

PROBABILIDADE E PERÍODOS DE RETORNO DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO EM TERESINA, NORDESTE DO BRASIL

Daniele Tóres Rodrigues
Dept.º de Estatística, UFPI, Brasil
mspday@yahoo.com.br

Flávia Ferreira Batista
Instituto Federal de Educação, IFES, Brasil
flavia.batista@ifes.edu.br

Lara de Melo Barbosa Andrade
Dept.º de Ciências atmosféricas e climáticas, UFRN, Brasil
lara.andrade@ufrn.br

Gizelly Cardoso Lima
Dept.º de Ciências atmosféricas e climáticas, UFRN, Brasil
gizelly.lima@ufrn.br

Marcos Ronielly da Silva Santos
Universidade de Coimbra, CEGOT, Portugal
marcos.santos@fpa.edu.br

Introdução

- Eventos extremos de precipitação têm aumentado em frequência e intensidade em regiões tropicais;
- Esses eventos provocam impactos hidrológicos, econômicos e sociais, como alagamentos e inundações urbanas;
- A cidade de Teresina apresenta regime pluviométrico sazonal, com chuvas concentradas entre dezembro e abril;
- A variabilidade das chuvas na região é influenciada pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e por sistemas convectivos;
- Mudanças climáticas podem intensificar a ocorrência de eventos extremos de precipitação;
- A análise estatística desses eventos é fundamental para o planejamento urbano e a gestão de riscos climáticos.

Objetivos

Analisar eventos extremos de precipitação em Teresina (PI) por meio da Teoria dos Valores Extremos.

Objetivos específicos:

- Estimar as probabilidades de ocorrência de chuvas intensas;
- Calcular os períodos de retorno de eventos extremos;
- Avaliar o comportamento estatístico das precipitações extremas;
- Investigar possíveis tendências ao longo das últimas décadas.

Área de Estudo

A área de estudo corresponde ao município de Teresina, capital do estado do Piauí, localizada na região Nordeste do Brasil (Figura 1).



Figura 1. Localização da área de estudo.

A urbanização e a ocorrência de eventos intensos tornam a cidade, de clima tropical, vulnerável a alagamentos e inundações.

Metodologia

Foram utilizados dados de precipitação diária obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia, referentes à estação meteorológica de Teresina, no período de 1991 a 2022 (INMET, 2022).

A análise foi realizada com base na Teoria dos Valores Extremos (JENKINSON), utilizando a abordagem de máximos em blocos. Ajustou-se a distribuição Generalized Extreme Value (GEV) aos dados (COLES, 2001), permitindo a estimativa dos períodos de retorno para eventos extremos de precipitação.

Bibliografia

- COLES, S. (2001). An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values. Springer.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). Brasília: INMET, 2022. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br>. Acesso em: 29 abr. 2026.
- JENKINSON, A. F. (1955) The frequency distribution of the annual maximum (or minimum) of meteorological elements. Quart. J. R. Met. Soc., 81, 158-171.

Resultados

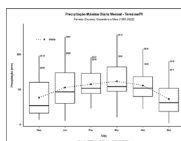


Figura 2. Distribuição mensal dos máximos diários de precipitação em Teresina-PI (1991-2022).

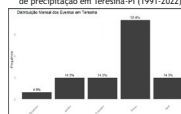


Figura 3. Distribuição mensal dos eventos de desastres hidrometeorológicos (alagamentos, inundações, encurvadimentos e movimentos de massa) registrados em Teresina de 2016 a 2022.

Precipitação (mm/dia)	Probabilidade					
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
30	0,75	0,79	0,91	0,91	0,93	0,55
40	0,59	0,64	0,80	0,81	0,78	0,38
50	0,42	0,48	0,63	0,66	0,56	0,24
60	0,27	0,35	0,44	0,50	0,36	0,15
70	0,16	0,24	0,27	0,34	0,21	0,09
80	0,09	0,16	0,14	0,22	0,12	0,05
90	0,04	0,10	0,09	0,13	0,06	0,03
100	0,02	0,06	0,02	0,07	0,03	0,02

Tabela 1. Probabilidades de ocorrência do evento extremo exceder diferentes magnitudes de precipitação diária (mm/dia) em Teresina-PI.

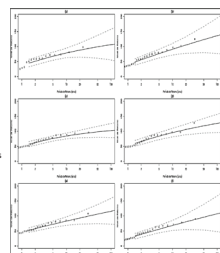


Figura 4. Curvas de níveis de retorno (linha sólida) para precipitação máxima diária em Teresina-PI com intervalos de confiança de 95% (linhas tracejadas). Nota: (a) Dezembro; (b) Janeiro; (c) Fevereiro; (d) Março; (e) Abril; (f) Maio.



Figura 5. Alagamento registrado em 06/04/2019 na Zona Sudeste de Teresina – Foto: Alago Sorfini/TV Clube. Fonte: G1 Piauí.

Discussão

A análise dos desastres hidrometeorológicos em Teresina evidencia um padrão fortemente sazonal, com maior concentração de eventos de desastres no período chuvoso, especialmente no mês de março. Esse comportamento não está associado apenas ao volume de precipitação, mas também a fatores como acumulado de horas em que a chuva ocorre, saturação do solo ao longo da estação e a limitada capacidade dos sistemas de drenagem urbana.

Muitos desastres estão associados a chuvas de magnitude moderada, em torno de 60-70 mm em 24 horas, correspondentes a períodos de retorno entre 2 e 5 anos (probabilidade anual de ocorrência entre 20% e 50%).

Conclusão

Conclui-se que os desastres em Teresina não dependem exclusivamente de eventos extremos raros, mas também de chuvas relativamente frequentes, o que evidencia que a vulnerabilidade urbana desempenha papel central na geração de impactos. A maioria dos eventos está associada a precipitações com alta probabilidade de ocorrência anual, o que indica que o risco é recorrente e não excepcional. Nesse contexto, a integração entre análise estatística de extremos, por meio de períodos de retorno e probabilidades de excedência, e o planejamento urbano torna-se fundamental.

RISCOS



ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA