

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

A enchente de 2024 no Rio Grande do Sul: processos hidrodinâmicos e simulações de cenários

Leonardo Laipelt¹; Fernando Mainardi Fan¹; Rodrigo Cauduro Dias de Paiva¹; Walter Collischonn¹ & Anderson Ruhoff^d

Palavras-Chave – Inundação, Guaíba, HEC-RAS.

INTRODUÇÃO

A enchente ocorrida em maio de 2024 no Sul do Brasil representa um dos maiores desastres naturais da história do país, tanto em termos de extensão territorial quanto de danos sociais, econômicos e ambientais (Collischonn et al., 2025). O evento afetou severamente o estado do Rio Grande do Sul, deslocando centenas de milhares de pessoas, destruindo infraestrutura urbana e áreas agrícolas, além de perdas humanas significativas. Diante desses impactos, torna-se essencial o uso de ferramentas avançadas de avaliação, como a modelagem hidrodinâmica, para melhor compreensão e gerenciamento de eventos extremos na região.

Este estudo tem como objetivo realizar uma análise hidrodinâmica detalhada da enchente de maio de 2024 na RMPA, contribuindo para o entendimento dos fatores que agravaram o evento, bem como para a avaliação de cenários que poderiam ter intensificado ou mitigado seus impactos. Foram analisadas a contribuição individual de cada rio, a possibilidade de sincronização de picos de vazão e a importância de soluções estruturais para mitigar inundações extremas.

METODOLOGIA

Para a modelagem hidrodinâmica bidimensional foi utilizado o Modelo Digital de Terreno (MDT) ANADEM, (Laipelt et al., 2024) com a incorporação de dados batimétricos nos principais rios e para representação do oceano atlântico. Já o modelo hidrodinâmico foi desenvolvido a partir do software HEC-RAS (versão 6.4.1), utilizando as equações simplificadas de *Navier-Stokes* para escoamento em águas rasas. A área de domínio corresponde a 23.000 km² que representam as áreas de drenagem dos 650 km do trecho de rio entre a porção à montante do Jacuí e o exutório da Lagoa dos Patos, sendo delimitado a partir dos dados observados disponíveis para o evento. Para avaliar a acurácia do modelo bidimensional, foi realizada a validação dos níveis d'água, da vazão e da extensão da inundação.

Posteriormente, foi organizado uma série de experimentos de intervenções hidráulicas para avaliação de sua eficácia. Para cada experimento, foram avaliados três cenários, variando a largura do canal desde uma solução de engenharia viável para controle de enchentes (100 metros de largura) até uma solução mais desafiadora (500 metros de largura), com uma alternativa intermediária (250 metros de largura). Os seguintes cenários para controle de enchentes foram testados: Canal conectando o Jacuí ao Guaíba e um canal conectando a Lagoa dos Patos ao Oceano.

RESULTADOS

A validação apresentou um erro percentual na vazão de pico de 5,4% e uma sobreposição de 83% com a mancha de inundação observada por satélite, conferindo confiabilidade às análises subsequentes. A análise da contribuição dos rios revelou papéis distintos e fundamentais, com o Rio Taquari sendo o principal responsável por determinar o pico da cheia na RMPA. Por outro lado, o

¹) Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

Rio Jacuí, com sua resposta mais lenta, foi o principal contribuinte para a longa duração da inundação, mantendo os níveis elevados por semanas.

A simulação do cenário hipotético com a sincronização dos picos de cheia dos rios Jacuí e Taquari chegando à RMPA ao mesmo tempo indicou um aumento adicional de 0,82 metros no pico do nível d'água, o que elevaria a cota da inundação para valores próximos de 6,00 metros na capital, superando a capacidade do sistema de proteção contra enchentes.

Já as simulações das intervenções hidráulicas propostas demonstraram que sua eficácia seria extremamente limitada para um evento desta magnitude. A construção de um canal entre o Jacuí e o Guaíba resultou em uma redução de pico inferior a 0,1 metro na estação do Cais Mauá, mesmo no cenário mais otimista (500 metros de largura). De forma similar, o canal conectando a Lagoa dos Patos ao oceano também apresentou uma redução de pico insignificante na RMPA, embora contribuisse para uma recessão mais rápida das águas, diminuindo a duração da cheia em aproximadamente dois dias.

CONCLUSÕES

Este estudo apresenta as seguintes conclusões sobre a enchente de maio de 2024:

- O pico da inundação na RMPA foi impulsionado principalmente pelo Rio Taquari, enquanto a sua longa duração foi sustentada pelo Rio Jacuí.
- O cenário hipotético em que os picos de vazão dos rios Taquari e Jacuí ocorreram de forma sincronizada elevaria o nível do Guaíba em mais de 0,82 metros em relação ao observado no evento, superando a capacidade do sistema de proteção.
- As intervenções estruturais propostas no debate público, como a construção de novos canais, apresentam um efeito mínimo na redução do pico da cheia na RMPA e não seriam suficientes para evitar desastres futuros de magnitude semelhante.

Os resultados reforçam a relevância de modelos científicos para a tomada de decisão e o planejamento de estratégias de gerenciamento de cheias, indicando que soluções eficazes devem considerar a complexa dinâmica do sistema.

REFERÊNCIAS

Collischonn, W., Fan, F. M., Possantti, I., Dornelles, F., Paiva, R., Medeiros, M. S., Michel, G. P., Magalhães Filho, F. J. C., Moraes, S. R., Marcuzzo, F. F. N., Michel, R. D. L., Beskow, T. L. C., Beskow, S., Fernandes, E. H. L., Laipelt, L., Ruhoff, A., Kobiyama, M., Collares, G. L., Buffon, F., ... Piccilli, D. G. A. (2025). The exceptional hydrological disaster of April-May 2024 in southern Brazil. RBRH, 30.

Laipelt, L., de Andrade, B., Collischonn, W., de Amorim Teixeira, A., Paiva, R. C. D. de, & Ruhoff, A. (2024). ANADEM: A Digital Terrain Model for South America. Remote Sensing, 16(13). <https://doi.org/10.3390/rs16132321>

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao CNPq pelo financiamento acadêmico. Também agradecemos à Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA) e ao Serviço Geológico Brasileiro (SGB) pelo esforço para a disponibilização de dados observados de alta qualidade durante os eventos de Maio de 2024. Também agradecemos a disponibilização pública dos dados SWOT pela Agência Aeroespacial dos Estados Unidos (NASA) e CNES.