



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Estatística

Projeto de Monografia

"Modelando Efeitos Espaciais Sobre a Intenção de Adoção de Medidas Protetivas Contra Enchentes"

1 Introdução e Objetivos

Segundo dados divulgados pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID/MDR), e resumidos em ofício divulgado pela Confederação Nacional de Municípios (CNM) em abril de 2022, as inundações configuram como um dos desastres de maior ocorrência em território nacional no período de 2013 a 2022 dentre os desastres catalogados pelo COBRADE. (CNM, 2022).

Neste contexto, é importante entender quais fatores determinam a intenção de um indivíduo de adotar medidas protetivas para reduzir os danos materiais e humanos.

O *Protective Action Decision Model* (PADM) (LINDELL and PERRY, 2011) é um modelo conceitual que tentar descrever todas as fases envolvidas na busca por proteção contra catástrofes naturais. O modelo é genérico e pode ser utilizado para explicar a intenção de adoção de qualquer medida protetiva contra qualquer catástrofe natural. Segundo o PADM, a intenção de adoção pode ser explicada por alguns atributos inerentes a medida protetiva e tais atributos são responsáveis pela busca, seleção e adoção da medida.

Em um estudo anterior, já foi verificada a adequabilidade do (PADM) para modelar a intenção de adoção de medidas protetivas contra enchentes utilizando dados coletados no Brasil (Governador Valadares, Minas Gerais) (Araújo, 2019), contudo foi apontado ao final do estudo que o modelo não foi capaz de descrever completamente o padrão espacial presente nos dados.

Neste trabalho, serão propostas duas modificações principais no modelo utilizado no referido trabalho: os dados sobre os atributos e a intenção de adoção das medidas protetivas serão utilizadas em escala binária e será adicionado ao modelo um efeito espacial explícito, a fim de tentar descrever completamente o padrão espacial dos dados.

A Figura 1 apresenta mapas com os indicadores de autocorrelação espacial local (LISA) (Anselin, 1995) para a intenção de adoção de cada uma das medidas protetivas. Estes mapas devem ser interpretados da seguinte forma: cores avermelhadas indicam que o local apresenta alta proporção de domicílios que possuem intenção de adotar a medida protetiva, sendo a cor mais forte quando seus vizinhos também possuem valores altos para a mesma proporção, e cor mais fraca quando os vizinhos possuem valores baixos, cores azuladas possuem interpretação semelhante, porém exatamente contrária, ou seja, nos locais com cor azulada, a proporção de domicílios que possuem intenção de

adotar determinada medida protetiva é baixa, sendo forte quando os vizinhos também possuem proporção baixa e fraca quando os vizinhos possuem proporção alta. Além disso, a cor cinza indica que o indicador local não contribui significativamente para a autocorrelação espacial global, os locais com cores avermelhadas contribuem para uma autocorrelação global positiva, e as azuladas para uma negativa.

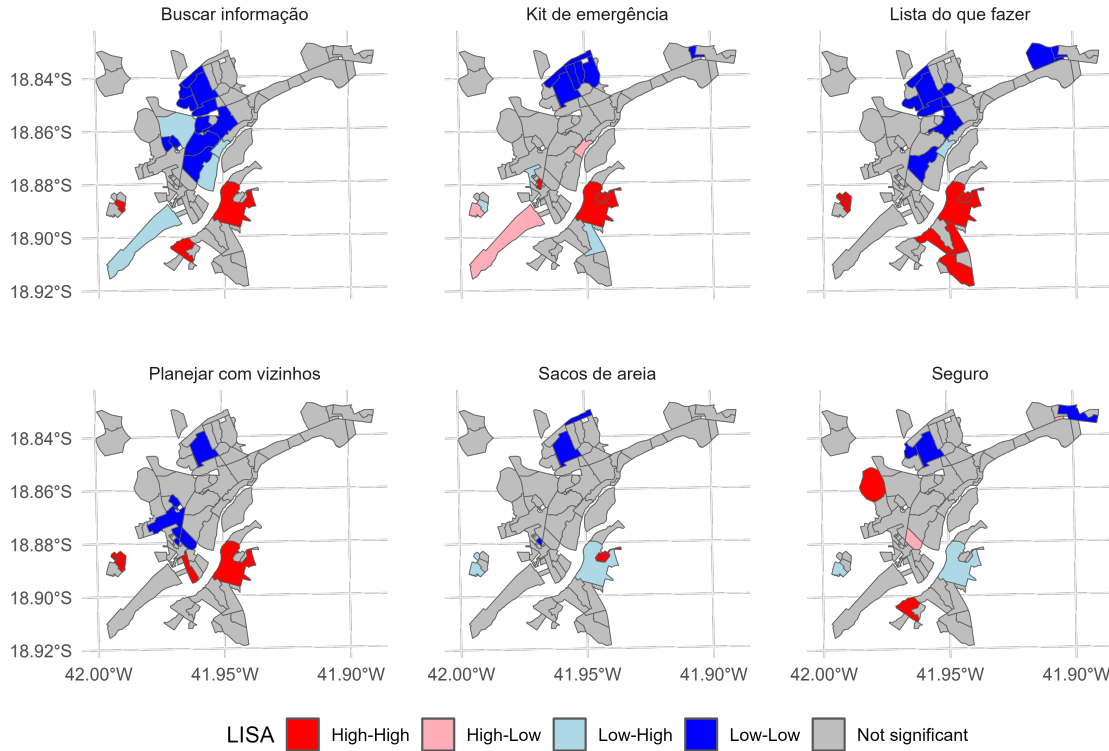


Figura 1: Indicador de Autocorrelação Espacial Local das intenções de adoção das medidas protetivas

A partir da análise gráfica, justificamos nosso objetivo de descrever esse padrão espacial da variável de interesse, e verificamos pequenas diferenças nesses padrões entre diferentes medidas protetivas, verificaremos também neste estudo se o padrão espacial é significativamente diferente entre cada medida protetiva

2 Metodologia./Atividades

2.1 Base de dados

Para o desenvolvimento deste trabalho, serão utilizados dados coletados através de um questionário aplicado em Governador Valadares, Minas Gerais como parte do projeto Migração, Vulnerabilidade e Mudanças Climáticas no Rio Doce (MVMA), que foi inspirado na aplicação do Tersptra e Lyndell (Terpstra and Lindell, 2013). Neste questionário, seis medidas protetivas contra enchentes foram levadas em consideração: kit de emergência (Kit); buscar ou ter informação sobre consequências de uma enchentes (Info); criar uma lista do que fazer (List); combinar com familiares, amigos ou vizinhos planos de fugas por causa de enchente (Coop); ter sacos de areia ou qualquer outro tipo de contenção contra enchentes (Sac); e, for por fim, ter seguro de vida ou de casa (Seg). Para cada medida protetiva os indivíduos indicaram a intenção de adoção (IntA) em uma escala de 1 até 5, sendo 5 “mais provável” e 1 “menos provável”.

Para avaliar o percepção individual de efetividade foram considerados os seguintes atributos: efetividade na proteção das pessoas (EFpe), efetividade na proteção do patrimônio (EFpa) e utilidade para outros (UoP) propósitos. Para o custo de oportunidade, os seguintes itens foram empregados: o custo monetário da medida (Cost), tempo de implementação da medida (Temp), esforço na implementação da medida (Esf), conhecimento e habilidade necessários na implementação da medida (CeH) e cooperação necessárias de outras pessoas para implementar a medida protetiva (CoP).

Tanto os atributos de efetividade quanto o de custo foram observado em uma escala likert, sendo 1 o menor grau e 5 o maior grau.

Por fim, também observou-se informações demográficas e socioeconômicas como sexo (Sx); faixa de renda (Rd) em três níveis (baixa, média e alta); estado civil (Ec), sendo considerados casados indivíduos em união estável e de fato casados; condição do domicílio (Cd), próprio para indivíduos com imóveis próprios ou financiando imóvel e n-próprio caso contrário. Também foi gerado uma medida de percepção de risco, um score que varia de 0 até 25 e capta o quanto o indivíduo acha que será suscetível a uma enchente novamente.

Utilizarei também dados de mapeamento de geográfico dos bairros, definiremos como vizinhos todos os bairros que compartilham fronteira ou são conectados por ponte, dessa forma evitaremos a ocorrência de bairros sem vizinhos, forçando, assim, que a matriz de vizinhança tenha posto completo.

2.2 Transformações dos dados

Devido ao acréscimo da dimensão espacial ao problema de modelagem, irei diminuir o volume de dados gerados pelos modelos bayesianos ao transformar os dados ordinais dos itens e intenções de adoção das medidas protetivas para uma escala binária, sendo 1 quando o tem ou intenção de adoção possui um grau alto (4 ou 5) e 0 quando possui grau baixo (1, 2, ou 3)

2.3 Modelagem

Partiremos do modelo adotado por (Araújo, 2019), que usa o modelo conceitual PADM como base e estima as variáveis latentes θ_{im} para percepção de efetividade e λ_{im} percepção de custo de oportunidade e as utiliza diretamente como covariáveis para modelar a intenção de adoção das medidas protetivas. O modelo construído é um modelo hierárquico bayesiano com dois grandes estágios, no primeiro as variáveis latentes serão modeladas através de Teoria de Resposta ao Item (TRI) utilizando os atributos e partindo de uma priori CAR para correlacionar as respostas de um mesmo indivíduo para cada item, e no segundo estágio faremos uso de um modelo bernoulli para modelar a intenção de adoção levando em conta a percepção de efetividade e custo de oportunidade (latentes) como covariáveis, mais as características individuais observáveis, como sexo e renda, por exemplo, um efeito aleatório individual para correlacionar as intenções de adoção de um mesmo indivíduo e um efeito espacial correlacionando indivíduos que pertencem a um mesmo bairro.

O modelo final terá a seguinte estrutura:

$$\eta_{im} = \text{logit}[P(y_{im} = k)] = \tau_m + \beta_{\theta m}\theta_{im} + \beta_{\lambda m}\lambda_{im} + \mathbf{Z}_i^t\beta_m + \mu_i + \gamma_l I_{i \in l} \quad (1)$$

onde:

- y_{im} representa a intenção do indivíduo i de adotar a medida protetiva m ;
- τ_m é um efeito aleatório inerente a medida protetiva m ;
- θ_{im} é a percepção de efetividade (latente) do indivíduo i da medida protetiva m ;
- λ_{im} é a percepção do custo de oportunidade (latente) do indivíduo i da medida protetiva m ;
- \mathbf{Z}_i^t é um vetor de tamanho r contendo as características individuais e observáveis que não dependem de qualquer medida protetiva;
- μ_i é um efeito aleatório que correlaciona as respostas de um mesmo indivíduo;
- γ_l é o efeito espacial que correlaciona indivíduos que pertencem a um mesmo bairro l ;

3 Cronograma

- Março/2023: Teste de convergência dos parâmetros do último estágio do modelo para uma medida protetiva isoladamente;
- Abril/2023: Revisão de literatura e verificação dos pressupostos do modelo ao adicionar o efeito espacial;
- Maio/2023: Verificação da convergência do modelo completo e análise dos resultados encontrados;
- Junho/2023: Finalização da redação do relatório de monografia.

Referências

- Danos e prejuízos causados por desastres no brasil entre 2013 a 2022. Technical report, Confederação Nacional dos Municípios, <https://www.cnm.org.br/biblioteca/download/15317>, Abril 2022.
- Luc Anselin. Local indicators of spatial association—lisa. *Geographical analysis*, 27(2):93–115, 1995.
- Pedro Menezes Araújo. Modelando a intenção de adoção de medidas protetivas contra enchentes, 2019.
- M. K. LINDELL and R. W. PERRY. The protective action decision model: Theoretical modifications and additional evidence. In *Risk Analysis*, volume 32, pages 616–632. Wiley, <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01647.x>, 2011.
- Teun Terpstra and Michael K Lindell. Citizens’ perceptions of flood hazard adjustments: an application of the protective action decision model. *Environment and Behavior*, 45(8):993–1018, 2013.

Belo Horizonte, 23 de março de 2023

Jéferson Pereira de Andrade
Email: jeff.andrade256@gmail.com



Rosângela Helena Loschi
Email: loschi@est.ufmg.br