EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO EM SALGADO DE SÃO FÉLIX (PB): ANÁLISE HISTÓRICA E IMPACTOS HIDROLÓGICOS EM MUNICÍPIO DO SEMIÁRIDO

Áurea Kelly Jordão Borges de Araújo [1] ; José Matheus da Silva Miranda [2]; Matheus Heleno Vanderlei Grismino [3]; Anderson Matheus de Sousa Lima [4]; Mônica de Coura Amorim [5]; Andréa Carla Lima Rodrigues [6]; Dayse Luna Barbosa [7]

RESUMO – Os municípios de pequeno porte inseridos no semiárido brasileiro apresentam elevada vulnerabilidade aos eventos extremos de precipitação, em virtude da irregularidade climática, das limitações da infraestrutura urbana e da crescente exposição da população aos riscos hidrológicos. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar os eventos extremos de precipitação ocorridos no município de Salgado de São Félix, Paraíba, e compreender suas implicações para a dinâmica hidrológica local e para a segurança hídrica. Foram utilizados dados pluviométricos obtidos na Hidroweb/ANA e no portal da AESA, referentes ao período de 1996 a 2026, com ênfase nos meses de abril e maio. Os resultados evidenciaram elevada variabilidade interanual da precipitação, com média anual de 662,1 mm e desvio-padrão de 254,4 mm. O evento registrado em abril de 2026 destacou-se como o mais extremo da série histórica, com precipitação mensal de 374,4 mm, equivalente a 333% da média histórica do mês. Em apenas quatro dias, foram acumulados 253,3 mm, correspondendo a 38,3% da precipitação média anual do município. Os impactos observados incluíram alagamentos urbanos, comprometimento da mobilidade e danos à infraestrutura local, evidenciando a necessidade de fortalecer estratégias de adaptação climática, planejamento territorial e gestão integrada dos recursos hídricos em municípios semiáridos.

ABSTRACT– Small municipalities located in the Brazilian semiarid region exhibit high vulnerability to extreme precipitation events due to climatic irregularity, deficiencies in urban infrastructure, and the increasing exposure of communities to hydrological hazards. In this context, the present study aimed to analyze extreme precipitation events recorded in the municipality of Salgado de São Félix, Paraíba State, Brazil, and to investigate their implications for local hydrological dynamics and water security. Rainfall data obtained from the Hidroweb/ANA database and the AESA platform were analyzed for the period from 1996 to 2026, with particular emphasis on the months of April and May. The results revealed substantial interannual rainfall variability,

[1]) Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Rua Aprígio Veloso 882, Bairro Universitário, Campina Grande/PB, 58429-900, Tel (83)98851-6539, engaureajborges@gmail.com
[2]) Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Rua Aprígio Veloso 882, Bairro Universitário, Campina Grande/PB, 58429-900, Tel (83)98851-6539, matheus45sm@gmail.com
[3]) Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Rua Aprígio Veloso 882, Bairro Universitário, Campina Grande/PB, 58429-900, Tel (83)98851-6539, matheusgrismino@gmail.com
[4]) Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Rua Aprígio Veloso 882, Bairro Universitário, Campina Grande/PB, 58429-900, Tel (83)98851-6539, anderson.m.sousa@estudante.ufcg.edu.br
[5]) Professora Titular da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil (UAEC), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Rua Aprígio Veloso 882, Bairro Universitário, Campina Grande/PB, 58429-900, Tel (83) 2101-1000, macoura1@yahoo.com.br
[6]) Professora Titular da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil (UAEC), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Rua Aprígio Veloso 882, Bairro Universitário, Campina Grande/PB, 58429-900, Tel (83) 2101-1000, andreaufcg@gmail.com
[7])Professora Titular da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil (UAEC), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Rua Aprígio Veloso 882, Bairro Universitário, Campina Grande/PB, 58429-900, Tel (83) 2101-1000, dayseluna@yahoo.com.br

with a mean annual precipitation of 662.1 mm and a standard deviation of 254.4 mm. The event recorded in April 2026 emerged as the most severe within the historical series, with a monthly rainfall total of 374.4 mm, corresponding to 333% of the historical average for that month. Within a four-day period, cumulative rainfall reached 253.3 mm, representing 38.3% of the municipality's mean annual precipitation. The observed impacts included urban flooding, disruption of mobility, and damage to local infrastructure, highlighting the urgent need to strengthen climate adaptation strategies, territorial planning, and integrated water resources management in semiarid municipalities.

Palavras-Chave – Variabilidade pluviométrica; drenagem urbana; semiárido brasileiro.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro apresenta elevada irregularidade espacial e temporal das precipitações, alternando longos períodos de estiagem com episódios de chuvas intensas concentradas em curtos intervalos de tempo (MACHADO et al., 2026). No bioma Caatinga, essa dinâmica influencia diretamente os processos hidrológicos, condicionando a disponibilidade hídrica, a geração do escoamento superficial e a resposta das bacias hidrográficas aos eventos pluviométricos. Estudos recentes evidenciam que a variabilidade espacial da precipitação na região resulta em cenários contrastantes de intensificação da aridez e aumento da disponibilidade hídrica, demonstrando a complexidade dos mecanismos que regulam os recursos hídricos na região (Tavares et al., 2023; Hirata et al., 2025).

Nas últimas décadas, o aumento da frequência e da intensidade dos eventos climáticos extremos têm ampliado os desafios relacionados à gestão da água em regiões semiáridas (Moura et al., 2022; Santos et al., 2024). Alterações nos padrões de precipitação podem modificar a dinâmica hidrológica das bacias, influenciando o escoamento superficial, os processos erosivos e a disponibilidade hídrica regional (Silva et al., 2025). Além disso, municípios de pequeno porte frequentemente apresentam limitações estruturais e institucionais para lidar com desastres hidrológicos, o que aumenta a vulnerabilidade da população frente a inundações e enxurradas (Alves; Damasceno; Souza, 2025).

No semiárido paraibano, esses desafios tornam-se particularmente relevantes devido à dependência dos sistemas hídricos regionais e à influência da variabilidade climática sobre a segurança hídrica. Gomes, Ramalho e Olinda (2025), ao analisarem os volumes armazenados na barragem Epitácio Pessoa, destacaram a influência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre os ciclos hidrológicos e o abastecimento de diversos municípios paraibanos, evidenciando a necessidade de estratégias permanentes de adaptação e gestão integrada dos recursos hídricos.

Nesse contexto, a análise dos eventos extremos de precipitação constitui uma importante ferramenta para compreender os padrões de ocorrência e magnitude desses fenômenos, subsidiando

ações de planejamento territorial, redução de riscos hidrológicos e fortalecimento da segurança hídrica. Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar os eventos extremos de precipitação no município de Salgado de São Félix, Paraíba, a fim de compreender suas implicações para a dinâmica hidrológica local e para a segurança hídrica de municípios de pequeno porte inseridos no semiárido paraibano.

METODOLOGIA

Área de estudo

O município de Salgado de São Félix está localizado no semiárido paraibano (Figura 1) e possui área territorial de 202,29 km² e população estimada em 12.345 habitantes, dos quais 43,84% residem na zona urbana e 56,16% na zona rural (IBGE, 2025).

A cidade é abastecida pelo Açude Argemiro Figueiredo, popularmente conhecido como Acauã, situado no médio curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. Este açude é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 100 mil habitantes que compreendem as populações de 9 municípios e 2 distritos e também é utilizado para irrigação, dessedentação animal e aquicultura (Costa et al., 2017).

No município existe a Barragem Acauã-Mirim, que faz parte do Sistema Adutor de Acauã e que atua como ponte, passagem molhada e barragem de nível. Por estar inserida no sistema adutor regional, a obra de Acauã-Mirim permite a transposição das águas do rio Paraíba para o abastecimento público dos municípios de Salgado de São Félix e Mogeiro. Como ponte, favorece a mobilidade regional, encurtando em cerca de 30 quilômetros o percurso entre o Baixo Paraíba e a BR-230.

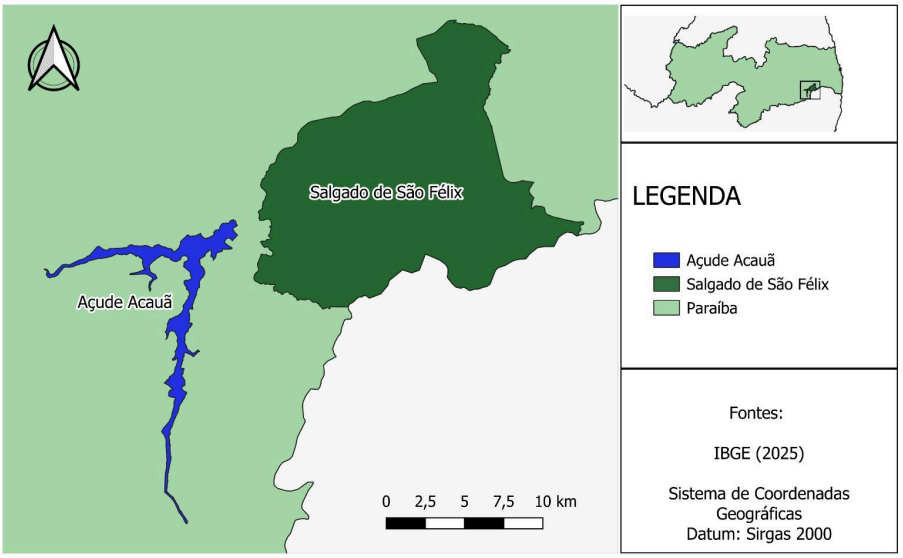


Figura 1 - Localização da área de estudo. Fonte: Autores (2026).

Coleta e análise de dados

Os dados pluviométricos utilizados neste estudo foram obtidos na plataforma Hidroweb da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e no Portal da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). Foi analisada a série histórica diária de precipitação do posto pluviométrico de Salgado de São Félix (código 735201), referente ao período de 1996 a 2026, contabilizando 30 anos, que segundo a Organização Mundial de Meteorologia (WMO) esse o número de anos mínimo recomendados. Os dados dessa série histórica foram comparados a Normal Climatológica (1991 - 2020), a qual contempla quase a totalidade dos dados. A WMO define Normais Climatológicas como sendo os valores médios calculados para um período considerado longo e uniforme, contemplando pelo menos três décadas consecutivas (Silva et al., 2021).

Inicialmente, os dados foram organizados em planilhas eletrônicas para cálculo dos totais anuais e mensais de precipitação, bem como de estatísticas descritivas, incluindo média, desvio-padrão e valores máximos e mínimos. A caracterização dos eventos extremos foi realizada por meio da análise das precipitações máximas diárias e dos acumulados móveis de quatro dias consecutivos ao longo da série histórica, permitindo comparar o evento ocorrido entre abril e maio de 2026 com os registros anteriores.

Adicionalmente, foram elaborados gráficos e rankings dos maiores eventos de precipitação, visando identificar a excepcionalidade do episódio analisado. Os impactos associados ao evento extremo foram avaliados com base em registros fotográficos e observações de campo, relacionando a magnitude das chuvas com os efeitos observados na drenagem urbana, na mobilidade da população e na infraestrutura local.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação média anual registrada em Salgado de São Félix durante o período de 1996 a 2025 foi de 662,1 mm, com desvio-padrão de 254,4 mm e coeficiente de variação de 38,4%, evidenciando a elevada irregularidade pluviométrica característica do semiárido brasileiro. O ano mais chuvoso da série foi 2011, com 1.342,4 mm, enquanto 1998 apresentou o menor total anual, com 255,9 mm, representando uma diferença superior a 1.000 mm entre os extremos observados (Figura 2).

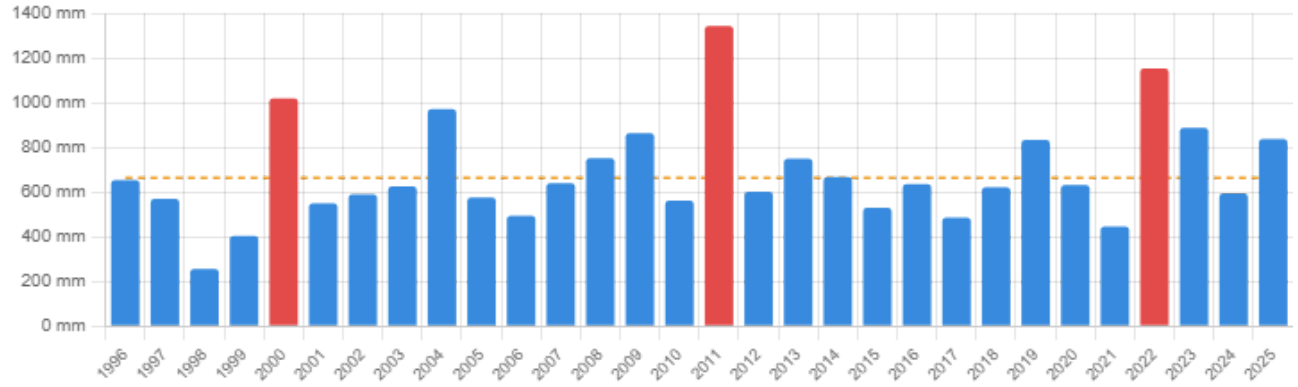


Figura 2 - Totais anuais históricos - série histórica (1996–2025). Fonte: Autores (2026).

A distribuição mensal da precipitação revelou um padrão sazonal bem definido, com concentração das chuvas entre março e julho. Junho apresentou a maior média histórica (115,4 mm), seguido por maio (93,3 mm), julho (90,2 mm), abril (86,5 mm) e março (85,9 mm), enquanto outubro registrou a menor média mensal (5,4 mm), refletindo a dinâmica climática regional.

Apesar desse comportamento sazonal, a variabilidade interanual mostrou-se elevada. No mês de abril, os totais históricos variaram entre 9,3 mm e 228,9 mm, até que, em 2026, foi registrado o maior valor de toda a série histórica, com precipitação acumulada de 374,4 mm. Essa precipitação foi superior aos valores da Normal Climatológica para o mês de abril referentes às maiores cidades próximas a esta no estado, sendo Campina Grande e João Pessoa, que tiveram 90,00 mm e 235,70 mm, respectivamente, o que evidencia a precipitação de Salgado de São Félix como extrema. Esse total correspondeu a 333% da média histórica do mês e superou em 145,5 mm o recorde anterior, evidenciando a excepcionalidade do evento (Figura 3).

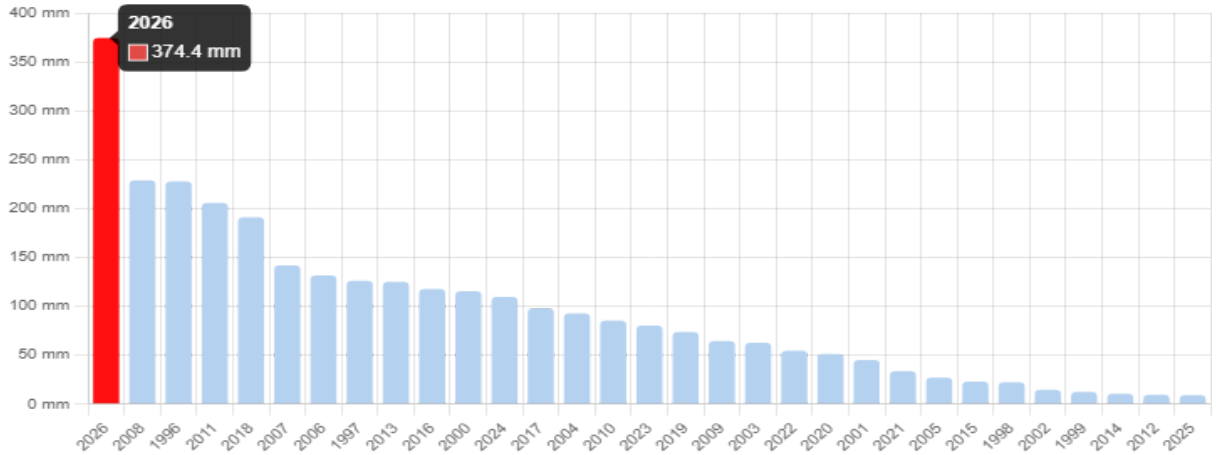


Figura 3 - Ranking do total de precipitação nos meses de abril. Fonte: Autores (2026).

A análise diária das precipitações entre abril e maio de 2026 indicou a ocorrência de três episódios de elevada intensidade em um intervalo de apenas oito dias. Os maiores registros

ocorreram em 24 de abril (83,9 mm), 28 de abril (110,7 mm) e 1º de maio (120,2 mm), sendo este último o maior valor diário do período analisado (Figura 4).

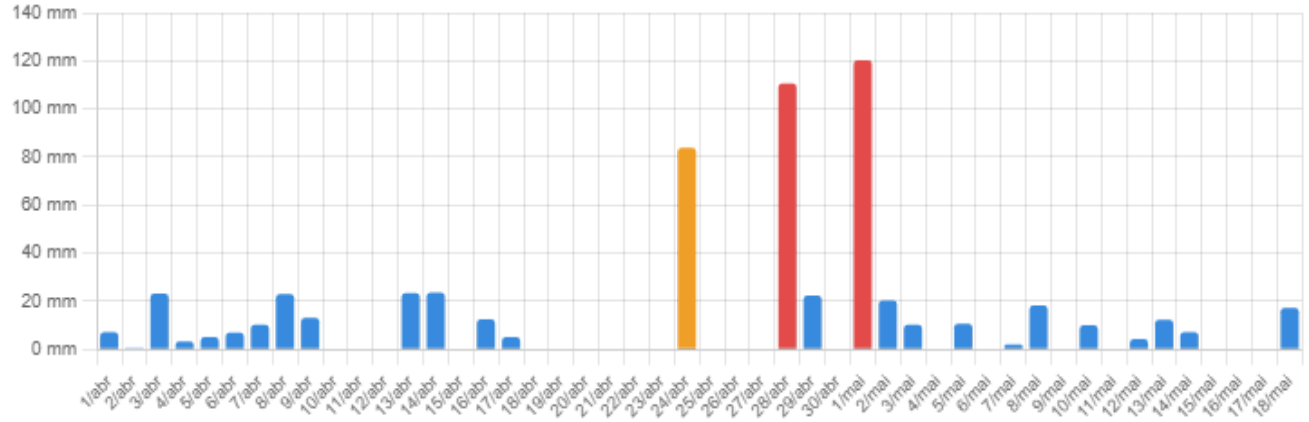


Figura 4 - Precipitação diária entre os meses de abril e maio de 2026. Fonte: Autores (2026).

O acumulado registrado entre os dias 28 de abril e 1º de maio totalizou 253,3 mm, equivalente a 38,3% da precipitação média anual do município concentrada em menos de 96 horas. Ao comparar esse resultado com os maiores acumulados de quatro dias consecutivos da série histórica, verificou-se que o evento de 2026 ocupou a primeira posição, superando os episódios registrados em maio de 2022 (200,7 mm) e maio de 2011 (183,4 mm).

A singularidade do evento não se restringe à magnitude das precipitações, mas também à sua distribuição temporal. Em toda a série histórica, os eventos com precipitações superiores a 110 mm ocorreram de forma isolada. Em contraste, em 2026 foram registrados dois episódios dessa magnitude em um intervalo de apenas quatro dias, condição inédita na série analisada. Sob o ponto de vista hidrológico, essa sucessão de chuvas intensas favorece a saturação do solo, reduz a capacidade de infiltração e intensifica o escoamento superficial, aumentando o potencial para ocorrência de inundações e danos à infraestrutura urbana.

A Tabela 1 apresenta as máximas diárias de precipitação ocorridas na série histórica.

Tabela 1 - Precipitações máximas diárias registradas na série história

Data	Precipitação diária
26/06/2000	138,8 mm
28/05/2022	120,0 mm
29/04/2011	113,7 mm
04/05/2011	96,0 mm
11/03/2001	87,2 mm
08/04/1996	87,0 mm
13/03/2020	86,7 mm
21/07/2017	85,6 mm

Fonte: Autores (2026).

Os impactos observados no município confirmam a criticidade do evento extremo. Foram registrados alagamentos em áreas residenciais, acúmulo de água em vias públicas e dificuldades no escoamento das águas pluviais (Figura 5). Tais consequências podem estar associadas às limitações da infraestrutura urbana local, considerando que apenas 6,1% dos domicílios urbanos estão inseridos em vias com urbanização adequada, caracterizadas pela presença simultânea de pavimentação, meio-fio, calçadas e dispositivos de drenagem (IBGE, 2026).

Segundo Fernandes (2014), o leito de curso d'água, onde normalmente a água escoa a longos períodos, é denominado leito menor. Devido às cheias, as águas passam a ter maior vazão, com uma ocupação lateralmente na planície fluvial (várzea), sendo esta unidade de paisagem chamada de leito maior, que representa uma planície de inundação. Dessa forma, não é recomendado que haja núcleos urbanos, construção de residências e benfeitorias rurais nessas unidades de paisagens, pois os prejuízos a vida e patrimoniais são evidentes. Por isso, eventos extremos, como esse ocorrido no município de Salgado de São Félix, aumentam a vulnerabilidade da área justamente por não ter respeitado o espaço natural do curso d'água.



Figura 5 - Casas atingidas pela falta de drenagem no município. Fonte: Autores (2026).

Também foram observados impactos na passagem molhada Acauã-Mirim, importante estrutura para a mobilidade regional. Durante o pico da cheia, a elevação do nível da água provocou a submersão da travessia e danos aos elementos de proteção existentes, interrompendo temporariamente o deslocamento da população entre Salgado de São Félix e municípios vizinhos, como Mogeiro e Ingá (Figura 6). Cabe destacar que tais impactos decorreram exclusivamente das precipitações intensas registradas durante o período analisado, não havendo contribuição do vertimento da Barragem de Acauã.



Figura 6 - Passagem molhada Acauã Mirim submersa pela água e os problemas estruturais pós evento extremo.
Fonte: Autores (2026)

Os impactos observados evidenciam a necessidade de fortalecer as estratégias de gestão e adaptação dos municípios do Semiárido brasileiro diante da crescente ocorrência de eventos extremos de precipitação. Estudos recentes indicam que as mudanças climáticas têm intensificado a variabilidade climática e aumentado a frequência e a magnitude dos extremos hidrológicos, ampliando os riscos de inundações, danos à infraestrutura e interrupções na mobilidade urbana, inclusive em regiões historicamente marcadas pela escassez hídrica (Carvalho et al., 2023; Santos et al., 2024).

Nesse cenário, torna-se essencial que os municípios implementem medidas preventivas e adaptativas, tais como o monitoramento hidrometeorológico contínuo, a atualização dos sistemas de drenagem urbana, o mapeamento de áreas suscetíveis a inundações, a elaboração de planos de contingência e o fortalecimento da infraestrutura hidráulica. Além disso, a incorporação dessas informações ao planejamento territorial pode contribuir para ampliar a resiliência das cidades semiáridas frente aos eventos extremos de precipitação, reduzindo seus impactos sociais, econômicos e ambientais (Luna et al., 2024; Carvalho et al., 2023).

CONCLUSÕES

A análise da série histórica de precipitação de Salgado de São Félix evidenciou uma elevada variabilidade pluviométrica, marcada por expressivas diferenças entre anos secos e chuvosos. Embora a distribuição sazonal das chuvas apresenta um padrão relativamente definido, os resultados demonstraram que eventos extremos podem ocorrer com magnitude significativamente superior aos registros históricos, alterando a dinâmica hidrológica local.

O evento ocorrido entre abril e maio de 2026 destacou-se como o mais extremo da série analisada, tanto pelos elevados volumes precipitados quanto pela concentração temporal das chuvas. O acumulado de 253,3 mm em quatro dias, equivalente a 38,3% da precipitação média anual do município, associado à sucessão de dois episódios superiores a 110 mm em curto intervalo de tempo, configurou uma situação inédita nos últimos 30 anos de registros.

Os impactos observados, incluindo alagamentos em áreas urbanas, interrupções na mobilidade e danos à infraestrutura local, evidenciaram a vulnerabilidade de municípios de pequeno porte frente à ocorrência de eventos hidrológicos extremos. Esses efeitos tornam-se mais expressivos em contextos marcados por limitações nos sistemas de drenagem e pela ocupação de áreas suscetíveis a inundações.

Dessa forma, os resultados reforçam a importância do monitoramento hidrometeorológico contínuo, do fortalecimento da infraestrutura urbana e da incorporação da gestão de riscos ao planejamento territorial. Tais medidas são essenciais para ampliar a capacidade adaptativa e a resiliência dos municípios do semiárido brasileiro diante da intensificação dos eventos extremos de precipitação associada às mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

ALVES, D. P. DA S.; DAMASCENO, J.; SOUZA, R. P. DE. (2025). *"Geotecnologias na análise de áreas de risco hidrológico em centros urbanos: estudo de caso em Campina Grande (PB)"*. Engenharia Sanitária e Ambiental 30.

CARVALHO, C. C. A.; RUFINO, I. A. A.; BRITO, H. C.; ALVES, P. B. R. (2023). *"Eventos extremos compostos relacionados à água e a capacidade adaptativa: uma análise espacial em Campina Grande/PB"*. Geotemas 13(1).

FERNANDES, M. R. (2014). *Parâmetros básicos de bacias hidrográficas.* EMATER-MG, Belo Horizonte – MG, 18 p.

GOMES, Y. B. O.; RAMALHO, Â. M. C.; OLINDA, R. A. DE. (2025). *"Cenários de Mudanças Climáticas e as Implicações Hídricas na Barragem de Epitácio Pessoa – Paraíba"*. Revista de Geociências do Nordeste 11(2), pp. 391–402.

HIRATA, R. et al. (2025). *"Climate change impacts on groundwater: a growing challenge for water resources sustainability in Brazil"*. Environmental Monitoring and Assessment 197(7).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2025). *"Cidades e Estados: Salgado de São Félix – PB"*. IBGE, Rio de Janeiro – RJ.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2026). *"Cidades e Estados: Salgado de São Félix – PB"*. IBGE, Rio de Janeiro – RJ.

LUNA, V. F.; DUARTE, C. C.; SILVA, J. M. O.; SANCHES, F. O.; NÓBREGA, R. S. (2024). *"Eventos extremos diários de precipitação em cidade do Semiárido Cearense"*. Revista Brasileira de Climatologia 35, pp. 607–629.

MACHADO, R. B. M. et al. (2026). *"Climatic regionalization of the Brazilian Semi-Arid Region and its sociodemographic dynamics"*. Revista Brasileira de Ciências Ambientais 61.

MOURA, R. et al. (2022). *"Evaluation of TRMM satellite dataset for monitoring meteorological drought in northeastern Brazil"*. Hydrological Sciences Journal 67(14), pp. 2100–2120.

SANTOS, A. L. M.; GONÇALVES, W. A.; ANDRADE, L. M. B.; RODRIGUES, D. T.; BATISTA, F. F.; LIMA, G. C.; SILVA, C. M. S. (2024). *"Space-Time Characterization of Extreme Precipitation Indices for the Semiarid Region of Brazil"*. Climate 12(3), p. 43.

SANTOS et al. (2024). *"Coastal evolution and future projections in Conde County, Brazil: A multi-decadal assessment via remote sensing and sea-level rise scenarios"*. Science of the Total Environment 915, p. 169829.

SILVA, C. K. et al. (2025). *"Impact of precipitation variability on erosivity, runoff, and soil erosion in a semiarid basin: a case study from Northeast Brazil"*. Theoretical and Applied Climatology 156(11).

SILVA, G. R. A.; SILVA, F. S.; DUARTE, J. M.; TAVARES, A. R. F. (2021). "*Análise de tendências nas séries históricas de precipitação e curva de permanência de vazão no município Cachoeira do Piriá, Pará"*. Research, Society and Development, v. 10, n. 6, e38210615850.

TAVARES, P. S. et al. (2023). *"Water balance components and climate extremes over Brazil under 1.5 °C and 2.0 °C of global warming scenarios"*. Regional Environmental Change 23(1).