XXVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos
23 a 28 de novembro de 2025 - Vitória - ES

ABRHidro
Associação Brasileira de Recursos Hídricos

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

PREVISÕES EMERGENCIAIS DE NÍVEIS DO GUAÍBA DURANTE A CHEIA SEM PRECEDENTES DE MAIO DE 2024

Matheus Sampaio Medeiros [1] ; Fernando Mainardi Fan [2]& Rodrigo Cauduro Dias de Paiva[3]

Abstract: In May 2024, the state of Rio Grande do Sul, in southern Brazil, experienced an unprecedented flood that severely impacted Porto Alegre and its metropolitan region. Water levels in the Guaíba River exceeded all historical records, reaching 5.37 meters on May 5, 2024, surpassing the previous peak of 4.76 meters recorded in 1941. In response to this extreme event, a team from the Hydraulic Research Institute at the Federal University of Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS), including the authors of this study, mobilized efforts to perform daily operational forecasts of Guaíba water levels during the event. Despite the challenges, the forecasting system successfully identified critical moments of the flooding: flood levels exceeding 5 meters with a 3-day operational lead time; non-occurrence of levels above the 6 meters levees top; second peak above 5 meters with 8-day lead time; prolonged duration of the flooding around 30 days. The accuracy of the forecasts was crucial for mitigation measures such as preventive evacuations and emergency actions. This study highlights technical and operational aspects of the forecasts and discusses the importance of an integrated approach to managing extreme events.

Resumo: Em maio de 2024, o estado do Rio Grande do Sul, no sul do Brasil, enfrentou uma cheia sem precedentes que impactou severamente Porto Alegre e sua região metropolitana. Os níveis do rio Guaíba superaram todos os registros históricos, atingindo 5,37 metros no dia 5 de maio de 2024, ultrapassando o pico anterior de 4,76 metros registrado em 1941. Em resposta a esse evento extremo, uma equipe do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS), incluindo os autores deste estudo, mobilizou esforços para realizar previsões operacionais diárias dos níveis do Guaíba ao longo do evento. Apesar dos desafios, o sistema de previsão foi bem-sucedido em identificar momentos críticos da cheia: níveis superiores a 5 metros com antecedência operacional de 3 dias; não ocorrência de níveis acima dos 6 metros (crista dos diques); segundo pico acima de 5 metros com antecedência de 8 dias; e duração prolongada da cheia por aproximadamente 30 dias. A acurácia das previsões foi fundamental para a adoção de medidas de mitigação, como evacuações preventivas e ações de emergência. Este estudo destaca os aspectos técnicos e operacionais das previsões realizadas e discute a importância de uma abordagem integrada para a gestão de eventos extremos.

Palavras-Chave – Previsão hidrológica; Evento extremo; cheia sem precedentes de 2024.

INTRODUÇÃO

A criação de centros de monitoramento e o desenvolvimento de ferramentas para previsão antecipada e acompanhamento de eventos extremos têm ganhado destaque mundialmente (Alfieri et al., 2013; Pappenberger et al., 2011; Pechlivanidis et al., 2025; Zhang et al., 2025). O aprimoramento desses sistemas de previsão é essencial para a mitigação de eventos extremos, como enchentes, e o uso da tecnologia deve ser acompanhado de resultados compreensíveis para o público (Kuller et al.,

1) Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), (UFRGS), Porto Alegre, Brasil. matheus.sampaio@ufrgs.br
2) Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), (UFRGS), Porto Alegre, Brasil. fernando.fan@ufrgs.br
3) Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), (UFRGS), Porto Alegre, Brasil. rodrigo.paiva@ufrgs.br

2021). Modelos de simulação hidrológica e hidrodinâmica têm se mostrado indispensáveis para a compreensão dos processos físicos em bacias hidrográficas (Paiva et al., 2011; Paz et al., 2011; Paiva et al., 2013; Pontes et al., 2015; Siqueira et al., 2018; Fleischmann1 et al., 2018; Fleischmann et al., 2019), e sua aplicação permite a previsão antecipada de vazões, facilitando a tomada de decisão (Collischonn et al., 2005; Fan et al., 2014; Siqueira et al., 2016; Siqueira et al., 2020).

No entanto, um desafio recorrente nesses estudos está na aplicação prática das previsões, aspecto ainda pouco explorado. Em um estudo recente, Blöschl et al. (2019) realizaram uma consulta pública e entrevistas com diversos pesquisadores para identificar problemas científicos não resolvidos em hidrologia. Segundo os autores, questões relacionadas às incertezas dos modelos de previsão e à forma como essas incertezas são comunicadas ao público e a tomadores de decisão permanecem como desafios centrais. Em níveis local e regional, ainda há uma lacuna na comunicação efetiva da confiança e da incerteza nas previsões hidrológicas. Disciplinas correlatas, como a meteorologia, têm obtido avanços consideráveis nesse sentido.

Em maio de 2024, o estado do Rio Grande do Sul foi diretamente afetado por um evento extremo de precipitação, resultando em escorregamentos e inundações (Collischonn et al., 2025). No dia 5 de maio, a cheia sem precedentes atingiu com severidade a Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), alcançando o nível recorde de 5,37 metros (Germano et al., 2024). Esse valor superou a cheia de 1941, até então considerada a mais impactante e traumática da história de Porto Alegre (Possa et al., 2022). As primeiras áreas afetadas foram as porções a montante da bacia, impactando sobretudo municípios nos vales dos rios Taquari e Caí, onde ocorreram cheias rápidas e escorregamentos. Na RMPA, região a jusante, os municípios com maior número absoluto de pessoas diretamente afetadas foram: Canoas (154 mil), Porto Alegre (151 mil) e São Leopoldo (84 mil). O evento extremo surpreendeu as comunidades locais, deixando tempo insuficiente para evacuação em algumas áreas. A cheia de maio de 2024 pode ser classificada como uma “cheia impossível” (Montanari et al., 2024). Segundo os autores, esse conceito refere-se a inundações consideradas impossíveis por ultrapassarem as expectativas baseadas em eventos históricos.

Diante da magnitude desse evento, uma equipe do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS), composta pelos autores do presente artigo, mobilizou esforços para realizar previsões operacionais diárias dos níveis do Guaíba. Esse esforço envolveu o uso de tecnologias de ponta e o melhor conhecimento disponível sobre processos hidrológicos e hidrodinâmicos na região. O objetivo foi fornecer informações antecipadas para subsidiar a tomada de decisão e mitigar os impactos da cheia. A partir de 1º de maio de 2024, foram geradas previsões sob diferentes cenários, incluindo um cenário de referência com precipitação nula e cenários com consideração dos efeitos do vento. Assim, este estudo tem como objetivo apresentar os resultados das previsões operacionais realizadas durante o evento extremo de 2024 e discutir algumas das lições aprendidas. A experiência obtida com esse evento histórico contribuirá para o aprimoramento de futuras previsões de cheias

PREVISÕES OPERACIONAIS

As previsões operacionais foram iniciadas em caráter emergencial, visto que não existia, até então, nenhum sistema de previsão implementado para essa região. Pesquisas anteriores no IPH já vinham sendo conduzidas no contexto da simulação dos níveis do rio Guaíba e, diante da iminência da cheia, iniciou-se um esforço voluntário para tentar prever os níveis do Guaíba. As previsões operacionais passaram a ser geradas diariamente, com o objetivo de comunicar à população cenários possíveis para os dias seguintes. Os resultados foram divulgados por meio de gráficos e boletins, fornecendo previsões dos níveis d’água no Guaíba. Essas informações foram amplamente compartilhadas via WhatsApp, redes sociais e, principalmente, pelo site do IPH

(https://www.ufrgs.br/iph/noticias/). Além disso, emissoras de televisão e grandes jornais também passaram a divulgar os boletins em suas manchetes.

O processo de previsão de cada dia se iniciava com a análise das observações mais recentes de estações de monitoramento específicas, incluindo níveis dos rios e precipitações acumuladas, além de imagens de satélite e radar das condições recentes de chuva, e previsões numéricas de precipitação e vento para os próximos 15 dias. Essa análise preliminar permitia entender a evolução da cheia, o estado atual dos afluentes do Guaíba e um panorama das previsões meteorológicas para os dias seguintes. A segunda etapa envolvia o download dos dados hidrológicos monitorados, os quais eram inseridos no modelo MGB para simular o comportamento hidrológico dos afluentes. O modelo MGB, desenvolvido por Collischonn et al. (2007), é voltado para a representação dos processos hidrológicos em grandes bacias. Esse modelo foi previamente calibrado e validado para a região do Rio Grande do Sul Hidrológico - RSH (Fan et al., 2019). As vazões simuladas pelo modelo hidrológico eram então inseridas no modelo hidrodinâmico. Assim era possível verificar as cotas em diferentes pontos do modelo, em especial na região do Guaíba. Essa avaliação servia de base para divulgação das condições futuras dos níveis para os próximos dias. A Figura 1 abaixo apresenta um esquema simplificado do processo de previsão.

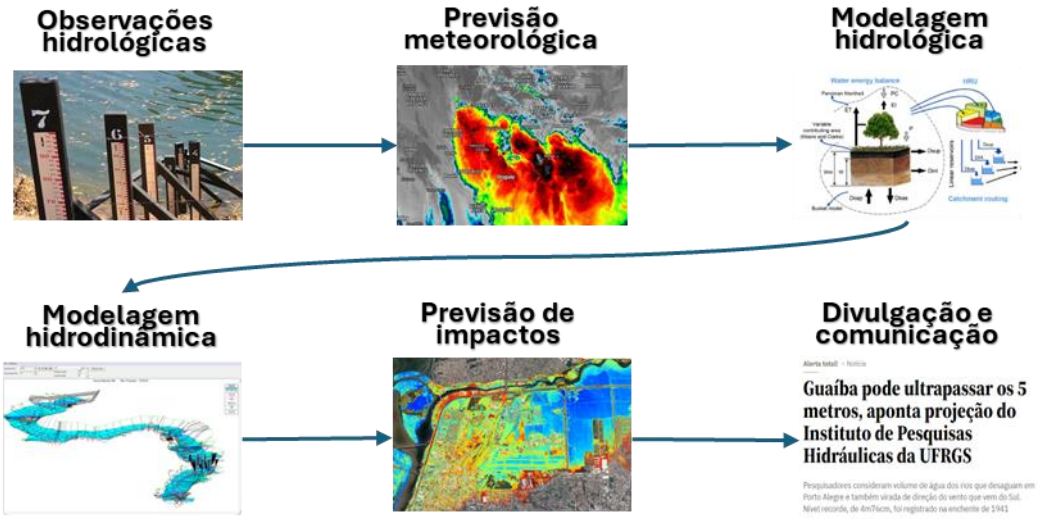


Figura 1 – Esquema simplificado das etapas do processo de previsão

As simulações hidrodinâmicas foram realizadas utilizando o componente de escoamento não permanente unidimensional (1D) do modelo HEC-RAS (USACE, 2021). O modelo digital de elevação utilizado foi construído a partir da combinação de imagens aéreas da Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais do RS (IEDE-RS), fornecida pelo governo do estado. Esses dados são de propriedade estadual e foram utilizados mediante as autorizações necessárias para fins acadêmicos. Dados batimétricos foram utilizados para representar os leitos dos rios, com base em relatórios técnicos e documentos públicos disponíveis para os rios Sinos, Caí e Jacuí. Para o Guaíba e a Lagoa dos Patos, foram utilizados dados batimétricos baseados em cartas náuticas da Marinha do Brasil, obtidas a partir de levantamentos realizados entre 1961 e 1966, conforme referenciado por Lopes et al. (2018). As áreas submersas foram complementadas com o modelo SRTM, com resolução espacial de aproximadamente 90 metros (Farr et al., 2007). O domínio de simulação abrange a porção a montante do Guaíba, iniciando no rio Jacuí, passando pela Lagoa dos Patos e se estendendo até sua foz no município de Rio Grande, onde se aplica a condição de contorno a jusante. As contribuições laterais ao modelo 1D incluíram as vazões dos rios Taquari, Caí, Sinos e Gravataí. Embora o sistema Guaíba–Laguna dos Patos inclua grandes áreas lacustres e de várzeas, o comportamento observado

durante a cheia de maio de 2024 foi predominantemente fluvial. A onda de cheia propagou-se como escoamento em canal, com altas velocidades e fluxos por cima das planícies. Medições de campo realizadas por Andrade et al. (2024), nas proximidades do centro de Porto Alegre, registraram velocidades da ordem de 4 m/s, durante o pico da cheia, demonstrando a dimensão da onda de cheia que passava pelo local.

Diante desse comportamento, o modelo hidrodinâmico 1D foi considerado adequado para representar as principais dinâmicas de escoamento ao longo do sistema. Além disso, a condição de contorno a jusante foi definida em um ponto próximo à foz da Laguna dos Patos, no Oceano Atlantico, suficientemente distante da região de interesse (o Guaíba). Essa abordagem permitiu que potenciais erros de simplificação na região lagunar se dissipassem antes de influenciar os resultados da simulação na parte superior do Guaíba. Assim, apesar das limitações, o modelo 1D mostrou-se apropriado para previsões operacionais durante o evento devido ao tempo de processamento reduzido. As técnicas de pós-processamento limitaram-se à aplicação de correções simples de desvio, com o objetivo de reduzir o viés sistemático entre os níveis simulados e os observados. Esses ajustes garantiram que cada previsão partisse de um nível coerente com a última medição, sem alterar a resposta dinâmica do modelo.

Os resultados de cada previsão eram traduzidos em recomendações claras e objetivas para auxiliar a tomada de decisão por parte de autoridades locais e comunidade no geral. No entanto, a natureza inédita da cheia de maio de 2024 impôs desafios significativos, exigindo expertise local e compreensão profunda da dinâmica do sistema em tempo real. Diversas estações de monitoramento entraram falharam durante o evento. Além disso, em diversos pontos importantes do sistema não havia monitoramento, exigindo a criação de cenários e estimativa com base no comportamento típico do sistema. Por isso, o conhecimento local e a redundância de informações são peças fundamentais diante de um evento extremo como esse.

Cenários com diferentes previsões de precipitação também foram avaliados, buscando entender o grau de concordância espacial e temporal das previsões meteorológicas e as possíveis condições para os dias seguintes. O trabalho em equipe foi essencial na análise dos cenários e no enfrentamento dos desafios. Por fim, os resultados eram analisados e convertidos em boletins informativos. Todas as mensagens tratavam de interpretações dos previsores, e não de comunicados oficiais em nome da Defesa Civil. O objetivo dos boletins era exclusivamente informar sobre possíveis níveis futuros do Guaíba nos dias subsequentes. A Figura 2 apresenta quatro gráficos de exemplos de boletins emitidos durante o evento de inundação. Além dos gráficos, textos explicativos foram incluídos com o intuito de facilitar a interpretação das previsões. O sistema emergencial de previsão operacional não apenas forneceu informações valiosas para a tomada de decisão (GZH, 2024a), mas também ressaltou a importância de uma comunicação clara e eficaz com o público. As previsões foram emitidas diariamente, com horizonte de até 15 dias.

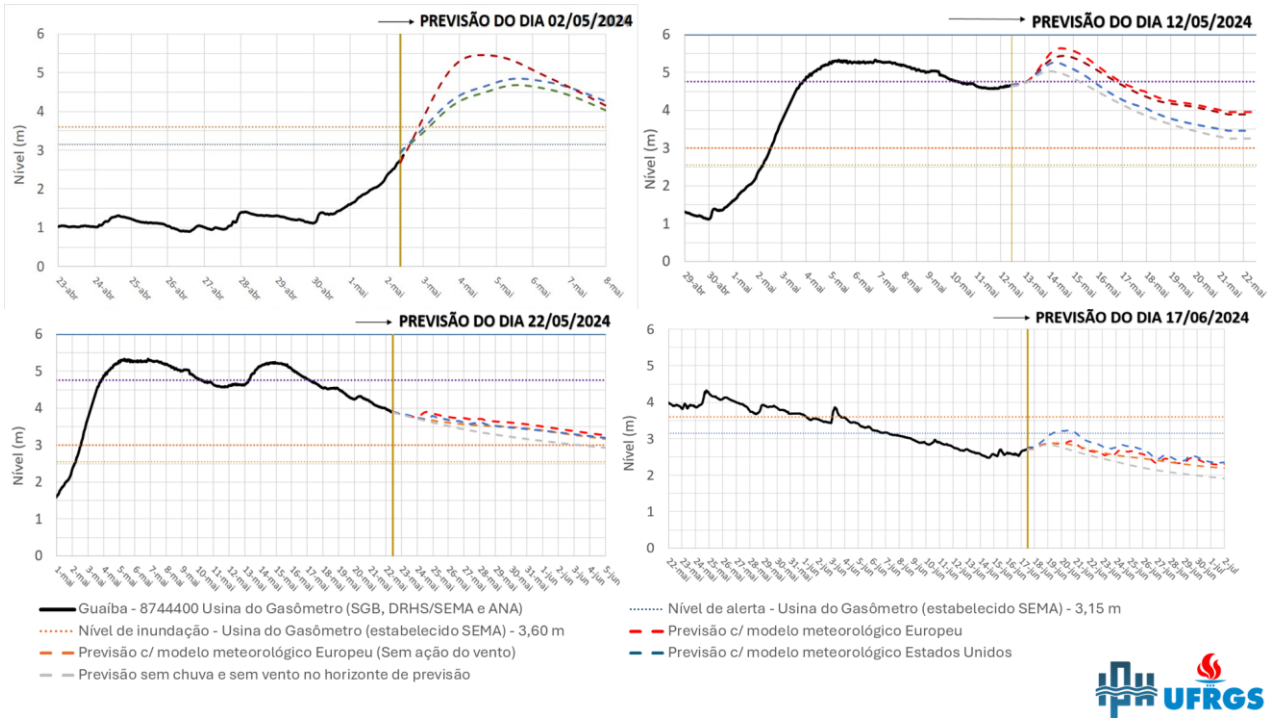


Figura 2 – Previsões dos níveis d'água do Guaíba emitidas em diferentes dias durante o evento. a) Previsão de 2 de maio, indicando níveis acima de 5 metros; b) Previsão de 12 de maio, mostrando um segundo pico para o dia 14 de maio; c) e d) Previsões de 22 de maio e 17 de junho, indicando uma recessão lenta dos níveis do Guaíba.

No primeiro dia de previsão, a principal mensagem transmitida foi que essa cheia superaria eventos anteriores, exigindo a ativação do sistema de proteção contra inundações da cidade, incluindo o fechamento das comportas do sistema de defesa. Já no segundo dia, as previsões indicavam a possibilidade de uma cheia superior à de 1941, que teve como referência o nível de 4,76 metros. No terceiro dia, os cenários confirmavam a previsão de que o Guaíba atingiria o patamar de 5 metros. Nos dias quatro e cinco, as previsões novamente se confirmaram, com o Guaíba alcançando 5,37 metros (Collischonn et al., 2025; Germano et al., 2024).

Uma informação adicional relevante nesses dias foi que os valores de pico permaneceram abaixo de 6 metros — limite superior teórico do sistema de proteção de Porto Alegre. Além disso, a cheia demonstrou ser de longa duração, conforme interpretado a partir dos dados dos tributários. No sexto dia, foi emitido o primeiro alerta sobre a possibilidade de um segundo pico no Guaíba. Os cenários indicavam uma nova elevação com até oito dias de antecedência.

Do sétimo ao décimo segundo dia, as previsões confirmaram a redução do nível e a ocorrência do segundo pico, indicando a recorrência de alagamentos em áreas já impactadas. No décimo terceiro dia, todos os cenários indicavam nova elevação para próximo de 5 metros, o que foi confirmado no dia seguinte. Em 14 de maio, o segundo pico foi observado, com nível de 5,20 metros, e as previsões indicavam estabilização em níveis elevados. A partir do décimo quinto dia, as previsões passaram a indicar uma recessão lenta, com pequenas elevações ocasionais causadas por chuvas locais e efeitos de ventos do sul. Esses episódios foram previstos e ocorreram nos dias 24 e 28 de maio, e 4, 10 e 15 de junho. Os boletins de previsão foram divulgados à comunidade em forma de textos acompanhados de gráficos. Essas mensagens tinham como objetivo oferecer ao público uma compreensão dos cenários simulados, além de recomendações de ações para populações potencialmente afetadas e tomadores de decisão. Para ilustrar essas mensagens, foi selecionada uma série de reportagens

publicadas por um veículo de comunicação regional que utilizou os boletins como manchete. Figura 3 apresenta um resumo de algumas mensagens-chave veiculadas por esse meio de imprensa local.

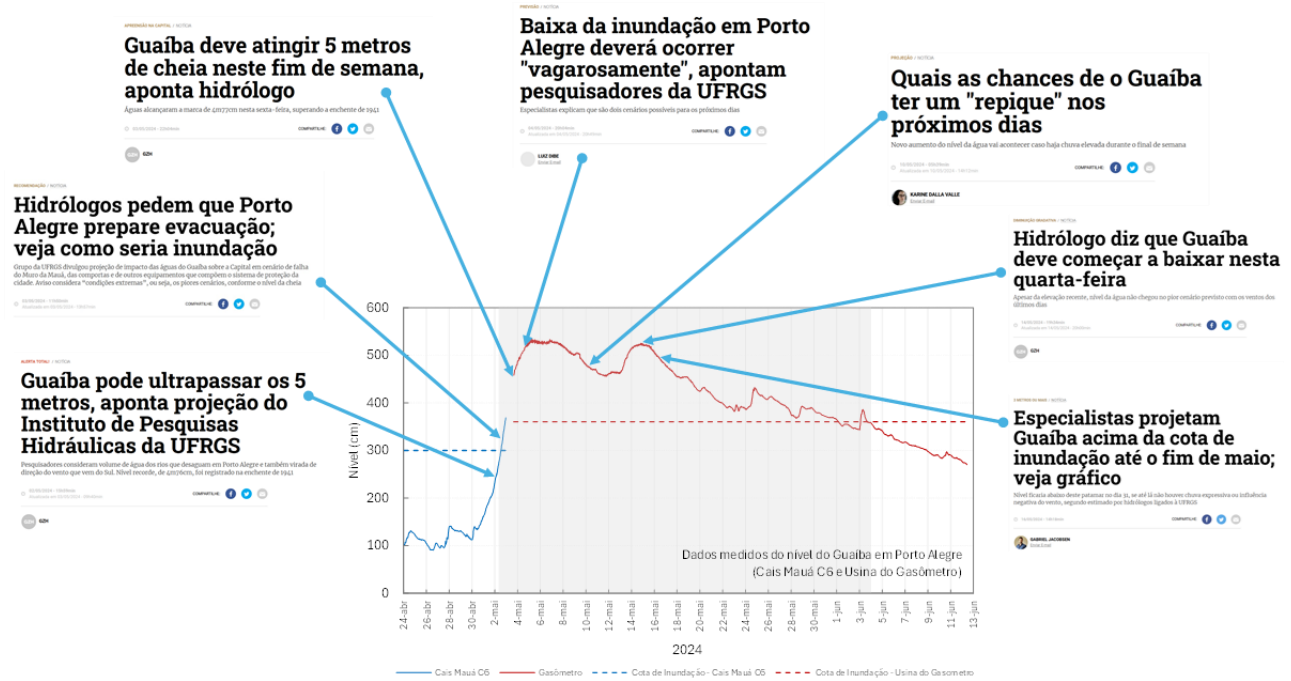


Figura 3 – Principais manchetes baseadas nas previsões publicadas por um veículo de imprensa regional. Referências: GZH (2024a); 2) GZH (2024b); 3) GZH (2024c); 4) GZH (2024d); 5) GZH (2024e); 6) GZH (2024f).

DISCUSSÕES

Ao examinar os boletins emitidos, observa-se que alguns eventos foram previstos com até 72 horas de antecedência, demonstrando excelente acurácia quantitativa. Por exemplo, em 1º de maio, foi publicada a seguinte mensagem:

> "*Espera-se que a cota de cheia de 3 metros seja ultrapassada até a tarde de quinta-feira (02/05/2024), restando pouco tempo para o fechamento das comportas de proteção contra cheias. Além disso, os níveis d'água devem continuar subindo, podendo ultrapassar 4 metros entre sexta-feira e sábado. Caso isso ocorra, poderá superar o evento de novembro de 2023 e se aproximar do nível da cheia de 1941.*"

Com aproximadamente 72 horas de antecedência, foi possível prever níveis superiores à última cheia histórica de 1941. Para elevações subsequentes, como o pico secundário de 14 de maio, o boletim de 6 de maio afirmou:

> *"Os cenários de previsão indicam uma cheia prolongada. Níveis elevados acima de 5 metros são esperados nos próximos dias. Uma lenta recessão manterá os níveis acima de 4 metros ao longo da semana. A chuva esperada para o fim de semana pode elevar novamente os níveis para 5 metros."*

Essa previsão, com cerca de 192 horas (8 dias) de antecedência, foi crucial, pois muitos moradores estavam retornando às suas casas após a redução gradual da água, sem saber do risco de um novo pico. O alerta de risco ajudou a manter a população em estado de atenção.

De forma geral, não foram identificados falsos alarmes durante o evento. Todas as mensagens de alto risco e impacto, que previam a ocorrência de eventos críticos, foram confirmadas. No entanto, após a lenta recessão das águas e diante das incertezas relacionadas aos efeitos do vento, algumas mensagens

apresentaram menor acurácia — principalmente pela não detecção de pequenas novas elevações nos níveis. Ainda assim, como a cheia já havia perdido intensidade nessa fase, esses eventos não detectados não causaram impactos significativos nem comprometeram a credibilidade das previsões.

Por fim, é importante destacar que essa acurácia foi alcançada por meio da interpretação do sistema pelos previsores. Sinais de elevação ou queda dos níveis d'água, em horizontes superiores a 72 horas, foram interpretados e discutidos entre os membros da equipe. Outras variáveis foram utilizadas para embasar as descrições dos fenômenos nos boletins, como a concordância (ou falta dela) entre os modelos meteorológicos e as condições hidrológicas dos rios. Durante o evento, surgiram diversas dificuldades, como falhas nos dados de monitoramento em tempo real e incertezas nos modelos. Essas limitações foram contornadas por meio de discussões intensas entre os especialistas e por ajustes e recalibrações dos modelos ao longo do processo. Essa experiência reforça a importância do investimento em pessoas, pois tecnologias, por mais avançadas que sejam, não substituem a análise crítica e a contextualização feitas por especialistas.

CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo apresentar os resultados das previsões operacionais realizadas durante o evento extremo de cheia ocorrido em maio de 2024, no sul do Brasil. Combinando modelos hidrológicos e hidrodinâmicos com previsões meteorológicas, foi possível prever com certa acurácia os níveis críticos do Guaíba, com antecedência operacional de até três dias. Os resultados indicam que o modelo foi capaz de representar o sistema e antecipar os impactos de cheias extremas. A natureza sem precedentes do evento exigiu uma mudança de paradigma, ressaltando a importância do conhecimento local e da interpretação física do sistema durante a evolução da cheia. Este estudo evidencia a importância de abordagens integradas de previsão hidrológica para antecipar e mitigar os efeitos de inundações. O estudo ressalta a necessidade de contínua melhoria dos modelos de previsão e investimento em infraestrutura de monitoramento para enfrentar eventos extremos futuros. Desafios como falhas na observação em tempo real e incertezas dos modelos reforçam a importância de envolver especialistas locais na interpretação das previsões. Essa abordagem pode aumentar a resiliência das regiões afetadas e mitigar os impactos de futuras inundações.

Por fim, é importante destacar que esses resultados satisfatórios e o impacto positivo das previsões foram alcançados mesmo na ausência de um sistema formal e estruturado de alerta de cheias. Não havia um arcabouço institucional previamente estabelecido para previsão e comunicação de cheias na região, tampouco preparação comunitária, capacitações ou protocolos padronizados para disseminação de mensagens. Apesar dessas limitações, as previsões se mostraram eficazes para subsidiar decisões emergenciais e informar a população durante um evento crítico. Isso reforça o potencial dos sistemas de previsão operacionais, mesmo em condições improvisadas, e destaca a urgência de sua institucionalização e fortalecimento para eventos futuros.

REFERENCIAS

Alfieri, L., Burek, P., Dutra, E., Krzeminski, B., Muraro, D., Thielen, J., & Pappenberger, F. (2013). GloFAS-global ensemble streamflow forecasting and flood early warning. Hydrology and Earth System Sciences, 17(3), 1161–1175. https://doi.org/10.5194/hess-17-1161-2013

Andrade, M. M., Piazera, M., da Luz, R., Nunes, J. C. R., Scottá, F., & Silva, T. (2024). Flow measurements with ADCP on the Guaíba River, during the highest water level recorded in history-May 2024 (floods in the State of Rio Grande do Sul, Brazil). Revista Brasileira de Recursos Hidricos, 29. https://doi.org/10.1590/2318-0331.292420240052

Blöschl, G., Bierkens, M. F. P., Chambel, A., Cudennec, C., Destouni, G., Fiori, A., Kirchner, J. W., McDonnell, J. J., Savenije, H. H. G., Sivapalan, M., Stumpp, C., Toth, E., Volpi, E., Carr, G.,

Lupton, C., Salinas, J., Széles, B., Viglione, A., Aksoy, H., … Zhang, Y. (2019). Twenty-three unsolved problems in hydrology (UPH)–a community perspective. Hydrological Sciences Journal, 64(10), 1141–1158. https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1620507

Collischonn, W., Allasia, D., da Silva, B. C., & Tucci, C. E. M. (2007). The MGB-IPH model for large-scale rainfall-runoff modelling. Hydrological Sciences Journal, 52(5), 878–895. https://doi.org/10.1623/hysj.52.5.878

Collischonn, W., Brêda, J. P. L. F., Wongchuig, S., Ruhoff, A., Paiva, R. C. D. de, Fan, F. M., Filho, R. C. de C. M., & Ramalho, N. (2024). Unprecedented April-May 2024 rainfall in South Brazil sets new record. Revista Brasileira de Recursos Hidricos, 29, ba. https://doi.org/10.1590/2318-0331.292420240088

Collischonn, W., Fan, F. M., Possantti, I., Dornelles, F., Paiva, R., Medeiros, M. S., Michel, G. P., Filho, F. J. C. M., Moraes, S. R., Marcuzzo, F. F. N., Michel, R. D. L., Beskow, T. L. C., Beskow, S., Fernandes, E. H. L., Dos Santos, L. 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. Revista Brasileira de Recursos Hidricos, 30. https://doi.org/10.1590/2318-0331.302520240119

Collischonn, W., Morelli Tucci, C. E., Clarke, R. T., Dias, P. L. S., & Sampaio De Oliveira, G. (2005). Previsão Sazonal de Vazão na Bacia do Rio Uruguai 2: Previsão Climática-Hidrológica (Vol. 10).

Fan, F., Collischonn, W., Meller, A., & Botelho, L. C. M. (2014). Ensemble streamflow forecasting experiments in a tropical basin: The São Francisco river case study. Journal of Hydrology, 519(PD), 2906–2919. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.04.038

Fan, F., Fleischmann, A., Siqueira, V., Nectoux, M., Giacomelli, L., & Collischonn, W. (2019). Development of a Flood Forecasting System for the State of Rio Grande do Sul, Brazil. Geophysical Research Abstracts, 21, 2019–10547.

Fleischmann, A., Paiva, R., & Collischonn, W. (2019). Can regional to continental river hydrodynamic models be locally relevant? A cross-scale comparison. Journal of Hydrology X, 3. https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2019.100027

Fleischmann, A., Siqueira, V., Paris, A., Collischonn, W., Paiva, R., Pontes, P., Crétaux, J. F., Bergé-Nguyen, M., Biancamaria, S., Gosset, M., Calmant, S., & Tanimoun, B. (2018). Modelling hydrologic and hydrodynamic processes in basins with large semi-arid wetlands. Journal of Hydrology, 561, 943–959. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.04.041

Germano, A. de O., Lamberty, D., Silva, E. D., Buffon, F. T., & Pedrollo, M. C. R. (2024). Avaliação indireta do nível máximo das águas do delta do Rio Jacuí na região central de Porto Alegre, entre as estações Cais Mauá C6 e Usina do Gasômetro, na grande cheia de maio de 2024. https://doi.org/https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24911

GZH. (2024a, May 2). Guaíba pode ultrapassar os 5 metros, aponta projeção do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. GZHa. Disponível em: https://gauchazh.clicrbs.com.br/ambiente/noticia/2024/05/guaiba-pode-ultrapassar-os-5-metros-aponta-projecao-do-instituto-de-pesquisas-hidraulicas-da-ufrgs-clvplcxi1019d014aes0o62ev.html

GZH. (2024b, May 3). Guaíba deve atingir 5 metros de cheia neste fim de semana, aponta hidrólogo. GaúchaZH. Disponível em: https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2024/05/guaiba-deve-atingir-5-metros-de-cheia-neste-fim-de-semana-aponta-hidrologo-clvre1x5q02f7011w99qc4po1.html#:~:text=Apreens%C3%A3o%20na%20Capital-,Gua%C3%ADba%20deve%20atingir%205%20metros%20de,fim%20de%20semana%2C%20aponta%20hidr%C3%B3logo&text=A%20medida%20mais%20recente%20da,4m76cm%20na%20enchente%20de%201941

GZH. (2024c, May 3). Hidrólogos pedem que Porto Alegre prepare evacuação. GaúchaZH. Disponível em: https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2024/05/hidrologos-pedem-que-porto-alegre-prepare-evacuacao-veja-como-seria-inundacao-clvqsldrv022l011w51s0vgfk.html#:~:text=O%20pedido%20dos%20especialistas%20%C3%A9,sistema%20de%20defesa%20da%20cidade

GZH. (2024d, May 4). Baixa da inundação em Porto Alegre deverá ocorrer "vagarosamente", apontam pesquisadores da UFRGS. Disponível em: https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2024/05/baixa-da-inundacao-em-porto-alegre-devera-ocorrer-vagarosamente-apontam-pesquisadores-da-ufrgs-clvspdeha022u014aeqm0605c.html#:~:text=O%20pesquisador%20diz%20que%2C%20ap%C3%B3s,mais%20prov%C3%A1vel%20%E2%80%94menciona%20Fernando%20Fan

GZH. (2024e, May 10). Quais são as chances de o Guaíba ter um "repique" nos próximos dias. Disponível em: https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2024/05/quais-as-chances-de-o-guaiba-ter-um-repique-nos-proximos-dias-clw0fej7i0004019atpu4gc9w.html

GZH. (2024f, May 14). Hidrólogos dizem que Guaíba deve começar a baixar nesta quarta-feira. Disponível em: https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2024/05/hidrologo-diz-que-guaiba-deve-comecar-a-baixar-nesta-quarta-feira-clw6z057t001u01edv4na5x76.html

Kuller, M., Schoenholzer, K., & Lienert, J. (2021). Creating effective flood warnings: A framework from a critical review. In Journal of Hydrology (Vol. 602). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126708

Lopes, V. A. R., Fan, F. M., Pontes, P. R. M., Siqueira, V. A., Collischonn, W., & Motta Marques, D. da. (2018). A first integrated modelling of a river-lagoon large-scale hydrological system for forecasting purposes. Journal of Hydrology, 565, 177–196. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.08.011

Montanari, A., Merz, B., & Blöschl, G. (2024). HESS Opinions: The sword of Damocles of the impossible flood. Hydrology and Earth System Sciences, 28(12), 2603–2615. https://doi.org/10.5194/hess-28-2603-2024

Paiva, R. C. D., Collischonn, W., & Buarque, D. C. (2013). Validation of a full hydrodynamic model for large-scale hydrologic modelling in the Amazon. Hydrological Processes, 27(3), 333–346. https://doi.org/10.1002/hyp.8425

Paiva, R. C. D., Collischonn, W., & Tucci, C. E. M. (2011). Large scale hydrologic and hydrodynamic modeling using limited data and a GIS based approach. Journal of Hydrology, 406(3–4), 170–181. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.06.007

Pappenberger, F., Thielen, J., & Del Medico, M. (2011). The impact of weather forecast improvements on large scale hydrology: Analysing a decade of forecasts of the European Flood Alert System. Hydrological Processes, 25(7), 1091–1113. https://doi.org/10.1002/hyp.7772

Paz, A. R. da, Collischonn, W., Tucci, C. E. M., & Padovani, C. R. (2011). Large-scale modelling of channel flow and floodplain inundation dynamics and its application to the Pantanal (Brazil). Hydrological Processes, 25(9), 1498–1516. https://doi.org/10.1002/hyp.7926

Pechlivanidis, I. G., Du, Y., Bennett, J., Boucher, M.-A., Chang, A. Y. Y., Crochemore, L., Dasgupta, A., Di Baldassarre, G., Luterbacher, J., Pappenberger, F., Ramos, M.-H., Slater, L., Uhlenbrook, S., Wetterhall, F., Wood, A., Lavado-Casimiro, W., Yoshimura, K., Imhoff, R., van Oevelen, P. J., … Werner, M. (2025). Enhancing Research-to-Operations in Hydrological Forecasting: Innovations across Scales and Horizons. Bulletin of the American Meteorological Society, 106(5), E894–E919. https://doi.org/10.1175/BAMS-D-24-0322.1

Pontes, P. R. M., Collischonn, W., Fan, F. M., Paiva, R. C. D., & Buarque, D. C. (2015). Modelagem hidrológica e hidráulica de grande escala com propagação inercial de vazões. Revista Brasileira de Recursos Hídricos.

Possa, T. M., Collischonn, W., Jardim, P. F., & Fan, F. M. (2022). Hydrological-hydrodynamic simulation and analysis of the possible influence of the wind in the extraordinary flood of 1941 in Porto Alegre. Revista Brasileira de Recursos Hidricos, 27. https://doi.org/10.1590/2318-0331.272220220028

Siqueira, V. A., Collischonn, W., Fan, F. M., & Chou, S. C. (2016). Previsão de cheias por conjunto a partir de previsões operacionais do EPS regional Eta na bacia do Taquari-Antas/RS. Revista Brasileira de Recursos Hidricos, 21(3), 587–602. https://doi.org/10.1590/2318-0331.011616004

Siqueira, V. A., Fan, F. M., Paiva, R. C. D. de, Ramos, M. H., & Collischonn, W. (2020). Potential skill of continental-scale, medium-range ensemble streamflow forecasts for flood prediction in South America. Journal of Hydrology, 590. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125430

Siqueira, V. A., Paiva, R. C. D., Fleischmann, A. S., Fan, F. M., Ruhoff, A. L., Pontes, P. R. M., Paris, A., Calmant, S., & Collischonn, W. (2018). Toward continental hydrologic-hydrodynamic modeling in South America. Hydrology and Earth System Sciences, 22(9), 4815–4842. https://doi.org/10.5194/hess-22-4815-2018

USACE. (2021). HEC-RAS River Analysis System User's Manual (Version 6.0.).

Zhang, L., Song, Y., Cui, H., Lu, M., Li, C., Yuan, B., Wang, B., Lall, U., & Yang, J. (2025). Foundation Models as Assistive Tools in Hydrometeorology: Opportunities, Challenges, and Perspectives. In Water Resources Research (Vol. 61, Issue 4). John Wiley and Sons Inc. https://doi.org/10.1029/2024WR039553