

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ANÁLISE DA RESPOSTA DA BACIA DO RIACHO PARNAMIRIM A EVENTOS DE CHUVAS INTENSAS

Gastão Cerquinha da Fonseca Neto¹; Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral²

Abstract: The high impermeability and its location on a low-lying coastal plain make the city of Recife vulnerable to flooding, a condition aggravated by extreme precipitation events. This study analyzes the hydrological response of the Parnamirim stream, a tributary of the Capibaribe River, to intense rainfall events that occurred in 2025. Using data from pluviometric and water level monitoring gauges, floods were characterized by investigating the joint influence of precipitation, tidal effects, and the Capibaribe River's water level. The results highlight three main events in January, February, and May. A return period analysis, based on the Recife Drainage Master Plan equation, revealed that the 24-hour accumulated rainfall on February 5 had a return period of approximately 11.9 years. The hydrological analysis demonstrated the complex interaction between rainfall peaks and the rise in stream levels, which are also modulated by the tide, with a propagation delay of the tidal wave that varied between 19 and 47 minutes. The research shows that flooding in the Parnamirim stream is a multifactorial phenomenon, the understanding of which is essential for the development of climate mitigation and adaptation strategies.

Resumo: A alta impermeabilização e a localização em uma planície costeira de baixa altitude tornam a cidade do Recife vulnerável a inundações, uma condição agravada por eventos de precipitação extrema. Este estudo analisa a resposta hidrológica do riacho Parnamirim, um afluente do rio Capibaribe, a eventos de chuvas intensas ocorridos entre janeiro e maio de 2025. Utilizando dados de um posto pluviométrico e de estações de monitoramento de nível d'água, foram caracterizadas as cheias, investigando a influência conjunta da precipitação, dos efeitos de maré e do nível do rio Capibaribe. Os resultados destacam três eventos principais em janeiro, fevereiro e maio. A análise do tempo de retorno, baseada na equação do Plano Diretor de Drenagem do Recife, revelou que a chuva acumulada em 24 horas em 5 de fevereiro teve um tempo de retorno de aproximadamente 11,9 anos. A análise hidrológica demonstrou a complexa interação entre os picos de chuva e a elevação dos níveis do riacho, que também são modulados pela maré, com um retardo médio na propagação da onda de maré que variou entre 19 e 47 minutos. A pesquisa evidencia que as inundações no riacho Parnamirim são um fenômeno multifatorial, cuja compreensão é essencial para o desenvolvimento de estratégias de mitigação e adaptação climática.

Palavras-Chave – Monitoramento, Inundações, Maré

INTRODUÇÃO

A urbanização é um processo global que transforma paisagens naturais em ambientes construídos, alterando significativamente os ciclos hidrológicos locais. A expansão das áreas

1) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, gastao.cerquinha@ufpe.br

2) Escola Politécnica, Universidade de Pernambuco, Rua Benfica 455, Madalena, Recife, PE, (81)3184-7566, jaime.cabral@poli.br

impermeáveis, como concreto e asfalto, reduz a capacidade de infiltração da água no solo, aumentando o escoamento superficial e, consequentemente, a frequência e magnitude das inundações em áreas urbanas (Silva Junior e Silva, 2016; Tucci, 2020). Este fenômeno é agravado pelo desenvolvimento urbano muitas vezes não planejado, que leva à ocupação de áreas de risco, como várzeas e encostas, e à canalização e retificação de cursos d'água, diminuindo sua capacidade natural de retenção e amortecimento de cheias (Miguez et al., 2011; Marchezini et al., 2023). A inadequação da infraestrutura de drenagem urbana frente a esses cenários intensifica a ocorrência de alagamentos, com impactos socioeconômicos e ambientais consideráveis.

A cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco, localizada no litoral nordeste do Brasil, é um exemplo dos desafios impostos pelas inundações urbanas. Sua geografia é marcada por uma extensa planície costeira de baixa altitude, tipicamente entre 2 e 5 metros acima do nível do mar, entrecortada por uma complexa rede hidrográfica que inclui os rios Capibaribe, Beberibe e Tejipió, além de diversos riachos e canais (ICLEI, 2019; Marengo et al., 2023). Esta condição torna a cidade intrinsecamente vulnerável às oscilações de maré do Oceano Atlântico, que influenciam diretamente o escoamento dos seus cursos d'água. A histórica ocupação desordenada de suas planícies de inundaçao e áreas de mangue acentuou essa vulnerabilidade natural (ICLEI, 2019; Souza et al., 2022). Reconhecida como a 16^a cidade mais vulnerável aos impactos das mudanças climáticas no mundo (IPCC, 2014; PBMC, 2016), Recife enfrenta riscos crescentes associados a eventos de precipitação intensa e à elevação do nível do mar (Costa et al., 2010; Fonseca Neto, 2022). Projeções climáticas indicam uma tendência de aumento na intensidade e concentração de eventos chuvosos, o que pode resultar em inundações e deslizamentos mais frequentes e severos (ICLEI, 2019; Silva Junior et al., 2020).

O ano de 2025, em particular, destacou-se por episódios de precipitação extrema na cidade do Recife, mesmo fora da quadra chuvosa na região. Sites de notícias cobriram os impactos das chuvas, destacando que em janeiro, em um período de apenas seis horas concentrou um volume de chuvas 30% superior à média histórica esperada para todo o mês (G1, 2025a). Em fevereiro, a situação se repetiu, com volumes pluviométricos que ultrapassaram a expectativa mensal em apenas três horas de chuva (G1, 2025b). O mês de maio também foi marcado por dias de chuvas intensas, que resultaram em alagamentos generalizados, transtornos à mobilidade urbana e deslizamentos de barreiras em áreas de risco (G1, 2025c; G1, 2025d). Estes eventos recentes corroboram as tendências de intensificação de chuvas extremas observadas em estudos anteriores (Silva Junior et al., 2020; Marengo et al., 2023), reforçando a premência de aprofundar o conhecimento sobre os mecanismos de inundaçao na cidade.

Neste contexto, o riacho Parnamirim, um dos componentes da rede de drenagem urbana do Recife, emerge como um objeto de estudo relevante. Com um histórico de inundações que afetam as áreas urbanizadas em seu entorno, o riacho já foi alvo de intervenções de requalificação visando mitigar esses problemas (Cabral et al., 2017; 2024). A dinâmica das cheias no Parnamirim é particularmente complexa, sendo modulada não apenas pela precipitação direta em sua bacia hidrográfica, mas também pela influência marcante das marés e pelas condições de jusante impostas pelo nível d'água do rio Capibaribe, principal receptor de suas águas. A interação desses fatores determina a ocorrência e a severidade das inundações, demandando uma análise integrada para sua correta compreensão (Fonseca Neto, 2016).

O presente artigo tem como objetivo principal caracterizar as cheias no riacho Parnamirim, buscando ampliar a compreensão sobre os mecanismos de formação de inundações, especialmente em resposta aos eventos de precipitação intensa ocorridos em 2025. A partir da análise dos dados de precipitação e das variações de nível d'água observadas em um ponto de monitoramento no referido

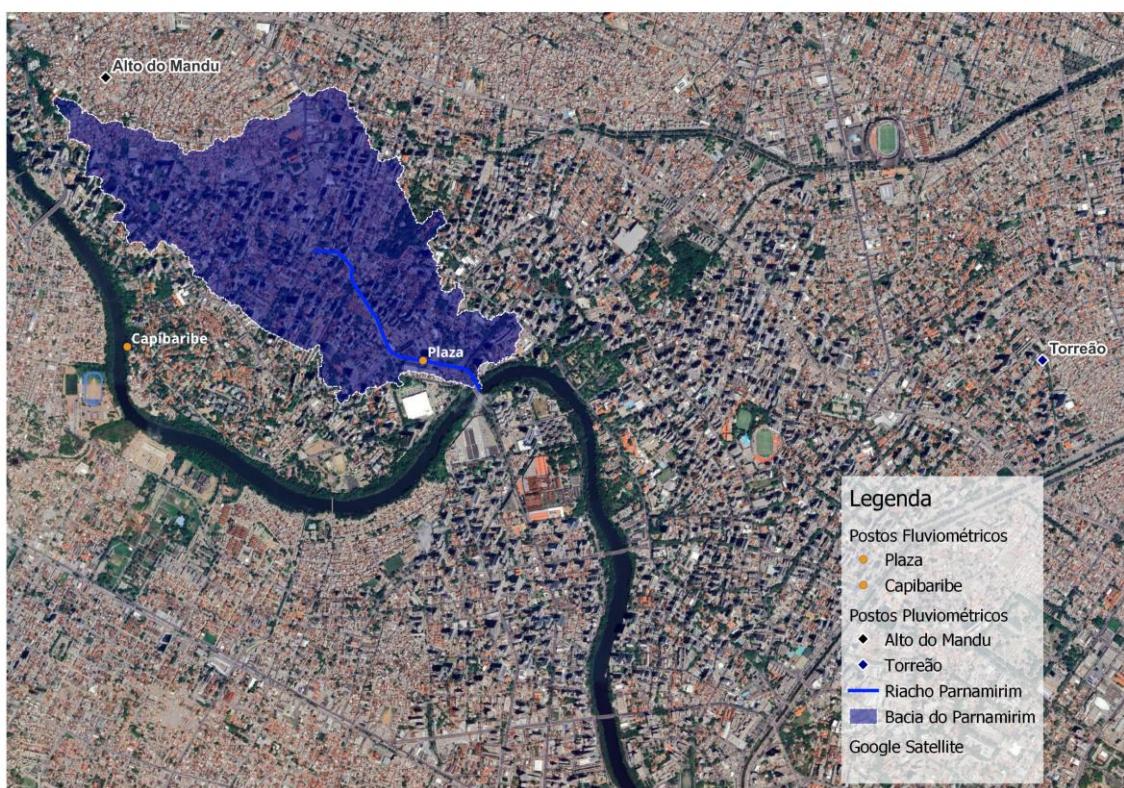
curso d'água, este estudo investiga a contribuição relativa da chuva, dos efeitos de maré e da influência do rio Capibaribe para a magnitude das inundações. Espera-se que os resultados contribuam para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes de gestão de riscos de inundações e para a adaptação da cidade do Recife aos desafios impostos pelas mudanças climáticas, com aplicabilidade para outros riachos urbanos em contextos costeiros semelhantes.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O riacho Parnamirim é um afluente da margem esquerda do rio Capibaribe. Sua bacia hidrográfica possui uma área de 1,75 km² e drena principalmente os bairros de Parnamirim, Casa Amarela e Casa Forte. O curso d'água tem aproximadamente 1,17 km de extensão, desde a rua Jerônimo de Albuquerque, onde é possível identificá-lo, até a foz no Capibaribe, e uma largura média de cinco metros. O nome Parnamirim, de origem tupi, significa "rio pequeno". O processo de urbanização desordenada das últimas décadas impactou severamente o riacho, que hoje se encontra em um estado de acentuada degradação. A intensa pressão imobiliária na região resultou na impermeabilização de grande parte da bacia, com a substituição de casas por edifícios. A principal fonte de poluição é o despejo de esgoto doméstico e resíduos sólidos urbano. Essa degradação influenciou a percepção da comunidade, de forma que parte da população não o reconhece como um riacho, mas como um canal de esgoto. Hidrologicamente, por estar na planície de Recife, o Parnamirim é influenciado pelas marés e por eventos no rio Capibaribe, como a abertura das comportas da barragem de Carpina, que pode elevar seu nível d'água em 2 metros.

Figura 1 - Mapa de localização da Bacia do Riacho Parnamirim e postos de monitoramento.



Influência das Marés

A influência da maré na drenagem continental é mais proeminente na formação e dinâmica dos estuários. Um estuário é definido como um corpo de água costeiro semifechado que possui uma ligação livre com o oceano aberto e se estende rio acima até o limite da influência da maré. Dentro dessas áreas, a água do mar é diluída pela água doce proveniente da drenagem continental (Miranda et al., 2002). Essa interação define zonas distintas dentro do estuário, como a Zona de Maré do Rio (ZR), que é a parte fluvial com salinidade praticamente igual a zero, mas ainda sujeita à influência da maré, e a Zona de Mistura (ZM), onde ocorre o encontro e a mistura efetiva da água doce da drenagem com a água salgada do mar (Genz e Lessa, 2010).

A descarga fluvial, ou seja, o volume de água doce proveniente da drenagem continental, desempenha um papel significativo no comportamento da maré dentro do estuário. A presença dessa descarga fluvial tende a limitar a extensão da excursão da maré (Friedrichs, 2010). Além disso, a relação entre a propagação da onda de maré e as características morfológicas e de descarga do estuário influencia a amplitude da maré e a força das correntes geradas (Genz e Lessa, 2010). As marés, por sua vez, são cruciais na dinâmica estuarina, controlando a circulação de águas, o transporte de nutrientes e sedimentos provenientes tanto da drenagem continental quanto do oceano (Castro e Huber, 2012).

As marés são caracterizadas por oscilações rítmicas no nível do mar, sendo a Preamar (PM) o ponto de maior elevação da água e a Baixa-Mar (BM) o menor nível registrado em um ciclo (Franco, 2009; White, 2017). A amplitude dessas marés varia significativamente devido à interação das forças gravitacionais do Sol e da Lua. Quando o Sol, a Lua e a Terra se alinharam durante as fases de lua nova e cheia, ocorre a soma de seus potenciais gravitacionais, resultando nas marés de síncope, que apresentam amplitudes máximas com diferenças acentuadas entre os níveis de preamar e baixa-mar. Por outro lado, quando esses corpos celestes formam um ângulo reto, durante as fases de quarto crescente e minguante, seus efeitos gravitacionais se contrapõem parcialmente, gerando as marés de quadratura, nas quais se observa uma redução significativa na amplitude das marés e variações menos pronunciadas entre os níveis de maré alta e baixa (Pugh e Woodworth, 2014).

A ficha técnica da estação maregráfica do Porto do Recife, conforme a versão “F-41 – Padrão - Porto de Recife – 30645 - Versão 1/2010”, informa que o Nível de Redução (NR) está posicionado 47,7 cm acima do zero da régua de 1997. Esse valor foi determinado com base em uma análise estatística das observações de maré realizadas ao longo de 41 dias consecutivos. Além disso, a ficha inclui um diagrama correlacionando os níveis hidrográficos locais aos marcos de referência altimétrica do IBGE, o que possibilita estimativas do nível da maré em relação ao Datum Vertical de referência da rede altimétrica nacional (Figura 3).

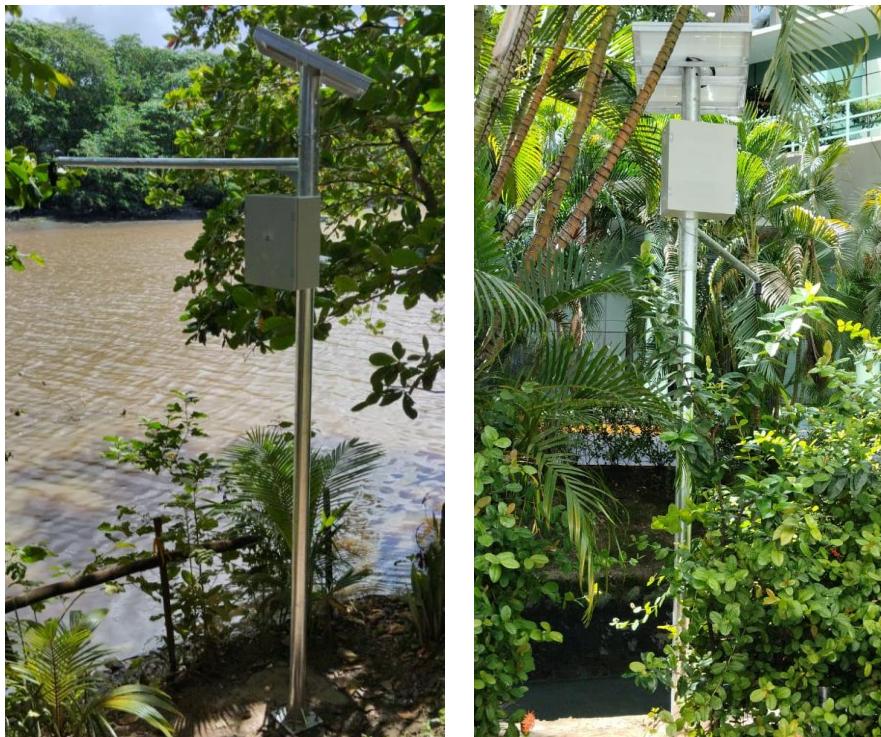
Assim, tomando como referência o RN-2603F-IBGE, posicionado na cota altimétrica de 2,7977 m, observa-se que possui uma diferença vertical de 3,619 m em relação ao Nível de Redução, de tal forma que o NR está posicionado 0,8213 metros (3,619 m - 2,7977 m) abaixo no Zero do IBGE. Portanto, para converter os valores informados nas tábuas de marés do Porto do Recife para a referência do IBGE, é necessário subtrair 0,8213 m.

Monitoramento de nível e precipitação

Neste estudo, foram analisados os dados dos postos pluviométricos mais próximos da bacia hidrográfica do riacho Parnamirim, no entanto, apenas os dados do posto Torreão registraram chuvas ao longo do ano de 2025. Os postos San Martin e Alto do Mandu, que poderiam complementar a análise da distribuição pluviométrica na bacia, não estão operando. O posto Torreão, operado pelo Cemaden (Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais) funciona de forma automática e registra precipitações a cada 10 min ou a cada 1h quando não há variação no total pluviométrico durante o período.

Além dos dados de precipitação, foram analisados os registros de oscilação no nível d'água do riacho Parnamirim e rio Capibaribe. Estes postos foram instalados pela iniciativa privada, fazendo parte de um sistema de monitoramento e alerta para antecipação e prevenção de inundações.

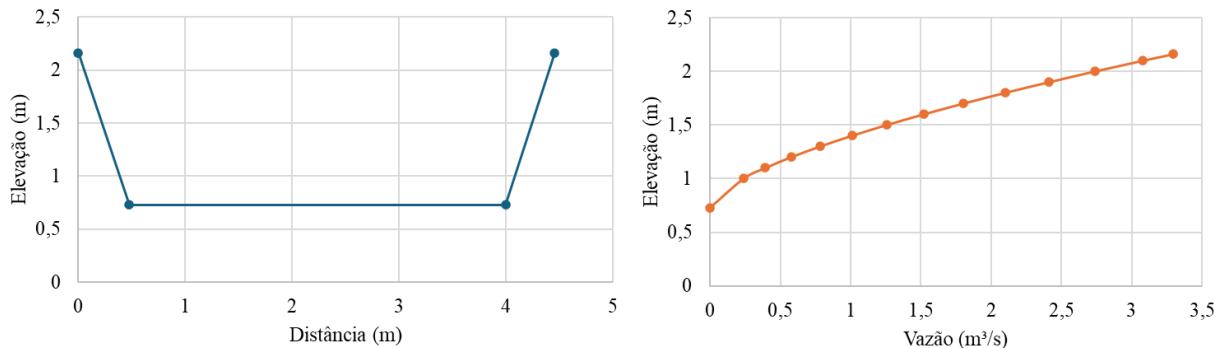
Figura 2 - Equipamentos de monitoramento de nível no rio Capibaribe (esq.) e riacho Parnamirim (dir.). Créditos da foto: João Erasmo (Tomus)



Geometria do Riacho Parnamirim

No trecho do riacho Parnamirim ao longo da Rua Dr. João Santos Filho, o canal possui seção trapezoidal e revestimento em pedra argamassada, seguido de um trecho irregular em terreno natural. A declividade do canal neste trecho é muito baixa, com apenas 0,025%, largura da base de 3,52, inclinação lateral esquerda de 1:3 (H:V) e lateral direita de 1:3,125 (H:V). Considerando coeficiente de Manning de 0,025 para o canal e aplicada a fórmula de Manning, estima-se uma capacidade de 3,3 m³/s apenas, para a calha revestida do canal, limitada significativamente pela baixa declividade.

Figura 3 - Seção transversal da calha do riacho Parnamirim (esq.) e curva de descarga em função da elevação da água (dir.).



RESULTADOS

A análise dos eventos de chuva ocorridos no ano de 2025, com base nos dados do Posto Pluviométrico de Torreão, permitiu a identificação de episódios de precipitação intensa, cujos detalhes e impactos são apresentados a seguir.

Foram identificados três eventos principais que se destacaram pelos elevados volumes pluviométricos acumulados em curtos intervalos de tempo. A Tabela 1 apresenta os maiores volumes registrados em durações de 1 hora e 24 horas para os dias 13 de janeiro, 05 de fevereiro e 14 de maio de 2025.

Tabela 1 - Maiores eventos de chuva registrados de janeiro a maio de 2025 em Recife.

Data do Evento	Volume em 1h (mm)	Volume em 24h (mm)
13/01/2025	53,22	132,59
05/02/2025	38,51	218,76
14/05/2025	55,33	170,43

O evento de 14 de maio apresentou a maior intensidade em 1 hora, com 55,33 mm, enquanto o evento de 05 de fevereiro registrou o maior acumulado em 24 horas, totalizando 218,76 mm.

Utilizando a equação de chuvas intensas do Plano Diretor de Drenagem do Recife, foram estimados os tempos de retorno para os eventos mais significativos, considerando diferentes durações de chuva (1h, 6h, 12h e 24h). Os resultados estão sumarizados na Tabela 2.

Tabela 2 - Intensidade da chuva para diferentes períodos nos eventos estudados.

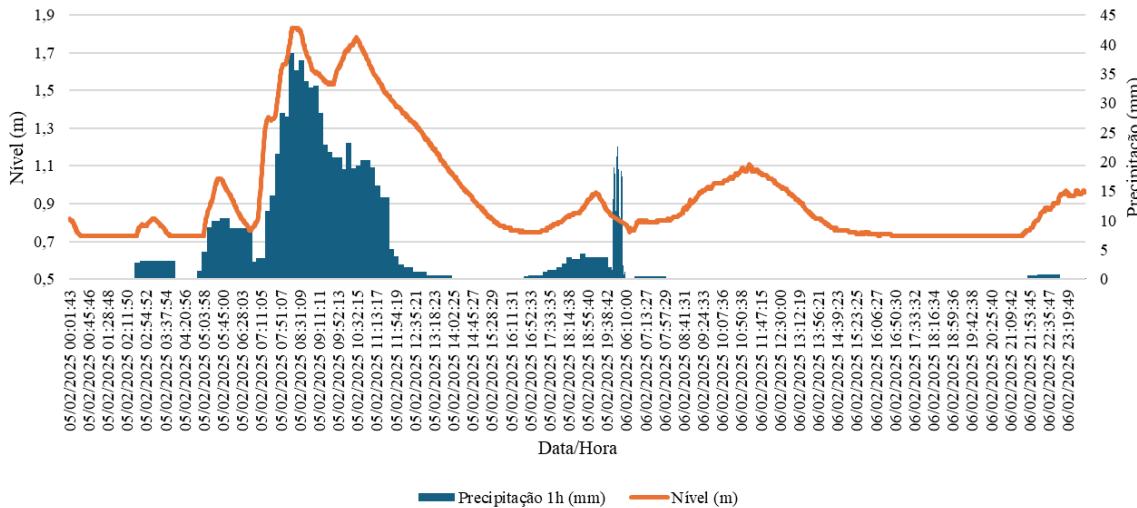
Data do Evento	Duração	Precipitação (mm)	Tempo de Retorno (anos)	Classificação do TR
13/01/2025	1h	53,22	4	Entre 2 e 5 anos
	6h	121,12	7,6	Entre 5 e 10 anos
	12h	129,43	2,4	Entre 2 e 5 anos
	24h	132,59	0,6	Inferior a 2 anos
05/02/2025	1h	38,51	0,4	Inferior a 2 anos
	6h	110,73	4,4	Entre 2 e 5 anos
	12h	121,78	1,7	Inferior a 2 anos
	24h	218,76	11,9	Entre 10 e 25 anos
14/05/2025	1h	55,33	5	5 anos
	6h	109,68	4,2	Entre 2 e 5 anos
	12h	120,51	1,6	Inferior a 2 anos
	24h	170,43	2,7	Entre 2 e 5 anos

A chuva de 1 hora do dia 14 de maio e a de 6 horas do dia 13 de janeiro apresentaram tempos de retorno de 5 anos e 7,6 anos, respectivamente. Notavelmente, o acumulado de 24 horas do dia 05 de fevereiro corresponde a um evento com tempo de retorno de aproximadamente 11,9 anos, sendo o mais raro entre os analisados para essa duração.

A análise dos níveis d'água foi realizada para os eventos de fevereiro e maio. Devido a falhas na leitura dos equipamentos, os dados de nível referentes a janeiro de 2025 não puderam ser aproveitados para esta análise.

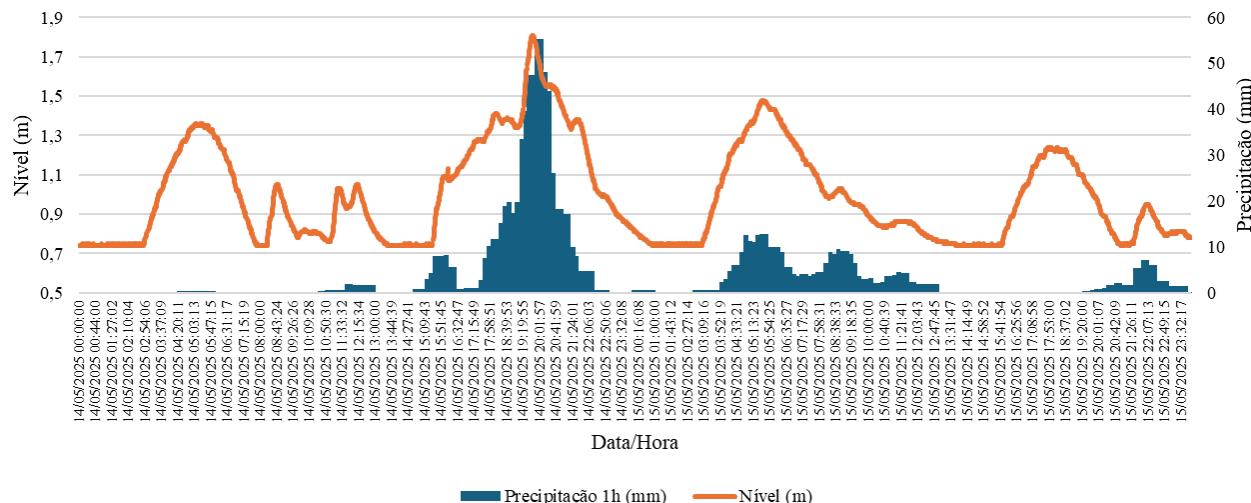
No dia 05 de fevereiro, o pico de precipitação, com uma intensidade de 38,51 mm/h, foi registrado às 08h11. Este evento pluviométrico foi sucedido por um pico de vazão no riacho, que elevou o nível d'água local à cota de 1,82 m. A análise da influência da maré, com base na tábua de marés do Porto do Recife, indicou picos de maré alta para as 09h16 (1,85 m DHN) e 22h02 (1,87 m DHN). No riacho Parnamirim, a maré máxima atingiu a ordem de 1,10 m. Em um período sem chuva, no dia 06 de fevereiro, foi possível observar o efeito isolado da maré, com o nível no riacho atingindo um máximo de 1,11 m às 11h21. Comparando com o pico de maré previsto para as 10h34, evidencia-se um retardamento médio de 47 minutos na propagação da onda de maré desde o Porto do Recife, via rio Capibaribe, até o ponto de medição no riacho Parnamirim.

Figura 4 - Variação do nível do riacho Parnamirim em resposta às precipitações ocorridas nos dias 5 e 6 de fevereiro de 2025.



Para o evento de 14 de maio, o pico de precipitação de 55,31 mm/h ocorreu às 19h44. Curiosamente, este pico foi registrado após o pico de vazão no riacho, que elevou o nível à cota de 1,81 m, sugerindo uma complexa interação entre a precipitação, a resposta da bacia e as condições de maré. Neste dia, as marés máximas no riacho Parnamirim alcançaram a ordem de 1,35 m, influenciadas pelos picos previstos na tábua de marés para as 04h40 (2,21 m DHN) e 17h02 (2,13 m DHN). A análise do retardamento da maré, em condições sem chuva, mostrou que o nível máximo no riacho (1,36 m) foi atingido às 05h21, 41 minutos após o pico previsto no porto (04h40). Uma segunda análise, realizada no dia 15 de maio, observou um pico de maré no riacho às 18h01, resultando em um retardamento de apenas 19 minutos em relação ao pico previsto no porto (17h42), indicando uma variabilidade no tempo de propagação da onda de maré ao longo do percurso do rio Capibaribe.

Figura 5 - Variação do nível do riacho Parnamirim em resposta às precipitações ocorridas nos dias 14 e 15 de maio de 2025.



CONCLUSÕES

A análise dos eventos de cheia no riacho Parnamirim ao longo de 2025 permitiu caracterizar a complexa resposta da bacia a chuvas intensas em um ambiente urbano e costeiro. A investigação confirmou que as inundações no local não são resultado de um único fator, mas da interação entre a precipitação, a forte influência das marés do Oceano Atlântico e as condições de jusante impostas pelo rio Capibaribe.

Os eventos de precipitação em 2025 que foram analisados, especialmente os de 13 de janeiro, 5 de fevereiro e 14 de maio, apresentaram volumes e intensidades de alta probabilidade de ocorrência, com tempos de retorno que, na maioria dos casos, estiveram abaixo de 10 anos. Apesar de tais eventos não representarem tempos de retorno altos, a cidade registrou inúmeros alagamentos, conforme informações de veículos de comunicação. Tal fato corrobora a percepção de que Recife possui grande vulnerabilidade a inundações, demandando maior atenção do poder público e da sociedade.

A análise da variação do nível d'água revelou que, enquanto o evento de fevereiro demonstrou uma resposta clássica, com o pico de vazão sucedendo o pico de chuva, o evento de maio apresentou uma dinâmica mais complexa, onde o pico de nível no riacho antecedeu o pico de precipitação. Isso sugere que as condições de maré podem ter um papel preparatório ou que o posto Torreão não representou com acurácia o momento que a chuva atingiu a bacia.

O estudo também quantificou o retardamento da propagação da onda de maré entre o Porto do Recife e o riacho Parnamirim, observando uma variabilidade significativa (de 19 a 47 minutos), o que indica a influência da morfologia do estuário e da própria descarga fluvial no comportamento da maré.

Por fim, os resultados reforçam a necessidade de sistemas de monitoramento e alerta que integrem dados de precipitação, nível dos rios e previsão de marés para uma gestão de risco eficaz. A compreensão detalhada da interação desses fatores, como a apresentada neste trabalho, é fundamental para o aprimoramento de intervenções estruturais e para o planejamento urbano resiliente em Recife e em outras cidades costeiras com desafios semelhantes.

REFERÊNCIAS

- TUCCI, C. Hidrologia: Ciência e Aplicação, 4^a edição, 944p. Porto Alegre, Editora da UFRGS/ABRH. (Coleção da ABRH de Recursos Hídricos, 4, 2020).
- IPCC. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., White, L.L. (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 1132 pp., 2014
- PBMC. Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro, 2016. 184 p
- FONSECA NETO, Gastão C. da; SILVA JÚNIOR, Marcos A. B. da; CABRAL, Jaime J. da S. P.; SILVA, Alexson C. da. Vulnerable areas to sea level rise in coastal cities: a study in the city of Recife, Brazil. Journal of Hyperspectral Remote Sensing, Recife, v. 12, p. 20-27, 2022.
- CABRAL, JAIME J. S. P.; FONSECA NETO, G. C.; CABRAL, P. L.; LINS, R. M. A.; MONTEIRO, P. B. C. L.; BRAGA, R. A. P.. AVANÇOS E DESAFIOS PARA A REVITALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS EM RECIFE: O CASO DO RIACHO PARNAMIRIM. In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2017, Florianópolis, SC, Brasil. XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Porto Alegre, RS, Brasil: ABRH, 2017. v. 1. p. 1-8.
- Cabral, Jaime Joaquim da Silva Pereira; GUSMÃO, MARIANA BUARQUE RIBEIRO DE; RODRIGUES, ARIVÂNIA BANDEIRA; MONTEIRO, PEDRO BENJAMIN CARREIRO LIMA; CARVALHO, MARIA EDUARDA FERREIRA DA SILVA; CARVALHO FILHO, JOSÉ ADSON DE; FONSECA NETO, GASTÃO CERQUINHA DA. Urbanização, seus efeitos na degradação dos cursos d'água e perspectivas de revitalização em Recife-PE. ESTUDOS UNIVERSITARIOS, v. 40, p. 401-443, 2024.
- Gastão Cerquinha da Fonseca Neto. Estimativa de Níveis de Cheia em dois Canais da planície de Recife por ocasião de chuvas torrenciais levando em conta a elevação do nível do mar; 2016; Trabalho de Conclusão de Curso; (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco; Orientador: Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral
- COSTA, M. B. S. F.; MALLMANN, D. L. B.; PONTES, P. M.; ARAÚJO, M. (2010). "Vulnerability and impacts related to the rising sea level in the Metropolitan Center of Recife, Northeast Brazil". Pan-American Journal of Aquatic Sciences, v. 5, n. 2, pp. 341-349.
- G1 (2025a). "Recife registra em seis horas volume de chuvas 30% maior que média histórica para todo o mês de janeiro". G1 Pernambuco, 13 jan. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2025/01/13/recife-registra-em-seis-horas-volume-de-chuvas-30percent-maior-que-media-historica-para-todo-o-mes-de-janeiro.ghtml>. Acesso em: 5 jun. 2025.
- G1 (2025b). "Recife supera em três horas volume de chuva esperado para todo o mês de fevereiro". G1 Pernambuco, 5 fev. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2025/02/05/recife-supera-em-tres-horas-volume-de-chuva-esperado-para-todo-o-mes-de-fevereiro.ghtml>. Acesso em: 5 jun. 2025.
- G1 (2025c). "Chuva forte causa transtornos no Grande Recife; confira fotos e vídeo". G1 Pernambuco, 14 mai. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2025/05/14/chuva-forte-causa-transtornos-no-grande-recife-confira-fotos-e-video.ghtml>. Acesso em: 5 jun. 2025.
- G1 (2025d). "Chuvas causaram alagamentos e deslizamento de barreira em cidades do Grande Recife; confira antes e depois". G1 Pernambuco, 15 mai. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2025/05/15/chuvas-causaram-alagamentos-e-deslizamento-de-barreira-em-cidades-do-grande-recife-confira-antes-e-depois.ghtml>. Acesso em: 5 jun. 2025.
- ICLEI – GOVERNOS LOCAIS PELA SUSTENTABILIDADE (2019). Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Município do Recife – PE: Resumo para Tomadores de Decisão. Recife, PE: WayCarbon; ICLEI; CAF; Prefeitura do Recife. 50 p.

- IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, ES, Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R. White, LL (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 1132 pp.
- MARENGO, J.A.; ALCANTARA, E.; CUNHA, A.P.; SELUCHI, M.; NOBRE, C.A.; DOLIF, G.; GONCALVES, D.; ASSIS DIAS, M.; CUARTAS, L.A.; BENDER, F.; RAMOS, A.M.; MANTOVANI, J.R.; ALVALÁ, R.C.; MORAES, O.L. (2023). "Flash floods and landslides in the city of Recife, Northeast Brazil after heavy rain on May 25-28, 2022: Causes, impacts, and disaster preparedness". *Weather and Climate Extremes*, v. 39, 100545.
- MARCHEZINI, V.; CUNNINGHAM, C.; DOLIF, G.; CAMARINHA, P.I.; ODA, P.; LACERDA, R. (2023). "O que são eventos extremos? Uma reflexão sobre as diferentes perspectivas do termo". *Revista ClimaCom. Desastres | pesquisa ensaios*, ano 10, no. 25.
- MIGUEZ, M. G.; FERNANDES, L. C.; AZEVEDO, J. P. S.; MAGALHÃES, L. P. C. (2011). "Vulnerabilidades da infraestrutura de drenagem urbana e os efeitos das mudanças climáticas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro", in Megacidades, vulnerabilidades e mudanças climáticas: Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Org. por Nobre, C.; Young, A.; Gusmão, P.P., INPE/UNICAMP/UFRJ, Rio de Janeiro, pp. 123-144.
- PBMC (2016). Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro, 184 p.
- SILVA JUNIOR, M. A. B.; FONSECA NETO, G. C.; CABRAL, J. J. S. P. (2020). "Análise estatística para detecção de tendências em séries temporais de temperatura e precipitação no Recife-PE". *Revista de Geografia (Recife)*, V. 37, Nº. 1, pp. 222-240.
- SILVA JUNIOR, M. A. B.; SILVA, S. R. (2016). "Impactos da urbanização e das alterações climáticas no sistema de drenagem do Recife/PE". *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 9, n. 2, pp. 353-367.
- SOUZA, M. A. de A.; DINIZ, F. R.; ROCHA, D. de M. (Org.) (2022). Reforma Urbana e Direito à Cidade: Recife. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles. 268 p.
- MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. Princípios de Oceanografia Física de Estuários. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – Edusp. 2002. 426 p
- GENZ, Fernando; LESSA, Guilherme Camargo. Monitoramento de estuários. In: AZEVEDO, José Roberto Gonçalves de (Org.). Hidrometria aplicada à gestão dos recursos hídricos. 1. ed. Recife: Editora Universitária UFPE, 2010. p. 393-482.
- FRIEDRICHHS, C. T. Barotropic tides in channelized estuaries. *Contemporary Issues in Estuarine Physics*, 2010.
- CASTRO, P.; HUBER, M. E. Biologia marinha. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.
- FRANCO, A. S. Marés: Fundamentos, Análise e Previsão. 2. ed. Niterói, RJ: D.H.N., 2009. (PACMARÉ)
- WHITE, J. Tides: The Science and Spirit of the Ocean. Trinity University Press. p. 360, 2017.
- PUGH, D.; WOODWORTH, P. Sea-Level Science: Understanding Tides, Surges, Tsunamis and Mean Sea-Level Changes. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.