



ESCORREGAMENTOS E INUNDAÇÃO BRUSCA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ROLANTE/RS NO ANO DE 2017

*Mel Oliveira Guirro¹; Anne Biehl²; Leonardo Rodolfo Paul²; Clarissa Guerra Salvador²;
Franciele Zanandrea³; Gean Paulo Michel²; Bruno Henrique Abatti²; Heron Schwarz²;
Rodrigo Biz Willig²; Masato Kobiyama²*

Palavras-Chave – Escorregamentos, Inundação brusca, Rolante

INTRODUÇÃO

Bacias hidrográficas montanhosas de cabeceira frequentemente respondem a chuvas intensas com processos extremos, gerando inundações bruscas e movimentos de massa. Esses fenômenos podem ocorrer simultaneamente, transportando água, solo, rochas, vegetação e outros materiais das encostas para os rios. O rio transporta o material a jusante se houver capacidade. Caso não tenha capacidade de transporte, o material pode obstruir o rio e criar uma barragem natural (STEFANELLI et al., 2016; FAN et al., 2020). A interação desses processos extremos e simultâneos é complexa e ainda de difícil monitoramento e prevenção, o que pode gerar desastres severos.

O município de Rolante, localizado em uma sub-bacia hidrográfica de 711 km² do rio dos Sinos no Rio Grande do Sul (Figura 1), sofreu com uma combinação desses fenômenos extremos em 5 de janeiro de 2017. A zona rural e montanhosa foi atingida por intensa chuva, com precipitação de até 272 mm durante a tarde, deflagrando centenas de movimentos de massa (SEMA, 2017). A população da área urbana, já na área plana a jusante, foi atingida por uma inundação brusca por volta da meia noite, sem ter presenciado uma chuva extrema no local. O Corpo de Bombeiros Voluntários de Rolante agiu rapidamente evacuando a população e contribuindo para que não houvesse óbitos.

Apesar de Rolante sofrer com inundações frequentes, esse evento foi extraordinário para o local devido à alta magnitude e velocidade da inundação. Desde então, o Grupo de Pesquisas em Desastres Naturais (GPDEN) do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS) realizou diversas pesquisas na região para entender a complexa interação dos processos que deflagraram o desastre natural (e.g. SCHWARZ, 2019; GUIRRO, 2020; PAUL, 2020; ZANANDREA, F., 2020; CARDOZO et al., 2021). O objetivo deste trabalho é apresentar a complexidade desse desastre, discutindo os fenômenos naturais e socioeconômicos que ocorreram no evento de chuva extrema de janeiro de 2017 em Rolante.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO EVENTO

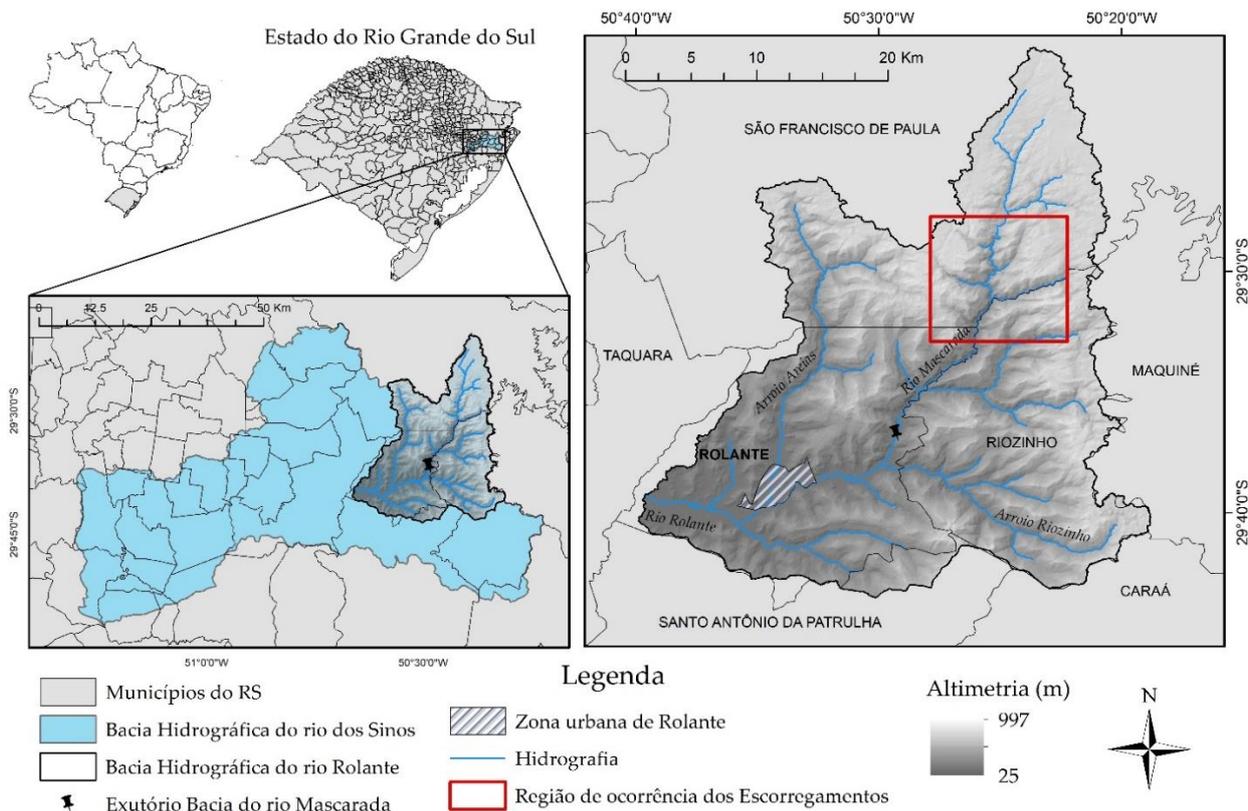
Hidrometeorologia e movimentos de massa

Não havia pluviômetros oficiais na bacia hidrográfica de Rolante quando ocorreu o evento, dificultando o entendimento do volume de precipitação do desastre. A precipitação foi estimada a partir de relatos de moradores e pluviômetros manuais de sete agricultores (SEMA, 2017). Os moradores da zona rural descrevem que a chuva foi intensa e localizada na região montanhosa, favorecido pela chuva orográfica. Os pluviômetros manuais dos agricultores mediram de 96 a 272 mm de chuva no dia que, segundo relatos dos moradores, teve chuva das 14h às 18h da tarde.

1) Durham University, mel.oliveira-guirro@durham.ac.uk

2) Universidade Federal do Rio Grande do Sul;

3) Universidade Federal Fluminense;



A intensa chuva deflagrou ao menos 407 movimentos de massa concentrados em uma área de 2,2 km² (Figura 2A, 2B e 2D) (Cardozo et al., 2021). A maior parte dos movimentos de massa foram escorregamentos translacionais rasos, com profundidades de 1 a 2 metros, enquanto 12% dos movimentos de massa foram fluxos de detritos, que se originaram a partir dos escorregamentos rasos e apresentaram maior poder destrutivo devido a maior velocidade e capacidade de transporte de material. Cardozo et al. (2021) estimam que 1,83 milhões de m³ de detritos atingiram os canais, os quais transportaram grande parte desse material a jusante. Biehl (2020) aplicou a ferramenta SHALSTAB (*shallow landslide stability*) (Dietrich e Montgomery, 1998), modificada por Michel (2013), para analisar a suscetibilidade da região a escorregamentos. A autora verificou que os locais onde ocorreram os escorregamentos apresentavam encostas instáveis e mostrou a importância da coleta de dados de campo para elaborar produtos adequados para a gestão de risco de desastres naturais.

A hipótese de barramento natural e a inundação brusca em Rolante

Dentre as especulações para explicar a inundação brusca na zona urbana de Rolante, foi levantada a hipótese da ocorrência de um rompimento de barramento natural. Guirro (2020) investigou essa hipótese ao aplicar os índices geomorfológicos *Morphological Obstruction Index* (MOI) e *Hydromorphological Dam Stability Index* (HDSI) e verificou que haviam 7 lugares suscetíveis a formação de barragens naturais devido aos escorregamentos. Guirro (2020) reproduziu os processos hidrológicos, hidrodinâmicos e possíveis rompimentos de barragem do evento na bacia hidrográfica de Rolante através de simulações numéricas. Concluiu-se que a bacia hidrográfica poderia gerar inundações bruscas devida a intensa precipitação descrita pelos agricultores – sem um rompimento de uma barragem natural. Em consequência da intensa chuva, os rios tiveram uma alta vazão que foi capaz de transportar uma grande quantidade de sedimentos e materiais grosseiros, provenientes principalmente dos movimentos de massa (Figuras 2C, 2D e 2E). Esse transporte de sedimentos modificou a geomorfologia do rio e interrompeu o abastecimento público de água na cidade.

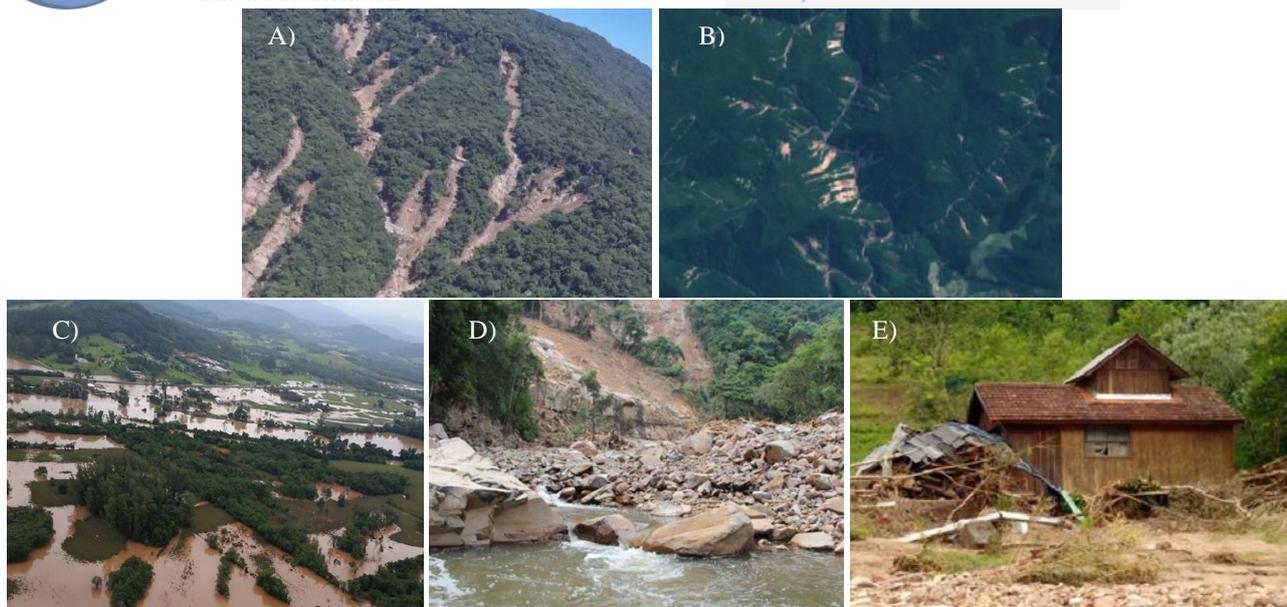


Figura 2. A) Fluxos de detritos ocorridos na bacia do rio Rolante; B) Imagem de satélite Sentinel 2 após o evento de 2017. C) Inundação na bacia do rio Rolante; D) Movimentos de massa próximo às cabeceiras; E) Evidência de transporte de grandes sedimentos. Fonte: (A) e (B): SEMA (2017); (C): cedido pelo Corpo de Bombeiros Voluntários de Rolante.

CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA E RESPOSTA AO EVENTO

O evento atingiu diretamente cerca de 34% da população de Rolante. Não foram registrados desaparecidos, feridos ou mortos. O município teve um prejuízo econômico estimado em R\$ 60 milhões, entre danos materiais, danos ambientais e perdas do setor público e privado. Para o setor privado, as áreas afetadas foram a agricultura, a indústria, o comércio e a pecuária, tendo o último as maiores perdas declaradas. No setor público, as perdas estão relacionadas com a interrupção do sistema de abastecimento de água, de esgotos pluviais e sanitários, de limpeza urbana, de energia elétrica, de transporte e de ensino público de diversos municípios.

A coordenação das ações de resposta ao evento foi centralizada no corpo de bombeiros voluntários de Rolante, o que permitiu maior coerência e eficiência na tomada de decisões. Houve colaboração entre as equipes dos municípios da região, o que possibilitou o retorno do funcionamento normal em apenas uma semana. Entre as ações de resposta realizadas estão os investimentos no sistema de gestão de desastres local, o reforço dos sistemas de monitoramento e o cuidado com a saúde psicológica pós desastre da comunidade local. SEMA e GPDEN (2017) elaboraram um diagnóstico preliminar com campanha de reconhecimento logo após a ocorrência do desastre que foi o passo inicial para o desenvolvimento de pesquisas e implementação de sistemas de monitoramento na região.

CONCLUSÕES: LIÇÕES DO EVENTO

O desastre natural ocorrido em 2017 foi majoritariamente causado por um evento hidrossedimentológico na sub-bacia do rio Mascarada. O episódio evidencia a importância de avaliar desastres a nível de bacia hidrográfica com gestão integrada. A rápida notificação aos moradores foi decisiva na resposta ao desastre, reforçando a importância da educação sobre risco de desastres à comunidade. A falta de uma rede de monitoramento de precipitação e de nível dos rios da região dificultou o entendimento e a preparação para o desastre. Após o evento, foram instaladas estações de monitoramento na região para auxiliar na pesquisa e prevenção de desastres. O envolvimento da população local se mostra essencial na participação e consolidação desse monitoramento.

Em termos de infraestrutura, percebeu-se a fragilidade consequente da falta de um planejamento territorial que considerasse a possibilidade de ocorrência de eventos extremos. A sociedade civil apresentou grande importância no auxílio aos atingidos pelo desastre. Contudo, a mobilização voluntária da sociedade civil nem sempre conseguirá lidar com todas as consequências oriundas de

um desastre e, além disso, podem surgir situações que fujam dos cenários já experienciados por entidades responsáveis pela gestão de desastres. Neste contexto, a existência de um plano de contingência bem estruturado facilitaria o acionamento de diferentes setores sociais, definindo suas respectivas responsabilidades e ações compatíveis com a natureza do desastre.

REFERÊNCIAS

- BIEHL, A. *Ferramenta para estimativa de estabilidade de encostas utilizando QGIS: desenvolvimento e análise de desempenho*. 2021. 157 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Hídrica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.
- CARDOZO, G. L.; ZANANDREA, F.; MICHEL, G. P.; KOBAYAMA, M. Inventário de movimentos de massa na bacia hidrográfica do rio Mascarada/RS. *Ciência e Natura*, v. 43. n.31, 17, 2021. DOI: 10.5902/2179460x43594
- DIETRICH, W. E.; MONTGOMERY, D. R. *SHALSTAB: a digital terrain model for mapping shallow landslide potential*. NCASI (National Council of the Paper Industry for Air and Stream Improvement) Technical Report, 1998, 29p.
- FAN, X.; DUFRESNE, A.; SIVA SUBRAMANIAN, S.; STROM, A.; HERMANN, R.; TACCONI STEFANELLI, C.; HEWITT, K.; YUNUS, A. P.; DUNNING, S.; CAPRA, L.; GEERTSEMA, M.; MILLER, B.; CASAGLI, N.; JANSEN, J. D.; XU, Q. The formation and impact of landslide dams – State of the art. *Earth-Science Reviews*, v. 203, 2020.
- GUIRRO, M. O. *Reconstrução hidrológica e hidrodinâmica de evento de inundação, testando a hipótese de rompimento de barragem natural, na região do município de Rolante (RS)*. 2020. 144 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.
- MICHEL, G. P. *Modelagem de estabilidade de encostas com consideração do efeito da vegetação*. 2013. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.
- PAUL, L. R. *Proposição de modelo para simulação de fluxos de detritos em escala de bacia*. 2020. 204 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.
- SCHWARZ, H. *Identificação, mapeamento e caracterização de cicatrizes de escorregamentos*. 2019. 154 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.
- SEMA/GPDEN. *Diagnóstico Preliminar: Descritivo dos eventos ocorridos no dia 5 de janeiro de 2017 entre as regiões dos municípios de São Francisco de Paula e Rolante/RS*. Porto Alegre, RS: Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2017.
- STEFANELLI, C. T.; SEGONI, S.; CASAGLI, N.; CATANI, F. Geomorphic indexing of landslide dams evolution. *Engineering Geology*, v. 208, p. 1–10, 2016. DOI: 10.1016/j.enggeo.2016.04.024.
- ZANANDREA, F. *Índice de conectividade hidrossedimentológica para bacias montanhosas*. 2020. 162 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho provém de múltiplos estudos que contaram com apoio financeiro de órgão de fomento à pesquisa (CNPq e CAPES). Agradecimentos à população de Rolante, especialmente o Corpo de Bombeiro Voluntários, por colaborarem e apoiarem o desenvolvimento das pesquisas no município.