

XXV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ESTUDOS EXPERIMENTAIS FÍSICOS DE ESTABILIDADE DE PESSOAS EXPOSTAS A ESCOAMENTO DE ÁGUA – UMA REVISÃO

Marina Refatti Fagundes¹; Fernando Mainardi Fan¹; Gean Paulo Michel¹; Leonardo Romero Monteiro²; Karla Campagnolo¹; Bruno Henrique Abatti¹; Franciele Maria Vanelli¹; Leonardo Rodolfo Paul¹; Masato Kobiyama¹; Alessandro Gustavo Franck¹

Palavras-Chave – Índice de perigo, limiares de estabilidade, condições adversas.

1. INTRODUÇÃO

As inundações e enxurradas são fluxos de água violentos e estão entre os perigos naturais que mais afetam a população em todo mundo (Chanson et al., 2014), sendo que a exposição de pessoas a esses fluxos de água causa anualmente centenas de mortes por afogamento (Mendiondo et al., 2013). Nesse sentido, pode-se afirmar que a segurança das pessoas é comprometida quando elas se encontram expostas a fluxos de água que excedem sua capacidade de permanecer em pé ou atravessar vias de inundação (Russo et al., 2013), ou seja, situações perigosas podem ocorrer quando a estabilidade é perdida. Diversos estudos afirmam que a estabilidade humana a fluxos de água é influenciada, principalmente, pela profundidade e pela velocidade do escoamento (Cox et al., 2010), mas a presença de condições adversas também tem um papel importante na ocorrência de acidentes. Dessa forma, a fim de desenvolver métodos e políticas de gestão de risco a inundações, é necessário definir os limiares de estabilidade das pessoas quando expostas a fluxos de água.

A definição desses limiares pode ser realizada por meio de estudos experimentais, empíricos ou numéricos. Os dados de entrada utilizados pelos estudos empíricos e numéricos a fim de calibrar modelos e desenvolver equações de regressão são provenientes dos resultados dos estudos experimentais. Entretanto, cada um dos estudos experimentais considerou condições específicas em relação às características hidráulicas do experimento e em relação às características físicas e habilidades dos participantes. Essas diferenças contribuíram para que os limiares de estabilidade considerados como seguros em cada um dos experimentos diferissem consideravelmente.

Partindo dessas considerações iniciais, o objetivo desse estudo foi realizar uma revisão bibliográfica dos estudos experimentais realizados que avaliaram os limiares de estabilidade das pessoas quando expostas a fluxos de água. Dessa forma, pretende-se: i) Obter uma visão geral do estado da arte dos estudos experimentais físicos já realizados, destacando o modo como foram realizados, quais os limiares utilizados e suas principais diferenças e contribuições; e ii) identificar as lacunas presentes e os desafios futuros sobre esse tema.

2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE EM ESTUDOS EXPERIMENTAIS E EM CAMPO DE ESTABILIDADE DE PESSOAS

Ao todo foram identificados 13 estudos experimentais físicos que foram realizados em diversas partes do mundo nos últimos 50 anos. Entre as principais variáveis consideradas pelos autores podem ser citadas: i) as condições hidráulicas (profundidade e velocidade do escoamento), sendo que a profundidade foi avaliada por todos os estudos e a velocidade por 11; e ii) as características físicas dos indivíduos testados (altura, massa e idade).

Nesse sentido, os limiares de segurança estabelecidos pelos estudos de laboratório são muito dependentes das características físicas e cognitivas do indivíduo testado. Em todos os experimentos foi constatado que pessoas de menor estatura e mais leves tendem a ser levadas mais facilmente pela força do escoamento.

Em relação aos limiares de perigo estabelecidos, os valores considerados como seguros apresentaram diferenças significativas entre os estudos apresentados. Entre os fatores que podem ter influenciado essa diferença estão as condições específicas que cada experimento considerou, bem como o perfil diferente dos indivíduos testados, variando principalmente em relação à altura, peso, idade e habilidades específicas. Além disso, Cox et al. (2010) afirmam que a definição de uma situação de estabilidade ou instabilidade variou entre os diferentes estudos, o que pode ter influenciado nos diferentes valores obtidos nos diferentes experimentos.

Entretanto, apesar dessas diferenças, muitos autores afirmam que a perda de estabilidade pode ocorrer em fluxos mais baixos quando são encontradas condições adversas, tais como: i) condições de fundo irregulares ou escorregadias e presença de detritos flutuantes; ii) quando a iluminação é deficiente; iii) devido a fatores humanos, como atributos físicos ou fatores psicológicos; e iv) o tipo de vestimenta, calçado e objetos que o indivíduo possa estar carregando (Cox et al., 2010; Wright et al. 2010; Shand et al., 2011). Nesse sentido, após construir um banco de dados e analisar os resultados de estudos experimentais e teóricos realizados sobre o tema até o ano de 2010, Cox et al. (2010) sugeriram que mais estudos deveriam ser realizados considerando essas outras variáveis que podem influenciar na perda de estabilidade das pessoas quando expostas a fluxos de água.

3. CONCLUSÕES

A determinação dos limiares de perigo é um fator chave para a elaboração de políticas de gestão de risco de inundação. Por meio da revisão bibliográfica apresentada, percebe-se que foram poucos os estudos experimentais físicos realizados, já que durante um período de 50 anos somente 13 artigos científicos foram publicados sobre o tema. Entre os estudos, grande parte avaliou a influência das condições hidráulicas (profundidade e velocidade) na perda de estabilidade das pessoas, mas os limiares considerados como seguros diferem consideravelmente. A padronização do conceito de perda de estabilidade talvez seja um ponto importante para que resultados mais similares sejam obtidos em estudos futuros.

Em relação às lacunas existentes, percebe-se que a influência de outros fatores que podem ocasionar perda de estabilidade como, por exemplo, a presença de irregularidades na superfície e a turbidez da água, ainda não foram explorados. Sendo assim, indica-se a realização de mais testes de modo a criar um banco de dados robusto e que possa embasar políticas públicas de gestão de inundações. Como principais desafios, está o fato de que muitos fatores podem influenciar na perda de estabilidade das pessoas, e, além disso, existe o fato de que cada indivíduo reage de forma diferente em situações de perigo, seja por influência de experiências prévias, instinto, ou outros motivos.

REFERÊNCIAS

- Chanson, H., Brown, R., and McIntosh, D. (2014). "Human body stability in floodwaters: the 2011 flood in Brisbane CBD." In: Hydraulic Structures and Society-Engineering Challenges and Extremes: Proceedings of the 5th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures (ISHS2014). The University of Queensland, 2014. p. 1-9.
- Cox, R.J.; Shand, T.D. & Blacka, M.J. (2010). "Australian Rainfall and Runoff revision Project 10: appropriate safety criteria for people." Water Research, v. 978, 31p.
- Mediondo, E.M. (2010). "Integrated Urban Water Management: Humid Tropics." Urban Water series - UNESCO-IHP. Chapter 6: 109-127.
- Russo, B.; Gómez, M.; Macchione, F. (2013). "Pedestrian hazard criteria for flooded urban areas." Natural hazards, v. 69, p. 251-265.
- Shand, T.D.; Smith, G.; Cox, R.J. & Blacka, M. (2011). "Development of appropriate criteria for the safety and stability of persons and vehicles in floods." In: Proceedings of the 34th World Congress of the International Association for Hydro-Environment Research and Engineering: 33rd Hydrology and Water Resources Symposium and 10th Conference on Hydraulics in Water Engineering. Engineers Australia. p.404.
- Wright, K.; Doody, B. J.; Becker, J.; And McClure, J. (2010). "Pedestrian and motorist flood safety study: a review of behaviours in and around floodwater and strategies to enhance appropriate behaviour." GNS Science Report 2010/51, 91 p.

AGRADECIMENTOS - Os autores do trabalho agradecem ao CNPq e a CAPES pelas bolsas de pesquisa.