

## PREVISÃO HIDROLÓGICA E ALERTA ANTECIPADO NO RIO PIRATINI: ANÁLISE DE PARAMETRIZAÇÕES DO MODELO DESENVOLVIDO

**MÔNICA NAVARINI KURZ<sup>1</sup>; TAMARA LEITZKE CALDEIRA BESKOW<sup>2</sup>; SAMUEL BESKOW<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – monicanavarini@yahoo.com.br*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – tamaraleitzkecaldeira@gmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – samuelbeskow@gmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

A modelagem hidrológica é uma ferramenta essencial para compreender o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica frente às suas características físicas e eventos pluviométricos específicos. Tal abordagem tem sido amplamente aplicada em diversas regiões com o propósito de aprimorar o entendimento sobre a disponibilidade e a gestão dos recursos hídricos (SINTAYEHU, 2015). Diante do cenário atual de intensificação de eventos extremos e das crescentes demandas por planejamento hídrico sustentável, os modelos hidrológicos desempenham papel fundamental na previsão hidrológica em tempo real e alerta antecipado para inundações sob diferentes condições ambientais e climáticas. Em particular, a modelagem baseada em eventos destaca-se por sua capacidade de representar, com precisão, a resposta da bacia a episódios específicos de precipitação, permitindo estimar indicadores como volume de escoamento superficial, tempo e pico de vazão (CHU; STEINMAN, 2009).

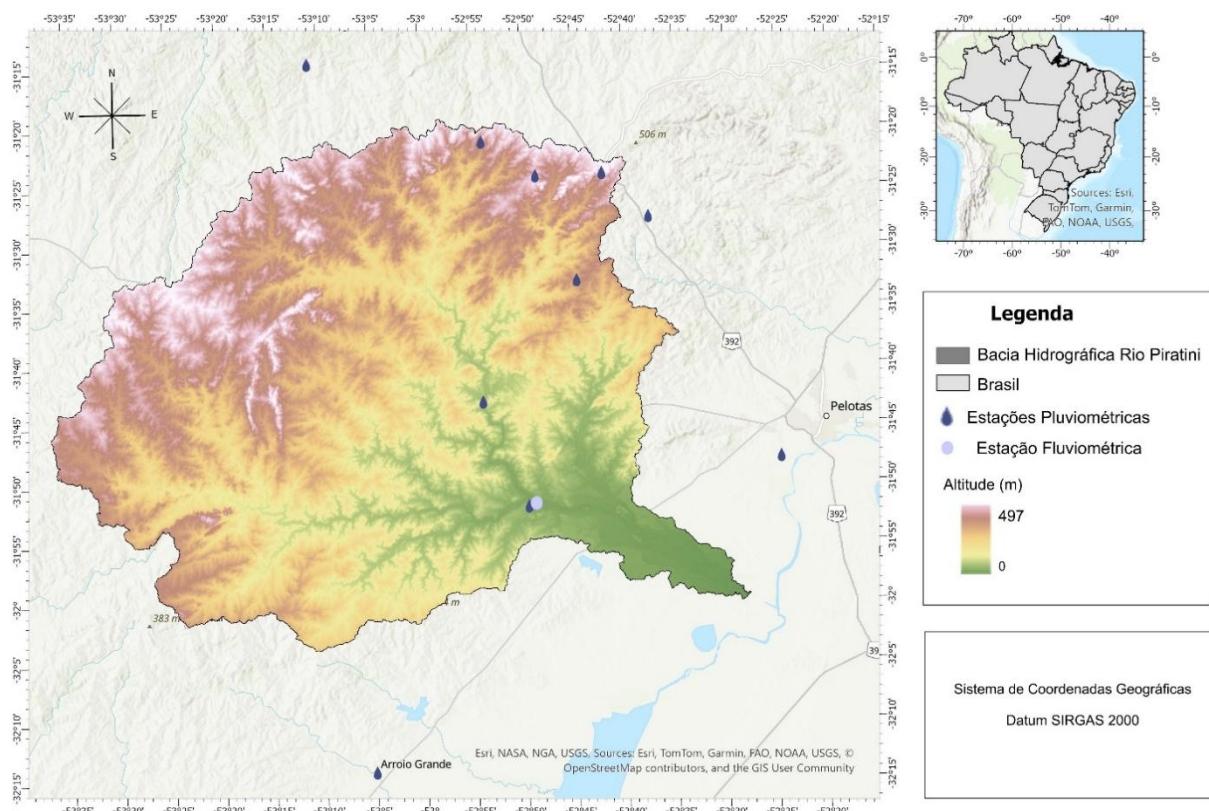
O uso combinado de diferentes metodologias hidrológicas para prever inundações e outros eventos hidrológicos extremos tem se mostrado cada vez mais necessário (KULKARNI; KALE, 2022). No estado do Rio Grande do Sul, a recorrência de eventos intensos de precipitação e seus consequentes danos sociais, econômicos e ambientais são amplamente registrados, sendo a bacia hidrográfica do rio Piratini um exemplo dessa vulnerabilidade (OGASSAWARA et al., 2021). Nesse contexto, destaca-se o modelo Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System (HEC-HMS), desenvolvido pelo U.S. Army Corps of Engineers (USACE), como uma das ferramentas utilizadas para a previsão hidrológica em bacias. A escolha adequada das combinações de métodos hidrológicos disponíveis neste modelo – como os métodos de perda, transformação, fluxo de base e propagação – é decisiva para a obtenção de resultados confiáveis (GUDURU; MOHAMMED, 2024).

Dante disso, o presente trabalho tem como objetivo identificar a aplicabilidade e confiabilidade de metodologias de modelagem disponíveis no HEC-HMS, aplicadas à bacia hidrográfica do rio Piratini, com base na simulação de eventos recentes de chuva ocorridos. A partir da calibração dos modelos, espera-se apontar a configuração mais eficiente para representar o comportamento hidrológico da bacia, contribuindo para a mitigação de riscos e para o planejamento hidrológico regional.

### 2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do rio Piratini, que é um dos principais afluentes do Canal São Gonçalo. A calibração do modelo hidrológico foi

realizada considerando a bacia hidrográfica à montante da ponte que interliga os municípios de Pedro Osório e Cerrito (Figura 1), correspondendo a uma área de drenagem de cerca de 4.700 km<sup>2</sup>, devido neste ponto possuir uma estação de monitoramento fluviométrico da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).



**Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Piratini e estações hidrometeorológicas cujas informações foram usadas**

A modelagem hidrológica foi concebida no Hydrologic Modeling System do Hydrologic Engineering Center (HEC-HMS), com suporte do Data Storage System (HEC-DSS), empregando uma combinação de métodos de perda, transformação, fluxo de base e propagação conforme fluxograma ilustrado na Figura 2. Os quatro modelos desenvolvidos são calibrados para quatro diferentes eventos de chuva que ocorreram recentemente nos anos de 2023 e 2024.

Os dados fluviométricos foram da ANA complementados por observações de cotas do rio Piratini feitas por profissionais da Defesa Civil de Pedro Osório e os dados pluviométricos obtidos da ANA, do Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O modelo digital de elevação utilizado foi o ANADEM com resolução espacial de 30 metros.

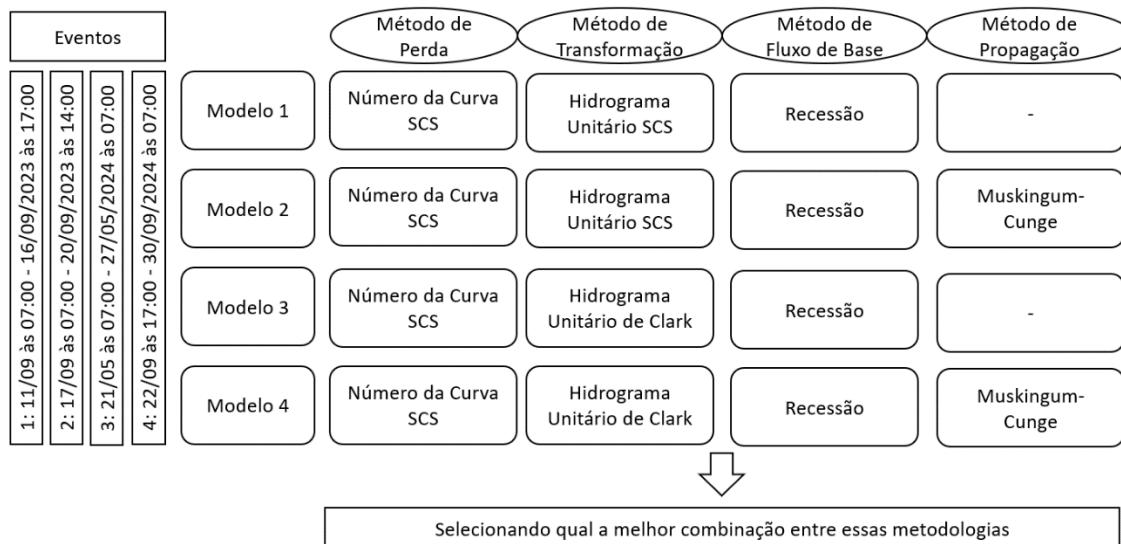


Figura 2 – Fluxograma com as combinações de métodos utilizados em cada modelo hidrológico e com os eventos utilizados para calibração dos modelos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quatro eventos com os modelos hidrológicos estudados estão mostrados nos gráficos abaixo (Figura 3). Estes gráficos mostram as respostas da bacia hidrográfica para o evento de chuva selecionado correspondentes a diferentes combinações de metodologias para a bacia do rio Piratini.

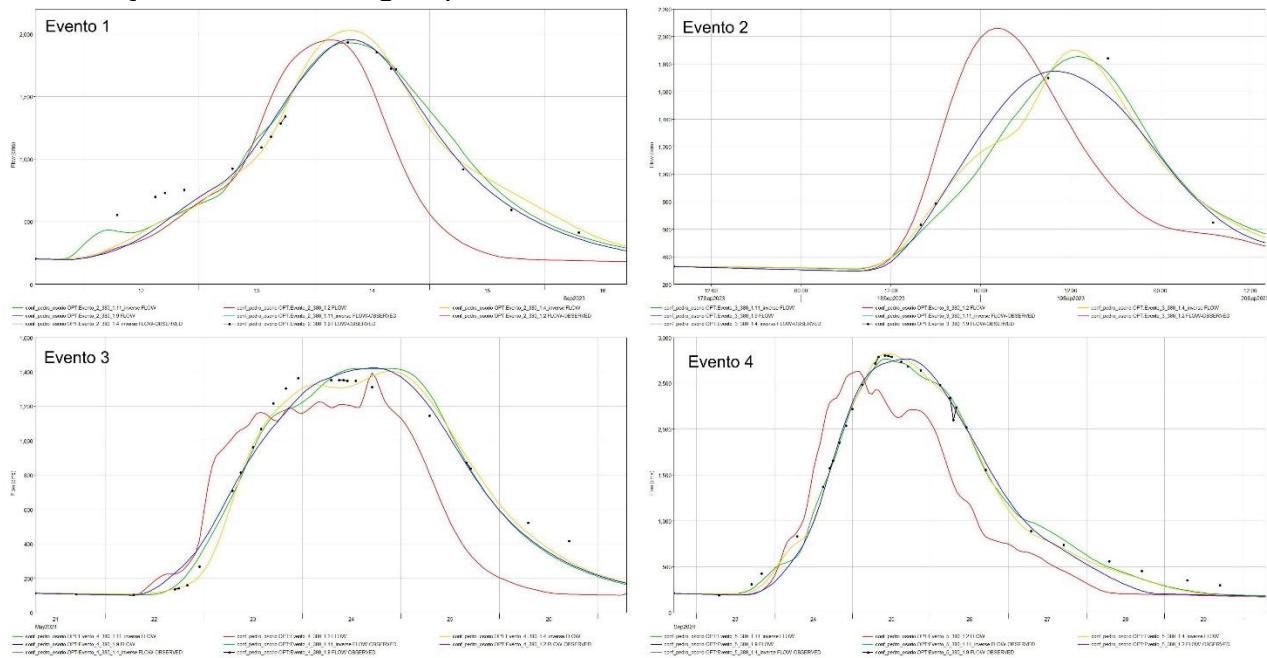


Figura 3 – Gráficos das vazões observadas e simuladas dos modelos hidrológicos estudados para os quatro eventos de calibração.

Nos gráficos acima, os pontos pretos indicam a vazão observada, a linha vermelha mostra a vazão simulada pelo modelo 1 para o evento estudado, a linha amarela está relacionada ao modelo 2, a linha azul ao modelo 3 e a linha verde a vazão simulada pelo modelo 4.

Analizando o gráfico das vazões, percebe-se que para o modelo 1 a vazão simulada inicia com antecedência e regredie antes em relação a vazão observada,

para os quatro eventos. O coeficiente de eficiência de Nash-Sutcliffe (NSE), que foi empregado como métrica para avaliar o desempenho dos modelos, apresentou valores de 0,70; 0,66; 0,82 e 0,79, respectivamente para os eventos 1, 2, 3 e 4.

Para o modelo 2, que utiliza os mesmos métodos de perda, transformação e fluxo de base que o modelo 1, porém adiciona um método de propagação de vazão em rios, percebe-se uma melhora muito significativa no valor de NSE, que foi de 0,95; 0,98; 0,99 e 1,00, respectivamente para os eventos 1, 2, 3 e 4. E observando os gráficos a vazão simulada e observada estão mais sobrepostas.

A terceira metodologia emprega um método de transformação diferente dos modelos 1 e 2 e não utiliza método de propagação. Ao compararmos ele com o modelo 1, que também não possui método de propagação, verifica-se que ao utilizar o hidrograma unitário de clark como método de transformação o ajuste de NSE, com valores de 0,95; 0,96; 0,97 e 0,99, respectivamente para os eventos 1, 2, 3 e 4, foi melhor do que ao utilizar o hidrograma unitário SCS para transformação no modelo 1. E a subida e descida da vazão simulada está bem representada em relação a observada, porém no evento 2 não chega a representar o pico.

O modelo 4 emprega método de propagação de vazão em rios e ao compararmos com o modelo 3 ele possui um melhor ajuste de NSE, com valores de 0,96; 0,98; 0,98 e 0,99, respectivamente para os eventos 1, 2, 3 e 4, demonstrando que os modelos que utilizaram a propagação obtêm resultados melhor ajustados para o coeficiente de eficiência de Nash-Sutcliffe. Em relação a observação das vazões, as vazões simulada e observada estão praticamente sobrepostas, mostrando a eficiência do modelo hidrológico.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, pode-se inferir que os modelos apresentaram capacidade de replicar parâmetros hidrológicos de forma eficaz para a bacia estudada, sendo que os modelos que utilizam método de propagação de vazão em rios proporcionam uma melhor calibração do modelo hidrológico e representam a melhor combinação de métodos para modelagem hidrológica baseada em eventos da bacia hidrográfica do rio Piratini.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHU, X., STEINMAN, A.D. Event and continuous hydrologic modeling with HECHMS. **Journal Of Irrigation and Drainage Engineering**, Asce 135 (1), 119–124, 2009.
- GUDURU, J.U., MOHAMMED, A. S. Hydrological modeling using HEC-HMS model, case of Tikur Wuha River Basin, Rift Valley River Basin, Ethiopia. **Environmental Challenges**, Volume 17, 2024.
- KULKARNI, A., KALE, G. Identifying best combination of methodologies for event-based hydrological modeling using HEC-HMS software: a case study on the Panchganga river basin, India. **Sustain Water Resour Manag** 8:123, 2022.
- OGASSAWARA, J. F.; NUNES, A. B.; RIQUETTI, N. B. Eventos extremos de precipitação da bacia hidrográfica do Rio Piratini: Relação com ENOS e estudo de caso. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 28, n. 17, p. 342-364, 2021.
- SINTAYEHU, L.G. Application of the HEC-HMS Model for Runoff Simulation of Upper Blue Nile River Basin. **Hydrol Current Research**, v. 6:2, 2015.