

## **Risco climático e planejamento territorial no semiárido: análise dos períodos de retorno de precipitação no núcleo de desertificação do Seridó, Brasil**

Yonara Claudia dos Santos

Felipe Jeferson de Medeiros

Zoraide Souza Pessoa

### **1) Introdução**

As regiões semiáridas do Nordeste brasileiro enfrentam desafios crescentes relacionados à variabilidade e aos extremos de precipitação, que comprometem a segurança hídrica e a capacidade adaptativa das populações locais. Territórios já vulneráveis climaticamente tendem a ser ainda mais afetados pelas mudanças climáticas, caracterizadas por alterações de longo prazo nas médias e frequências de eventos climáticos, influenciadas por fatores naturais e antrópicos (IPCC, 2023).

No Semiárido brasileiro, que abrange grande parte do Nordeste e parte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, os processos de desertificação têm sido intensificados por práticas insustentáveis de uso do solo, como desmatamento, agricultura predatória e exploração madeireira (Perez-Marin et al., 2012; Santos, 2025). Tais ações agravam a degradação e a salinização dos solos, especialmente em áreas irrigadas, tornando-as mais suscetíveis à erosão hídrica e eólica.

Atualmente, cerca de 18% do território nacional é considerado suscetível à desertificação, abrangendo uma população de aproximadamente 39 milhões de pessoas (Sudene, 2025). Entre os seis núcleos identificados na região Nordeste, o do Seridó (RN/PB) destaca-se pela elevada vulnerabilidade, resultante da combinação entre baixa e irregular precipitação, solos rasos e práticas históricas de uso intensivo da vegetação (Perez-Marin et al., 2012; Lucena, 2019). Essa configuração torna a região particularmente sensível aos extremos de precipitação, em que chuvas concentradas intensificam processos erosivos e aceleram a degradação do solo.

Nesse contexto, a análise de eventos extremos de precipitação constitui ferramenta essencial para compreender a vulnerabilidade climática e subsidiar o planejamento territorial e as estratégias de adaptação. Estudos anteriores em diferentes regiões do Brasil demonstram a utilidade da Teoria dos Valores Extremos (EVT) para estimar a magnitude e a frequência de chuvas intensas (Santos; Lucio; Silva, 2015; Oliveira; Lima; Spyrides, 2020), reforçando seu potencial como instrumento de diagnóstico e prevenção de riscos climáticos no Semiárido.

## **2) Objetivo Geral e Específicos**

Com base no exposto, este estudo teve como objetivo analisar os eventos extremos de precipitação no núcleo de desertificação do Seridó, estimando seus períodos de retorno e discutindo suas implicações para o planejamento regional e a adaptação climática em áreas semiáridas.

## **3) Metodologia**

O presente estudo adota uma abordagem quali-quantitativa fundamentada na Teoria dos Valores Extremos (*Extreme Value Theory* – EVT), amplamente aplicada em análises hidrometeorológicas no Brasil (Berger; Brasil, 2010; Santos; Lucio; Silva, 2015; Oliveira; Lima; Spyrides, 2023). Foram utilizados dados diários de precipitação das estações de Cruzeta (RN) e Patos (PB), disponibilizados pelo INMET e complementados pela EMPARN, abrangendo o período de 1986 a 2020.

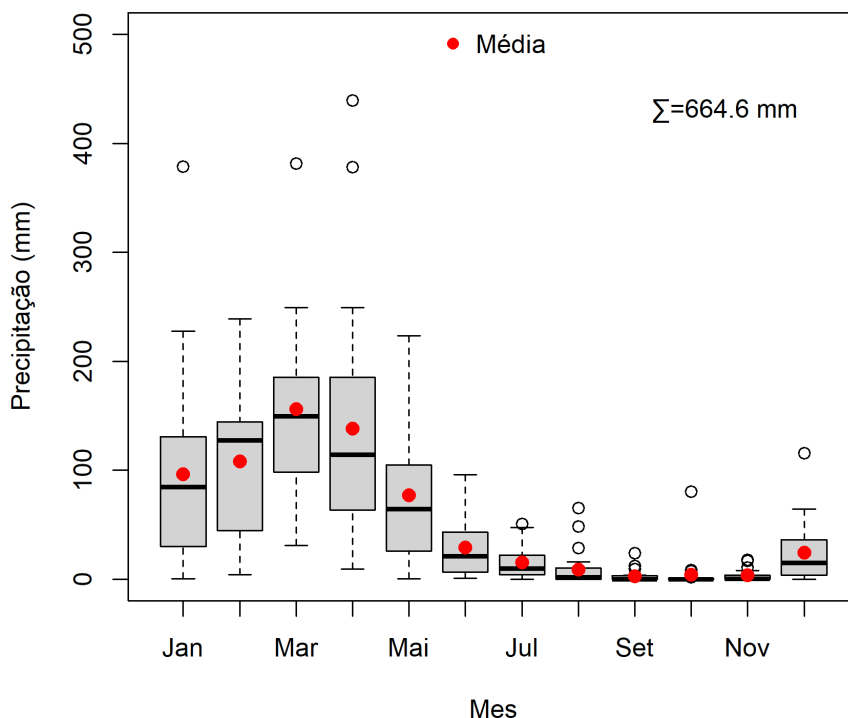
As distribuições *Generalized Extreme Value* (GEV) e *Generalized Pareto* (GPD) foram ajustadas para estimar os períodos de retorno dos eventos extremos de precipitação, por meio dos métodos de máximos de blocos e de picos acima de um limiar (*Peak Over Threshold* – POT), respectivamente (Mendes, 2004). A escolha dessas distribuições se justifica por sua relevância e aplicabilidade na modelagem de extremos pluviométricos em regiões semiáridas.

Nesse contexto, a área de estudo corresponde ao Núcleo de Desertificação do Seridó (NDS), caracterizado por baixos índices pluviométricos, forte sazonalidade das chuvas e elevada susceptibilidade à degradação ambiental.

#### 4) Resultados e Discussões

A análise da precipitação no NDS (1986–2020) evidencia um regime climático fortemente sazonal, com chuvas concentradas entre janeiro e maio e médias anuais em torno de 664,6 mm, compatíveis com as condições semiáridas (Gomes; Lima; Medeiros, 2025), conforme apresenta a Figura 1.

Figura 1 - Boxplot da precipitação mensal do núcleo de desertificação do Seridó no período de 1986-2020



Esse padrão é controlado principalmente pela atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), cuja posição e intensidade modulam a ocorrência e duração da estação chuvosa, influenciada por anomalias de temperatura da superfície do mar nos

oceanos Pacífico e Atlântico tropicais (Hastenrath, 2012; Medeiros et al., 2020; Mamani et al., 2025).

Os eventos extremos ( $\geq 40,1$  mm) concentram-se no outono austral, com 52 registros, seguidos pelo verão (37 eventos), associados à atuação de vórtices ciclônicos de altos níveis e instabilidades convectivas locais (Reis et al., 2021; Santos; Silva, 2024). As distribuições GEV e GPD, aplicadas conforme a EVT (Katz et al., 2002), demonstram que a GPD estima magnitudes mais elevadas. Para períodos de retorno de 2, 5 e 10 anos, os valores são 108,5; 117,2; e 127,5 mm, superiores aos obtidos pela GEV (77,9; 95,3; e 110,3 mm, respectivamente). Estima-se que eventos diários acima de 140 mm possam ocorrer em intervalos entre 40 e 100 anos (Tabela 1).

Tabela 1 - Períodos de retorno estimados pelas distribuições GEV e GPD

Período de retorno	Estimativa (mm/dia)	
	GEV	GPD
2 anos	77,9 mm	108,5 mm
5 anos	95,3 mm	117,2 mm
10 anos	110,3 mm	127,5 mm
40 anos	126,6 mm	141,8 mm
50 anos	130,8 mm	145,4 mm
100 anos	135,5 mm	149,4 mm

A recorrência de extremos pluviométricos no NDS agrava processos históricos de vulnerabilidade socioambiental, em um território marcado por solos rasos, baixa infiltração, elevada evapotranspiração e uso intensivo dos recursos naturais (Perez-Marin et al., 2012; Lucena, 2019; Dias et al., 2021; Santos, 2025). Nessa perspectiva, a irregularidade pluviométrica e a ocorrência de extremos concentrados, somadas à

degradação da Caatinga e ao uso inadequado do solo, intensificam a erosão e reduzem a resiliência ecológica (Perez-Marin et al., 2012; Lucena, 2019). Esses fatores, aliados às limitações de infraestrutura e à baixa capacidade institucional, configuram um quadro de vulnerabilidade socioambiental e institucional (Adger, 2006; Santos; Pessoa, 2025).

Diante disso, eventos de precipitação diária entre 100 e 120 mm, com período de retorno de até 5 anos conforme as distribuições GEV e GPD (Katz et al., 2002), deixam de ser exceções e passam a constituir referência operacional para o planejamento regional, sobretudo diante da precariedade de estradas, reservatórios e áreas agrícolas (Lucena, 2019).

Ademais, cabe evidenciar que a vulnerabilidade regional não se limita ao déficit físico-climático, mas reflete desigualdades sociais, baixa capacidade institucional e dependência de atividades sensíveis ao clima, como a agricultura de sequeiro (Dias et al., 2021; Sudene, 2025). A literatura destaca, portanto, que estratégias efetivas de adaptação requerem planejamento articulado, combinando medidas estruturais e não estruturais, sistemas de alerta, ordenamento territorial e participação social (Adger, 2006; Dias et al., 2023; Santos; Pessoa, 2025; Sudene, 2025).

Assim, a EVT se destaca como ferramenta estratégica para traduzir dados hidrometeorológicos em estimativas operacionais de risco, orientando obras, zoneamentos e políticas de adaptação (Katz; Parlange; Naveau, 2002; IPCC, 2023). Portanto, compreender os períodos de retorno contribui para fortalecer a resiliência socioecológica do Seridó frente às mudanças climáticas (Perez-Marin et al., 2012; IPCC, 2023; Sudene, 2025; Santos; Pessoa, 2025).

## **5) Conclusões**

Neste resumo, foi discutido que assim como em outras regiões brasileiras onde a EVT tem sido aplicada (Santos; Lucio; Silva, 2015), os resultados para o Seridó confirmam o potencial dessa abordagem para subsidiar o planejamento regional e a adaptação climática em contextos de alta variabilidade pluviométrica. No contexto do NDS, a concentração de eventos intensos em curtos períodos, mesmo com menor volume

anual, intensifica processos erosivos e danos à infraestrutura, conforme observado por Perez-Marin et al. (2021).

Tais evidências indicam elevada variabilidade e risco de precipitação concentrada, com implicações diretas sobre o manejo do solo, a drenagem urbana e o abastecimento hídrico. Assim, a incorporação dos indicadores de extremos aos instrumentos de planejamento territorial representa um caminho estratégico para reduzir vulnerabilidades, fortalecer a resiliência hídrica e promover uma gestão adaptativa frente às mudanças climáticas no semiárido brasileiro.

## 6) Referências

BERGER, P. P.; BRASIL, G. H. Valores extremos: conceitos, abordagem clássica e métodos de modelagem. 2012. Disponível em:

<http://ws2.din.uem.br/~ademir/sbpo/sbpo2012/pdf/arg0280.pdf>. Acesso em: 03. nov. 2025.

DIAS, E. M. S. et al. Mudanças climáticas e agropecuária: vulnerabilidades da região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil. **COLOQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 18, n. 3, jul/set, p. 20-39, 2021. doi: <https://doi.org/10.26767/2118>.

GOMES, R. S.; LIMA, K. C.; MEDEIROS, F. J. Effects of atmospheric systems operating in the Northeast of Brazil on the volumes of artificial reservoirs. **Scientific Reports**, v. 15, 27783, 2025. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-82858-x>.

HASTENRATH, S. Exploring the climate problems of Brazil's Nordeste: a review. **Climatic Change**, v. 112, p. 243–251, 2012. doi: <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0227-1>.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Annex I: Glossary. In: REISINGER, A.; CAMMARANO, D.; FISCHLIN, A.; FUGLESTVEDT, J. S.; HANSEN, G.; JUNG, Y.; LUDDEN, C.; MASSON-DELMOTTE, V.; MATTHEWS, R.; MINTENBECK, J. B. K.; ORENDAIN, D. J.; PIRANI, A.; POLOCZANSKA, E.; ROMERO, J. (eds.). **Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. Geneva: IPCC, 2023a. p. 119-130. doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.002.

KATZ, R. W.; PARLANGE, M. B.; NAVEAU, P. Statistics of extremes in hydrology. *Advances in Water Resources*, v. 25, n. 8–12, p. 1287–1304, 2002.

LUCENA, M. S. Aspectos ambientais das áreas susceptíveis à desertificação e características socioambientais do núcleo de desertificação do Seridó do Rio Grande do Norte (RN) e Paraíba (PB). **HOLOS**, v. 5, p. 1-17, 2019. doi: <https://doi.org/10.15628/holos.2019.3938>

MAMANI, L. et al. Extreme droughts in the Amazon Basin during cyclic ENSO events coupled with Indian Ocean Dipole modes and Tropical North Atlantic warming. **Science of The Total Environment**, 2025. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.178536>.

MEDEIROS, F. J. et al. Numerical simulation of the circulation and tropical teleconnection mechanisms of a severe drought event (2012–2016) in Northeastern Brazil. **Climate Dynamics**, v. 54, p. 4043–4057, 2020. doi: <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05213-6>.

MENDES, B. V. M. **Introdução à Análise de Eventos Extremos**. Editora E-papers, 2004.

OLIVEIRA, D. H. M. C.; LIMA, K. C.; SPYRIDES, M. H. C. Rainfall and streamflow extreme events in the São Francisco hydrographic region. **International Journal of Climatology**, v. 41, n. 2, p. 1279-1291, 2020. doi: <https://doi.org/10.1002/joc.6807>.

PEREZ-MARIN, A. M. et al. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica?. **Parcerias Estratégicas**, Brasília-DF, v. 17, n. 34, p. 87-106, 2012. Disponível em: <https://bibliotecasemiarios.ufv.br/jspui/handle/123456789/2561>. Acesso em: 23 out. 2025.

REIS, J. S.; GONÇALVES, W. A.; MENDES, D. Climatology of the dynamic and thermodynamic features of upper tropospheric cyclonic vortices in Northeast Brazil. **Climate Dynamics**, v. 57, p. 3413–3431, 2021. doi: <https://doi.org/10.1007/s00382-021-05873-y>.

SANTOS, Y. C. **Crise Climática: o Semiárido em foco**. 1. ed. Curitiba: Appris Ltda, 2025. v. 4. 180p .

SANTOS, Y. C.; PESSOA, Z. S. Adaptive capacity management in municipalities in the Semiarid region of Brazil: Application of a composite index. **Climate Risk Management**, v. 48, p. 100696, 2025. doi: <https://doi.org/10.1016/j.crm.2025.100696>.

SANTOS, E. B.; LUCIO, P. S.; SILVA, C. M. S. Seasonal analysis of return periods for maximum daily precipitation in the Brazilian Amazon. **Journal of Hydrometeorology**, v. 16, n. 3, p. 973-984, 2015. doi: <https://doi.org/10.1175/JHM-D-14-0201.1>



SEMINÁRIO  
INTERNACIONAL  
**CLIMA, RECURSOS  
HÍDRICOS E  
PLANEJAMENTO**

SILVA, C. M. S. et al. Diurnal cycle of precipitation in Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 155, p. 7811–7826, 2024. doi: <https://doi.org/10.1007/s00704-024-05099-y>.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (Sudene).  
**Boletim Temático: Desertificação**. [S. l.], 2025. Disponível em:  
<https://www.gov.br/sudene/pt-br/assuntos/boletins-tematicos/arquivos/blt-sdn-desert.pdf>.  
Acesso em: 23 out. 2025.