

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA DE ESTUDOS QUE ABORDAM ‘INUNDAÇÃO COMPOSTA’ NA AMÉRICA LATINA

Jerusa da Silva Peixoto¹; Laura Moraes Henicka²; Muriel Vargas Linck³ & Masato Kobiyama⁴

Abstract: River and coastal floods are becoming increasingly frequent and large-scale. The simultaneous or successive occurrence of two or more extreme events, or those that cause an extreme impact when combined, are commonly identified by the scientific community as a compound event, which, in this scope, includes compound floods, characterized by the simultaneous occurrence of sea level rise and high river discharge. Accordingly, this study conducted a literature review of research that applies a compound flood approach in its analysis. The spatial scope of the study was Latin America, and the research period covered studies published from 1980 to May 2025. The analysis resulted in the identification of six studies published in Latin America, concentrated in Brazil (4 studies) and Mexico (2 studies). The selected works analyze the interaction between river discharge, precipitation and tide as the main drivers of compound floods, with a predominance of methodologies based on hydrodynamic or statistical modeling in their analyses. This study highlights gaps in research on compound flooding in Latin America, such as the lack of standardization in compound flood terminology and the limited geographic expansion of research. There is a need for greater investment and encouragement from the scientific community to advance compound flood analysis, especially in Brazil, which has an extensive coastal region exposed to frequent extreme weather events.

Resumo: Inundações fluviais e costeiras estão se tornando cada vez mais frequentes e de grandes proporções. A ocorrência simultânea ou sucessiva de dois ou mais eventos extremos, ou, que ocasionam um impacto extremo quando combinados, são comumente identificados pela comunidade científica como evento composto, onde, nesse escopo, estão as inundações compostas, que se caracterizam por aumento do nível do mar e alta vazão dos rios simultaneamente. Dessa forma, este estudo realizou uma revisão bibliográfica de pesquisas que utilizam uma abordagem sobre inundaçao composta em sua análise. O recorte espacial do estudo foi a América Latina e o período de busca das pesquisas foi de 1980 a maio de 2025. A análise resultou na identificação de seis estudos publicados na América Latina, estando concentrados no Brasil (4 estudos) e no México (2 estudos). Os trabalhos selecionados possuem como análise a interação entre vazão, precipitação e maré como principais deflagradoras de inundações compostas, com um predomínio de metodologia com modelagem hidrodinâmica ou estatística nas suas análises. Este estudo destaca lacunas na pesquisa sobre inundaçao composta na América Latina, como a falta de padronização na terminologia de inundaçao composta e a pouca expansão geográfica das pesquisas. Necessitando de maiores investimentos e estímulo da comunidade científica na análise de inundaçao composta, especialmente no Brasil, com uma extensa região costeira, sujeita a frequentes eventos meteorológicos extremos.

Palavras-Chave – inundaçao composta; evento composto; América Latina.

1) Universidade Federal do Paraná (UFPR); jerusaspeixoto@gmail.com

2) Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); laurahenicka@gmail.com

3) Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); murielangello@gmail.com

4) Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); masato.kobiyama@ufrgs.br

1. INTRODUÇÃO

A América Latina tem registrado um aumento na frequência e intensidade dos eventos climáticos, meteorológicos e hidrológicos extremos, com recordes em 2024 de furacões, inundações, secas e incêndios florestais (OMM, 2025). Nessa região encontra-se o Brasil, caracterizado por uma extensa faixa litorânea e concentrando mais da metade da população no litoral. O país abriga diversas bacias hidrográficas costeiras, onde os rios percorrem trajetos curtos, fazendo com que as águas escoem rapidamente das nascentes até desaguarem no mar (IBGE, 2021).

Em se tratando de inundações fluviais em regiões costeiras, diversos fatores devem ser considerados, como os níveis de maré alta, a ocorrência das tempestades (marés meteorológicas) e a precipitação intensa, que podem agravar as inundações (Fleming, 2018). Para Lewis *et al.*, (2011), aspectos como maré alta, tempestades, ondas e chuvas intensas são um risco combinado de inundações em áreas costeiras. Segundo Hoitink *et al.*, (2016), apenas nas últimas décadas as pesquisas foram concentradas nas interações da vazão dos rios e os efeitos de ondas e tempestades.

A inundaçāo fluvial ocorre quando há elevação do nível da água de um corpo hídrico (arreio, riacho, rio ou lago), ultrapassando seu nível normal e transbordando para áreas próximas, conhecidas como planícies de inundaçāo (WMO, 2012; Kobiyama *et al.*, 2006). Essas inundaçāoes são, em geral, provocadas por precipitação intensa e/ou prolongada, na área afetada ou a montante (NOAA, s/a) (Figura 1a).

Já a inundaçāo costeira ocorre nas áreas adjacentes ao litoral, resultado de uma ação conjunta de ondas, marés meteorológicas e astronômicas, provocando a sobre-elevação do nível do mar durante eventos de tempestade (Hothuijsen, 2007). A maré meteorológica (*storm surge*) é definida como a elevação extraordinária do mar, em um curto prazo, durante a passagem de tempestades (Calliari *et al.*, 2010) (Figura 1b).

A ocorrência simultânea ou sucessiva de dois ou mais eventos extremos ou combinações de eventos não extremos, mas que ocasionam um evento ou impacto extremo quando combinados, são chamados pela comunidade científica de evento composto (Seneviratne *et al.*, 2012). No escopo desta definição estão as inundações compostas, caracterizadas por aumento do nível do mar e a alta vazão dos rios (inundaçāo fluvial), ocorridas simultaneamente (Green *et al.*, 2024) (Figura 1c).

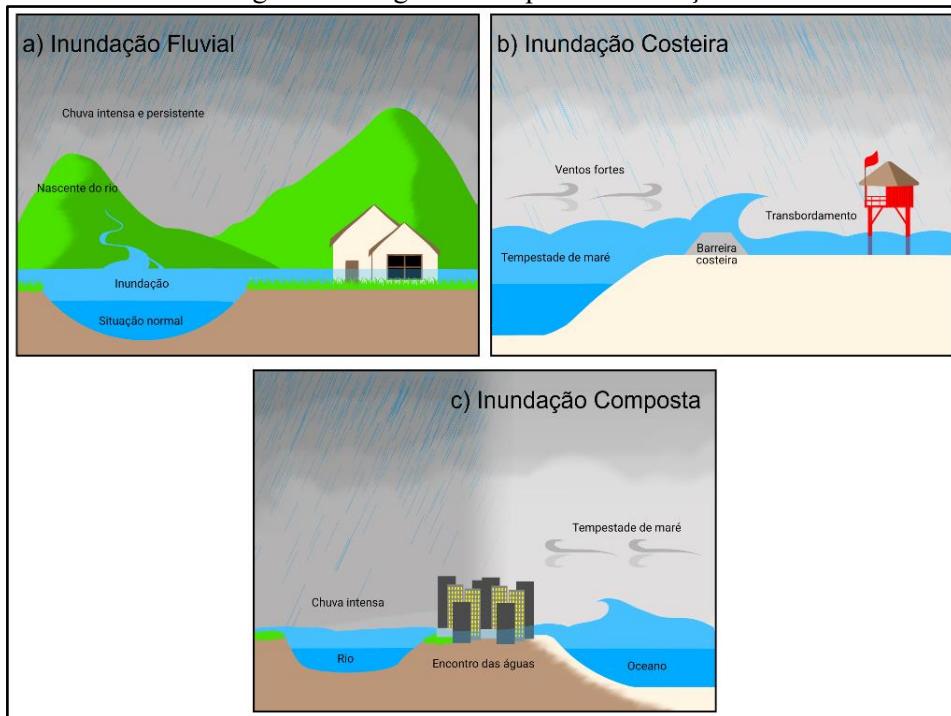
Segundo Bevacqua *et al.* (2021), as pesquisas sobre eventos compostos são relativamente novas, obtendo maior atenção a partir de 2012, quando o conceito foi abordado no Relatório Especial sobre Extremos Climáticos (SREX) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (Seeviratne *et al.*, 2012). Green *et al.* (2025) ao analisarem 279 artigos sobre inundações compostas em contextos costeiro-estuarino, entre 1960 e 2022, identificaram diversas lacunas de conhecimento. Os autores destacam a necessidade de adoção de terminologia e abordagens consistentes e a expansão geográfica das pesquisas, observando que não foram encontrados estudos na América Latina, enquanto quase metade das publicações concentra-se na região costeira dos EUA.

Mesmo com a ocorrência cada vez mais frequente de eventos extremos, que impulsionam fenômenos de inundaçāo composta (Ikeuchi *et al.*, 2017; Wu *et al.*, 2024; Nasr *et al.*, 2023; Cepiené *et al.*, 2022) o termo ainda é pouco utilizado nas pesquisas científicas. Assim, se faz necessário tornar mais compreensível a utilização do termo, especialmente no Brasil — país com regiões montanhosas próximas ao oceano e rios que deságum diretamente no mar —, o que favorece a ocorrência desses eventos.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre pesquisas que abordam o tema ‘inundaçāo composta’, com foco na América Latina. A motivação

desse recorte espacial se justifica pelo interesse em pesquisas desenvolvidas no Brasil, e, pela constatação, conforme Green *et al.* (2025), da ausência de estudos sobre o tema na América Latina. Portanto, como o Brasil integra a América Latina, região que compartilha características comuns entre seus países, consideramos pertinente a divulgação e valorização de conhecimentos produzidos no âmbito latino-americano. Além disso, o estudo visa identificar o uso de termos similares nos estudos, mapear lacunas nas pesquisas e contribuir para o avanço do conhecimento entre a população, pesquisadores e tomadores de decisão, especialmente no cenário brasileiro.

Figura 1 - Diagrama de tipos de inundação.



2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada consistiu em uma busca de literatura científica sobre estudos que abordaram inundação composta na América Latina. Foram analisados estudos que contemplam, de alguma forma, eventos de inundação composta, mesmo não mencionando explicitamente o termo. Após o filtro inicial nas bases de dados, realizamos a leitura dos estudos considerados adequados, ou seja, aqueles que analisam as interações entre diferentes elementos causadores das inundações.

Nossas pesquisas se concentraram em estudos publicados em inglês e português, abrangendo artigos de periódicos, teses e dissertações. Utilizamos plataformas de busca de dados internacionais como Scopus, Web of Science, e nacionais (Brasil), como CAPES, BDTD e Oasis BR. Os termos de busca utilizados foram os seguintes:

- em inglês: “compound* flood*”, “comb* flood*”, “multi* flood*”, “compound event”, [“fluvial” AND (“coastal” OR “coastline”) AND “flood*”], [(“fluvial” AND “tide”) AND “flood*”], [(“river” OR “discharge”) AND (“surge” OR “tide”) AND “flood*”].
- em português: “inundação composta”, “evento composto”, “inundação combinada”, “inundação conectada”, “evento conjugado”, [“fluvial” AND (“costeira OR “litoral”) AND “inundação”].

A busca considerou uma escala temporal de 45 anos (1980 até maio de 2025) e incluiu apenas estudos desenvolvidos na América Latina, região composta por 20 países, incluindo o Brasil.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No geral, conforme os termos de busca aplicados, foram filtrados 449 artigos. Sendo 425 do Scopus, 8 do Web of Science, 7 do BDTD, 9 do OASIS BR e nenhum na base de dados da CAPES. Destes 449 artigos filtrados, apenas 6 foram considerados por abordarem, de forma direta ou indireta, o tema da inundação composta.

A busca por estudos que analisassem inundações compostas na América Latina resultou, portanto, em apenas seis trabalhos. Desses, um foi apresentado como monografia (tese) e os demais publicados em periódicos científicos. A Tabela 1 apresenta os trabalhos considerados, com algumas de suas principais características.

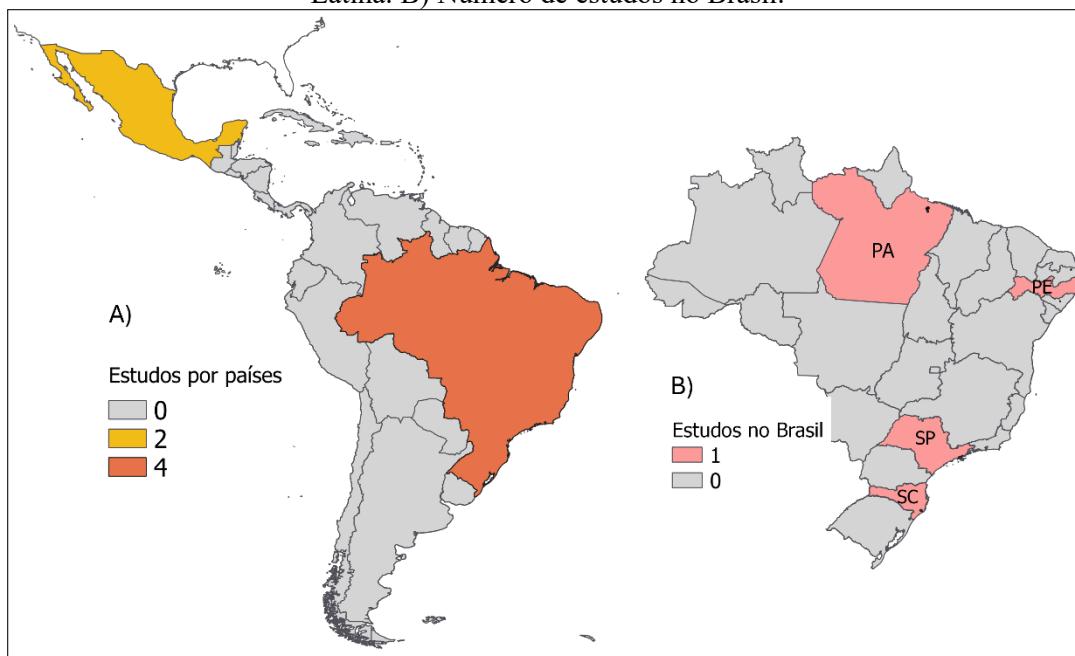
Tabela 1 – Síntese dos trabalhos publicados na América Latina com abordagem de ‘inundação composta’.

Autores	Instituição	Local do estudo	Tipo de publicação	Publicação
Pedrozo-Acuña <i>et al;</i> (2012)	Universidad Nacional Autónoma de México / Instituto Politécnico Nacional (Mérida – México)	Tabasco e Veracruz (México)	Periódico	Journal of Flood Risk Management
Pezzoli <i>et al;</i> (2013)	Polytechnic University of Turino (Itália) / Universidade de São Paulo (USP) / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)	Caraguatatuba (São Paulo – Brasil)	Periódico	Climatology & Weather Forecasting
Lino (2019)	Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	Recife (Pernambuco - Brasil)	Tese	Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Vanelli (2020)	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) / Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)	Tubarão (Santa Catarina – Brasil)	Periódico	Journal of Applied Water Engineering and Research
Torres-Freyermuth <i>et al;</i> (2022)	Universidad Nacional Autónoma de México / Delft University of Technology (Netherlands)	Sisal (Yucatán – México)	Periódico	Natural Hazards and Earth System Sciences (EGU)
De Souza Costa <i>et al;</i> (2024)	Universidade Federal do Pará (UFPA)	Belém (Pará – Brasil)	Periódico	Urban Climate

Conforme os critérios adotados nesta pesquisa, os estudos sobre inundação composta publicados até maio de 2025 abrangem apenas dois países da América Latina: México e Brasil (Figura 2). No Brasil, os quatro estudos identificados estão em estados distintos (Pará, Pernambuco, São Paulo e Santa Catarina).

Green *et al.* (2025), em seu artigo de revisão sobre inundação composta com foco em regiões estuarinas e costeiras, analisaram publicações entre 1960 e 2022 e não identificaram pesquisas desenvolvidas na América Latina. No entanto, em nossa busca, encontramos cinco pesquisas sobre o tema, publicadas entre 2012 e 2022, no México e no Brasil. Essa discrepância pode estar relacionada a diferenças metodológicas. Green *et al.* (2025) restringiram-se a estudos nas regiões estuarinas e costeiras, enquanto o presente trabalho abrange todas as regiões. Além disso, os mesmos autores limitaram-se a publicações escritas apenas em inglês e utilizaram bases de dados diferentes. Por exemplo, os autores não consultaram a base Scopus e nem plataformas brasileiras, bem como, os termos de busca foram distintos.

Figura 2 – Localização dos estudos desenvolvidos. A) número de estudos em países da América Latina. B) Número de estudos no Brasil.



3.1 Síntese dos estudos analisados

No estado de Santa Catarina (SC), foi realizada uma reconstrução hidrológica e hidrodinâmica da inundação histórica ocorrida no município de Tubarão, em 1974. Vanelli *et al.* (2022) consideraram a interação entre múltiplos fatores (precipitação, vazão, maré e vento) na magnitude do desastre hidrológico daquele ano.

No estado de São Paulo (SP), Pezzoli *et al.* (2013), desenvolveram um estudo no município costeiro de Caraguatatuba, publicado em periódico científico. A pesquisa associou diariamente dados de chuvas e níveis de maré, por meio de análise estatística, estimando a probabilidade conjunta de ocorrência de chuvas intensas e marés altas.

No estado de Pernambuco (PE), Lino (2019), em sua tese, avaliou os impactos de inundações compostas ocasionadas por eventos climáticos extremos (chuvas intensas e elevação do nível do mar) na cidade do Recife. A análise utilizou dados históricos e projeções futuras.

O estudo realizado no estado do Pará, no município de Belém, analisou os efeitos conjuntos da precipitação e das marés astronômicas. Os autores De Souza Costa *et al.* (2024) utilizaram uma

metodologia estatística para investigar como a interação entre essas variáveis (precipitação e maré) aumenta a probabilidade e magnitude das inundações urbanas na cidade.

No México, Pedrozo-Acuña *et al.* (2012) desenvolveram um estudo sobre a combinação de fatores fluviais extremos (vazão) e costeiros (marés meteorológicas) na ocorrência de inundações na foz do rio Tonalá, entre os estados de Tabasco e Veracruz. Já Torres-Freyermuth *et al.* (2022) analisaram os efeitos dos furacões Gamma e Delta, que atingiram a Península de Yucatán (México) em 2020, enfocando a interação entre processos atmosféricos, oceânicos, hidrológicos e morfodinâmicos na inundaçāo. O estudo incluiu, ainda, a resposta hidrológica do aquífero costeiro durante os eventos.

Embora não atenda diretamente ao foco desta pesquisa, vale citar o estudo de Possa *et al.* (2022), que analisaram a inundaçāo de 1941 ocorrida no estado do Rio Grande do Sul (Brasil). Os autores analisaram a influência do vento na cheia, caracterizando-a como um evento composto, conforme a definição de Zscheischler *et al.* (2018).

3.2 Metodologia e variáveis físicas

A metodologia utilizada nos estudos analisados baseou-se, principalmente, em modelagem numérica e estatística, sendo predominante o uso de modelos hidrodinâmicos (em quatro estudos), conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Metodologia utilizada nos estudos analisados.

Autores	Metodologia	Tipo de Modelo
Pedrozo-Acuña <i>et al.</i> ; (2012)	Dados de campo e Modelagem Hidrodinâmica	MIKE 21 FM Flow Model
Pezzoli <i>et al.</i> ; (2013)	Análise Estatística	Modelo de Gumbel
Lino (2019)	Modelo Hidrodinâmico e de Ondas	Delft-3D; D-Wave
Vanelli (2020)	Modelo Hidrológico e Hidrodinâmico	MGB-IPH
Torres-Freyermuth <i>et al.</i> ; (2022)	Modelagem Hidrodinâmico. Meteorológico e de Ondas	WRF Model; Wavewatch III; MIKE 21 HD; MIKE 21 SW
De Souza Costa <i>et al.</i> ; (2024)	Análise Estatística	Estatística Probabilística

Destaca-se que alguns trabalhos adotaram uma abordagem integrada, combinando dados de campo com modelagem hidrodinâmica ou utilizando, conjuntamente, modelos hidrodinâmicos, meteorológicos e de ondas. No entanto, nenhum dos estudos empregou uma abordagem híbrida, ou seja, que combine métodos numéricos (modelagem numérica) e estatísticas (modelo estatístico).

As variáveis físicas mais utilizadas foram os dados de maré (em seis estudos) e de precipitação (em cinco estudos), conforme demonstrado na Tabela 3. Os principais fatores analisados nas pesquisas sobre inundações compostas incluíram variáveis de natureza fluvial (vazão), costeira (maré meteorológica, maré astronômica, ondas e temperatura do mar) e pluvial (precipitação). Assim, os estudos investigaram inundações compostas com características fluvial-costeira e pluvial-costeira.

Tabela 3 – Variáveis utilizadas para análise de inundação composta.

Autores	Tipo de Variável
Pedrozo-Acuña <i>et al.</i> ; (2012)	Fluvial-Costeiro (vazão, maré, ondas)
Pezzoli <i>et al.</i> ; (2013)	Pluvial-Costeiro (precipitação, maré)
Lino (2019)	Fluvial-Pluvial-Costeiro (precipitação, vazão, ondas, maré)
Vanelli (2020)	Fluvial-Pluvial-Costeiro (precipitação, vazão, maré)
Torres-Freyermuth <i>et al.</i> ; (2022)	Pluvial-Costeiro (precipitação, maré, ondas, correntes)
De Souza Costa <i>et al.</i> ; (2024)	Pluvial-Costeiro (precipitação, maré)

3.3 Terminologia utilizada

Em relação à terminologia, o termo mais utilizado para se referir a esse tipo de evento foi ‘inundação composta’ (em dois estudos). Os demais utilizaram termos similares, como: ‘efeito combinado’ (1); ‘evento combinado’ (1); ‘evento composto’ (1); ‘efeito composto’ (1). Green *et al.* (2025) realizaram uma análise dos diversos termos empregados em artigos científicos para indicar tipos de eventos compostos, destacando a falta de padronização nos termos usados na literatura, aspecto que também fica evidente nos estudos analisados nesta pesquisa.

Diferentes definições são encontradas para explicar os conceitos de evento composto e inundação composta. Conforme definição do IPCC SREX (Seneviratne *et al.*, 2012), evento composto ocorre quando: (1) dois ou mais eventos extremos ocorrendo simultaneamente ou sucessivamente; (2) combinações de eventos extremos com condições subjacentes que amplificam o impacto dos eventos; ou (3) combinações de eventos que não são extremos em si, mas levam a um evento ou impacto extremo quando combinados.

Nesse sentido, a definição para inundações compostas pode ser exemplificada pela ocorrência de um evento de chuva moderada que causa escoamento superficial em áreas costeiras, e elevação do nível do mar em decorrência da ação de marés e ondas, com ocorrência simultânea ou alguns dias depois. Em outras palavras, os eventos isolados podem não ser extremos, mas sua combinação pode levar a níveis extremos de água em regiões costeiras (Green *et al.*, 2025).

No entanto, Leonard *et al.* (2014) argumentam essa definição do IPCC SREX e propõem uma abordagem alternativa, baseada em três características: (1) a extrema gravidade do impacto ao invés do evento climático; (2) a natureza multivariada do evento; e (3) a dependência estatística entre as variáveis ou os eventos que causam o impacto.

Dessa forma, segundo Green *et al.* (2025), essa definição sugere que inundações compostas exigem um impacto extremo. Por exemplo, na definição do IPCC, o transbordamento simultâneo de canais fluviais e de águas subterrâneas pode ser classificado como uma inundação composta. Já na definição de Leonard *et al.* (2014), esse mesmo caso somente seria considerado uma inundação composta se o impacto do evento fosse extremo, havendo também uma dependência entre os eventos em questão (Green *et al.*, 2025).

Por fim, destaca-se que, na literatura científica atual, o conceito de evento composto está restrito à combinação de perigos naturais, especialmente de origem meteorológica. Perigos de

natureza antropogênica — como desmatamento ou rompimento de barragens — ainda não são incluídos no escopo desse conceito (Green *et al.*, 2025).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da literatura científica sobre inundação composta em países da América Latina evidenciou uma significativa carência de pesquisas sobre o tema na região. Embora países latino-americanos — especialmente o Brasil — estejam frequentemente expostos a extremos pluviométricos e à ocorrência de ciclones extratropicais na costa, são poucos os estudos que investigam os efeitos combinados desses eventos, caracterizando inundações compostas nas zonas costeiras.

Apesar da frequência desses fenômenos, os esforços para compreender seus impactos são limitados. As pesquisas existentes, em sua maioria, analisam de forma isolada os fatores deflagradores de inundações, como eventos fluviais ou costeiros, sem considerar de maneira integrada (combinada) a ocorrência simultânea ou sucessiva desses eventos.

Outro aspecto relevante é o uso de terminologia pouco consolidada na literatura científica, ocasionando definições inconsistentes, o que dificulta a compreensão e difusão do tema. Observa-se, na maioria dos estudos analisados, a ausência dos termos evento composto ou inundação composta, bem como a falta de conceituação clara desses fenômenos, com suas devidas definições.

Com base nesta análise, propomos o uso do termo ‘inundação composta’, fundamentado na definição de IPCC SREX (Seneviratne *et al.*, 2012), entendido como a combinação de eventos, extremos ou não, deflagradores de inundação (como precipitação, vazão, maré, ondas), ocorrendo simultaneamente ou de forma sucessiva, e que resultam em um evento ou um impacto extremo.

REFERÊNCIAS

- BEVACQUA, E., DE MICHELE, C., MANNING, C., COUASNON, A., RIBEIRO, A. F. S., RAMOS, A. M. (2021). *Guidelines for studying diverse types of compound weather and climate events*. Earth's Future, 9, e2021EF002340. <https://doi.org/10.1029/2021EF002340>.
- CALLIARI, L. J. GUEDES, R.M.C.; PEREIRA, P.S.; LÉLIS, R.F.; ANTIQUEIRA, J.A. & FIGUEIREDO, S.A. (2010). *Perigos e riscos associados a processos costeiros no litoral sul do Brasil (RS): uma síntese*. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology. V. 14(1). p. 51-63.
- CEPIENE, E.; DAILIDYTE, L.; STONEVICIUS, E.; DAILIDIEN, I. *Sea Level Rise Impact on Compound Coastal River Flood Risk in Klaipeda City (Baltic Coast, Lithuania)*. Water 2022, 14, 414. <https://doi.org/10.3390/w14030414>.
- COULET, P., DURAND, F., FASSONI-ANDRADE, A., KHAN, J., TESTUT, L., TOUBLANC, F., & MOREIRA, D. M. (2025). Assessment of the hydrodynamical signature of the record-breaking 2021 flood along the Amazon estuary. Ocean Modelling, 196, 102536.
- DE SOUZA COSTA, G. R., BLANCO, C. J. C., DA SILVA CRUZ, J., & DE MENDONÇA, L. M. (2024). *Estimating the daily flooding probability by the compound effect of rainfall and tides in an Amazonian metropolis*. Urban Climate, 57, 102121.

FLEMING, E., J. PAYNE, W. SWEET, M. CRAGHAN, J. HAINES, J.F. HART, H. STILLER, AND A. (2018). *Sutton-Grier: Coastal Effects*. In: Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II [Reidmiller, D.R., C.W. Avery, D.R. Easterling, K.E. Kunkel, K.L.M. Lewis, T.K. Maycock, and B.C. Stewart (eds.)]. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA, pp. 322–352. Doi: 10.7930/NCA4.2018.CH8.

GREEN, J., HAIGH, I. D., QUINN, N., NEAL, J., WAHL, T., WOOD, M., & CAMUS, P. (2025). *A comprehensive review of compound flooding literature with a focus on coastal and estuarine regions*. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 25(2), 747-816. Disponível em: <https://nhess.copernicus.org/articles/25/747/2025/>.

HOITINK, A. J. F., AND D. A. JAY. (2016). “*Tidal river dynamics: Implications for deltas*”. *Rev. Geophys.* 54, 240–272. doi:10.1002/2015RG000507.

HOLTHUIJSEN, L. H. (2007). *Waves in Oceanic and Coastal Waters*. Cambridge University Press. Cambridge, New York. 405 p.

IBGE. (2021). *Bacias e divisões hidrográficas do Brasil*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro: Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. ISSN 0101-2843. 160 p.

IKEUCHI, H., Y. HIRABAYASHI, D. YAMAZAKI, S. MUIS, P. J. WARD, H. C. WINSEMIUS, M. VERLAAN, AND S. KANAE (2017). *Compound simulation of fluvial floods and storm surges in a global coupled river-coast flood model: Model development and its application to 2007 Cyclone Sidr in Bangladesh*. *J. Adv. Model. Earth Syst.*, 9, 1847–1862, doi:10.1002/2017MS000943.

KOBIYAMA, M., MENDONÇA, M., MORENO, D. A. MARCELINO, I. P. V. O., MARCELINO, E. V., GONÇALVES, E. F. & RUDORFF, F. D. M. (2006). *Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos* (p. 109). Curitiba: Organic Trading.

LEONARD, M., WESTRA, S., PHATAK, A., LAMBERT, M., VAN DEN HURK, B., MCINNES, K., & STAFFORD-SMITH, M. (2014). *A compound event framework for understanding extreme impacts*. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 5(1), 113-128.

LEWIS, M.; HORSBURGH, K.; BATES, P.; SMITH, R. (2011). “*Quantifying the Uncertainty in Future Coastal Flood Risk Estimates for the U. K.*” *Journal of Coastal Research*, v.27, p.870–881, 2011.

LINO, A. P. (2019). *Eventos pluviométricos extremos e inundação composta na cidade de Recife*. Tese (Doutorado). Centro de Tecnologia e Geociências. Programa de Pós-graduação em Geociências. Universidade Federal de Pernambuco (UPFE). 179 p.

NASR, A. A., WAHL, T., RASHID, M. M., JANE, R. A., CAMUS, P., & HAIGH, I. D. (2023). *Temporal changes in dependence between compound coastal and inland flooding drivers around the contiguous United States coastline*. *Weather and Climate Extremes*, 41, 100594.

NOAA (s/a). *Understanding Stormwater Inundation*. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Disponível em: <https://coast.noaa.gov/stormwater-floods/understand>.

OMM (2025). Organização Meteorológica Mundial. *Estado del clima en América Latina y el Caribe 2024*. Disponível em: <https://wmo.int/es/publication-series/estado-del-clima-en-america-latina-y-el-caribe-2024>.

PEDROZO-ACUÑA, A., RUIZ DE ALEGRIA-ARZABURU, A., MARIÑO-TAPIA, I., ENRIQUEZ, C., & GONZÁLEZ VILLAREAL, F. J. (2012). *Factors controlling flooding at the Tonalá river mouth (Mexico)*. Journal of Flood Risk Management, 5(3), 226-244.

PEZZOLI, A., CARTACHO, D. L., ARASAKI, E., ALFREDINI, P., & SAKAI, R. O. (2013). *Extreme events assessment methodology coupling rainfall and tidal levels in the coastal flood plain of the São Paulo North Coast (Brazil) for engineering projects purposes*. J Climatol Weather Forecasting, 1(103), 2.

SENEVIRATNE, S.I., N. NICHOLLS, D. EASTERLING, C.M. GOODESS, S. KANAE, J. KOSSIN, Y. LUO, J. MARENKO, K. MCINNES, M. RAHIMI, M. REICHSTEIN, A. SORTEBERG, C. VERA, AND X. ZHANG. (2012). *Changes in climate extremes and their impact on the natural physical environment*. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 109-230.

TORRES-FREYERMUTH, A., MEDELLÍN, G., KURCZYN, J. A., PACHECO-CASTRO, R., ARRIAGA, J., APPENDINI, C. M., & ZAVALA-HIDALGO, J. (2022). *Hazard assessment and hydrodynamic, morphodynamic, and hydrological response to Hurricanes Gamma and Delta, on the northern Yucatan peninsula*. Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions, 2022, 1-36.

VANELLI, F. M., ROMERO MONTEIRO, L., FAN, F. M., & GOLDENFUM, J. A. (2020). *The 1974 Tubarão River flood, Brazil: reconstruction of the catastrophic flood*. Journal of Applied Water Engineering and Research, 8(3), 231-245.

WMO (2012). *International Glossary of Hydrology*. WMO-No. 385. Definition number 543. World Meteorological Organization (WMO). Disponível em: https://library.wmo.int/viewer/35589/download?file=wmo_385-2012.pdf&type=pdf&navigator=1.

WU, Y., HAIGH, I. D., GAO, C., JENKINS, L. J., GREEN, J., JANE, R., & WU, N. (2024). *Compound Flooding Potential from the Joint Occurrence of Precipitation and Storm Surge in the Qiantang Estuary, China*. Journal of Hydrometeorology, 25(5), 735-753.

ZSCHEISCHLER, J., WESTRA, S., VAN DEN HURK, B. J., SENEVIRATNE, S. I., WARD, P. J., PITMAN, A., AGHAKOUCHAK, A., BRESCH, D. N., LEONARD, M., WAHL, T., & ZHANG, X. (2018). *Future climate risk from compound events*. Nature Climate Change, 8(6), 469-477. <http://dx.doi.org/10.1038/s41558-018-0156-3>.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Araucária/SETI, por meio de bolsa concedida a primeira autora.