

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DE MODELO HIDRODINÂMICO PARA SIMULAÇÃO DE CHEIAS URBANAS EM NOVA IGUAÇU-RJ

*Luiz Eduardo Siqueira Saraiva¹ ; Lucas Teles Alckmin Cezana²; Vitor Silva Borges de Medeiros³;
Hudson de Mello Neto⁴ ; Paula Moraes Canedo de Magalhães⁵ ; Bruna Peres Battemarco⁶ ;
Marcelo Gomes Miguez⁷ & Matheus Martins de Sousa⁸*

Resumo: As inundações urbanas são um dos principais desafios em municípios densamente urbanizados, como Nova Iguaçu-RJ. Inserida em uma planície costeira fortemente impermeabilizada e com ocupação irregular, a cidade apresenta alta vulnerabilidade a eventos de chuva extrema. Este estudo teve como objetivo calibrar e validar um modelo hidrológico-hidrodinâmico da bacia do rio Botas, utilizando o MODCEL. A modelagem considerou aspectos de micro e macrodrenagem, discretizando a bacia em células de escoamento. Foram analisados dois eventos reais: abril de 2022 (calibração) e janeiro de 2024 (validação), com base em dados pluviométricos e fluviométricos do INEA e em registros de campo e de mídia. Os resultados indicaram boa capacidade do modelo em representar os processos hidrológicos e hidráulicos da bacia, com correspondência satisfatória entre níveis simulados e observados, além de boa concordância entre as manchas de inundação e os pontos reportados de alagamento. Apesar de pequenas discrepâncias pontuais, o desempenho geral validou o uso do modelo como ferramenta de apoio à gestão de risco hidrológico e ao planejamento urbano. Fases futuras do projeto incluem a simulação de cenários com diferentes tempos de retorno e a avaliação de medidas estruturais de controle, como a implantação de reservatórios de retenção.

Abstract: Urban flooding represents one of the main challenges for municipalities in densely urbanized regions, such as Nova Iguaçu-RJ. Located on a highly impervious coastal plain and affected by irregular land occupation, the city is highly vulnerable to extreme rainfall events. This study aimed

¹ Escola Politécnica – POLI/UFRJ: Av. Athos da Silveira Ramos , 149 – Bloco A – Cidade Universitária , Rio de Janeiro – RJ, 21941-909, +55-21-3938-7830. lessaraiva@poli.ufrj.br

² Escola Politécnica – POLI/UFRJ: Av. Athos da Silveira Ramos , 149 – Bloco A – Cidade Universitária , Rio de Janeiro – RJ, 21941-909, +55-21-3938-7830. lucas.alckmin.20221@poli.ufrj.br

³ Escola Politécnica – POLI/UFRJ: Av. Athos da Silveira Ramos , 149 – Bloco A – Cidade Universitária , Rio de Janeiro – RJ, 21941-909, +55-21-3938-7830. vitor.medeiros.20221@poli.ufrj.br

⁴ Escola Politécnica – POLI/UFRJ: Av. Athos da Silveira Ramos , 149 – Bloco A – Cidade Universitária , Rio de Janeiro – RJ, 21941-909, +55-21-3938-7830. hudson.mello.neto@poli.ufrj.br

⁵ Programa de Engenharia Ambiental – PEA-POLI/UFRJ: Av. Athos da Silveira Ramos , 149 – Bloco A – Cidade Universitária , Rio de Janeiro – RJ, 21941-909, +55-21-3938-7830. paulamoraiscanedo.eng@poli.ufrj.br

⁶ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PEAMB), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, R. São Francisco Xavier, 524 – Sala 5029E - Maracanã, Rio de Janeiro - RJ, 20550-013 e Programa de Engenharia Urbana (PEU), Universidade Federal do Rio de Janeiro, brunabattermarco@eng.uerj.br

⁷ Programa de Engenharia Ambiental – PEA-POLI/UFRJ, Programa de Engenharia Urbana – PEU-POLI/UFRJ Programa de Engenharia Civil – PEC-COPPE/UFRJ. PEA/UFRJ: Av. Athos da Silveira Ramos , 149 – Bloco A – Cidade Universitária , Rio de Janeiro – RJ, 21941-909, +55-21-3938-7830. marcelomiguez@poli.ufrj.br

⁸ Programa de Engenharia Ambiental – PEA-POLI/UFRJ: Av. Athos da Silveira Ramos , 149 – Bloco A – Cidade Universitária , Rio de Janeiro – RJ, 21941-909, +55-21-3938-7830. matheus@poli.ufrj.br

to calibrate and validate a hydrologic-hydrodynamic model for the Botas River basin using the MODCEL tool. The modeling incorporated both micro and macro drainage aspects, with basin discretization into flow cells. Two real flood events were analyzed: April 2022 (for calibration) and January 2024 (for validation), using pluviometric and fluviometric data from INEA, as well as field observations and media reports. The results indicated that the model effectively represents the basin's hydrological and hydraulic processes, showing satisfactory agreement between simulated and observed water levels, along with good spatial correspondence between simulated flood extents and reported flood points. Despite minor localized discrepancies, the model's overall performance supports its use as a decision-support tool for hydrological risk management and urban planning. Future project phases will include the simulation of scenarios with different rainfall return periods and the evaluation of structural flood control measures, such as the implementation of detention reservoirs.

Palavras-Chave – Drenagem Urbana, Modelagem Matemática, MODCEL.

1. INTRODUÇÃO

As inundações urbanas são desastres socioambientais que causam impactos devastadores sobre as cidades e seus habitantes, comprometendo a economia local e deteriorando a qualidade de vida, frequentemente representando riscos à integridade física da população (Nofal e Van De Lindt, 2022). De acordo com dados do EM-DAT (2024), foram registrados, em média, 168 desastres relacionados a inundações por ano no mundo, entre 2004 e 2023. No Brasil, entre 2000 e 2025, ocorreram 117 eventos desse tipo, resultando em 3.591 mortes e gerando impactos econômicos estimados em quase 18 bilhões de dólares. Somente em 2024, impulsionadas principalmente pelas inundações no Rio Grande do Sul, as perdas econômicas para o país chegaram a 7,56 bilhões de dólares.

A urbanização local exerce um papel central na intensificação desses eventos, uma vez que fatores como a remoção da vegetação, a impermeabilização do solo e a canalização de cursos d'água alteram drasticamente o regime hidrológico. Essas intervenções reduzem a capacidade de infiltração do solo e aumentam o escoamento superficial, resultando na diminuição do tempo de concentração e no crescimento das vazões de pico (De Oliveira *et al.*, 2023). Além disso, a expansão da malha urbana em planícies de inundação agrava ainda mais a exposição de bens e pessoas a esses eventos, ampliando a magnitude de seus impactos.

O município de Nova Iguaçu-RJ, situado na Baixada Fluminense, enfrenta frequentes episódios de inundações severas. Além de seu território estar majoritariamente localizado em uma planície costeira entre a Serra do Mar e a Baía de Guanabara, a combinação de fragilidades sociais e expansão urbana acelerada, historicamente desvinculada de um planejamento ambiental eficaz, contribui para a alta suscetibilidade da cidade a inundações. Na bacia do rio Botas, esse quadro se agravou de forma intensa, nas chuvas de abril de 2022 (Vieira *et al.*, 2023) e janeiro e dezembro de 2024, quando grande parte do município sofreu severos danos de enchentes.

Nesse contexto, a modelagem hidrológico-hidrodinâmica apresenta-se como uma ferramenta fundamental para a simulação de eventos de cheia, proporcionando uma compreensão abrangente da dinâmica das inundações na região de interesse. Ao representar de forma integrada o funcionamento da bacia hidrográfica, o modelo simula os principais processos hidrológicos e hidrodinâmicos, incluindo a precipitação, a transformação da chuva em vazão, os escoamentos superficiais, a operação das redes de drenagem, a influência do remanso do rio Iguaçu e as interações com as variações do nível da maré. Desse modo, a simulação das condições atuais permite avaliar o comportamento

hidrológico da bacia e serve de base para a análise de cenários futuros, contribuindo para o planejamento e a tomada de decisão em contextos de gestão de risco.

No entanto, a modelagem apresenta incertezas inerentes ao processo de representação do fenômeno físico ao adotar simplificações e hipóteses para o equacionamento dos fenômenos reais (Neto *et al.*, 2024). Sendo assim, a calibração e a validação de um modelo matemático com base em dados reais observados são etapas fundamentais para garantir a confiabilidade dos resultados das simulações (De Sousa *et al.*, 2022).

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo apresentar as etapas de calibração e validação de um modelo hidrológico-hidrodinâmico da bacia hidrográfica do rio Botas, no município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro. Esta região faz parte do projeto de pesquisa e desenvolvimento denominado “Estudo Especializado para Modelagem de Cheias Urbanas em Nova Iguaçu-RJ”, contratado pela Prefeitura Municipal de Nova Iguaçu e conduzido pelo Laboratório Água e Cidade (LAC-POLI/UFRJ).

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A avaliação detalhada das manchas de inundação na bacia do rio Botas, principalmente no município de Nova Iguaçu - RJ, é realizada com o auxílio da ferramenta de modelagem matemática MODCEL (Miguez *et al.*, 2017), amplamente utilizada na simulação hidrodinâmica de bacias urbanas complexas, com o objetivo de analisar o funcionamento do sistema de drenagem (De Sousa *et al.*, 2022). O modelo utilizado caracteriza-se como quasi-2D (Cunge *et al.*, 1980), de modo que representa o espaço urbano a partir de compartimentos homogêneos bidimensionais, chamados de células de escoamento, que são interligadas entre si por ligações que representam o escoamento da água a partir de equações unidimensionais da hidráulica.

A modelagem iniciou-se com a discretização do terreno em células de escoamento, respeitando as características topográficas e de uso do solo. As células são discretizadas de modo que os seus limites são caracterizados por divisores de água que compõem o padrão urbano ou topográfico representado, formando uma malha cujos dados de escoamento são transmitidos entre as células pelas ligações e armazenados nos seus centros. Assim, pensando em um cenário de microdrenagem urbana, as células são desenhadas com seus limites entre edificações ou picos topográficos, e as ligações percorrem as ruas ou os canais para representar o caminho do escoamento. As principais células podem ser dos tipos pré-definidos: de rio ou canal (tipo 0), de galeria (tipo 1), de planície (tipo 2), de reservatório (tipo 3), e de encosta (tipo 4).

As ligações entre as células são definidas pelo modelador com base na análise topográfica e nas características urbanísticas da área estudada, as quais representam os diversos caminhos na bacia durante um evento de inundação (Rezende *et al.*, 2019). O uso de *softwares* auxiliares de georreferenciamento, contribui para uma delimitação mais precisa das células e de suas ligações. A fim de representar as diversas formas de promover o escoamento da água de uma célula a outra, o modelo dispõe dos seguintes tipos de ligações: canal, planície, galeria, vertedor, bueiro, orifício, comporta flap, e bombeamento.

No presente trabalho, há um aprimoramento de um modelo já existente, que representava a macrodrenagem da bacia dos rios Iguaçu e Sarapuí (Marques *et al.*, 2017), porém não corretamente as inundações localizadas em Nova Iguaçu (Vieira *et al.*, 2023), de modo a prejudicar a análise das regiões mais suscetíveis a inundação e, como consequência, a tomada de decisão para projetos de mitigação futuros.

Após a construção e revisão da base de dados, procede-se à etapa de calibração e validação do modelo. A calibração consiste no ajuste dos parâmetros hidráulicos e hidrodinâmicos - como coeficiente de escoamento superficial e de Manning - do modelo para que ele represente adequadamente o comportamento hidrológico real da bacia. Já a validação verifica sua capacidade de reprodução sob diferentes condições, assegurando sua aplicabilidade a cenários futuros. Juntas, essas etapas consolidam o modelo como uma ferramenta eficaz para o planejamento urbano e a gestão de riscos.

Para o evento de calibração e validação foram coletados dados fluviométricos e pluviométricos da estação de monitoramento GBM Nova Iguaçu, e dados pluviométricos das estações Ponte de Ferro Capivari e Santa Cruz da Serra, localizadas em Duque de Caxias, do sistema de Alerta de Cheias do INEA. Além disso, buscou-se notícias e registros fotográficos do dia da chuva, a fim de estimar a lâmina de água e comparar com o simulado para aquela célula.

3. ESTUDO DE CASO

A modelagem se concentrou em representar aspectos da microdrenagem e macrodrenagem do da bacia do rio Botas, focando em uma discretização mais precisa na malha urbana nos arredores do canal principal, com um maior número de células. A bacia hidrográfica do rio Botas compreende uma área de drenagem de aproximadamente 117 km² e é composta majoritariamente pelos municípios de Nova Iguaçu e Belford Roxo, localizados na baixada fluminense (Lopes *et al.*, 2023). A bacia está localizada entre a Serra do Mar e a Baía de Guanabara, havendo pouca variação topográfica na sua área de drenagem, o que a torna mais suscetível a inundações (Merlo *et al.*, 2021).

O rio Botas é um afluente do rio Iguaçu, que compõem a bacia hidrográfica do rio Iguaçu-Sarapuá, possuindo uma área de drenagem de cerca de 726 km², tendo sua nascente na Serra do Tinguá e o seu exutório na Baía de Guanabara (Miranda, 2016). A bacia abrange grande parte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, com os municípios de Nilópolis, Mesquita, São João de Meriti, Nova Iguaçu, Belford Roxo, Duque de Caxias e Rio de Janeiro.

A maior parte do território da bacia do rio Botas é densamente povoada, com aspectos de um crescimento urbano desordenado, com ocupações irregulares das planícies de inundação e impermeabilização do solo, refletindo em inundações recorrentes em períodos chuvosos. Determinados elementos na paisagem podem ainda contribuir para a retenção da passagem de água, como a Via Light, a Ferrovia Supervia, e a Rodovia Presidente Dutra, que cortam transversalmente o rio Botas em determinados trechos (Merlo *et al.*, 2021).

Dessa forma, para representar as características da região de estudo mais detalhadamente, foram utilizados *softwares* de georreferenciamento QGIS e Google Earth Pro, em conjunto com plantas urbanísticas feitas a partir de levantamentos aerofotogramétrico digital para analisar e armazenar informações referentes à topografia local e à configuração da malha urbana na bacia do rio Botas, servindo como parâmetros para delinear o escoamento superficial e comparar o nível de água dos corpos d'água com o modelo.

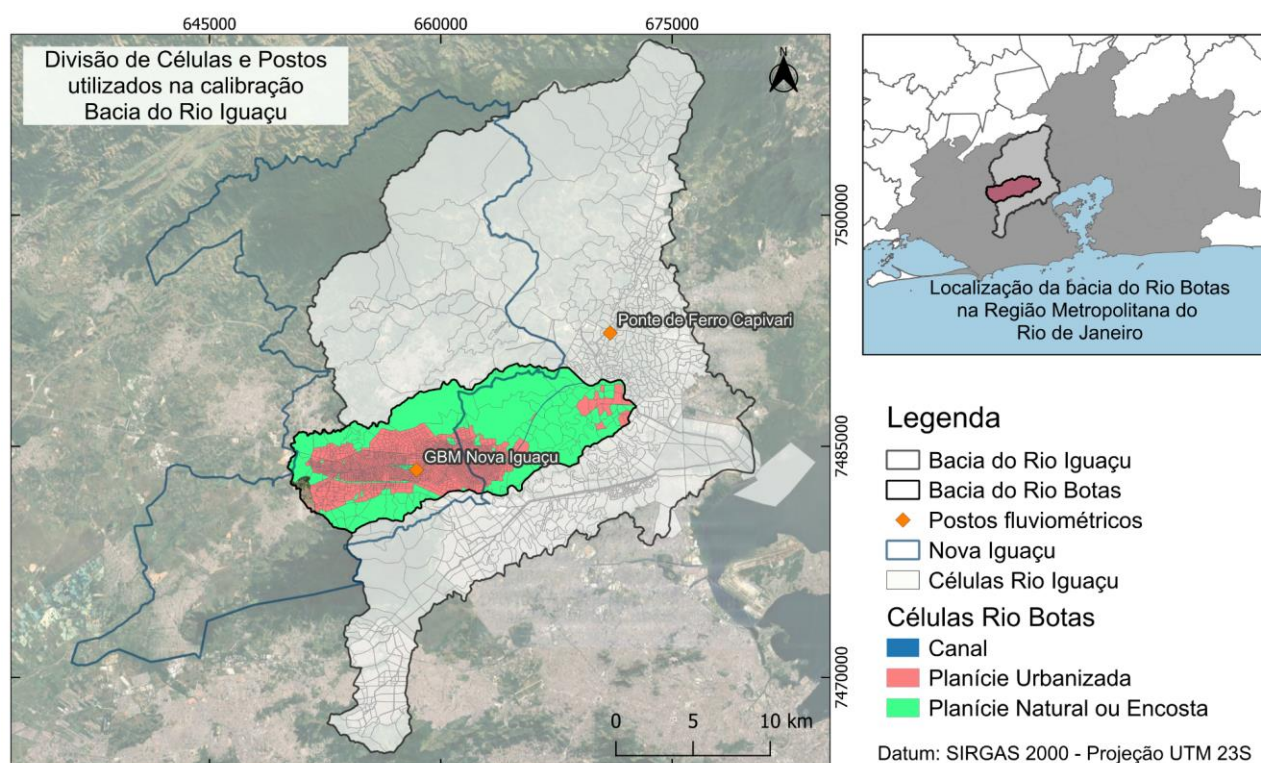
Durante o processo de calibração, o modelo foi aprimorado a partir da busca de novas informações para aproximá-lo da realidade, sendo elas: dimensões de pontes e trechos de rio e valões canalizados, cotas de fundo de canais e declividade, que foram obtidas do Plano Diretor Urbano (PDU) de Nova Iguaçu e do Plano de Canalização.

A modelagem da bacia do rio Botas, após o processo de detalhamento, contou com 3404 planícies urbanizadas, 249 células de planície natural e 388 células de canal.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A confecção do presente modelo de células de escoamento foi pautada na tentativa de representar o escoamento superficial urbano da bacia do rio Botas, de modo que pudesse prever obstáculos e irregularidades do terreno de maneira pormenorizada. Dessa forma, para simular com precisão essas características, o modelo foi discretizado com células menores na bacia do rio Botas, permitindo a simulação integrada da microdrenagem através das ruas e da macrodrenagem em rios e canais, enquanto a região ao redor do restante da bacia do rio Iguaçu-Sarapuí foi modelada como macrodrenagem, a fim de caracterizar corretamente as condições de contorno do modelo. A divisão das células pode ser vista na figura abaixo:

Figura 1 – Divisão de células e postos utilizados na calibração



4.1. Calibração

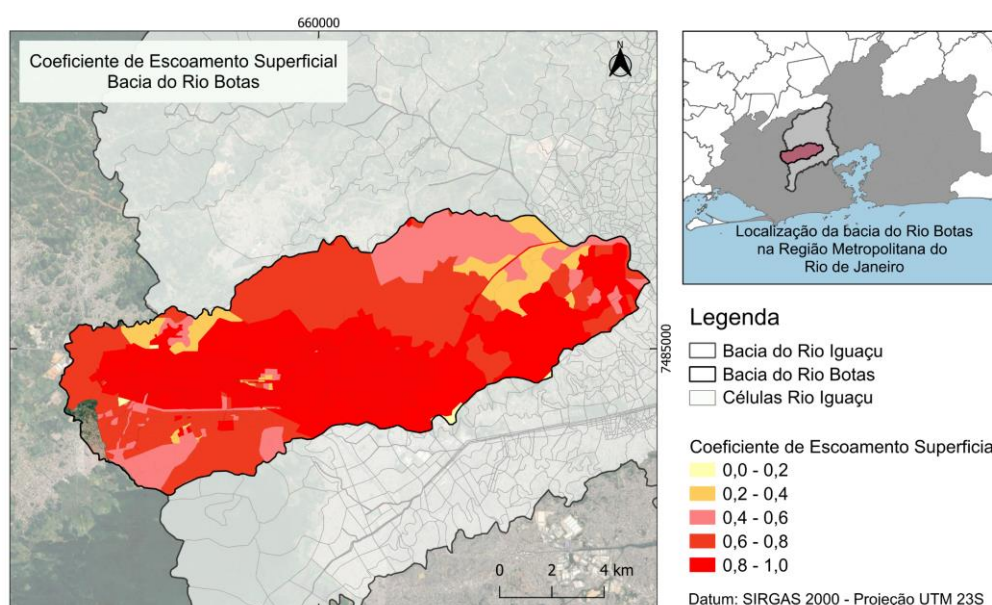
A calibração do modelo aqui apresentado utilizou uma chuva real ocorrida entre 01 e 02 de abril de 2022, com base em dados pluviométricos e fluviométricos obtidos pelo INEA por meio das duas estações de monitoramento destacadas. Com isso, foi possível comparar os níveis do rio modelados com os medidos. Ressalta-se que, neste trabalho, optou-se por apresentar apenas o gráfico referente ao posto “GBM Nova Iguaçu”, por ser o único efetivamente localizado na Bacia do Rio Botas e fornecer medições do nível de seu principal corpo hídrico. Observa-se também que a estação Santa Cruz da Serra foi desativada em 2024, e não foi possível obter dados deste período.

Tabela 1 - Precipitação acumulada (mm) obtida dos postos de monitoramento para calibração e validação do modelo

Posto	GBM Nova Iguaçu	Ponte de Ferro Capivari	Santa Cruz da Serra
Calibração (01/04/2022)	276,20	86,80	446,16
Validação (13/01/2024)	330,00	379,40	-

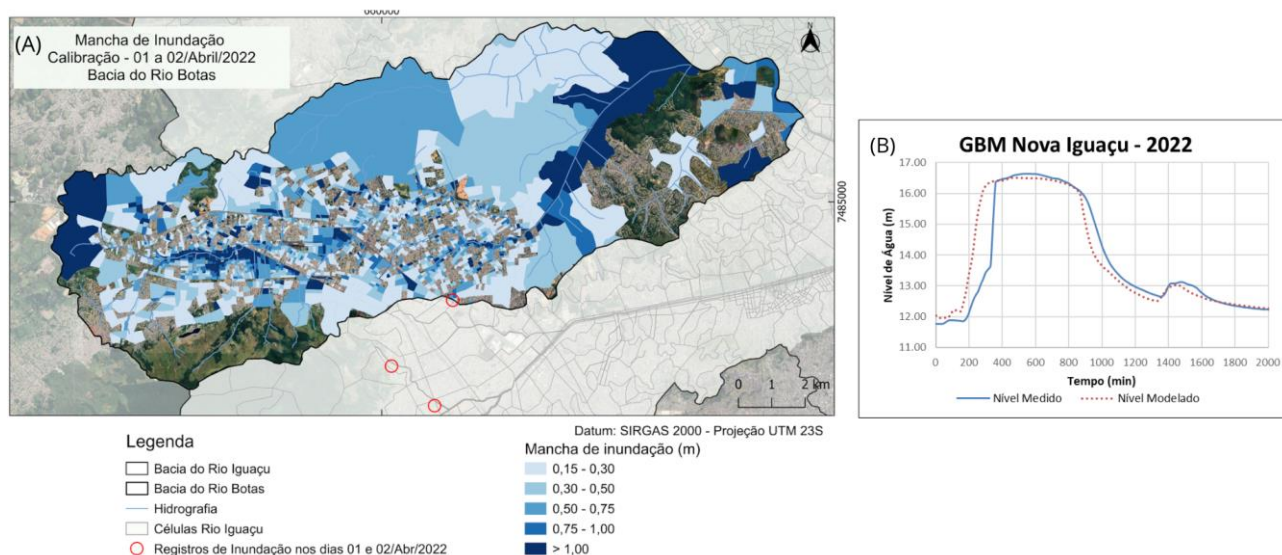
O coeficiente de escoamento superficial reflete diretamente o uso e ocupação do solo, influenciando a transformação da chuva em vazão e, consequentemente, as manchas de inundação. Essa relação é representada pelo coeficiente de escoamento atribuído a cada célula do modelo. Sendo assim, foi necessário fazer diversos ajustes para que esse parâmetro fosse o mais fiel possível à realidade. A Figura 2 apresenta o resultado dos coeficientes de escoamento superficial calibrados.

Figura 2 – Coeficientes de escoamento superficial após a calibração



A comparação entre os níveis de água medidos no posto e os modelados encontram-se no gráfico da Figura 3b. Já a mancha de inundação na bacia obtida na calibração e sua comparação com os pontos de alagamento mapeados é ilustrada na Figura 3a.

Figura 3 - (a) Mancha de inundação, (b) Comparação dos níveis observados na régua dos postos e níveis simulados

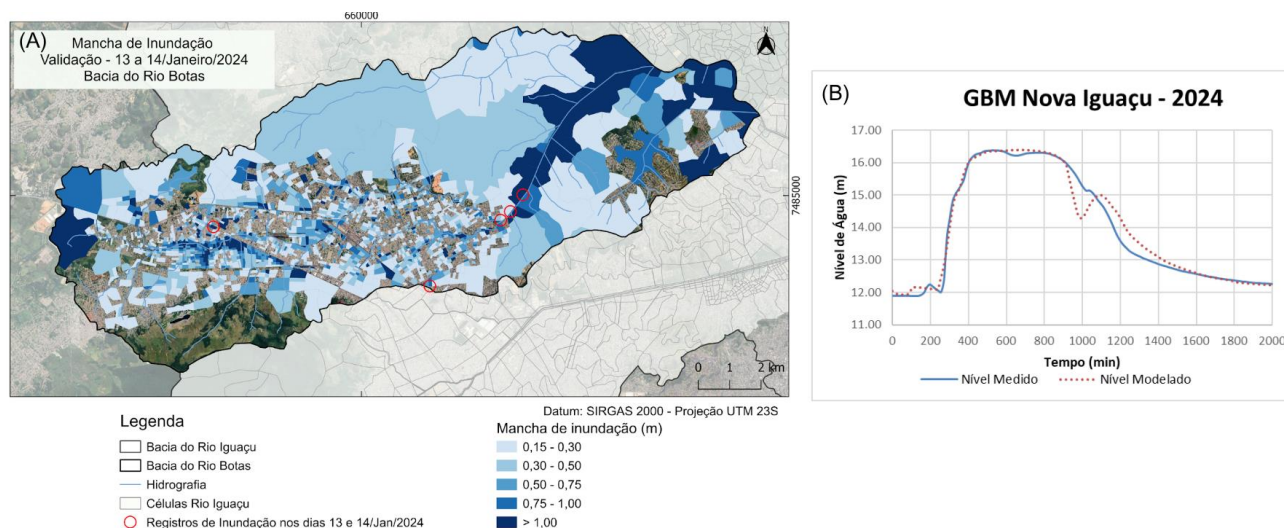


Destaca-se que a comparação entre os níveis d'água observados e simulados indicou que o modelo reproduz de forma satisfatória o comportamento real, apresentando apenas uma defasagem de aproximadamente uma hora adiantado em relação aos dados medidos. Além disso, as células com registros de alagamentos, mesmo aquelas localizadas fora da bacia do rio Botas, apresentaram profundidades de inundação significativas.

4.2. Validação

Após a calibração, o modelo teve seus resultados validados para um evento real de chuva ocorrido entre 13 e 14 de janeiro de 2024. Novamente, foram confrontados os níveis simulados com os observados no mesmo posto apresentado anteriormente. Também foi feita a comparação da mancha de inundação com os pontos de alagamento identificados, conforme apresenta a Figura 4.

Figura 4 - (a) Mancha de inundação, (b) Comparação dos níveis observados na régua dos postos e níveis simulados



Ressalta-se que a comparação entre os níveis d'água medidos e simulados durante a validação apresentou resultados ainda mais precisos do que na etapa de calibração, reforçando a confiabilidade do modelo.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou a eficácia da modelagem hidrológico-hidrodinâmica aplicada à bacia do Rio Botas na representação dos processos de escoamento e dinâmica de inundações em áreas urbanas densamente ocupadas. A calibração com o evento de 2022 permitiu ajustar os principais parâmetros do modelo, proporcionando uma boa correspondência entre os níveis simulados e os observados. Já na etapa de validação, com base no evento de 2024, os resultados foram ainda mais compatíveis com a realidade, atestando a confiabilidade do modelo para representar o comportamento hidrológico da região.

Apesar de pequenas discrepâncias pontuais em áreas específicas, o desempenho geral do modelo foi satisfatório, capturando com coerência as manchas de inundação e os padrões de alagamento reportados. Ressalta-se que a discretização do modelo na região a montante da Via Light conferiu ao modelo uma representação mais precisa das características urbanísticas da bacia, propiciando resultados mais exatos em comparação ao estudo de Vieira *et al.* (2023). Essa fidelidade torna o modelo uma ferramenta robusta para apoiar a gestão do risco de cheias e o planejamento urbano em Nova Iguaçu.

O modelo calibrado e validado demonstrou ser uma ferramenta técnica eficaz para a realização de estudos de cheias urbanas e para o desenvolvimento de projetos de mitigação de inundações. Sua capacidade de representar adequadamente a dinâmica hidrológica e hidráulica da bacia permite subsidiar o planejamento urbano e a definição de medidas estruturais e não estruturais voltadas à redução dos impactos das inundações, contribuindo para o aumento da segurança da população frente a eventos extremos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Cátedra UNESCO de Drenagem Urbana em Regiões de Baixada Costeira, sediada na UFRJ, e à Prefeitura de Nova Iguaçu pelo fornecimento de dados técnicos e suporte financeiro para a elaboração do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

CUNGE, J.A., HOLLY Jr., F.M.; VERWEY, A. (1980). *Practical Aspects of Computational River Hydraulics*. Pitman Advanced Publishing Program, 420 p.

DE MELLO NETO, H.; SOARES, B. B.; VELEZ, L. T.; DE SOUSA, M. M.; DE OLIVEIRA, A. K. B.; REZENDE, O. M.; MIGUEZ, M. G. (2024). “Mapeamento de Inundações em uma bacia urbanizada em planície costeira, com apoio de modelo hidrológico-hidrodinâmico - Maricá-RJ” in Anais do XV Encontro Nacional de Águas Urbanas, Recife, Set. 2024.

DE OLIVEIRA, A.K.B.; ALVES, L.M.C.; CARVALHO, C.L.; HADDAD, A.N.; DE MAGALHÃES, P.C.; MIGUEZ, M.G. (2023). “A framework for assessing flood risk responses of a

densely urbanized watershed, to support urban planning decisions.” Sustainable and Resilient Infrastructure, v. 8, n. 4, p. 400–418, 2023.

DE SOUSA, M. M.; DE OLIVEIRA, A. K. B.; REZENDE, O. M.; DE MAGALHÃES, P. M. C.; JACOB, A. C. P.; DE MAGALHÃES, P. C.; MIGUEZ, M. G. (2022). “*Highlighting the role of the model user and physical interpretation in urban flooding simulation*”. Journal of Hydroinformatics, v. 24, n. 5, p. 976–991.

EM-DAT (2024). *Disasters in Numbers 2023: A Significant Year of Disaster Impact*. CRED.

LOPES, C. B. M.; DOURADO, F; SOUZA L. S. (2023) “*Mapeamento do Perigo de Inundação em Bacia Urbana com Poucos Dados Hidrológicos*”. Caminhos de Geografia, v. 24, n. 92, p. 226-246, 2023.

MARQUES, L. S.; SOUSA, M. M.; MIGUEZ, M. G.; MAGALHÃES P.C.; OLIVEIRA, L.F.G.S.; ARRAIS, C.M.; BIGATE, I. L.; VERÓL, A. P; OLIVEIRA, A. K. B. (2017). “*Elaboração e Calibração de um Modelo Hidrodinâmico para Simulação de Cheias Fluviais na Bacia dos Rios Iguaçu e Sarapuí com Uso do MODCEL*” in Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis, Nov. 2017.

MIRANDA, A. S. (2017). “*Gerenciamento de Bacias Hidrográficas - Estudos de Caso da Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu no Município de Nova Iguaçu*”. Revista Tamoios, v. 13, n. 1, 2017.

MIGUEZ, M. G.; BATTEMARCO, B. P.; DE SOUSA, M. M.; REZENDE, O. M.; VERÓL, A. P.; GUSMAROLI, G. (2017). “*Urban flood simulation using MODCEL-an alternative quasi-2D conceptual model*”. Water (Switzerland), v. 9, n. 6.

NOFAL, O. M.; VAN DE LINDT, J. W. (2022). “*Understanding flood risk in the context of community resilience modeling for the built environment: research needs and trends*”. Sustainable and Resilient Infrastructure, v. 7, pp. 171-187.

REZENDE, O. M.; GUIMARÃES, L. F.; DE SOUSA, M. M.; MIGUEZ, M.G. (2019). “*Processo de calibração e validação de um modelo hidrológico-hidrodinâmico multicamadas aplicado a uma bacia urbana costeira - Canal do Mangue - Rio de Janeiro*” in Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Foz do Iguaçu, Nov. 2019.

MERLO, M. L.; VERÓL, A. P.; MATTOS, R. R. (2021) “*Planejamento e Reestruturação da Paisagem da Bacia do Rio Botas*” in Anais do IV Encontro Latino Americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, Salvador, Nov. 2021.

VIEIRA, G. L.; BATTEMARCO, B. P.; DE SOUSA, M. M. (2022). “*Modelagem da Inundação de Abril de 2022 na bacia do rio Botas, Nova Iguaçu-RJ*” in Anais do III Encontro Nacional de Desastres da ABRHidro, Niterói, Mar. 2023.