



II IPTMU - Encontro sobre Impactos Potenciais
de Desastres Naturais em Infraestruturas de
Transporte e Mobilidade Urbana.
São José dos Campos, Brasil – 04 a 06 de
Outubro de 2016



COMPREENSÃO DA PROBLEMÁTICA DA VULNERABILIDADE EM SISTEMAS URBANOS

1. Ximena Cecilia León Villarroel. E-mail: ximena@det.ufc.br
2. Mário A. N. de Azevedo Filho. E-mail: mario@det.ufc.br
Universidade Federal do Ceará
Programa de Engenharia dos Transportes - PETRAN

RESUMO

A cidade é um conjunto de sistemas dinâmicos que interagem e, caso exista algum problema em um destes, pode-se produzir desequilíbrios nos outros subsistemas devido à interdependência. O impacto vai depender do grau de vulnerabilidade de cada subsistema. Indicadores locais de associação espacial (LISA), permitem identificar variáveis que apresentam correlação significativa.

Palavras Chave: vulnerabilidade, transportes, uso do solo, análise espacial

ABSTRACT

The city is a set of dynamic systems that interact with each other. If a problem occurs in one of them, it may produce imbalances in other subsystems because of the interdependence. The impact will depend on the degree of vulnerability of each subsystem. Local Indicators of Spatial Association (LISA) help the identification of variables that have a significant spatial correlation.

Keywords: vulnerability, transport, land use, spatial analysis

1. Introdução

Os sistemas urbanos complexos, especialmente aqueles referentes a infraestruturas, estão expostos a uma série de ameaças externas tais como desastres naturais, atos terroristas e problemas tecnológicos. Contudo, aqueles sistemas que conseguirem resistir aos choques externos podem ajudar a evitar falhas nas interações entre outros sistemas que provocariam desequilíbrio no sistema urbano.

As pesquisas sobre vulnerabilidade, na área dos sistemas de transportes, têm se concentrado nos aspectos de operação e de especificação da oferta. A análise isolada deste sistema contradiz o conceito de sistemas complexos urbanos. É necessário que se considere a integração deste com os subsistemas de uso de solo e atividades.

A resiliência em escala urbana ou regional refere-se à habilidade de absorção dos choques de eventos extremos, mantendo o mesmo estado funcional ou poder de

atração (McDaniels *et. al.* 2008). Duas dimensões utilizadas para medir a resiliência são a robustez e a rapidez. A robustez é a habilidade para resistir certo nível de choque sem sofrer a degradação ou perda total da função do sistema. A rapidez é a capacidade de atender as prioridades e atingir objetivos num tempo hábil, para poder conter as perdas e evitar futuras rupturas do sistema.

Para Reggiani *et al.* 2015, a conectividade pode ser um indicador para entender as conexões entre o sistema de transportes e o sistema de uso do solo. A conjunção dos sistemas de uso de solo e transportes permite aos indivíduos atingir os seus destinos através de diferentes escolhas de modo. Os custos generalizados de viagens devem considerar, além das variáveis de tempo de viagem e custos monetários, a previsibilidade/variabilidade destes, através das propriedades de robustez, confiabilidade, vulnerabilidade, flexibilidade e resiliência.

2. Desenvolvimento

A proposta da metodologia para a compreensão da problemática, adaptado de Soares (2014), indica três etapas: identificação, caracterização e diagnóstico. A presente pesquisa tem o foco na primeira parte da caracterização da problemática, que é a validação dos subsistemas através da correlação das variáveis escolhidas, através dos indicadores LISA (Indicadores Locais de Associação Espacial).

Os indicadores LISA mostram a proporcionalidade direta entre os valores da autocorrelação global e da autocorrelação local existindo dois tipos de parâmetros de medição. O Índice de Moran mede a dependência espacial através da medida global da autocorrelação espacial, o que indica o grau de associação espacial nas variáveis escolhidas. As estatísticas G_i e G_i^* , cujo cálculo é realizado pelas amostras vizinhas, onde o valor de significância entre altos e baixos é definido pela associação espacial das amostras contiguas (Anselin, 1995).

3. Resultados

A cidade de La Paz, Bolívia, conta com características topográficas, do solo e de distribuição espacial próprias de uma cidade vulnerável. Portanto, foram escolhidas uma variável por subsistema: número de pessoas pobres por distrito (atividades), proporção de área não urbanizável por zona de tráfego (uso de solo) e número de viagens motivo trabalho (transportes) (Figura 1).

As três variáveis mostram uma dependência espacial. A distribuição das pessoas consideradas como pobres tem uma tendência a dispersão aleatória, o que levou a um valor negativo para o Índice de Moran. Isto significa uma dependência espacial mais fraca devida, provavelmente, ao nível de agregação dos dados. No caso da proporção de uso de solo habitável esta distribuição mostra uma agregação e concentração numa parte da cidade, a qual não conta com problemas de qualidade do solo. Como último caso, as viagens motivo trabalho mostram um comportamento de concentração nas zonas do centro da cidade, com continuidade geográfica. Da mesma maneira acontece com aquelas zonas que não geram viagens motivo trabalho que contem certa continuidade de aglomeração geográfica.

4. Conclusão

Das três variáveis analisadas a definida para o subsistema de atividades foi a que apresentou menor tendência de agregação. Esta variável se distribui de maneira

aleatória no espaço, podendo-se inferir que a distribuição de pessoas pobres tem um mesmo comportamento em todas as zonas. Das outras duas variáveis pode-se inferir que existe a relação espacial.

Como resultado da validação em cada um dos subsistemas verifica-se a necessidade de uma nova análise nas variáveis do subsistema de atividades, o que pode envolver variáveis compostas para identificar a vulnerabilidade social. A continuação desta pesquisa envolverá a análise integrada da problemática da vulnerabilidade nestes três subsistemas urbanos.

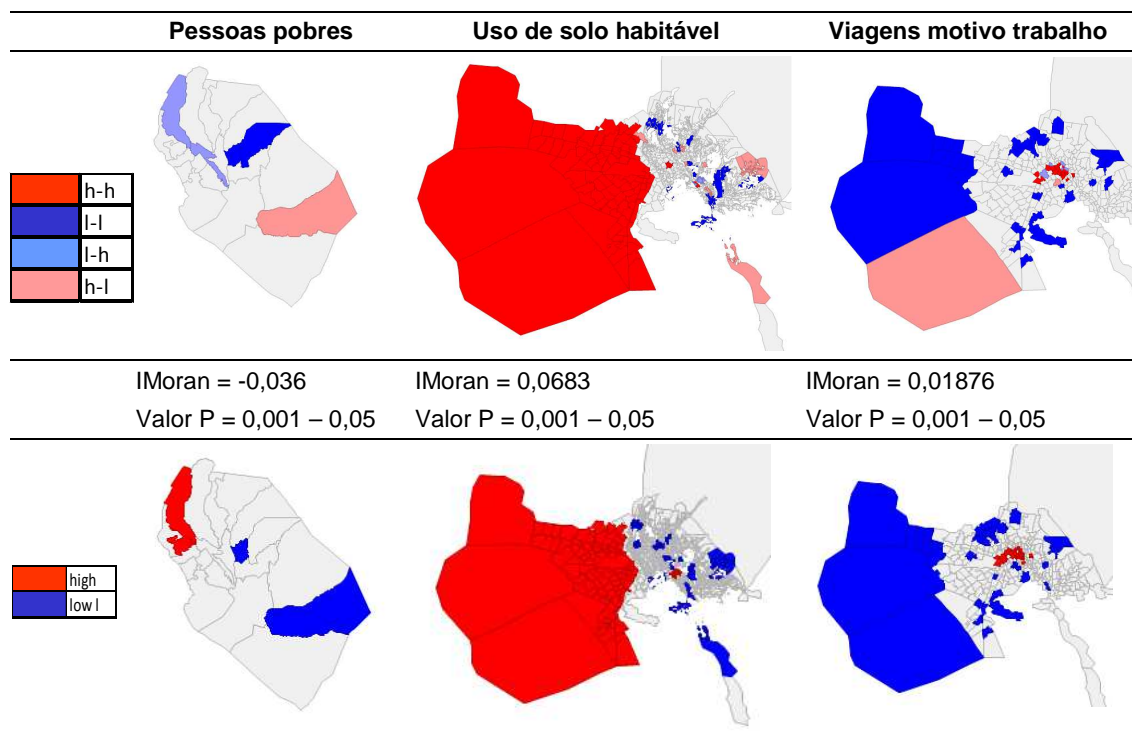


Figura 1 - Resultado do Índice LISA para três tipos de variáveis

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES pela bolsa de mestrado.

Referências Bibliográficas

ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association – LISA. **Geographical Analysis**, 27, n.2, 93/115, 1995.

MCDANIELS, Timothy *et al.* Fostering resilience to extreme events within infrastructure systems: Characterizing decision contexts for mitigation and adaptation. **Global Environmental Change**, v. 18, n. 2, p. 310–318, 2008.

REGGIANI, Aura; NIJKAMP, Peter; LANZI, Diego. Transport resilience and vulnerability: The role of connectivity. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 81, p. 4–15, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2014.12.012>>.

SOARES, F. Proposta metodológica da compreensão da problemática das relações entre Uso de Solo e Transportes no planejamento urbano integrado, **Dissertação de Mestrado- Universidade Federal do Ceará. Fortaleza**. V.1. p.112, 2014