

FERRAMENTA PEDESTRIAN EVACUATION ANALYST COMO ETAPA PARA ELABORAÇÃO DE ROTAS DE FUGA – ESTUDO PILOTO DO BAIRRO ESCOLA AGRÍCOLA, BLUMENAU - SC

Débora Ferreira ¹, Tatiana Sussel Gonçalves Mendes ², Silvio Jorge Coelho Simões ³ e Márcio Roberto Magalhães de Andrade ⁴

^{1,3} Programa de Pós-Graduação em Desastres Naturais (UNESP/Cemaden), Rodovia Presidente Dutra km 137,8 - Eugênio de Melo, São José dos Campos-SP, debora.ferreira1@unesp.br; silvio.simoos@unesp.br; ² Instituto de Ciência e Tecnologia (UNESP), Rodovia Presidente Dutra km 137,8 - Eugênio de Melo, São José dos Campos-SP, tatiana.mendes@unesp.br;

⁴ Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), Rodovia Presidente Dutra km 137,8 - Eugênio de Melo, São José dos Campos-SP, marcio.andrade@cemaden.br.

RESUMO

As rotas de fuga constituem-se como importantes mecanismos de prevenção e enfrentamento de desastres, contribuindo com evacuações mais seguras e organizadas para locais pré-definidos, além da possibilidade de integrarem os instrumentos municipais de redução de riscos e desastres. Diante disso, o trabalho tem como objetivo aplicar a ferramenta “*Pedestrian Evacuation Analyst*” (PEAT) como etapa de uma metodologia de elaboração de rotas de fuga para eventos de deslizamentos. Para o estudo piloto foi selecionado o bairro Escola Agrícola em Blumenau - SC. Os resultados apontaram o tempo de deslocamento de pedestres para as áreas seguras do bairro e demonstraram positivamente que a ferramenta tem potencial para ser aplicada como uma das etapas da metodologia.

Palavras-chave — Rota de fuga, tempo de deslocamento, *pedestrian evacuation analyst*.

ABSTRACT

Escape routes are important mechanisms for preventing and coping with disasters, contributing to safer and more organized evacuations to predefined locations, in addition to the possibility of integrating municipal instruments for risk reduction and disasters. Therefore, this study aims to apply the Pedestrian Evacuation Analyst (PEAT) tool as a step in a methodology for the elaboration of escape routes. For the pilot study the Escola Agrícola neighborhood in Blumenau - SC was selected. The results indicate the time it takes pedestrians to move to safe areas in the neighborhood and positively demonstrates that the tool has the potential to be applied as one of the steps of the methodology.

Key words — *Escape route, travel time, pedestrian evacuation analyst.*

1. INTRODUÇÃO

O tema Redução de Riscos e Desastres (RRD) vem se tornando cada vez mais relevante na atualidade. Com o intuito de desenvolver e promover estratégias de RRD, a utilização de novas tecnologias e ferramentas tem colaborado para as análises e gestão de áreas de riscos. Torna-se fundamental “prever, planejar e reduzir o risco de desastres, a fim de proteger de forma mais eficaz pessoas, comunidades e países [...] fortalecendo, assim, suas resiliências” [1].

De forma congruente com esta recomendação internacional, a Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) no Brasil, consagra em seu artigo 2º que “é dever da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre”, clarificando em seu artigo 3º que “a PNPDEC abrange as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil”.

As geotecnologias têm sido amplamente empregadas na gestão de riscos e desastres, o avanço destas nos últimos anos, especialmente em Sistema de Informação Geográfica (SIG) com a interação de diferentes *softwares* e extensões/ferramentas, tem possibilitado a operacionalização de processos de aquisição, estruturação, edição, análise e compartilhamento de dados geográficos e informações que descrevem uma área afetada ou que representa risco iminente a desastres [2].

Na literatura são encontrados trabalhos que utilizam distintas abordagens para desenvolver modelos de rotas de fuga, notadamente para áreas suscetíveis a tsunami [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Os modelos de evacuação podem ser baseados em caminho mais curto ou de menor custo ou mais rápido [4], considerando algumas impedâncias. O potencial de evacuação baseado em modelos de distância de menor custo concentra-se nas características da paisagem para calcular o caminho mais eficiente de cada local em uma zona de risco para um local seguro [7]. O custo de evacuação é uma combinação do tipo de uso e cobertura da terra e da declividade [9].

Considerando as áreas de risco de movimento de massa, o modelo de rotas de fuga baseado no menor custo pode ser

3ª) Processamento das áreas de alto e médio risco para deslizamento. Nesta etapa as áreas seguras foram estabelecidas.

4ª) Processamento que determina os valores das distâncias dos caminhos para áreas seguras, dadas pelas áreas de baixo ou inexistente risco.

5ª) Processamento que determina os tempos de deslocamento dos pedestres para as áreas seguras de acordo com suposições de velocidade dos pedestres. As velocidades são em m/s e caracterizadas como caminhada lenta (1,1 m/s), caminhada média (1,22 m/s), caminhada rápida (1,52 m/s), corrida rápida (3,85 m/s) e outra (valor a ser estipulado) [13]. Neste estudo foram utilizadas as velocidades de caminhada lenta, caminhada média, caminhada rápida e corrida rápida.

6ª) Processamento para geração de um mapa de tempo em minutos.

7ª) Processamento que inclui dados de algumas categorias da população como número de residentes, trabalhadores, locais públicos, locais de serviços comunitários, além de uma categoria opcional denominada outra, juntamente com o mapa de tempo gerado na etapa anterior. Assim, essa etapa determina os números e categorias da população em vários tempos de deslocamento até as áreas seguras [10]. Neste estudo foi utilizado apenas a categoria de residentes da população, ou seja, o total de moradores do bairro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos tempos de deslocamento dos pedestres podem ser visualizados nos mapas das Figuras 2 e 3. Foram utilizadas, durante as etapas na ferramenta PEAT, as velocidades de pedestres que correspondem a: caminhada lenta, caminhada média, caminhada rápida e corrida rápida. No entanto, os resultados obtidos foram os mesmos para caminhada média, rápida e corrida rápida, sendo diferente apenas em relação a caminhada lenta.

Para a situação em que a velocidade dos pedestres foi considerada 1,1 m/s (Figura 2), os resultados mostraram que o tempo máximo para que os moradores das áreas de risco se desloquem para áreas seguras foi de 3 minutos. Este tempo está espacializado mais ao sul e sudoeste do bairro.

As áreas seguras nos mapas foram definidas pelo processamento das áreas de alto e médio risco e equivalem ao tempo de deslocamento de 0 minutos. As áreas seguras nos dois casos podem ser exemplificadas pelos locais onde há predomínio/concentração de edificações nas regiões mais planas e estão na porção mais ao norte do bairro.

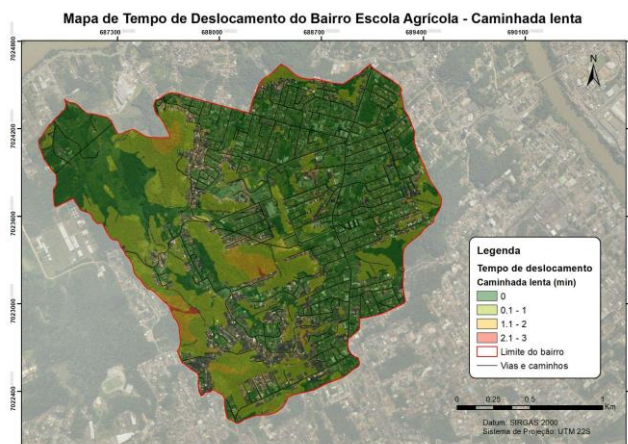


Figura 2. Mapa de tempo de deslocamento do Bairro Escola Agrícola para pedestres com velocidade de caminhada lenta.

Para a situação em que a velocidade dos pedestres foi considerada 1,52 m/s (Figura 3), os resultados mostraram que o tempo máximo para que os moradores das áreas de risco se desloquem para áreas seguras foi de 1 minuto. Este tempo está espacializado de uma forma mais abrangente pelo bairro.

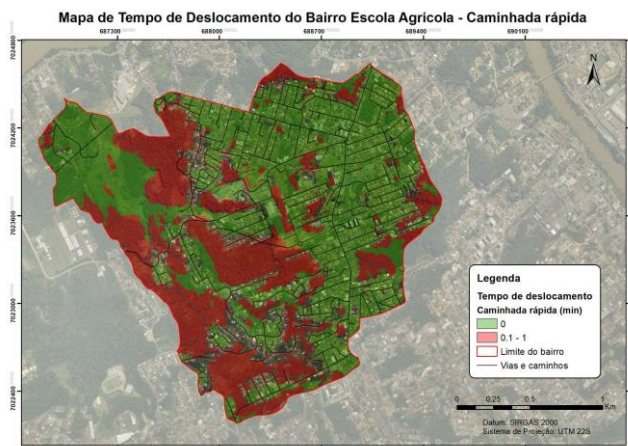


Figura 3. Mapa de tempo de deslocamento do Bairro Escola Agrícola para pedestres com velocidade de caminhada rápida.

4. CONCLUSÕES

Apesar da ferramenta PEAT ter sido desenvolvida principalmente para estudos que envolvam riscos relacionados a tsunamis, os resultados demonstraram que aplicar a ferramenta para outros riscos, como o de deslizamento, pode ser uma alternativa para simular rotas de fuga.

O estudo piloto teve como objetivo principal testar a ferramenta e para um resultado mais assertivo, outros parâmetros deverão ser melhorados e inseridos novos dados e informações sobre a área. É importante ressaltar que o experimento é ainda inicial e que adaptações da ferramenta também são previstas como continuidade do estudo.

5. REFERÊNCIAS

- [1] UNISDR. Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres 2015 – 2030. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunofficialf%5B1%5D.pdf. Acesso em: 28 nov. 2020.
- [2] D. Ferreira. Sistema de Informações Geográficas Participativo (SIG-P) na Prevenção de Desastres Ambientais: estudo de caso do Morro do Baú/SC. Dissertação de mestrado – MPPT/FAED/UDESC. Florianópolis, 2012.
- [3] A. Mostafizi, H. Wang, D. Cox, L. A. Cramer, and S. Dong. Agent-based tsunami evacuation modeling of unplanned network disruptions for evidence-driven resource allocation and retrofitting strategies, *Natural Hazards*, v. 88, pp. 1347-1372, 2017.
- [4] F. Kitamura, D. Inazu, I. Tsuyoshi, and A. Okayasu. An allocating method of tsunami evacuation routes and refuges for minimizing expected casualties, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 45, 2020.
- [5] A. Trindade, P. Teves-Costa, and C. Catita. A GIS-based analysis of constraints on pedestrian tsunami evacuation routes: Cascais case study, *Natural Hazards*, v. 93, pp. 169-185, 2018.
- [6] J. León, and A. March. An urban form response to disaster vulnerability: Improving tsunami evacuation in Iquique, Chile, *Environment and Planning B: Planning and Design*, v. 43, pp. 826-847, 2016.
- [7] G. R. Priest, L. Stimely, N. J. Wood, I. P. Madin, and R. J. Watzig. Beat-the-wave evacuation mapping for tsunami hazards in Seaside, Oregon, USA, *Natural Hazards*, v. 80, n. 2, pp. 1031–1056, 2016.
- [8] E. Forcael, V González, F. Orozco, S. Vargas, A. Pantoja, and P. Moscoso. Ant colony optimization model for tsunamis evacuation routes, *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, v. 29, pp. 723-737, out. 2014.
- [9] J. Hou, Y. Yuan, P. Wang, Z. Ren, and X. Li. Development of a decision support system for tsunami evacuation: application to the Jiyang District of Sanya city in China, *Natural Hazards Earth System Sciences*, v. 17, pp. 335-343, 2017.
- [10] J. Jones, P Ng, and N. Wood. The Pedestrian Evacuation Analyst: geographic information systems software for modeling hazard evacuation potential, *U.S. Geological Survey*, 2014.
- [11] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População em áreas de risco no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.
- [12] R. G. Soule, and R. F. Goldman. Terrain coefficients for energy cost prediction, *Journal of Applied Physiology*, v. 32, n. 5, pp. 706–708, 1972.
- [13] Federal Highway Administration. Manual on uniform traffic control devices for streets and highways, *Federal Highway Administration*, 2009.