

# **DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO DE ÓBITOS PROVOCADOS POR DESLIZAMENTOS E POR INUNDAÇÕES NO ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL DURANTE A OPERAÇÃO VERÃO DE 2001 A 2007<sup>1</sup>**

**Thiago Salomão de Azevedo<sup>2</sup>, Iára Regina Nocentini André<sup>3</sup> e Antônio Carlos Tavares<sup>4</sup>**

**Resumo:** Este trabalho apresenta a aplicação do uso dos Indicadores Multivariados Locais de Correlação Espacial (LISA) no mapeamento das ocorrências de deslizamentos de terra e inundações, no Estado de São Paulo - Brasil, durante a Operação Verão de 2001 a 2007. Os resultados mostram que há uma correlação espacial entre a ocorrência de óbitos causados por deslizamentos e inundações. Através da aplicação desta técnica estatística foi possível identificar que as áreas de maior risco de deslizamento estão localizadas na Região Metropolitana de São Paulo, nos municípios localizados nos contrafortes nas encostas da Serra da Mantiqueira e do Planalto Atlântico e no vale do rio Paraíba do Sul. Por sua vez, as áreas de maior risco de inundação estão localizadas, na Região Metropolitana de São Paulo e nos municípios situados nos vales do rio Paraíba do Sul e Ribeira de Iguape.

**Palavras-chave:** áreas de risco, deslizamentos, enchentes, estatística espacial, Operação Verão.

## **DETERMINATION OF FLOOD AND LANDSLIDE RISK AREAS IN THE STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL DURING OPERATION SUMMER FROM 2001 TO 2007**

**Abstract:** This paper presents the application of Local Multivariate Indicators of Spatial Association (LISA) to map flood and landslide risk areas in the State of São Paulo, Brazil during Operation Summer from 2001 to 2007. The results showed there are spatial correlations between the deaths caused by landslides and flooding. Using this statistical technique the areas of highest risk could be identified. The landslide risk areas were located in the Metropolitan Region of São Paulo, at the foothills of the Atlantic Plateau and in the Valley of Paraíba do Sul River. The flood risk areas were located in the Metropolitan Region of São Paulo and in the Valley of Paraíba River and Ribeira de Iguapé.

**Key words:** flooding, landslides, Operation Summer, risk areas, spatial statistics.

### **INTRODUÇÃO**

As noções de risco vêm sendo utilizadas em diversos ramos das ciências. Segundo Souza e Zanella (2010), a diversidade de conceitos dificulta o consenso quanto às idéias e interpretações. Castro et al. (2005), alega que é difícil afirmar com exatidão quando tiveram início os primeiros estudos sobre riscos.

Segundo Adams (1995), o vocábulo risco assumiu papel de termo técnico na literatura científica desde 1921, quando foi publicado o trabalho “Risk, uncertainty and profit”, de Frank Knight, que divulgou: Se você não sabe ao certo o que vai acontecer, mas sabe que há chances, isso é risco. Contudo, se você nem sabe quais são as chances de acontecer, isso é incerteza. Na escola de Chicago, a palavra risco era associada aos processos da natureza (Löfsted e Frewer, 1998).

---

<sup>1</sup> Artículo recibido el 4 de mayo de 2012 y aceptado para publicación el 4 de agosto de 2012.

<sup>2</sup> Professor Assistente, Faculdades Integradas Claretianas de Rio Claro, Rio Claro, São Paulo, Brasil. Email: thiagosalomaodeazevedo@gmail.com

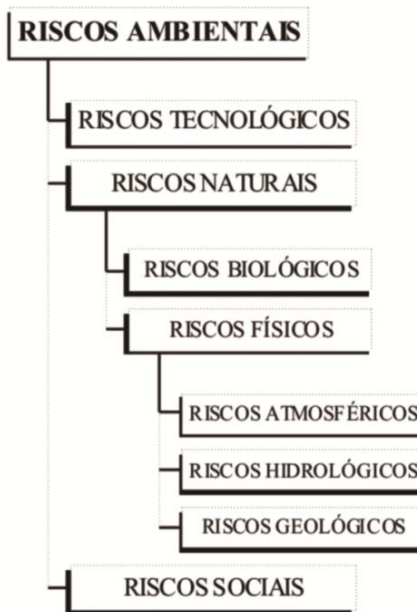
<sup>3</sup> Professor Assistente, Departamento de Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brasil. Email: iaranocentini@gmail.com

<sup>4</sup> Professor Adjunto, Departamento de Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brasil. Email: atavares@rc.unesp.com

A concepção de risco adotada pela Política Nacional de Defesa Civil adota o risco como um produto da probabilidade de ocorrência de um fenômeno natural, indutor de acidentes, pelas possíveis consequências, que são geradas em uma dada área (Souza e Zanella, 2010). Nesta perspectiva, a expressão risco (R) é equivalente a probabilidade (P) x as consequências (C).

Campos (1999) afirma que a expressão  $R = P \times C$ , pode causar um erro de interpretação ao oferecer um ponto de vista difuso de que a probabilidade e consequência podem ser ponderadas facilmente segundo uma conexão aritmética.

Atualmente, a denominação de risco ambiental inclui também os processos induzidos pela ação antrópica, na caracterização do risco, como mostra a Figura 1 (Cerri e Amaral, 1998).



**Figura 1: Classificação de riscos ambientais (adaptado de Cerri e Amaral, 1998).**

Para Bryant (1991), a definição de risco ambiental é uma situação de perigo, perda ou dano aos seres humanos e as suas propriedades, em razão da possibilidade de ocorrência dos acidentes ambientais.

Entretanto, Cardona (2001) descreve que o risco ambiental pode ser caracterizado pelo aspecto simultâneo da ameaça e da vulnerabilidade. A ameaça está relacionada à ocorrência de fenômenos que podem colocar o homem em situação de perigo. A vulnerabilidade, por sua vez, pode ser descrita como a predisposição de uma população a ser afetada pelos danos recorrentes de uma ameaça.

Neste aspecto, a ocorrência de um evento qualquer em áreas desabitadas é considerada apenas evento natural, entretanto quando este mesmo evento ocorre em áreas ocupadas pelos seres humanos, é considerado um risco ambiental (Augusto Filho et al., 1990).

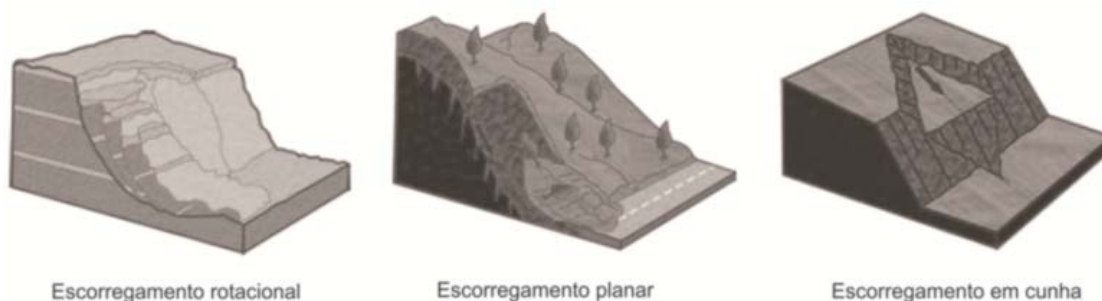
Na geografia, o risco ambiental está vinculado à possibilidade da população ser afetada por um fenômeno geográfico excepcional (Souza e Zanella, 2010). As áreas sujeitas a inundações e a deslizamentos de terra, por exemplo, são consideradas áreas de risco, pois apresentam condições geomorfológicas e fatores antrópicos específicos que, aliados aos condicionantes climáticos, conduzem a grandes desastres.

De acordo com Ministério das Cidades/IPT (IPT, 2007), as enchentes são definidas pela elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar. As inundações representam o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea (Figura 2).



**Figura 2: Representação do processo de enchente e inundação (Amaral e Ribeiro, 2009).**

Os deslizamentos também conhecidos com escorregamentos são movimentos de massa envolvendo materiais (solos, rochas e vegetação) que recobrem as superfícies das vertentes ou encostas (Tominaga, 2009). Estes processos possuem movimentos de terrenos que podem ser lentos ou rápidos, com volumes definidos, deslocando-se sob ação gravitacional para fora da encosta. No Estado de São Paulo estes tipos de movimento de massa são caracterizados por possuírem velocidades médias a altas sendo classificados como: escorregamentos rotacionais, escorregamentos planares e escorregamentos em cunha (Figura 3).



**Figura 3: Representação do processo de escorregamento (Tominaga, 2009).**

Segundo Botelho (2011), estes eventos ocasionam grandes danos financeiros e até mesmo perdas de vidas humanas, seja por efeitos diretos, como afogamentos, ou indiretos, como enfermidades infecto contagiosas decorrentes do contato com a água contaminada.

Os desastres naturais estão cada vez mais sendo mostrados e noticiados pela imprensa. Nos últimos anos, somente no Brasil, foram registrados vários episódios aterrorizantes de desastres naturais, como os movimentos de massa ocorridos na Região Serrana do Rio de Janeiro, em 2011, os movimentos de massa na Ilha Grande – RJ, em 2010, além dos acontecimentos de Santa Catarina, em 2008 (André et al., 2011). No período de 1999 a 2008 foram registrados em todo o Brasil cerca de 49 episódios de eventos extremos, que atingiram 5,2 milhões de pessoas, levando a óbito 1.168 pessoas e causando um prejuízo econômico de aproximadamente US\$ 3,5 bilhões (EM-DAT, 2009).

Segundo Nunes (2009), os eventos extremos podem configurar como desastres naturais, pois fazem parte da história evolutiva do planeta, e suas consequências na população humana refletem uma interação conflituosa entre a sociedade e a natureza.

A maioria das cidades brasileiras apresenta um crescimento urbano desordenado, impulsionado pelo processo de industrialização e de modernização. Esta tendência de urbanização não permitiu que os gestores públicos estabelecessem a prospectiva territorial adequada (Brasil, 2007). Para Nunes (2009), esta configuração sócio-política foi responsável pelo aumento substancial das áreas de risco no território nacional.

Embora a Política Nacional de Defesa Civil, em 1994, tenha implantado medidas que promovem a redução dos desastres por meio de ações preventivas (Brasil, 2009), o Estado de São Paulo, através da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – SP é pioneiro no desenvolvimento de planos preventivos e de contingência para enfrentar fenômenos desta natureza. O plano preventivo é denominado de Operação Verão, e vem sendo realizado desde 1988, no período de 1 de dezembro a 31 de março. Esta operação tem por objetivo otimizar os

recursos existentes e antecipar as situações de risco, articulando a participação das secretarias estadual e municipais, órgãos de atendimento emergencial, equipes da defesa civil dos municípios e a própria comunidade, em ações que visam prevenir e minimizar, principalmente, as consequências típicas geradas pelas chuvas intensas (São Paulo, 2010).

Entretanto, o processo de gerenciamento de riscos somente pode ser efetuado a partir da conversão da Medida Provisória N<sup>o</sup> 494, de 2 de julho de 2010 (Brasil, 2010a), na Lei Federal 12.340 de 1 de dezembro de 2010, a qual estabelece, no Art.2<sup>o</sup> § 1<sup>o</sup>, que os Estados e o Distrito Federal deverão encaminhar à Secretaria Nacional de Defesa Civil do Ministério da Integração Nacional, o mapeamento das áreas de risco de seu território (Brasil, 2010b).

Para Tommasi (1993) estas diretrizes consideram os tirocínios requeridos para o gerenciamento de risco, pois contempla os estágios de identificação, avaliação quantitativa de risco e tomada de decisões.

Mediante aos fatos expostos acima, o objetivo deste trabalho foi identificar as áreas de riscos, provocados por eventos severos, no Estado de São Paulo, no período de 2001 a 2007, durante a Operação Verão, em relação aos óbitos provocados por inundações e por deslizamentos, através da utilização do Indicador Local Multivariado de Correlação Espacial de Moran.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método utilizado para especializar as áreas críticas das inundações e de deslizamentos, no Estado de São Paulo, foi elaborado a partir dos procedimentos metodológicos encontrados em (Fotheringham et al., 2000). Este método foi utilizado por ser muito útil no fornecimento de uma correlação espacial dos eventos estudados.

Para o desenvolvimento da metodologia proposta foi adotada, como plano de informação espacial, a base de informações espaciais do Estado de São Paulo no formato “shapefile” do sistema de informações georreferenciadas Estatcart, desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (Brasil, 2004).

Esta base de informações foi exportada para o sistema de informação geográfica ArcGis 9.0, onde foi compilado um banco de dados com as informações das ocorrências, registradas pela Defesa Civil, de óbitos, inundações e deslizamentos, para o período estudado.

O Sig ArqGis 9.0, possui um formato de armazenamento de dados vetoriais baseados em arquivos, ou seja, os atributos geográficos são armazenados em um banco de dados denominado de tabela de atributos. Cada linha desta tabela contém as informações descritivas de um única feição e as colunas ou campos definidos na tabela são as mesmas para cada linha (Câmara e Monteiro, 2004). A ligação entre as feições geográficas e a tabela de atributos é feita através de um indicador georelacional, que promove a ligação e mantém a correspondência entre ambos.

Com o auxílio do indicador local multivariado de associação espacial (“Multivariate Local Indicator of Spatial Association” – LISA), buscou-se determinar as regiões no Estado de São Paulo, que são mais significativas às associações espaciais dos óbitos pela ocorrência de inundações e de deslizamentos.

A partir desta técnica estatística é possível avaliar a hipótese de aleatoriedade espacial, comparando os valores do indicador de cada região com os indicadores das regiões vizinhas. O I-Moran Local (Ii) efetua a autocorrelação espacial de uma localização específica com os seus vizinhos, permitindo a identificação de agrupamentos (Câmara et al., 2004).

Este índice foi utilizado, pois segundo Bivand (1998), ao se lidar com grande número de áreas é possível que diferentes regimes de associação espacial ocorram. Assim, a utilização de indicadores globais multivariados de correlação espacial subestimaria as correlações espaciais, pois apenas um valor médio de associação espacial é calculado para todo o conjunto de dados.

Este indicador pode ser estimado a partir da seguinte forma, para uma localização  $i$ , e quando os valores de  $I_i$  são diferentes de zero isso indica que a unidade  $i$  está espacialmente associada aos seus vizinhos (Cressie, 1993):

$$I_{kl}^i = z_k^i \sum_j w_{ij} z_l^j \quad (1)$$

onde  $I_i$ ,  $Z_i$ ,  $\Sigma_j$  e  $W_{ij}$  são respectivamente o Índice Local de Moran, as variáveis padronizadas, o somatório entre cada linha  $i$  da matriz espacial e os elementos da matriz de proximidade espacial padronizada de primeira ordem  $W$ .

A significância estatística do uso deste índice foi calculada a partir da permutação da aleatoriedade do valor das demais áreas, até obter uma pseudo distribuição ( $p$ ) para a qual se pode computar os parâmetros de significância (Câmara et al., 2004).

Estes parâmetros foram calculados a partir de 499 permutações aleatórias dos valores de  $I$  de Moran, provenientes da correlação dos óbitos com as variáveis estudadas (enchentes e deslizamentos). O cálculo do *valor-p* seguiu a seguinte rotina:

1. Calcula-se o índice  $I_{(0)}$  para os dados observados de deslizamentos e enchentes de todas as  $n$  amostras (645 municípios do Estado de São Paulo);
2. Calcula-se o índice  $I_{(1)}$  permutando aleatoriamente os valores dos deslizamentos e das enchentes entre as  $n$  amostras (645 municípios do Estado de São Paulo);
3. Repete-se as rotinas anteriores 499 vezes até calcular o índice  $I(500)$ .

Assim, a significância estatística  $I$  de Moran é avaliada a partir do estabelecimento das seguintes hipóteses:

- $H_0: I = 0$  (não existe correlação espacial entre as variáveis estudadas);
- $H_1: I > 0$  (existe correlação espacial positiva entre as variáveis estudadas).

Aceita-se a hipótese nula ( $H_0$ ), de que não há correlação espacial entre as variáveis estudadas, quando todos os valores das permutações são igualmente prováveis. Este fato ocorre quando as variáveis aleatórias são independentes e homogeneamente distribuídas. (Anselin, 1995). Estatisticamente esta constatação é observada quando o *valor-p* é maior do que o valor do índice observado  $I_{(0)}$  ( $\alpha = 5\%$ ).

Contudo, rejeita-se a hipótese nula ( $H_0$ ) e acolhe-se a hipótese alternativa ( $H_1$ ), de que os conjuntos de dados estudados possuem correlação espacial, se o número de índices simulados da pseudo distribuição ( $p$ ) for menor do que  $I_{(0)}$  ( $\alpha = 5\%$ ).

Para a visualização deste resultado foram compilados histogramas respectivos aos deslizamentos e as enchentes com os valores de  $I_{(k)}$ , com  $k = 0.1, \dots, 500$ , onde se apontam os valores de  $I_{(0)}$  e  $I_{(1)}$ .

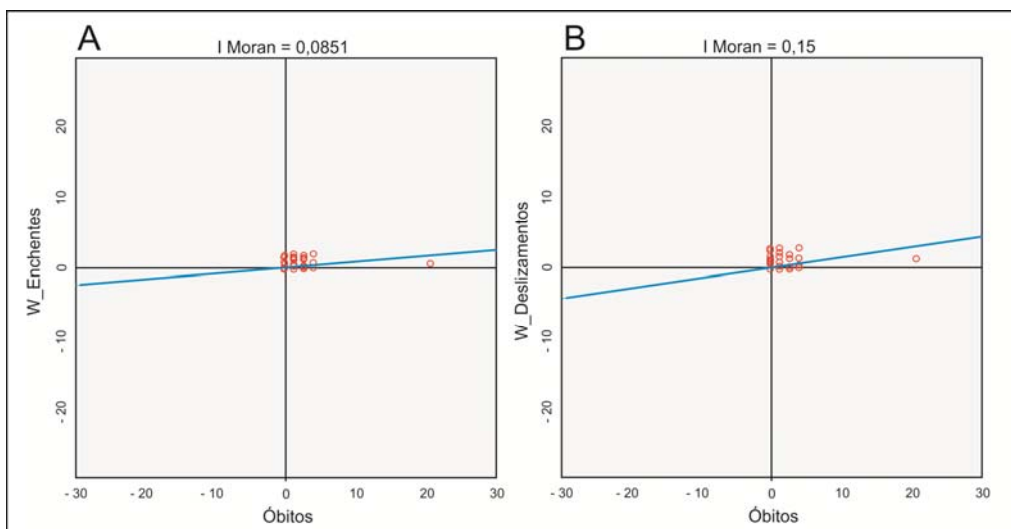
Após a determinação da significância estatística do Índice Local Multivariado de Moran foi compilado um mapa indicando os municípios onde há correlação espacial significativa.

A aplicação desta técnica de análise espacial permitiu identificar as áreas de risco dos óbitos provocados pela ocorrência de enchentes. O produto final, desta etapa de pesquisa, originou dois mapas coropléticos qualitativos, identificando as áreas de maior risco de ocorrência destes fenômenos.

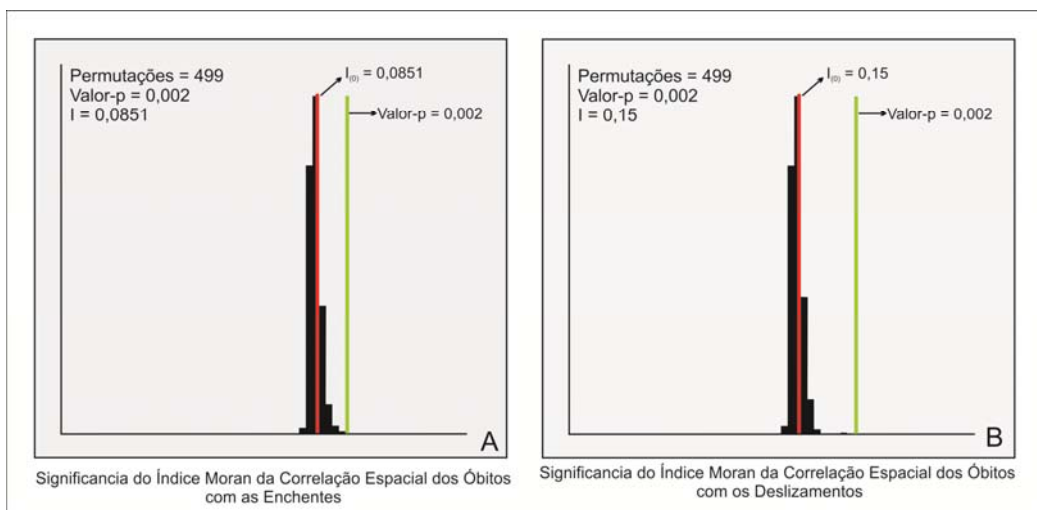
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da aplicação do Índice Local Multivariado de Moran pode ser observado na Figura 4. O gráfico bidimensional (Figura 4), mostra que há uma correlação direta, isto é, positiva tanto para as enchentes (A) quanto para os deslizamentos (B). O Índice Local Multivariado de Moran foi de 0,0851 e 0,15 para as inundações e deslizamentos, respectivamente.

Os valores encontrados do Índice do Moran são baixos tanto para as enchentes, quanto para os deslizamentos. Contudo, tais valores impedem a conclusão se há ou não correlação espacial multivariada positiva. Os testes de significância, de permutação aleatória de  $I$  da correlação espacial multivariada, das variáveis estudadas, podem ser observados na Figura 5.



**Figura 4: Scatterplot de Moran para verificar a autocorrelação espacial dos óbitos com as inundações (A) e deslizamentos (B).**



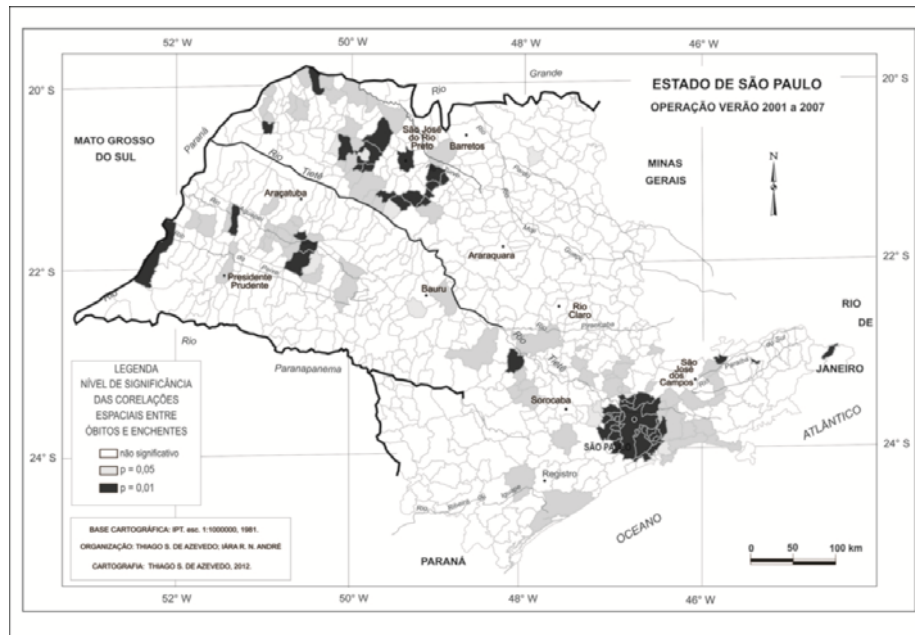
**Figura 5: Histogramas do teste de significância do Índice de Moral Local Multivariado para verificar a autocorrelação espacial dos óbitos com as inundações (A) e deslizamentos (B).**

Os histogramas da Figura 5 foram compilados a partir de 500 permutações aleatórias, coincidentemente o valor-p foi de 0.002, para a correlação multivariada das enchentes (A) e dos deslizamentos (B). Estes resultados permitem rejeitar a hipótese nula de ausência de correlação multivariada entre as variáveis estudadas com um nível de significância  $\alpha$  de 5%. Resultados parecidos podem ser encontrados em Braga et al. (2010).

Desta forma, comprova-se que há uma correlação espacial entre os óbitos ocorridos, durante a operação verão no período de 2001 a 2006 no Estado de São Paulo.

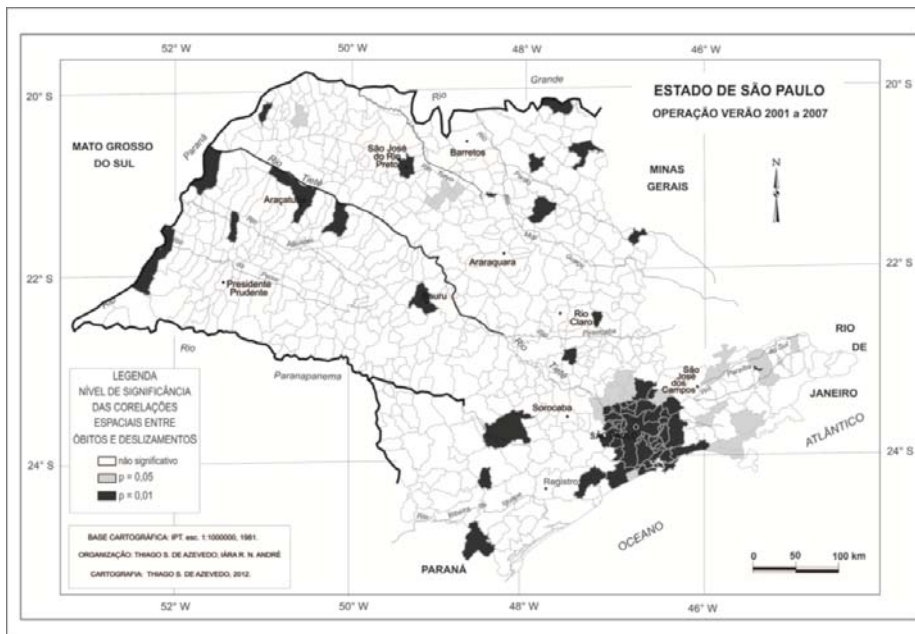
O mapa do nível de significância do índice utilizado pode ser observado nas Figuras 5 e 6, que mostram claramente os agrupamentos de não estacionalidade das inundações (Figura 6) e dos deslizamentos (Figura 7), ou seja, há áreas com dinâmicas espaciais distintas.

Estes resultados (Figura 6) mostram que 61,2% dos municípios significativos possuem significância espacial de 95% e 38,8% apresentam significância de 99%.



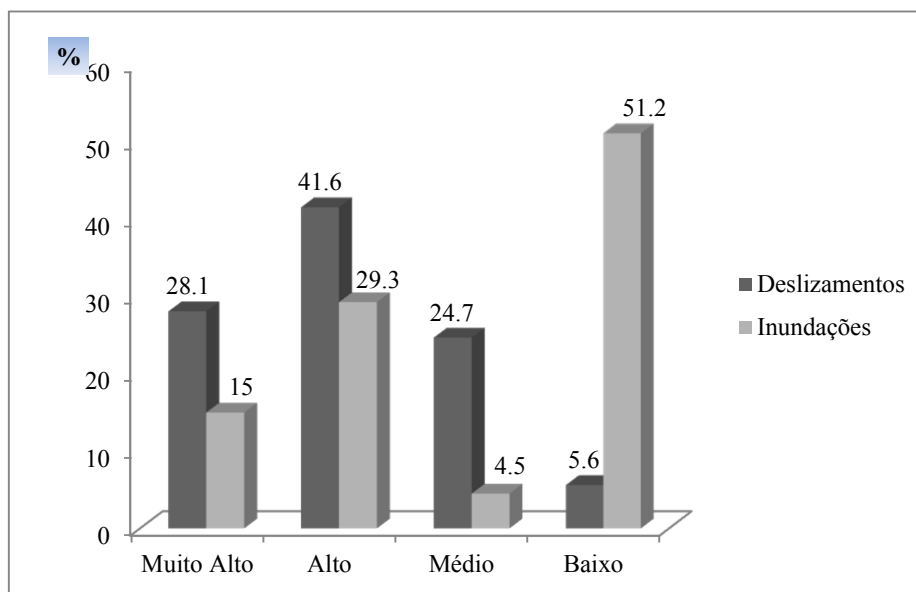
**Figura 6: Mapa de Nível de Significância do Indicador Local Multivariado de Moran dos Óbitos provenientes de Inundações no Estado de São Paulo, durante a Operação Verão no período de 2001 a 2007.**

A Figura 7 mostra claramente os agrupamentos de não estacionalidade dos riscos de deslizamentos. Estes resultados mostram que 82% dos municípios significativos possuem significância espacial de 99% e 16% apresentam significância de 95%.



**Figura 7: Mapa de Nível de Significância do Indicador Local Multivariado de Moran dos Óbitos provenientes de Deslizamentos no Estado de São Paulo, durante a Operação Verão no período de 2001 a 2007.**

As áreas de risco provenientes das ameaças (inundações e deslizamentos) pelas da vulnerabilidade (óbitos) pode ser vista na Figura 8.



**Figura 8: Gráfico da Porcentagem das Classes de Risco dos Municípios de Estado de São Paulo dos Óbitos provenientes de Inundações e Deslizamentos no Estado de São Paulo, durante a Operação Verão no período de 2001 a 2007.**

Para inundações, os resultados mostram que aproximadamente 44% dos municípios paulistas, com correlação espacial positiva, possuem um risco muito alto e alto, 15% e 29,3%, respectivamente. Os logradouros com risco baixo apresentam 51,2% para inundações. Já para os deslizamentos, os resultados mostram que aproximadamente 70% dos municípios paulistas com correlação espacial positiva possuem 28,1% risco muito alto e 41,6% alto.

A distribuição espacial do risco de inundação é observada na Figura 9. Nesta figura as regiões em vermelho têm grande vulnerabilidade em virtude da ocorrência de óbitos resultantes do risco muito alto de inundações. São identificados 2 agrupamentos deste tipo: 1) Municípios localizados no Planalto Paulistano e, 2) Cidades localizadas no Vale do Rio Paraíba.

As regiões em laranja apresentam por sua vez um risco alto de óbitos em consequência de inundações. Nesta classe são identificados cinco agrupamentos significativos, sendo que dois deles correspondem aos municípios localizados no Planalto Paulistano; um agrupamento no Vale do Rio Paraíba, um no Vale do Rio Ribeira de Iguape um no Vale do Rio Tietê.

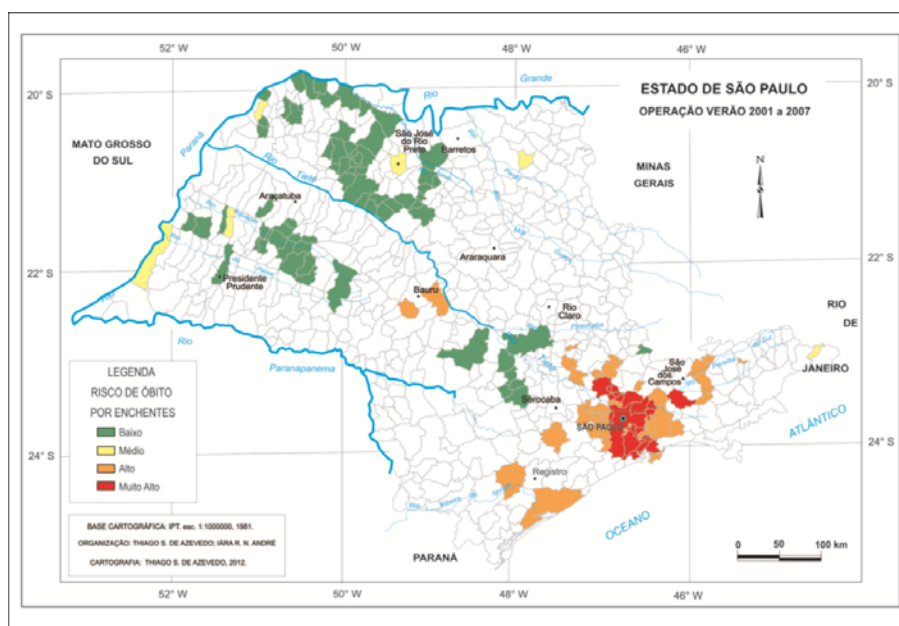
As áreas com risco médio localizam-se nas calhas do Rio Paraná, Rio Pardo e Rio Turvo.

Por fim, as áreas de baixo risco estão mostradas em três agrupamentos, localizados na região central, noroeste e oeste do Estado de São Paulo. Os municípios da região central encontram-se nos domínios das cuestas basálticas. Os logradouros a noroeste e oeste, competem à calha dos rios Tietê e Turvo e dos rios do Peixe e Aguapeí, respectivamente.

A partir destes resultados fica evidente que as áreas localizadas nos vales dos grandes rios e as mais populosas do Estado de São Paulo, apresentam os maiores riscos de óbitos provocados por inundações.

A Figura 10 mostra a distribuição espacial do risco de deslizamentos. Nesta figura as regiões em vermelho possuem grande vulnerabilidade em virtude da ocorrência de óbitos decorrentes dos deslizamentos. São identificados 2 agrupamentos deste tipo: 1) Municípios localizados no Planalto Paulistano e na Serra do Mar e, 2) Cidades localizadas no Vale do Rio Paraíba.

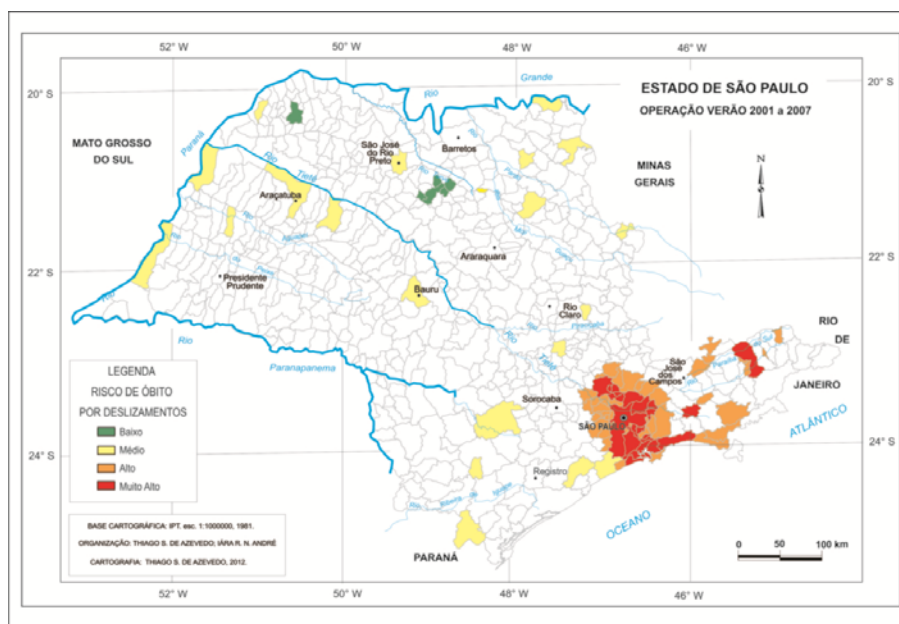




**Figura 9: Mapa de Risco de Inundações do Estado de São Paulo, durante a Operação Verão no período de 2001 a 2007, compilado pelo Indicador Local Multivariado de Moran.**

As regiões em laranja apresentam por sua vez um risco alto de óbitos em consequência dos deslizamentos. Nesta classe são identificados 5 agrupamentos significativos, sendo que dois deles correspondem aos municípios localizados no Planalto Paulistano; um agrupamento circunscrito à Serra do Mar, outro no Vale do Rio Paraíba e um restrito às comunas da Serra da Mantiqueira.

As áreas com risco médio encontram distribuídas por todo o Estado de São Paulo, principalmente nas cidades que são cortadas por grandes rios.



**Figura 10: Mapa de Risco de Escorregamento de Terras do Estado de São Paulo, durante a Operação Verão no período de 2001 a 2007, compilado pelo Indicador Local Multivariado de Moran.**

Por fim, as áreas de baixo risco estão agrupadas em dois agrupamentos, localizados na região centro-norte e nordeste, respectivamente. Através destes resultados fica evidente que as áreas mais íngremes e mais populosas do Estado de São Paulo, apresentam os maiores riscos de óbitos provocados por deslizamentos de terra.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do Índice Local Multivariado de Moran mostrou ser muito hábil na compilação do mapa de risco de inundações e de deslizamentos do Estado de São Paulo, durante a Operação Verão.

Esta técnica estatística também se apresentou eficiente na adoção da fundamentação teórica do conceito de risco empregado, pois é a partir da análise destes dados, que a Defesa Civil, poderá se embasar para a realização do seu planejamento estratégico e na tomada de decisão junto aos órgãos governamentais competentes.

Além disso, esta metodologia de pesquisa pode ser utilizada como arcabouço técnico para o cumprimento da Lei Federal 12.340 de 1 de dezembro de 2010.

Desta forma, o uso de sistemas de informação geográfica deve ser encarado como serviço obrigatório, nas Secretarias de Gestão Pública, pois implica no estabelecimento de rotinas de trabalho, organização e planejamento, as quais permitirão a consolidação de informações que servirão de referencial tanto para a prevenção quanto para o cumprimento da legislação vigente.

## BIBLIOGRAFIA

- Adams, J. (1995). *Risk: The policy Implications of Risk Compensation and Plural Rationalities*, UCL Press, London.
- André, I. R. N., Pitton, S. E. C., Tavares, A. C., Azevedo, T. S. e Jabor, M. (2011). “Registros de óbitos decorrentes de desastres climáticos na Operação Verão no período de 2000 a 2007”, *IX ENANPEGE*, CD-ROM.
- Amaral, R. e Ribeiro, R. R. (2009). “Inundações e enchentes”, Tominaga, L. K., et al. (Eds.) *Desastres Naturais: Conhecer para Prevenir*, São Paulo, Instituto Geológico, pp. 39-52.
- Anselin, L. (1995). “Local indicators of spatial association - LISA”, *Geographical Analysis*, Vol. 27, No. 2, pp. 93-115.
- Augusto Filho, O., Nakazawa, V. A., Moretti, R. S., Nunes, C. M. e Santoro, J. (1990). “Situações de risco na região da Serra do Mar no estado de São Paulo: áreas urbanas”, *Simpósio Latino-Americano sobre Risco Geológico Urbano*, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE, São Paulo, pp. 352-358.
- Braga, A. S., Silva, N. C. N., Machado, J. E. e Domingos Filho, M. (2010). “Estudo de dependência espacial utilizando análise de dados de área aplicada na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte por meio do Indicador Econômico PIB”, *Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística*, Associação Brasileira de Estatística – ABE, São Pedro, Disponível em: <<http://www.ime.unicamp.br/sinape/sites/default/files/Resumo%20expandido%20SINAPE.pdf>>, acesso em: 28 de julho de 2012.
- Brasil. (2010a). “Medida Provisória nº 494, de 1 de dezembro de 2010”, *Diário Oficial da União*, Brasília, Disponível em: <<http://legislacao.planalto.gov.br>>, acesso em: 20 de março de 2012.
- Brasil (2010b). “Lei federal nº 12.340, de 02 de julho de 2010”. *Diário Oficial da União*, Brasília, Disponível em: <<http://legislacao.planalto.gov.br>>, acesso em: 20 de março de 2012.
- Brasil (2009). *Política Nacional de Defesa Civil*, Brasília, Secretaria Nacional de Defesa Civil.
- Brasil (2007). *Conferência geral sobre desastres*, Brasília, Ministério da Integração Nacional.
- Brasil (2004). *IBGE sistema de informações georreferenciadas estatcart*, Rio de Janeiro, CD-ROM.
- Bivand, R. (1998). “A review of spatial statistical techniques for location studies”, Department of Geography, Norwegian School of Economics and Business Administration, Norges Handelshøyskole, Bergen, disponível em: <<http://www.nhh.no/geo/gib/gib1998/gib98-3/lund.pdf>>, acesso em: 20 de março de 2012.

- Botelho, R. G. M. (2011). “Bacias hidrográficas urbanas”, Guerra, A. J. T. (Ed.) *Geomorfologia Urbana*, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, p. 280.
- Bryant, E. A. (1991). *Natural Hazards*, Cambridge University Press, Port Melbourne, Australia.
- Câmara, G. e Monteiro, A. M. U. (2004). “Conceitos Básicos em ciência da geoinformação”, Câmara, G. (Ed.) *Introdução a ciência da geoinformação*, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html>>, acesso em: março de 2012.
- Câmara, G., Carvalho, M. S., Cruz, O. G. e Correa, V. (2004). “Análise espacial de áreas”, Druck, S., et al. (Eds.) *Análise Espacial de Dados Geográficos*, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, disponível em: <<http://www.endat.br/databasel>>, acesso em: 20 de março de 2012.
- Campos, A. S. (1999). *Educación y prevención de desastres*, Red de Estudios Sociales em Prevención de Desastres em América Latina, disponível em: <<http://www.desenredando.org/public/libros/index.html>>, acesso em: 20 de março de 2012.
- Cardona, O. D. (2001). “La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo”, *International Work-Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice*, Wageningen, Holanda, p. 18.
- Castro, C. M., Peixoto, M. N. O. e Rio, G. A. P. (2005). “Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas”, *Anuário do Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ*, Vol. 28, No. 2, pp. 11-30.
- Cerri, L. E. S. e Amaral, C. P. (1998). “Riscos Geológicos”, Oliveira, A. M. S. e Brito, S. N. A. (Eds.) *Geologia de Engenharia*, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE, São Paulo, p. 587.
- Cressie, N. (1993). *Statistics for Spatial Data*, John Wiley & Sons, New York.
- EM-DAT (2009). Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html>>, acesso em: março de 2012.
- Fotheringham, A. S., Brunson, C. e Charlton, M. (2000). *Quantitative Geography: Perspectives on Spatial Data Analysis*, Sage Publications, London, UK.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT / Ministério das Cidades (1997). *Identificação, análise e mapeamento das áreas de risco de escorregamentos*.
- Löfstedt, R. e Frewer, L. (1998). *Risk and Modern Society*, Earthscan Reader, London, UK.
- Nunes, L. H. (2009). “Compreensões e ações frente aos padrões espaciais e temporais de riscos e desastres”, *Territorium*, No. 16, pp. 179-189.
- São Paulo Casa Militar, Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (2010). “Operação Verão”, disponível em: <<http://www.defesacivil.sp.gov.br/novo/opverao/default.asp>>, acesso em: abril de 2010.
- Souza, L. B. e Zanella, M. E. (2010). *Percepção de Riscos Ambientais: Teoria e Aplicações*, Edições UFC, Fortaleza, Brasil.
- Tominaga, L. K. (2009). “Escorregamentos”, Tominaga, L. K., Santoro, J. e do Amaral, R. (Eds.), *Desastres Naturais: Conhecer para Prevenir*, Instituto Geológico, Governo do Estado de São Paulo, pp. 25-38.
- Tommasi, L. R. (1993). *Estudo de Impacto Ambiental*, CETESB, São Paulo, Brasil.

