

## **MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL: UM ESTUDO COMPARATIVO DOS IMPACTOS URBANOS NAS DIFERENTES REGIÕES**

**MONIQUE BARRAZ THEIL<sup>1</sup>; EBREU NANQUE<sup>2</sup>; FABIANA FERNANDES DOS SANTOS<sup>3</sup>; DOUGLAS DA SILVA LINDEMANN<sup>4</sup>; ANDRÉA SOUZA CASTRO<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – moniquebarraz@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – ebreunanke2017@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – fernandes.fabiana@ufpel.edu.br

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – douglas.lindemann@ufpel.edu.br

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – andreascastro@gmail.com

### **1. INTRODUÇÃO**

As mudanças climáticas têm se consolidado como um dos grandes desafios contemporâneos, com efeitos diretos sobre os sistemas naturais, a segurança hídrica e a infraestrutura urbana. O aumento da temperatura média global já ultrapassou 1,5 °C em relação aos níveis pré-industriais, intensificando a ocorrência de chuvas concentradas, secas prolongadas e elevação do nível do mar, fenômenos que afetam com mais severidade os centros urbanos vulneráveis (IPCC, 2023). Mesmo sob projeções de mitigação, o Brasil já apresenta alterações consistentes nos padrões climáticos, com instabilidade na distribuição das chuvas e ampliação da variabilidade hidrológica (MCTI, 2024).

Essas transformações têm gerado impactos concretos na infraestrutura urbana, como alagamentos recorrentes, sobrecarga dos sistemas de drenagem e prejuízos em áreas com baixa capacidade de resposta. A urbanização acelerada, a impermeabilização do solo e a ocupação de zonas de risco agravam os efeitos dos eventos extremos, revelando limitações nos modelos tradicionais de planejamento. Além disso, os critérios técnicos utilizados para projetar obras hidráulicas muitas vezes não acompanham a nova realidade climática, comprometendo a eficiência das estruturas existentes (IPEA, 2022).

Um exemplo é o tempo de retorno (TR), parâmetro estatístico utilizado para estimar a frequência de ocorrência de eventos extremos como chuvas intensas. Esse conceito é fundamental no dimensionamento de estruturas hidráulicas, como galerias, canais e reservatórios, e sua aplicação inadequada pode comprometer a segurança urbana (Miguez, 2015). Segundo Paiva *et al.* (2024), os eventos recentes têm ocorrido com magnitudes superiores às previstas pelos TRs convencionais, indicando a necessidade de revisão dos modelos aplicados ao planejamento urbano.

Diante desse cenário, o trabalho busca compreender como os eventos extremos têm afetado a infraestrutura urbana brasileira, por meio da análise de estudos regionais que evidenciam vulnerabilidades nos sistemas de drenagem frente às novas dinâmicas climáticas.

### **2. METODOLOGIA**

Este trabalho realiza uma revisão bibliográfica com abordagem qualitativa e quantitativa, voltada à análise de estudos que relacionam eventos extremos decorrentes das mudanças climáticas com seus impactos sobre o ambiente urbano. Foram considerados artigos científicos, notas técnicas e documentos institucionais publicados entre 2020 e 2025, desde que apresentassem dados consolidados e análises aplicadas ao contexto das cidades. As buscas foram realizadas em bases

de dados científicas reconhecidas, como SciELO, Portal de Periódicos da CAPES e repositórios institucionais.

Para garantir representatividade territorial, foi selecionado um estudo para cada região brasileira. O estudo referente à Região Sul é *Chuvas sem precedentes de abril a maio de 2024 no Sul do Brasil definem novo recorde* (Collischonn *et al.*, 2024); para o Sudeste, foi utilizado *Tendências de eventos extremos na Região Sudeste utilizando índices ETCCDI* (Oliveira e Ferreira, 2025); no Nordeste, o estudo escolhido foi *Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil* (Silva *et al.*, 2021); na Região Norte, foi analisado *Cheia do Rio Acre e seca do Rio Branco no primeiro trimestre de 2024* (Maciel *et al.*, 2024); e para o Centro-Oeste, foi utilizada a *Nota Técnica: Eventos Extremos de Abril de 2025 no Brasil* (INMET, 2025).

A partir da leitura comparativa desses documentos, foi possível identificar padrões climáticos distintos e avaliar os efeitos diretos sobre os sistemas urbanos de drenagem, contribuindo para a reflexão sobre a adequação dos modelos técnicos frente às novas dinâmicas hidrológicas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos selecionados para esta análise apresentam registros de eventos extremos ocorridos em diferentes regiões do Brasil, cada um com suas particularidades climáticas e urbanas. A Tabela 1 sintetiza os cinco documentos analisados, relacionando cada estudo à sua respectiva região, tipo de evento climático, intervalo observado, impacto urbano e fonte de referência. Além de descreverem os fenômenos, os trabalhos também evidenciam os efeitos diretos sobre o ambiente urbano, permitindo uma leitura comparativa entre os territórios e contribuindo para compreender os desafios enfrentados pelas cidades brasileiras diante da crescente variabilidade climática.

Tabela 1: Síntese dos eventos extremos e impactos urbanos observados nas regiões Brasileiras

Região	Tipo de Evento Climático	Volume / Índice registrado	Intervalo observado	Impacto Urbano Observado	Referência
Sul	Chuva extrema	176 mm em 3 dias sobre área de 10.000 km <sup>2</sup>	Abril–Maio de 2024	Alagamentos e sobrecarga de sistemas de drenagem	Collischonn <i>et al.</i> (2024)
Sudeste	Tendência de aumento de extremos	Índices ETCCDI apontam maior frequência e intensidade de eventos	2010–2024	Subdimensionamento da infraestrutura em municípios de médio porte	Oliveira e Ferreira (2025)
Nordeste	Concentração de dias chuvosos	Precipitação anual semelhante registrada em menos dias	1980–2018	Elevação de picos de vazão em áreas semiáridas	Silva <i>et al.</i> (2021)
Norte	Cheia + seca simultânea	Cheia no Rio Acre + seca no Rio Branco (eventos opostos em paralelo)	1º trimestre de 2024	Falha de contenção e desabastecimento hídrico simultâneo	Maciel <i>et al.</i> (2024)
Centro-Oeste	Chuvas com desvios acima da média	Desvios pluviométricos superiores a 500% da média histórica	Abril de 2025	Inundações em áreas urbanas não tradicionalmente vulneráveis	INMET (2025)

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados de (Collischonn *et al.*, 2024; Oliveira e Ferreira, 2025; Silva *et al.*, 2021; Maciel *et al.*, 2024; INMET, 2025).

Os dados mostram que, embora cada região tenha enfrentado um tipo específico de evento, todos resultaram em impactos urbanos significativos. Essa diversidade de ocorrências evidencia que os padrões climáticos estão se transformando e que os modelos convencionais de resposta urbana já não são suficientes para lidar com a nova realidade.

No Sul, por exemplo, o volume de chuva acumulado em apenas três dias superou a curva IDF para tempo de retorno de 100 anos, segundo Collischonn *et al.* (2024). Esse dado indica que eventos considerados raros estão se tornando mais frequentes, comprometendo a confiabilidade dos parâmetros técnicos utilizados em projetos de drenagem. No Sudeste, Oliveira e Ferreira (2025) identificaram um aumento na frequência e intensidade das chuvas ao longo de uma década, com registros equivalentes a TRs de 50 anos. Já no Nordeste, Silva *et al.* (2021) apontam que a concentração dos dias chuvosos tem elevado os picos de vazão, desafiando os modelos hidrológicos convencionais.

A situação no Norte, conforme Maciel *et al.* (2024), envolve a ocorrência simultânea de cheia e seca, fenômenos opostos que aconteceram em paralelo e não possuem precedentes históricos. No Centro-Oeste, o INMET (2025) registrou desvios pluviométricos superiores a 500% da média histórica, com valores que excedem TRs entre 50 e 100 anos, provocando inundações em áreas urbanas que antes não eram consideradas vulneráveis.

#### 4. CONCLUSÕES

Os estudos analisados mostram que eventos extremos estão ocorrendo em todas as regiões brasileiras, com características distintas e impactos urbanos relevantes. Em diversos casos, esses eventos superam os parâmetros técnicos convencionais, rompendo a lógica probabilística que sustenta os modelos de dimensionamento, como os tempos de retorno. Quando ocorrem sem o suporte de estruturas adequadas, os efeitos sobre o ambiente urbano são significativos, evidenciando vulnerabilidades nos sistemas de drenagem e contenção.

Diante desse cenário, torna-se essencial integrar o conhecimento sobre mudanças climáticas à revisão dos critérios técnicos adotados na engenharia. A compreensão das novas dinâmicas hidrológicas, aliada a abordagens mais adaptativas, contribuirá para que as cidades brasileiras estejam melhor preparadas frente aos desafios impostos pela crescente variabilidade climática.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COLLISCHONN, W. *et al.* Chuvas sem precedentes de abril a maio de 2024 no Sul do Brasil definem novo recorde. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, v.29, n.2, 2024. Acesso em: 28 ago. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.292420240088>.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Nota Técnica: Eventos Extremos de Abril de 2025 no Brasil**. Brasília: Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA, Serviço de Pesquisa Aplicada – SEPEA, 2025. Acesso em: 28 ago. 2025. Disponível em: [https://portal.inmet.gov.br/uploads/Nota-Extremos\\_ABRIL\\_2025.pdf](https://portal.inmet.gov.br/uploads/Nota-Extremos_ABRIL_2025.pdf).

IPCC. **Relatório Síntese AR6 – Mudança do Clima 2023.** Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Genebra: IPCC, 2023. Acesso em: 20 jul. 2025. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_LongerReport\\_PO.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport_PO.pdf).

IPEA. **Drenagem e Manejo Sustentável de Águas Pluviais Urbanas: desafios e perspectivas.** Texto para Discussão n.º 2791. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2022. Acesso em: 22 jul. 2025. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11420/1/TD\\_2791.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11420/1/TD_2791.pdf)

MACIEL, J.C. *et al.* Cheia do Rio Acre e seca do Rio Branco no primeiro trimestre de 2024. In: **IV ENCONTRO NACIONAL DE DESASTRES**, 4., 2024. **Anais da Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRHidro**. Acesso em: 24 jul. 2025. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=16724>.

MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Mudança do clima no Brasil: síntese atualizada e perspectivas para decisões estratégicas.** Brasília: MCTI, 2024. Acesso em: 22 jul. 2025. Disponível em: [https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/arquivos/Relatorio\\_Mudanca\\_Clima\\_Brasil\\_v2025.pdf](https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/arquivos/Relatorio_Mudanca_Clima_Brasil_v2025.pdf).

MIGUEZ, M. **Drenagem Urbana – Do Projeto Tradicional à Sustentabilidade.** Rio de Janeiro: GEN LTC, 2015. E-book. ISBN 9788595155695. Acesso em: 28 ago. 2025. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595155695>.

OLIVEIRA, T.; FERREIRA, C. Tendências de eventos extremos na Região Sudeste utilizando índices ETCCDI. **Revista de Geografia – UFPE**. Recife, 2025. Acesso em: 24 jul. 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/262807>.

PAIVA, R.C.D. *et al.* **Critérios hidrológicos para adaptação à mudança climática: chuvas e cheias extremas na Região Sul do Brasil.** Instituto de Pesquisas Hidráulicas – UFRGS, Nota Técnica. Porto Alegre, 27 maio 2024. Acesso em: 11 jul. 2025. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/iph/wp-content/uploads/2024/05/CriteriosAdaptacaoMudancaClimaticaChuvasCheiasExtremasSul.pdf>.

SILVA, M.J. *et al.* Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.25, n.2, p.131–138, 2021. Acesso em: 24 jul. 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/ryWxrp97zJyVKJ4ySyhq9d/>.