

NORMAL CLIMATOLÓGICA 1991-2020 PARA PELOTAS/RS: AVALIAÇÃO DE PERÍODOS DE SECA ATRAVÉS DO IPP TRIMESTRAL

RETIELE VELLAR¹; ARYANE ARAUJO RODRIGUES²; MARIA EDUARDA SILVA DA SILVA³; UIELE SAN MARTINS DA SILVA⁴; TAMARA LEITZKE CALDEIRA BESKOW⁵

¹*Universidade Federal de Pelotas RS – vellar.retiele@ufpel.edu.br*

²*Universidade Federal de Pelotas RS – aryane_03.2@hotmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas RS – eduardasilvams6@gmail.com*

⁴*Universidade Federal de Pelotas RS – uielesm@gmail.com*

⁵*Universidade Federal de Pelotas RS - tamaraleitzkecaldeira@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

A seca é considerada o desastre natural mais devastador e dispendioso, visto que, sua ocorrência não é pontual no tempo e espaço, e impacta diretamente todo o sistema produtivo mundial (MISHRA; SINGH, 2010; WMO, 2019). Pode ser definida como um fenômeno natural e complexo, causado pela redução da precipitação por um longo período de tempo (CALDEIRA et al., 2017). O déficit hídrico prolonga-se pelo ciclo hidrológico, categorizando quatro diferentes tipos de secas: meteorológicas, hidrológicas, agrícolas e socioeconômicas (WILHITE, 2000).

A seca é usualmente estudada nas regiões semiáridas do Brasil (MARENKO; TORRES e ALVES, 2016; MARENKO, 2020), porém, nos últimos anos, observa-se a recorrência de eventos intensos de seca também em outras regiões do país, como a região Sudeste (NOBRE et al., 2016) e Sul (CALDEIRA et al, 2017; FERNANDES et al, 2021). Diante do então cenário de estiagem, em 2023, no município de Pelotas - Rio Grande do Sul, foi sancionado o Decreto nº 6.690 que restringiu o uso da água potável a fim evitar desabastecimentos (SANEP, 2023). A ocorrência de tais eventos é intensificada pelas atividades antrópicas (crescimento populacional, mudanças no estilo de vida, alterações no uso e cobertura do solo, etc.), que ampliam a demanda hídrica mundial, alertando para um dos grandes desafios do século XXI que será a gestão dos recursos hídricos (WMO, 2019; IPCC, 2022; NOAA, 2023).

Uma quantificação adequada das secas é importante para avaliar impactos visando apurar estratégias que amenizem seus efeitos (NDMC, 2023). Diversos indicadores a fim de caracterizar as secas foram desenvolvidos, dentre os quais o Índice de Precipitação Padronizado (IPP) (MCKEE et al., 1993) se destaca, tanto para eventos de curta ou longa duração (HAYES et al., 1999). O IPP permite quantificar o déficit ou o excesso de precipitação em diferentes escalas de tempo e seus valores oscilam acima ou abaixo de zero.

Dentro deste escopo, o presente estudo objetivou obter o IPP para o município de Pelotas/RS, no período da última normal climatológica (1991-2020), a fim de subsidiar estudos e a compreensão sobre eventos de seca.

2. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no município Pelotas, no sul do RS, cuja área territorial é de 1.608,78 Km² e a população é de 325.689 pessoas (IBGE, 2023). O clima no município é do tipo Cfa - subtropical úmido em todas as estações do ano, com verões quentes sem períodos secos (KUINCHTNER; BURIOL, 2001). A

temperatura média anual é de 17,5°C e precipitação média anual é de 1382,4 mm (INMET, 2023).

O índice IPP baseia-se na padronização da precipitação, correspondendo ao desvio da precipitação em relação à média para um período de tempo, dividido pelo desvio padrão do mesmo período (McKEE et al., 1993; 1995). Matematicamente, o IPP corresponde a uma função de probabilidade cumulativa de um determinado acontecimento de precipitação ocorrer numa estação. O resultado do cálculo da precipitação padronizada é linearmente proporcional ao déficit de precipitação, e permite especificar a probabilidade, a percentagem da média e o déficit de precipitação acumulada. É usualmente calculado por meio da distribuição gama incompleta, sendo a função normal inversa (Gaussiana) aplicada a essa probabilidade. A descrição completa do cálculo do IPP pode ser encontrada em Mckee et al, 1993 (MCKEE; NOLAN; KLEIST, 1993).

Para obter o IPP, inicialmente foram requeridos dados históricos de Precipitação Mensal da estação Agrometeorológica de Pelotas (83895), de responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), considerando o período de 1991 a 2020. O preenchimento de falhas da série de precipitação foi realizado com o método da ponderação regional com base na regressão linear, utilizando séries históricas de precipitação de seis estações pluviométricas vizinhas, sendo quatro obtidas no portal Hidroweb - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e duas junto à Embrapa.

O IPP foi obtido para a escala temporal trimestral (3 meses), a partir da média móvel dos valores de precipitação para este intervalo, sendo categorizados em valores positivos para os períodos úmidos, e negativos, para os períodos secos, e classificados em oito distintas categorias que são: Extremamente Seco ($\leq -2,0$), Severamente Seco (-1,5 a -1,99), Moderadamente Seco (-1,0 a -1,49), Próximo ao Normal (-0,99 a 0,99), Moderadamente Úmido (1,0 a 1,49), Severamente Úmido (1,5 a 1,99), e Extremamente Úmido (≥ 2) (MCKEE et al, (1993). Os eventos de secas começam quando o IPP atinge o valor inferior a -1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do Índice Padronizado de Precipitação (IPP) da série histórica analisada estão expressos na Figura 1, em que cada barra do gráfico representa a magnitude do IPP a partir da média móvel de 3 meses das precipitações em cada mês do ano, totalizando 12 barras por ano. Os valores negativos de IPP representam condições de déficit hídrico, nas quais a precipitação é inferior à média, e os valores positivos representam condições de excedente hídrico, nas quais a precipitação é superior à média histórica.

Tendo em vista os resultados obtidos (Figura 1) e a classificação dos valores de IPP, verifica-se que o índice indicou a ocorrência de 13,6% períodos de secas com diferentes graus de severidade durante os 30 anos de observação.

Dentro da série em estudo, os registros dos menores valores que configuraram seca de severidade extrema, são observados 50% no período de inverno, e 50 % no verão, caracterizando-se por serem de curta duração, pontuando o maior valor em setembro de 2001 (-4,57).

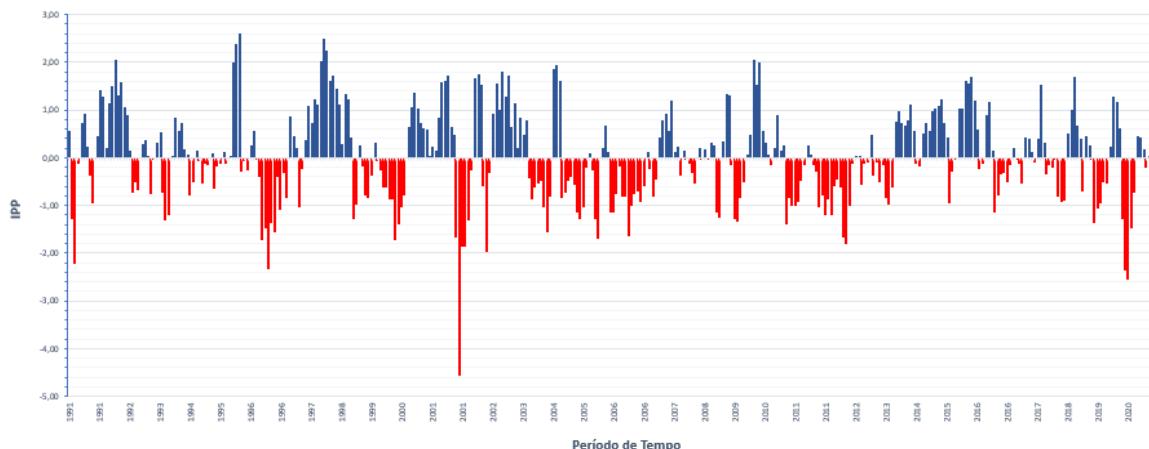


Figura 1- Índice Padronizado de Precipitação Trimestral

Em contrapartida, também são observados valores de excedentes hídricos em 15,3% do período, sendo na categoria severamente e extremamente úmido.

Além do valor extremo, o período mais longo extremamente seco ocorreu nos meses de janeiro e fevereiro de 2020 com índices de (-2,35) e (-2,55) respectivamente, coerente com o estudo de FERNADES et al. (2021). Os demais registros de longos períodos de seca severa e extrema, são observados nos períodos de abril a agosto de 1996, e de agosto a novembro de 2001, assim como, nos meses de abril e maio de 2012.

Tais constatações, condizem com o estudo de FERNADES et al. (2021) e corroboram as observações de RODRIGUES et al. (2023) que para a mesma região em estudo não identifica a redução da Precipitação Total Anual (PTA) nos últimos 40 anos, e observa inúmeros períodos de seca severa e extrema por meio do Índice Padronizado de Anomalias de Precipitação (IAP). Ademais, ainda há registros pontuais de seca severa nos anos de 2002, 2004, 2005 e 2006.

Observando a classificação de seca moderada (-1,0 a -1,49), os valores de IPP registram 8,6 % do período com seca nesta categoria, com o período mais longo no ano de 1996 dos meses de abril a outubro.

Por fim, o evento de seca mais recente dentro do período em análise, registrado em final 2019 e início de 2020, casou grandes impactos na agricultura do município, com redução na produção de grãos em aproximadamente 50%, neste evento de seca, o estado do RS contabilizou prejuízos na magnitude de 36 bilhões a menos no seu PIB (BARBOSA, 2020; EMATER, 2023).

4. CONCLUSÕES

Considerando o que foi exposto, embora o regime de chuvas anual no município de Pelotas registre valores médios próximos a 1300 mm, e o IPP um percentual de 15,3% de excedentes hídricos, os 13,6% de déficit hídrico observado no período vem ocasionando grandes impactos negativos ao município, principalmente na agricultura e abastecimento urbano como os observados em 2019-2020.

Por fim, destaca-se a relevância de estudos voltados a seca, como os gerados pelo IPP na estação estudada, para o gerenciamento dos recursos hídricos principalmente para o abastecimento humano e agricultura. Em estudos futuros recomenda-se correlacionar outros índices de secas a fim de enriquecer as análises.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADMINISTRAÇÃO ATMOSFÉRICA E OCEÂNICA NACIONAL: Estados Unidos: NOAA, 2023. **Serviço Meteorológico Nacional.** Disponível em: <<https://forecast.weather.gov/MapClick.php?CityName=Russell&state=KS&site=ICT&textField1=38.8879&textField2=-98.8535>>. Acesso em: Jun. 2023.

BARBOSA, F. Globo Rural. Agricultura. Notícias. Disponível em: <<https://globorural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2020/06/seca-causou-prejuizo-de-mais-de-r-36-bilhoes-para-economia-do-rs-aponta-farsul.html>>. Acesso em Ago. 2023.

CALDEIRA, T. et al. Estimativa do armazenamento de água no solo a partir da modelagem hidrológica em sub-bacias hidrográficas. In: **XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS.** 2017.

CENTRO NACIONAL DE MITIGAÇÃO DAS SECAS. Nebraska: NDMC., 2023.

Mapas de monitoramento EUA. Disponível em:<<https://unldroughtcenter.maps.arcgis.com/apps/dashboards/46afe627bb60422f85944d70069c09cf>>. Acesso em: Jun. 2023.

FERNANDES, V. R.; CUNHA, A.P.M.A.; PINEDA, L.A.C.; LEAL, K.R.D.; COSTA, L.C.O.; BROEDEL, E.; FRANÇA, D.A.; ALVALÁ, R. C.S.; SELUCHI, M.;

MARENGO, J. Secas e os Impactos na região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia.** Dourados-MS, v.28, 561-584, 2021.

IBGE. Cidades e Estados. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pelotas.** acessado em 8 Set. 2023. Online. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/pelotas.html>.

KUINCHTNER,A.; BURIOL,G.A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia Naturais e Tecnológicas.** v. 2, 171-182, 2001.

McKEE, T. B. et al. The relationship of drought frequency and duration to the time scales. In: **CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8.** Anhaeim, CA. Proceedings. Boston: American Meteorological Society, 179-184, 1993.

McKEE, T. B. et al. Drought monitoring with multiple times scales. In: **CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 9.** Boston. American Meteorological Society, Boston, 233-236, 1995.

MARENGO, J. A. ET AL. Assessing drought in the drylands of northeast Brazil under regional warming exceeding 4°C. **Natural Hazards**, 2020.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology.** 2016.

NOBRE, C. A. et al. Some Characteristics and Impacts of the Drought and Water Crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015. **Journal of Water Resource and Protection.** v. 08, p. 252–262, 2016.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL. Genebra, Suíça: WMO, 2019.

Plano Estratégico Futuro para Água e Clima. n. 1225. ISBN 978-92-63-11225-5. Disponível em:< > Acesso em: Jun. 2023.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Cingapura: IPCC, 2022. **Sexto Relatório de Avaliação, Mudanças Climáticas 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade.** Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf> Acesso em: Jun. 2023.

RODRIGUES, A.A.; SIQUEIRA, T.M.; BESKOW, T.L.C.; BESKOW, S.; NUNES, A. B. Tendência e Variabilidade da chuva no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia.** Dourados-MS, v. 32, 179-206, 2023.

WILHITE, D. A. Drought as a natural hazard: Concepts and definitions. **Drought: A Global Assessment**, 2000.