em inteligência (análise criminal), ações inibidoras e repressivas. No que se refere à inteligência, ela é aplicada, dentre outras atividades, na identificação de probabilidades de ocorrência, no mapeamento de locais críticos, no cruzamento de informações correlacionadas com o tipo de delito (assalto, furto, assassinato, atentado, etc.), na prospecção de possibilidades de delitos e planejamento de ações inibidoras e repressivas. Já as ações inibidoras e repressivas, em tese, envolvem agir quando todas as medidas tomadas para evitar a ocorrência não tiveram êxito.

A evolução da análise criminal exige que os órgãos investigadores possuam: disponibilidade de maiores volumes de dados sobre o crime, apropriadamente acumulados e sistematizados; aplicação de "ferramentas" de processamento e análise (manuais ou automatizadas); profissionalização técnica dos agentes policiais, especialmente capacitados para funções de inteligência policial e de análise criminal. Pode-se observar que a moderna prática da análise criminal contempla o uso intensivo da Tecnologia da Informação (TI), incluindo os aplicativos de estatística e de análise espacial.

Apresentar um ferramental aplicável à inteligência policial e ao gerenciamento de risco e mostrar o potencial das ferramentas de análise espacial para identificar padrões pontuais e trechos críticos de roubos de carga, constituem os principais objetivos deste trabalho. Inicialmente, apresenta-se um breve histórico do roubo de cargas no Brasil, citando estatísticas e distribuições destes eventos por regiões e Estados brasileiros. Em seguida apresenta-se uma revisão teórica sobre análise e estatística de dados espaciais em forma de ponto. A quarta seção descreve a metodologia proposta de análise espacial exploratória de roubo de cargas, citando as etapas e atividades necessárias para análises destes eventos. A aplicação da metodologia aos eventos de roubo de carga em rodovias federais em Minas Gerais no período 1999 a 2001 é realizada na quinta seção. Na última seção, são apresentadas algumas conclusões e recomendações de estudo para o desenvolvimento da análise espacial de roubos de carga.

2. ROUBO DE CARGAS

Heinrich (2004) afirma que os roubos de cargas começaram a ganhar notoriedade no início da década de 80, o que resultou na criação de uma taxa conhecida por Adicional de Emergência (ADEME) pelo Governo Federal. Esta taxa foi substituída em 2001 pelos custos em Gerenciamento de Riscos (GRIS). Os roubos de carga foram aumentando anualmente, de 3 mil ocorrências em 1994 para 8 mil em 2001, ocasionando prejuízos de aproximadamente 100 milhões de reais e de 500 milhões, respectivamente (COPPEAD, 2002). Aproximadamente 80% dos roubos de carga estão concentrados nos Estados de São Paulo e do Rio de Janeiro, segundo o requerimento Nº. 23, de 2000 do Congresso Nacional. Este mesmo documento cita que há uma tendência de ampliação do raio de ação das quadrilhas para os Estados do Rio Grande do Sul, de Minas Gerais (Triângulo Mineiro), de Goiás e do Paraná. Estudos da SETCESP (1999) revelam que as ocorrências de roubo de caminhões e depósitos de empresas de transportes cresceram mais de 30% em relação a 1998 em São Paulo.

Estas estatísticas contribuíram para que os operadores e o governo adotassem várias medidas para reduzir estes índices. Os operadores adotaram medidas mais rígidas de controle e de seleção dos motoristas no início dos anos 90, o que reduziu os casos de apropriação indébita, sem reduzir, entretanto, os casos de abordagem de veículos com indivíduos fortemente armados que

seqüestram e até mesmo matam os condutores (Gameiro e Caixeta-Filho, 2002). Por outro lado, o Governo elaborou o requerimento N°. 23, de 2000, o qual instalou uma CPMI com o objetivo de apurar o crescimento do roubo de cargas. Esta CPMI constatou o envolvimento do narcotráfico, bem como a possível ação de receptores relacionados a grandes grupos de supermercados. Esta Comissão sugeriu e seqüencialmente foi elaborada a Lei N°. 10.446, 08/05/2002, que, em seu artigo 1º, inciso IV, cita que cabe à Polícia Federal, sem prejuízo a outras instituições, a investigação do furto, roubo ou receptação de cargas, transportados em operação interestadual ou internacional, quando houver indícios da atuação de quadrilha em mais de um Estado Brasileiro. Recentemente foi aprovada a Lei Complementar N°. 121, de 09/02/2006, criando o Sistema Nacional de Prevenção, Fiscalização e Repressão ao Furto e Roubo de veículo e Cargas para estabelecer mecanismos de cooperação entre União, Estados e Distrito Federal.

Este Sistema, segundo Caiado (2006), tem como objetivo a criação de estratégias de combate a essas ameaças sendo possível o desenvolvimento de mecanismos e indicadores de monitoramento, o que requer um sistema computadorizado estatístico sustentável e funcional. O desenvolvimento destas ferramentas, segundo Souza e Dantas (2004), vem sendo estudado por renomados pesquisadores desta área, destacando-se Henry Fielding, Edgar Hoover, August Vollmer, Winfield Wilson e John Edgar Hoover. Algumas das ferramentas estudadas estão relacionadas ao uso intensivo da Tecnologia da Informação (TI), incluindo os aplicativos de estatística computadorizada e de análise espacial. Caiado (2006) cita que a análise espacial se aplica aos eventos criminais porque um dos meios mais eficientes de se medir políticas públicas é a eleição da dimensão espacial e territorial como unidade de análise (pressupostos firmados no âmbito da Escola de Chicago, nos Estados Unidos).

3. ANÁLISE ESPACIAL

A análise espacial possui como principal objetivo a mensuração de propriedades e relacionamentos de dados que possam ser caracterizados no espaço, em função de algum sistema de coordenadas (Câmara *et al.*, 2000). Estes dados podem ser classificados e analisados de quatro formas distintas: análise de superfícies, análise de redes, análise de padrões pontuais e análise de dados em áreas. Descrevem-se as duas últimas análises por serem aplicadas na metodologia.

Dentre aplicações das técnicas de análise espacial para análise da distribuição espacial de eventos criminais, destacam-se os trabalhos desenvolvidos por Block (1994), Block & Block (1995), Levine (1996), além do Manual do Crimestat (NIJ, 2002). Na aplicação destas técnicas no Brasil, destaca-se o trabalho desenvolvido por Queiroz (2003), o qual apresentou o potencial destas técnicas para a identificação de locais críticos de acidentes de trânsito em uma malha viária urbana considerando a dependência espacial.

3.1.Ferramentas de Análise Espacial de Padrões Pontuais

Padrão pontual pode ser definido como qualquer conjunto de dados consistindo de uma série de localizações pontuais que estão associadas a eventos dentro da área de estudo. A distribuição destes dados espaciais pode ser caracterizada por meio de funções de estatística espacial que permitem localizar o centro desta distribuição, identificar a existência de padrões espaciais, identificar auto-correlação espacial, dentre outros objetivos (Cressie, 1993). Dentre estas funções, destaca-se a elipse de desvio padrão e os agrupamentos espaciais.

A Elipse de desvio padrão fornece a medida de dispersão espacial dos pontos em duas dimensões ao redor do centro da distribuição. Já a técnica de agrupamento espacial pode ser entendida como técnicas que permitem qualquer agrupamento de eventos (pontos, linhas e áreas), em determinado período de tempo (Queiroz, 2003). Na literatura podem ser encontradas diversas técnicas que determinam os agrupamentos, diferindo quanto aos critérios de identificação. NIJ (2002) subdivide essas categorias em: localizações pontuais, técnicas de particionamento; técnicas hierárquicas e as técnicas de variável de risco. Bailey e Gatrell (1995), *apud* Grubestic e Murray (2003), citam que a técnica hierárquica usando o critério do vizinho mais próximo é a mais aplicada em problemas de agrupamentos. Equações, aplicações e limitações desta técnica podem ser encontradas em Queiroz *et. al* (2004).

3.2.Ferramentas de Análise Espacial em Áreas

Os objetivos da análise de dados em áreas são identificar a existência de padrões de distribuição espacial, de áreas críticas e de tendências espaciais de crescimento, auxiliando o entendimento da ocorrência de determinado fenômeno. Foram selecionadas algumas ferramentas para realizar uma caracterização espacial sistêmica dos eventos de roubo de carga, as quais são apresentadas resumidamente a seguir. Maiores detalhes sobre equações e aplicações das ferramentas abaixo citadas recomenda-se consultar Queiroz (2003), disponibilizado na *internet*.

A visualização de dados é a forma mais simples de observar valores extremos a qual consiste em apresentar mapas cloropéticos contendo a distribuição dos atributos por área, sendo que diferentes critérios de divisões em intervalos de classes induzem a visualização de diferentes aspectos.

Os indicadores globais fornecem um único valor como medida da associação espacial para o conjunto de dados. Quando a área de estudo está muito subdividida, é muito provável que ocorram diferentes regimes de associação espacial e que apareçam máximos locais de autocorrelação espacial, onde a dependência espacial é ainda mais pronunciada.

Os indicadores locais servem para calcular a significância estatística da concentração espacial apresentando as regiões com correlação local significativamente diferente do resto dos dados. Estas regiões podem ser vistas como "bolsões" de não-estacionariedade, pois são áreas com dinâmica espacial própria e que merecem análise detalhada. Este mapa é chamado de *Lisa Map*, e na sua geração, os valores do índice local de Moran são classificados em quatro grupos: não significantes; com significância de 95% (classe 1); 99% (classe 2) e 99,9% (classe 3).

4. METODOLOGIA

A metodologia proposta se caracteriza por ter um foco exploratório em relação à aplicação de um conjunto de ferramentas de análise e estatística espacial para análise de eventos de roubo de carga e também por conter atividades que detectem erros no resultado de algumas etapas. As etapas desta metodologia são apresentadas na Figura 1.

A. Preparação da base de dados

- A.1. Georreferenciamento
- A.2. Definição da unidade de análise de área
- A.3. Agregação dos roubos de cargas georreferenciados no formato de área selecionado
- A.4. Definição e cálculo do índice de roubo de cargas
- A.5. Verificação e correção da integridade topológica

B. Análise exploratória em áreas

- B.1. Visualização espacial
- B.2. Concentração espacial global
- B.3. Concentração espacial local

C. Análise de padrões pontuais

- C.1. Análise da distribuição espacial dos roubos de cargas
- C.2. Análise dos agrupamentos de roubo de carga

Figura 1: Metodologia de Análise Exploratória de Roubos de Cargas.

A etapa de preparação da base de dados possui como objetivo principal organizar, verificar e corrigir os dados para analisá-los geograficamente nas etapas posteriores. A atividade A1 requer que todos os dados de roubo de carga estejam cadastrados em um banco de dados informatizado e para executá-la é necessário utilizar alguns dos métodos de georreferenciamento disponíveis na maioria dos pacotes de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A atividade A.2 consiste em definir o formato de área a ser usado na etapa B, sendo recomendado um formato que seja o mais desagregado possível. Na terceira atividade deve-se contabilizar a quantidade de roubo de cargas georreferenciados por unidade de área selecionada. A atividade A.4 define um índice de roubo de carga e posteriormente calcula o seu valor usando as ferramentas disponibilizadas nos SIG's. A atividade A.5 recomenda a utilização de ferramentas de correção topológicas para verificar se os roubos de carga estão corretamente posicionados, conferindo se os mesmos pertencem ao Município e ao trecho de rodovia citado no banco de dados.

A etapa B possui como objetivo obter uma caracterização espacial sistêmica sobre os eventos de roubo de carga, identificando áreas críticas, dependências e tendências espaciais de crescimento, usando o índice selecionado na atividade A.4. A atividade B.1 consiste em visualizar a distribuição espacial dos roubos de carga para identificar as áreas críticas. Deve-se lembrar que caso se deseje comparar valores em diferentes períodos, os mapas gerados com intervalos de classes iguais são os mais adequados. As estatísticas espaciais globais são calculadas na atividade B.2 para constatar o tipo de distribuição espacial dos índices de roubos de cargas. Estes cálculos também podem ser usados para comparar diferentes períodos em relação ao grau de concentração espacial. A atividade B.3 calcula as estatísticas espaciais locais, identificando e classificando as áreas conforme o nível de significância da correlação espacial dos índices de acidentes, usando o *Lisa Map*.

A etapa 3 está dividida em duas atividades e pode ser realizada em pacotes estatísticos espaciais. A atividade C.1 descreve e compara geograficamente os roubos de carga por período usando as áreas de elipse de desvio padrão. A aplicação da técnica hierárquica de agrupamento do vizinho mais próximo é realizada na atividade C.2 para identificar locais críticos de roubos de carga.

5. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Esta seção inicia a aplicação da metodologia usando os dados de roubo de carga em rodovias Federais disponibilizados pela Polícia Rodoviária Federal do Estado de Minas Gerais referentes ao período de 1999 a 2001.

5.1.Preparação da Base de Dados

5.1.1. Georreferenciamento

Os dados de roubos de carga estavam armazenados em uma planilha de dados a qual continham várias informações, destacando-se: Município, denominação do trecho rodoviário, quilometragem e tipo de carga. Esta planilha não continha nenhuma rotina que pudesse evitar a duplicidade de cadastro de registros e também não continha rotinas que evitassem o cadastro de Municípios ou de trechos rodoviários que não pertenciam ao Estado de Minas Gerais. Alguns atributos desta planilha apresentaram a maioria dos seus campos nulos, tais como o valor da carga e a placa dos veículos, contribuindo como fator limitante para alguns tipos de análises.

O georreferenciamento destes dados foi realizado usando os comandos disponibilizados na maioria dos SIG's, por meio das ferramentas *Locate by Address*. Do total de 323 registros, foram georreferenciados 90,17%. O principal motivo de não georreferenciamento foi está relacionado à ausência dos valores de denominação do trecho de rodovia ou da quilometragem.

5.1.2. Definição da unidade de análise de área

A unidade de área selecionada para este estudo foi a de Municípios por se tratar da menor unidade de área que pode fornecer subsídios para análises sobre roubos de carga possibilitando inferir sobre o destino da carga furtada e também, embora em menor grau de precisão, a área de atuação de quadrilhas de roubos de carga.

5.1.3. Agregação dos roubos de cargas georreferenciados no formato de área selecionado

Para realizar esta atividade, foram usadas as ferramentas contidas na maioria dos pacotes comerciais de SIG, seguindo estes passos: inseriu-se uma coluna na tabela de associação da camada de Municípios e depois foi realizada a sobreposição de camadas, para calcular a quantidade de roubo de cargas em cada Município.

5.1.4. Definição e cálculo do índice de roubo de cargas

Para compreender este fenômeno geograficamente usando as ferramentas de análise exploratória, recomenda-se definir um índice que reduza a influência do tamanho da área. Por este motivo, recomenda-se visualizar a distribuição espacial do índice de frequência de roubo de carga para obter uma visão espacial do fenômeno de roubo de carga. Qualquer variável de base, seja relacionada à dimensão física (quilometragem viária, área quadrada) ou a algum outro atributo da área (população, veículos registrados, dentre outros), a princípio poderá ser usada. Queiroz (2003) verificou que os atributos relacionados à dimensão física apresentaram o menor valor e puderam melhor caracterizar a heterogeneidade do fenômeno dos acidentes no Município de Fortaleza.

Este trabalho verificou ainda a viabilidade do uso do índice da quantidade de roubos de carga por quilômetro da rodovia federal em cada Município mineiro. Este índice foi calculado inserindo mais uma coluna na tabela de associação da camada de Municípios, para, em seguida, multiplicar

a quantidade de roubos por cem e depois dividir pelo campo da quantidade de quilômetros de rodovias federais em cada Município. Optou-se por multiplicar por 100 para facilitar as comparações entre os Municípios, evitando assim razões menores do que um.

5.1.5. Verificação e correção da integridade topológica

A avaliação da qualidade da informação não espacial foi realizada por meio da verificação dos atributos contidos no banco de dados informatizados. Uma delas se refere à correção da denominação dos Municípios seguindo a nomenclatura especificada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Outra se refere à correção dos nomes das rodovias cadastradas por meio da comparação com os dados contidos no Plano Nacional de Viação (PNV). A correção da denominação dos tipos de carga também foi realizada para possibilitar o agrupamento das cargas e possibilitar alguns relacionamentos entre os tipos de carga roubados e os locais críticos identificados pela técnica de agrupamentos espaciais.

A avaliação da qualidade da informação espacial usou os recursos e comandos de análise espacial integrantes da maioria dos pacotes de SIG, destacando-se os comandos de sobreposição espacial. Com a aplicação de tais recursos, verificou-se que aproximadamente 20% dos Municípios citados na planilha, quando georreferenciados e confrontados com a localização espacial do Município fornecida pela IBGE, não correspondiam às denominações contidas na planilha. Dada a divergência de informação em relação ao Município, adotou-se como correta a informação da quilometragem da rodovia citada na planilha.

5.2. Análise exploratória em áreas

5.2.1. Visualização espacial

A Figura 2 destaca os municípios que tiveram mais de 20 roubos de carga no período de 1999 a 2001, os quais estão localizados no Triângulo Mineiro, compreendendo os Municípios de Uberaba, Uberlândia e Araguari. Pode-se observar também nesta mesma figura, uma outra concentração relevante envolvendo alguns Municípios adjacentes ao Estado do Rio de Janeiro, embora em menor magnitude.

Na Figura 3 pode ser observada a distribuição dos 14.925 quilômetros de rodovia federal por Município, destacando-se o Município de Uberlândia com a maior quantidade de quilômetros e alguns de seus municípios vizinhos (Uberaba, Prata e Campina Verde) com valores bem próximos, motivado possivelmente pela elevada geração de atividades econômicas nesta região do Triângulo Mineiro. Observa-se também que 43% destes Municípios apresentam valor nulo de quilometragem de rodovias federais. O principal objetivo desta figura é servir suporte para analisar a distribuição do índice de roubo de carga por quilômetro de rodovia federal de cada Município apresentada na Figura 4, na qual se observa que aproximadamente 90% dos 851 Municípios mineiros apresentam valor nulo para este índice. O Município de Indianópolis foi o que apresentou maior valor para este índice, motivado provavelmente pela proximidade com o Triângulo Mineiro. Com a aplicação deste índice, observou-se também que Uberlândia pela elevada quantidade de quilometragem deixou de ser classificado como Município crítico em relação a roubo de carga.



Figura 2: Quantidade de Roubo de Cargas por Município.

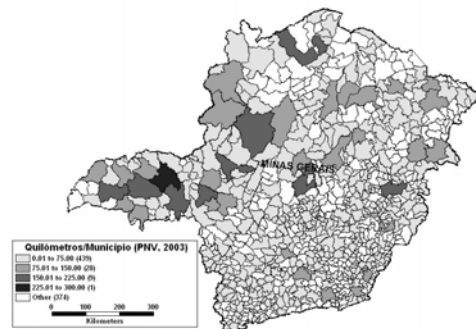


Figura 3: Quilômetros de vias federais por Município.

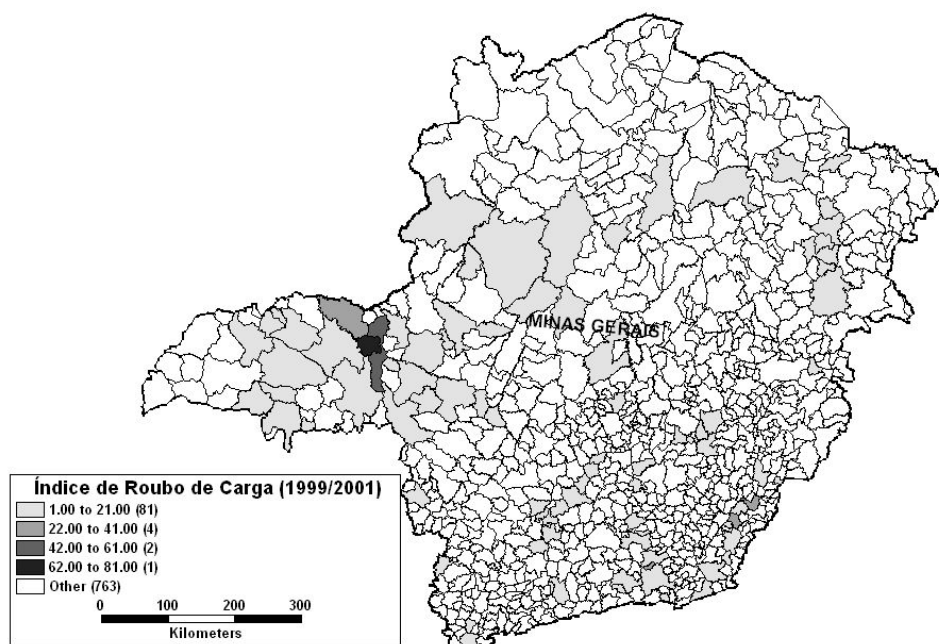


Figura 4: Relação de Roubo de cargas/km de vias federais.

5.2.2. Concentração espacial global

O pacote usado para o cálculo deste índice foi GEODA, disponibilizado gratuitamente na *internet*, o qual apontou com significância de 99,9%, após 999 permutações, a existência de um padrão de auto-correlação espacial com um valor de 0,3364. Este valor indica que o índice de roubo de carga constitui um evento geograficamente dependente.

5.2.3. Concentração espacial local

A Figura 5 apresenta os Municípios que possuem dependência espacial significativa, ou seja, Municípios que possuem o índice local de Moran com significância de 95% (classe 1), 99% (classe 2) e 99,9% (classe 3), os quais se encontram principalmente na área da região do Triângulo Mineiro (elevados índices de roubo de carga). Esta maior significância representa que o índice elevado de roubo de cargas nesta área possui um forte relacionamento com as características espaciais desse local, tais como elevada concentração de indústrias, produtos e

serviços. Com significância um pouco menor, 99%, pode-se verificar que existem várias Municípios localizados próximos à região crítica do índice de roubo de carga.

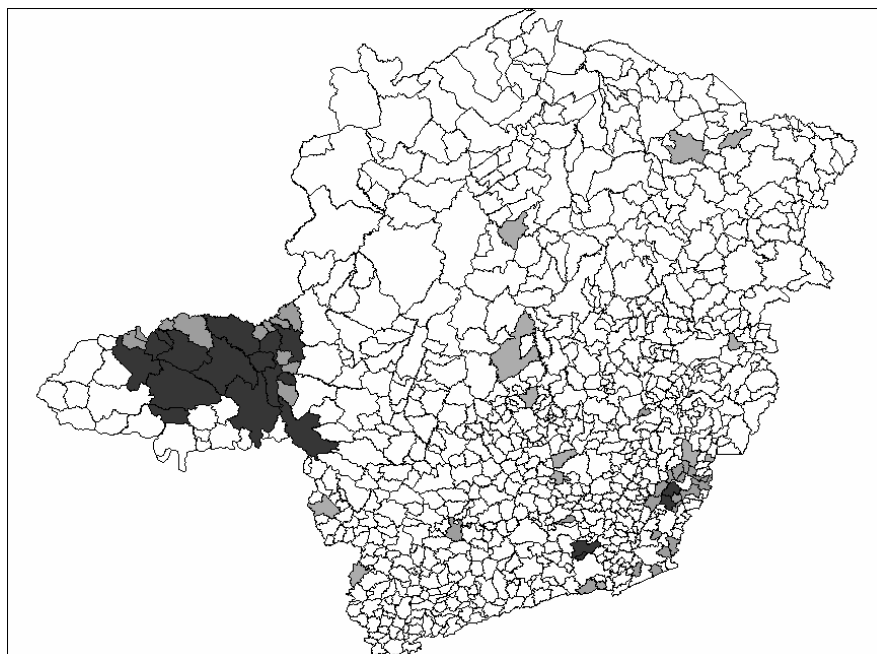


Figura 5: Relação de Roubo de cargas/km de vias federais

5.3. Análise exploratória em áreas

5.3.1. Análise da distribuição espacial dos roubos de cargas

A Figura 6 apresenta destaca a localização da elipse de desvio padrão dos eventos de roubo de carga em Minas Gerais, a qual indica a área que contém a maior quantidade de eventos de roubo de carga e também indica a tendência de concentração destes eventos dentro do Estado de Minas Gerais.

5.3.2. Análise dos agrupamentos de roubo de carga

A Figura 7 apresenta a localização dos agrupamentos de roubos de carga contendo mais de 5 eventos em sua área de cobertura. Pode-se visualizar que a maioria destes agrupamentos se localiza próximo ao Triângulo Mineiro como foi identificado na Figura 2 a qual apresenta os Municípios com maiores valores do índice de roubo de carga. Pode-se observar também nesta figura que existem agrupamentos próximos à fronteira com o Rio de Janeiro, originados possivelmente da pouca fiscalização nesta Região. A Figura 8 apresenta um detalhamento da região que obteve uma maior concentração de agrupamentos próximos ao Município de Uberlândia, principalmente nos trechos rodoviários da BR365, da BR050 e da BR153. Dada a proximidade destes agrupamentos pode-se inferir que existem ligações entre Municípios, tais como a ligação entre Uberlândia e Indianópolis na BR365 que podem ser alvo de medidas de inteligência por parte da Polícia Federal com o intuito de reduzir a ocorrência destes eventos nestes trechos.

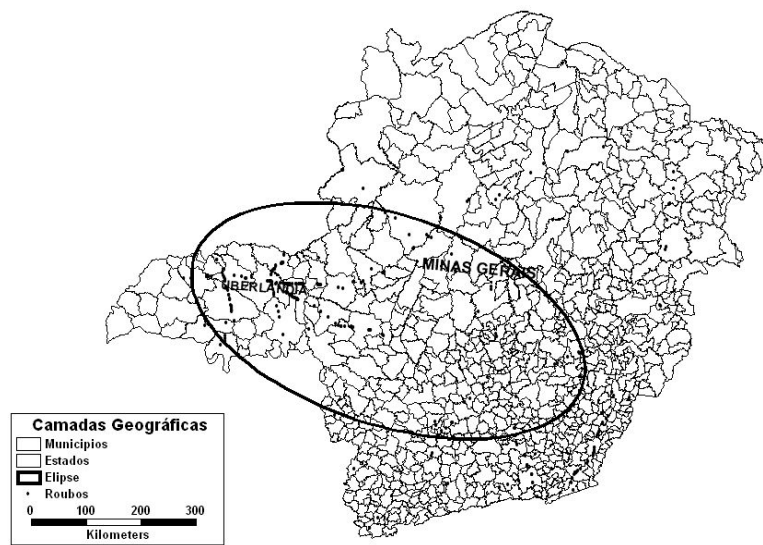


Figura 6: Relação de Roubo de cargas/km de vias federais



Figura 7: Agrupamentos de Roubo de Cargas por Município.

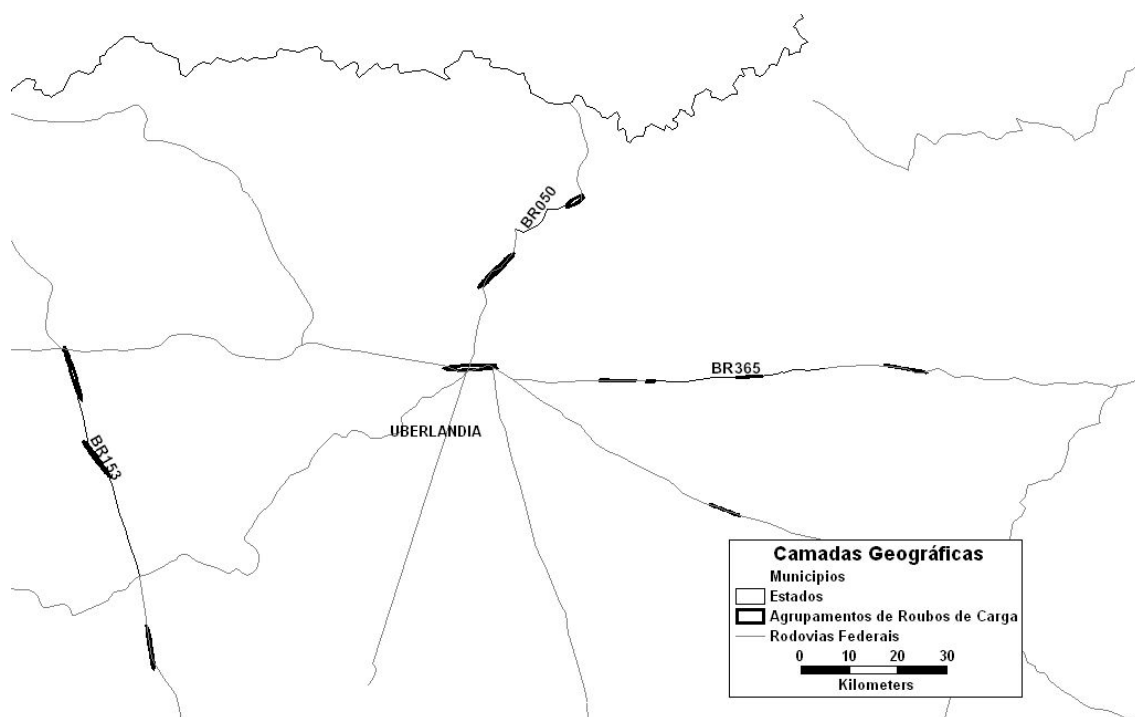


Figura 8: Detalhe dos Agrupamentos de Roubo de Cargas por Município.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A aplicação da metodologia citada neste trabalho para análise exploratória de roubos de cargas possibilitou criticar o banco de dados informatizado fornecido pela Polícia Rodoviária do Estado de Minas Gerais, citando os erros e problemas detectados e também forneceu um melhor entendimento sobre a distribuição espacial dos eventos de roubo de carga ao longo das rodovias federais deste Estado. Outro resultado obtido, a identificação de locais com concentrações significativas por meio da aplicação da técnica de agrupamentos, mostrou possuir um enorme potencial de contribuição para estudos de identificação de locais críticos de quaisquer tipos de crime. A identificação destes locais críticos pode também auxiliar na programação de medidas de fiscalização e de patrulhamento de rodovias, além da investigação por parte da Polícia dos diversos fatores que impulsionam a ocorrência do delito como: densidade da malha rodoviária, quantidade de produtos transportados, tipo e valor das mercadorias transportadas. Essa informação pode ser igualmente importante para as empresas de gerenciamento de riscos tendo em vista a consideração dos locais críticos no planejamento da rota mais segura para os transportadores. O estudo de caso possibilitou identificar o Triângulo Mineiro como a região crítica em relação ao roubo de carga devido às características sócio-econômicas, marcadas principalmente pela elevada quantidade de indústrias e serviços.

Recomenda-se a elaboração de metodologias de identificação de locais críticos que considerem o pressuposto da dependência espacial nos eventos de roubos de carga. Recomenda-se também aplicar outras técnicas aos estudos criminais nacionais considerando o modelo de análises de crime espaço temporais disponíveis em pacotes estatísticos espaciais disponibilizados gratuitamente na *internet*. Outra recomendação consiste em aplicar técnicas de agrupamentos considerando um fator de ponderação, como por exemplo, o valor da carga. Apesar de já

existirem alguns *softwares* nacionais que analisam os eventos criminais, tais como o Terracrime, recomenda-se que estes pacotes possam contemplar as ferramentas de análise espacial citadas neste estudo devido às vantagens supracitadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anselin, L. (1992). SpaceStat Tutorial. A Workbook for Using SpaceStat in the Analysis of Spatial Data. Morgantown: Regional Research Institute, West Virginia University. USA.
- Bailey, T. C. e A. C. Gatrell (1995) Interactive spatial data analysis. Longman, Londres, Inglaterra.
- Grubestic, T. H. e A. T. Murray (2003) Detecting hot spots using clusters analysis and GIS, Ohio, EUA. Disponível em: <<http://www.ojp.usdoj.gov/nij/maps/Conferences/01conf/Grubestic.doc>>. Acesso em: 19 ago. 2003.
- Block, C. R. (1994) STAC hot spot areas: a statistical tool for law enforcement decisions. In Proceedings of the Workshop on Crime Analysis through Computer Mapping. Criminal Justice Information Authority: Chicago, IL.
- Block, R. e Block, C. R. (1995) Space, place and crime: hot spot area sand hot places of liquor-related Crime. John E. Eck and David Weisburd (eds.). Crime and Place. Crime Prevention Studies, Volume 4. Criminal Justice Press: Monsey, N. Y. 147-185.
- Brasil (1988) Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Setembro\1988.
- Caiado, A. S. C. (2006) TerraCrime e potencial de uso da análise espacial no estudo da criminalidade. Sistema Nacional de Segurança Pública. Disponível em: http://www.mj.gov.br/senasp/pesquisas_aplicadas/anpocs/proj_aprov/terra_pote_uso_aurilio.pdf Acesso em: 09 de jul. de 2007.
- Câmara, G. e M. S. Carvalho (2000) Análise de eventos pontuais. In: Fuks, S. D.; M. S. Carvalho; G. Câmara; A. M. V. Monteiro (eds.), *Análise espacial de dados geográficos*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Divisão de Processamento de Imagens, São José dos Campos, SP. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>>. Acesso em: 18 de out. 2002.
- COPPEAD (2002) Transporte de cargas no Brasil – Ameaças e oportunidades para o desenvolvimento do País – “Diagnóstico e Plano de ação”. Disponível em: <http://www.centrodelogistica.com.br/news/fs-pesquisa.htm>. Acesso em 09/09/2006
- Cressie, N. A. (1993) Statistics for Spatial Data. Revised Edition. John Wiley & Sons Inc., Nova York, EUA.
- Dantas, G. F. L., Souza, N. G., (2004) As bases introdutórias da análise criminal na inteligência policial. Disponível em: <http://www.mj.gov.br/senasp/biblioteca/artigos>. Acesso 09/09/2006.
- Gameiro, A., H., Caixeta-Filho, J. V. (2002) O desaparecimento de cargas e o seguro no transporte de cargas brasileiro, Panorama Profissional, Revista Transportes.
- Heinrich, J. S. S. (2004) Aplicação da Análise de Riscos a Atividades do Transporte Rodoviário de Carga Geral, Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 128, fl.
- Levine, N. (1996) Spatial statistics and GIS: software tools to quantify spatial patterns. Journal of the American Planning Association. 62 (3), 381-392.
- Lima, M. P. (2006). Custos logísticos na economia brasileira. Centro de Estudos em Logística - CEL - Coppead/UFRJ. Revista Tecnológica – Janeiro/2006.
- NIJ (2002) CrimeStat: User's Guide National Institute of Justice. National Institute of Justice. Ned Levine & Associates, Washington, EUA. Disponível em: <<http://www.icpsr.umich.edu/NACJD/crimestat.html#download#>>. Acesso em: 14 de mai. 2002.
- Queiroz, M. P. (2003). Análise Espacial dos Acidentes de Trânsito do Município de Fortaleza. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 124, fls. Disponível em: <<http://www.det.ufc.br/petran/>>. Acesso em: 09 de jul. 2007.
- Queiroz, M. P.; Loureiro, C. F. G; Yamashita, Y. (2004) Caracterização de padrões pontuais de acidentes de trânsito aplicando as ferramentas de análise espacial. In: XVIII ANPET, 2004, Florianópolis. XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Florianópolis: Anísio Brasileiro e Werner Kraus Júnior, v. 1, p. 427-439.
- SETCESP (2005) Sindicato das Transportadoras de Carga do Estado de São Paulo. Disponível em www.setcesp.org.br. Acesso em 03/07/2007.