



ANÁLISE ESPACIAL DE SEGURANÇA EM TRANSPORTE COLETIVO

Daiane Castro Bittencourt

Juan Pedro Moreno Delgado

Cira Souza Pitombo

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-87893-17-8



9 788587 893178



ANÁLISE ESPACIAL DE SEGURANÇA EM TRANSPORTE COLETIVO

Daiane Castro Bittencourt

Juan Pedro Moreno Delgado

Universidade Federal da Bahia, Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana

Cira Souza Pitombo

Universidade de São Paulo/Escola de Engenharia de São Carlos

RESUMO

A violência que acontece durante o deslocamento das pessoas nas cidades, principalmente relacionada ao roubo a ônibus, é um tema relevante nas discussões relacionadas à engenharia urbana e de transportes, especialmente na gestão do transporte público. Nesse contexto, esta pesquisa objetiva analisar as ocorrências de roubo a ônibus no transporte coletivo a partir da utilização de técnicas de análise espacial, como a geoestatística. Esse delito possui uma dimensão espacial, o que possibilita a inserção de técnicas que considerem o atributo espacial para análise. Assim, pode-se considerar viável a aplicação de técnicas de geoestatística para análise do problema em questão. Essas técnicas são muito utilizadas em diversas áreas de conhecimento, porém, ainda não foram exploradas em estudos subjacentes à gestão do transporte público.

1. INTRODUÇÃO

A criminalidade no transporte público é um tema diretamente relacionado à Engenharia Urbana e de Transportes, pois afeta o funcionamento e a qualidade dos transportes das cidades e a gestão adequada do transporte público urbano. Ferraz e Torres (2004) corroboram com essa relação, pois consideram a segurança um dos critérios que afetam a qualidade do transporte público por ônibus, abrangendo os acidentes durante o deslocamento e atos de violência. No entanto, para esta pesquisa serão abordados apenas os atos de violência, mais especificamente o roubo a ônibus.

O roubo a ônibus urbano, geralmente apresenta um padrão de distribuição espacial, o que justifica a utilização de técnicas de geoestatística em estudos que consideram esta temática, objetivando aprimorar as análises com uso de localizações geográficas. Essa distribuição espacial está muitas vezes relacionada às características sociodemográficas, de infraestrutura urbana, e do ambiente físico, possibilitando a identificação de um padrão espacial.

Assim, esta pesquisa visa analisar as ocorrências de roubo a ônibus no transporte público a partir da utilização de técnicas de geoestatística. Além disso, pretende-se avaliar o padrão de distribuição espacial dos roubos a ônibus na cidade de Salvador-BA focalizando particularmente os itinerários, períodos do dia e sazonalidade, bem como se busca identificar eventuais áreas de intervenção para a aplicação de políticas públicas.

2. PROPOSTA DE PESQUISA

O roubo a ônibus provavelmente tem sua ocorrência associada às rotas de fuga ou até mesmo à certeza de impunidade nos locais desprovidos da proteção do estado. Isso porque o sítio geográfico, o padrão de ocupação do solo urbano e as características demográficas facilitam a ação e evasão desse tipo de crime. Neste contexto, a geoestatística apresenta um papel fundamental, uma vez que pode identificar quais rotas ou eventos que representam um maior risco potencial. Porém, observa-se, a partir da revisão bibliográfica realizada, que não há pesquisas com aplicação de técnica de geoestatística na análise desse tema.

Assim, tal pesquisa une o uso de técnicas espaciais ainda não exploradas para análise de criminalidade no transporte público, mais especificamente da violência cometida a partir de roubo a ônibus urbano, que se configura como um problema importante, pois envolve a qualidade e confiabilidade no sistema de transporte público. Além disso, a insegurança no transporte público acarreta uma maior busca por outros modos de transporte, como o automóvel, contribuindo para o aumento do número de veículos nas vias, e, conseqüentemente, para um maior congestionamento, acidentes e baixa qualidade dos deslocamentos.

Diante disso, todo empenho na busca de novas ferramentas e procedimentos metodológicos para análise e aprimoramento de estudos relacionados ao tema torna-se válido. É possível, então, contribuir com uma análise diferenciada acerca da criminalidade no transporte público em Salvador, mais precisamente através do uso de geoestatística, visando conhecer a relação entre as ocorrências de roubo a ônibus urbano, a sua distribuição espacial e os dados sociodemográficos atuais e do meio ambiente construído.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um dos primeiros autores que discutiram os conceitos de geoestatística foi Matheron (1963), que analisa os princípios dessa técnica e propõe o conceito de variáveis regionalizadas, a qual fornece a dependência espacial a partir da distância, pois considera a localização geográfica dos dados. Representa um avanço nos estudos da época, uma vez que se começa a identificar a necessidade de analisar os fenômenos espaciais de forma mais adequada passando a utilizar técnicas de geoestatística, já que a estatística tradicional não considera o atributo espacial dos dados em análise, impossibilitando um estudo mais completo do fenômeno. Watson (1971) explica o método de krigagem de forma intuitiva, e destaca os problemas estatísticos existentes na época. Além da krigagem, os outros conceitos fundamentais da geoestatística são: variável regionalizada e variograma. A partir de então, surgem diversos estudos com aplicação de técnicas de geoestatística, principalmente na área de geologia (De Geoffroy e Wignall, 1972; Drew, 1977; Klinge, 1971; Sinclar e Werner, 1978).

Os estudos de geoestatística aplicada à engenharia de transportes são recentes. Entre esses é possível destacar a pesquisa desenvolvida por Jin *et al.* (2006), que analisaram a previsão de tráfego diário a partir de métodos de estatística espacial. A técnica espacial utilizada foi considerada satisfatória para a geração do modelo e alcance do objetivo proposto, e os autores concluíram que a geoestatística mostra-se eficaz na contagem de tráfego para locais em que dados são escassos.

Miura (2010) analisou e estimou o tempo de viagem presente e futuro através de resultados obtidos por krigagem. O estudo foi aplicado em Londres e concluiu que o método se mostrou eficaz para análise em áreas urbanas com tempo de viagens diversas em virtude de congestionamentos.

Adjemian *et al.* (2010) analisaram a importância das relações espaciais nos estudos de transporte e afirmaram que diversos estudos têm mostrado que a temática de transporte apresenta fatores com significativa interdependência espacial, como a escolha do modo de transporte. Por isso, utilizaram dados de coordenadas geográficas para a geração do modelo a partir de informações acerca do transporte de San Francisco, no Estado da Califórnia –

Estados Unidos. A geoestatística apresentou-se como fundamental, já que proporcionou a análise da dependência espacial na escolha do automóvel.

Pitombo *et al.* (2010) desenvolveram um estudo visando comparar os resultados encontrados com uso de duas técnicas (geoestatística e Regressão Geograficamente Ponderada) para previsão de produção e atração de viagens urbanas. Assim, identificaram que ambas as técnicas podem ser consideradas satisfatórias para previsão de viagens, porém a krigagem apresenta a vantagem de possibilitar estimar valores em coordenadas cujos valores da variáveis de interesse são desconhecidos. Delmelle *et al.* (2012) analisaram o desenvolvimento de uma estrutura de otimização usando Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a melhoria da acessibilidade por meio de adição de paradas. Entre os resultados da pesquisa, destacam-se os mapas com a interpolação espacial da probabilidade de chegar a todos os destinos.

No estudo desenvolvido por Zou *et al.* (2012), os autores utilizaram a krigagem para interpolação de dados de tráfego e propõem uma medida de distância que melhor se ajusta aos estudos de rede rodoviária, buscando solucionar as limitações da krigagem tradicional, que usa geralmente a distância euclidiana.

4. MÉTODO

Esta pesquisa será desenvolvida seguindo estas principais etapas: 1- Análise e tratamento de dados e obtenção da amostra; 2- Uso da Regressão Linear Múltipla para obtenção de modelo de previsão de roubos baseados nas variáveis sociodemográficas e do meio ambiente construído; 3- Aplicação de krigagem com deriva externa para previsão de roubo a ônibus também em coordenadas cujos valores da variável de interesse são desconhecidos; 4 – Comparação de modelos não espaciais (Regressão Linear Múltipla) e espacial (Krigagem com deriva externa) em coordenadas cujos valores da variável “roubos a ônibus” já são conhecidos.

Para estruturação do banco de dados (primeira etapa), será realizado o tratamento e organização das variáveis secundárias e dos dados de roubo a ônibus em Salvador, de acordo com os dados disponíveis no IBGE e Secretaria da Segurança Pública. Pretende-se usar os *softwares* SPSS IBM 22.0 e geoMs (geostatistical Modelling Software) para manipulação dos dados e estruturação do banco, bem como para identificação das variáveis a serem consideradas neste estudo.

Para produção dos mapas será utilizada a base cartográfica de bairros elaborada pela Companhia de desenvolvimento Urbano da Bahia – CONDER, em parceria com a prefeitura de Salvador, que será manipulada através do programa de geoprocessamento ArcGis, assim como dados da rede de corredores de transporte coletivo por ônibus da cidade.

No segundo momento será aplicada a Regressão Linear Múltipla (RLM), que se configura como uma técnica confirmatória, para mensurar a importância das variáveis na análise das ocorrências de roubo a ônibus. Será definido, portanto, um coeficiente para cada uma das variáveis independentes a fim de elaborar um modelo de estimação de roubos a ônibus na cidade de Salvador.

Posteriormente, a técnica de Krigagem com Deriva Externa será utilizada para estimação de roubos em outras coordenadas geográficas, além daquelas que presentes no banco de dados. O resultado da estimação será mapeado usando o programa ArcGis, o que viabiliza a análise espacial e a identificação do padrão de distribuição dos dados.

5. RESULTADOS ESPERADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pretende-se contribuir com uma análise diferenciada acerca da criminalidade no transporte público em Salvador através do uso de geoestatística, visando conhecer a relação entre as ocorrências de roubo a ônibus urbano, a sua distribuição espacial e os dados sociodemográficos atuais e do meio ambiente construído. Além disso, evidenciar cientificamente a existência ou não de causalidade estabelecida entre as ocorrências de roubo a ônibus e a configuração das rotas de transporte.

Os estudos desenvolvidos até o momento mostram as vantagens das técnicas de geoestatística e suas limitações em diversas áreas de conhecimento, porém observa-se a necessidade de aprofundar os conhecimentos em relação à sua aplicabilidade na área de engenharia de transportes, mais especificamente no estudo de dados de violência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adjemian, M. K.; C. Lin; J. Williams (2010) Estimating spatial interdependence in automobile type choice with survey data. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Elsevier, v. 44, p. 661-675.
- De Geoffroy, J. e T. K. Wignall (1972) A statistical study of geological characteristics of porphyry-copper-molybdenum deposits in the cordilleran belt-application to the rating of porphyry prospects. *Economic Geology*, v. 67, n. 5, p. 656-668.
- Delmelle, E. M.; S. Li ; A.T. Murray (2012) Identifying bus stop redundancy: A gis-based spatial optimization approach. *Computers, Environment and Urban Systems* , v. 36, n. 5 , p. 445-455.
- Drew, M. W. (1977) US uranium deposits: A geostatistical model. *Resources Policy*, v. 3, n. 1, p. 60-70.
- Ferraz, A. C. P. e Torres, I. G.E. (2004) *Transporte público urbano*. Rima Editora, São Paulo-SP.
- Jin, K. E.; S. P. Man; H. Tae-Young; F. H. Leta (2006) Improving the prediction of annual average daily traffic for nonfreeway facilities by applying a spatial statistical method. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., n. 1968, p. 20–29.
- Klinge U. (1971) On the possibilities for application of geostatistics in the evaluation of deposits, especially of uranium ores, (Die Geostatistik und ihre Anwendungsmöglichkeiten fuer die Lagerstaettenbewertung, insbesondere bei Uranerzen). v. 24, n.5, p. 220-226.
- Matheron G. (1963) Principles of geostatistics. *Economic Geology*. v. 58: 1246–1266.
- Miura, H. (2010) A study of travel time prediction using universal kriging. *Top*, v. 18, n. 1, p. 257-270.
- Pitombo, C.; A. J. Sousa; M. Birkin (2010) Comparing different spatial data analysis to forecast trip generation. *12th WCTR*, July 11-15, Lisbon, Portugal.
- Sinclair, A. J.; e L. J. Werner (1978) Geostatistical investigation of the Kutcho Creek chrysotile deposit, northern British Columbia. *Journal of the International Association for Mathematical Geology*, v. 10, n. 3, p. 273-288.
- Watson, G.S. (1971) Trend-surface analysis. *Journal of the International Association for Mathematical Geology*. v. 3, n. 3, p. 215-226.
- Zou, H.; Y. Yue; Q. Li; A. G. Yeh (2012). An improved distance metric for the interpolation of link-based traffic data using kriging: a case study of a large-scale urban road network. *International Journal of Geographical Information Science*, v. 26, n. 4, p. 667-689.