



VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E ANÁLISE DO ÍNDICE PADRONIZADO DE PRECIPITAÇÃO (SPI) NO MUNICÍPIO DE PORTEIRAS (CE)

Maria Nágila Amorim dos Santos ¹

Ana Beatriz de Brito ²

Joaquim Aurélio Pereira da Silva ³

Resumo: As mudanças climáticas têm provocado alterações significativas nos padrões de precipitação em diferentes regiões do planeta, especialmente nas áreas semiáridas do Nordeste brasileiro. O município de Porteiras, localizado no sul do estado Ceará, possui características geomorfológicas e hidrológicas que o tornam altamente vulnerável a eventos climáticos extremos. Este trabalho tem como objetivo analisar a variabilidade pluviométrica do município no período de 1974 a 2023, utilizando o Índice Padronizado de Precipitação (SPI) como indicador das anomalias pluviométricas. A metodologia consistiu na análise da série histórica de precipitação mensal da FUNCEME, cálculo do SPI e classificação dos eventos segundo os critérios de McKee et al. (1993). Os resultados indicam alternância de anos com secas severas (1983, 1993, 2012, 2016) e chuvas intensas (2004, 2009, 2023), com SPI variando além dos limites de -1,5 e +1,5. A média do SPI para o período foi de -0,08, enquanto a precipitação média anual é de 812,6 mm. Gráficos e tabelas ilustram a distribuição temporal dos extremos. Conclui-se que o SPI é um instrumento eficiente para diagnosticar a dinâmica pluviométrica de Porteiras e que políticas públicas devem considerar essas evidências para promover adaptação e mitigação dos impactos climáticos.

Palavras-chave: Variabilidade climática. Precipitação. SPI. Seca. Porteiras.

1. Introdução

As mudanças climáticas globais vêm provocando alterações nos padrões de precipitação em diversas regiões do planeta, afetando sobretudo as áreas semiáridas, como o Nordeste brasileiro, onde a variabilidade interanual das chuvas é acentuada e amplamente condicionada por fenômenos de escala regional e global (MARENGO et al., 2016). O município de Porteiras, localizado no sul do Ceará, insere-se nesse contexto de vulnerabilidade climática, influenciado por fatores geoambientais como sua posição no

1 Universidade Regional do Cariri, email: nagila.amorim@urca.br

2 Universidade Regional do Cariri, email: anabeatriz.brito@urca.br

3 Universidade Regional do Cariri, email: prof.aurelio.ci@gmail.com



rebordo da Chapada do Araripe, presença de rios intermitentes, solos rasos e ocupações humanas em áreas suscetíveis a alagamentos e escassez hídrica.

A dinâmica climática regional é regulada, sobretudo, pela atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), sistema atmosférico sazonal que influencia diretamente o regime pluviométrico do norte e nordeste do país, deslocando-se em direção ao sul durante o período chuvoso (fevereiro a maio), em resposta às anomalias térmicas do Atlântico Tropical (NOBRE et al., 2011). A posição latitudinal da ZCIT está diretamente associada à distribuição das chuvas, sendo mais favorável à precipitação quando se encontra próxima à costa norte do Nordeste. Além da ZCIT, outros sistemas atmosféricos exercem influência sobre o sul cearense, como os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs), frequentes entre os meses de dezembro e março, e capazes de gerar chuvas expressivas mesmo em áreas afastadas do litoral (FUNCEME, 2023).

Ainda, mecanismos secundários como Linhas de Instabilidade e Ondas de Leste, embora mais comuns no leste nordestino, ocasionalmente se deslocam para o interior, ampliando a instabilidade atmosférica e provocando eventos extremos localizados (SILVA DIAS et al., 2012). Em períodos de El Niño, a atuação desses sistemas tende a ser inibida, resultando em estiagens severas, enquanto episódios de La Niña frequentemente potencializam o deslocamento da ZCIT em direção ao Nordeste, favorecendo chuvas acima da média histórica (CAVALCANTI et al., 2009).

Nesse contexto, destaca-se a crescente ocorrência de eventos climáticos extremos, definidos como situações meteorológicas fora do comportamento climatológico esperado para determinada localidade e período, tais como secas prolongadas, chuvas intensas em curto intervalo de tempo, ou irregularidade acentuada na distribuição sazonal das precipitações (IPCC, 2021). No semiárido nordestino, eventos extremos de precipitação estão associados tanto à escassez hídrica, que compromete a segurança alimentar e o abastecimento humano, quanto a eventos de alagamento e erosão, que afetam diretamente a infraestrutura urbana e rural (FERREIRA et al., 2019).

Diante dessa complexa interação atmosférica e da intensificação dos extremos, torna-se imprescindível o monitoramento da precipitação com base em indicadores confiáveis. O SPI (Standardized Precipitation Index) tem se consolidado como ferramenta eficaz para detectar e classificar eventos extremos de seca e excesso hídrico em múltiplas escalas temporais (MCKEE et al., 1993; WMO, 2012). Sua aplicação em áreas semiáridas permite identificar tendências e anomalias, subsidiando a formulação de políticas públicas voltadas à mitigação de riscos climáticos, ao planejamento territorial e à gestão dos recursos hídricos.

2. Objetivo

O presente estudo tem como objetivo analisar a variabilidade pluviométrica do município de Porteiras (CE), entre os anos de 1974 e 2023, com base na série histórica de dados da



FUNCEME, utilizando o Índice Padronizado de Precipitação (SPI) como instrumento para identificar eventos extremos de seca e de chuvas intensas.

3. Metodologia

A metodologia adotada nesta pesquisa consistiu na coleta e organização de dados pluviométricos mensais de Porteiras (CE), disponibilizados pela FUNCEME, seguidos do cálculo do Índice Padronizado de Precipitação (SPI), conforme McKee et al. (1993), utilizando média e desvio padrão da precipitação acumulada. O SPI, recomendado pela WMO (2012), permite identificar anomalias de precipitação, sendo eficaz na caracterização de secas em regiões semiáridas como o Nordeste (MARENGO et al., 2016). Foram considerados eventos extremos aqueles com SPI inferior a -1 ou superior a 1, conforme Souza et al. (2020) e Andrade et al. (2019), permitindo analisar padrões de recorrência e intensidade (ARAÚJO; TOMASELLA, 2013). As análises estatísticas e visuais foram realizadas com planilhas eletrônicas, conforme recomendações de Marques et al. (2021), proporcionando um diagnóstico robusto da variabilidade pluviométrica local e contribuindo para estudos de vulnerabilidade climática.

4. Resultados

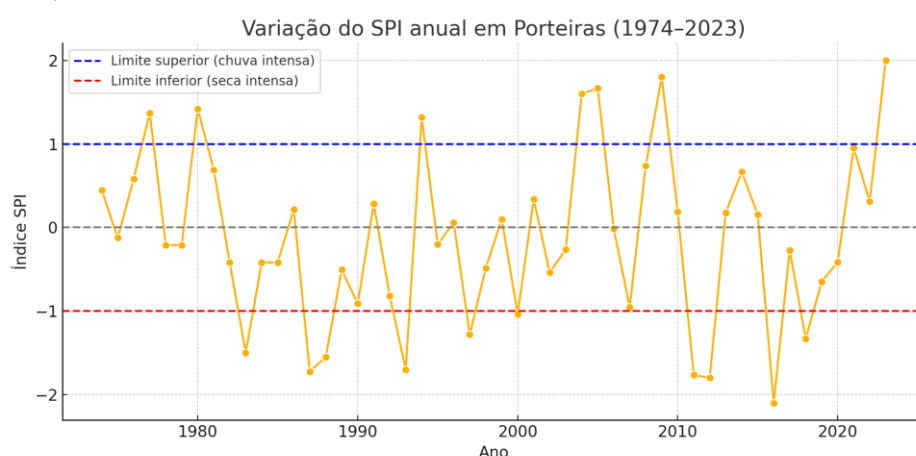
A análise da série histórica da precipitação em Porteiras (CE), no período de 1974 a 2023, revela uma acentuada variabilidade interanual, com alternância entre anos de seca severa e anos de chuvas intensas. Essa oscilação é típica do semiárido nordestino, cuja dinâmica pluviométrica está fortemente condicionada por sistemas atmosféricos de larga escala e por fenômenos oceânico-atmosféricos globais, como El Niño e La Niña. Esses eventos alteram a posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal sistema meteorológico responsável pela indução de chuvas na região durante o período chuvoso (CAVALCANTI et al., 2009; MARENGO et al., 2016). Em anos de El Niño forte, como 1983, 1993, 2012 e 2016, observam-se valores anuais de SPI inferiores a -1,5, indicando secas severas associadas à subsidência atmosférica e ao enfraquecimento da ZCIT (IPCC, 2021). Em contrapartida, os anos de 2004, 2009 e 2023 apresentaram SPI superior a 1,5, configurando eventos de chuvas intensas, em geral influenciados pela La Niña e por padrões favoráveis de circulação atmosférica que ampliam o aporte de umidade (NOBRE et al., 2011).

A Figura 1 apresenta a evolução do SPI anual no município, com destaque para os anos classificados como extremos. A média do SPI no período foi de -0,08, sugerindo uma ligeira predominância de anomalias negativas, ou seja, de déficit hídrico. A precipitação média anual registrada foi de 812,6 mm, valor que reforça a posição de Porteiras em uma zona de semiárido mais severo, especialmente se comparado a municípios cearenses situados em áreas de transição úmida (FUNCEME, 2023). Essa condição compromete diretamente práticas agrícolas de subsistência, abastecimento de comunidades rurais e a



segurança hídrica em períodos prolongados de estiagem. Como destacado por Ferreira et al. (2019), a irregularidade das chuvas no semiárido inviabiliza o planejamento de safras, agrava a vulnerabilidade social e revela a insuficiência de políticas públicas de adaptação climática

Figura 1 - Variação do Índice de Padronização de Precipitação (SPI) anual de Porteiras (CE), entre 1974 – 2023)



Fonte: FUNCEME (adaptado pelo autor)

Além disso, os impactos dos extremos pluviométricos são agravados pelas características geomorfológicas locais. O relevo dissecado e os solos rasos, com baixa capacidade de retenção e infiltração, favorecem tanto a ocorrência de enxurradas e erosões durante os eventos de chuvas intensas quanto a escassez de recarga hídrica nos períodos secos (ARAÚJO; TOMASELLA, 2013). Os gráficos de SPI revelam ainda ciclos de anos úmidos e secos, sem uma tendência linear de aumento ou redução das chuvas, corroborando Souza et al. (2020), que apontam a natureza não linear da variabilidade no semiárido brasileiro.

5. Conclusão

Os resultados confirmam que Porteiras apresenta alta variabilidade pluviométrica e frequente recorrência de eventos extremos de seca e chuvas intensas, o que torna o município especialmente vulnerável aos efeitos das mudanças climáticas. O uso do SPI mostrou-se uma ferramenta eficaz para diagnóstico e monitoramento das condições hídricas, contribuindo para a compreensão da dinâmica hidrológica local. A integração entre os dados climatológicos, as observações do relevo e os dados socioeconômicos pode auxiliar no planejamento territorial e na formulação de políticas públicas voltadas à adaptação e à justiça climática. Como continuidade da pesquisa, propõe-se aprofundar a análise dos eventos extremos diários de precipitação, utilizando o SPI em escalas menores, a fim de identificar padrões de eventos críticos concentrados em poucos dias, com potencial para causar inundações, alagamentos e deslizamentos de massa. Estudos



futuros também deverão considerar indicadores de vulnerabilidade socioambiental para identificar as áreas mais suscetíveis do município e propor medidas de prevenção e adaptação.

6. Referências

ARAÚJO, J. C.; TOMASELLA, J. A escassez de água e a vulnerabilidade das populações no semiárido brasileiro. *Revista Ciência & Ambiente*, Santa Maria, v. 46, p. 41–54, 2013.

CAVALCANTI, I. F. A. et al. Mudanças climáticas no Brasil e no mundo. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 160–175, 2009.

FERREIRA, L. M. B. et al. Seca e vulnerabilidade socioambiental no semiárido cearense: desafios e perspectivas. *Revista Geográfica Acadêmica*, Juazeiro do Norte, v. 13, n. 2, p. 75–90, 2019.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. *Banco de dados meteorológicos*. Fortaleza: FUNCEME, 2023. Disponível em: <http://www.funceme.br>. Acesso em: 10 maio 2025.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. *AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Acesso em: 05 maio 2025.

MARENGO, J. A. et al. Cenários de mudanças climáticas para o Brasil: projeções climáticas do século XXI. *Parcerias Estratégicas*, Brasília, v. 21, n. 42, p. 25–46, 2016.

NOBRE, P. et al. Características climáticas do Brasil e as influências dos fenômenos El Niño e La Niña. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 1–14, 2011.