

Highlights

- Research highlights item 1
- Research highlights item 2
- Research highlights item 3

Assessing the Drought State Transition in a human-modified basin

Carlos E. S. Lima^{a,*}, Marx V. M. da Silva^a, Sabrina S. Monteiro^a and Cleiton S. Silveira^a

^a Dept. of Hydraulic and Environmental Engineering (DEHA), Federal University of Ceará (UFC), Fortaleza, 60440-970, CE, Brazil

ARTICLE INFO

Keywords:

Drought Transition
Markov Chain
Anthropic Changes
Minimum Streamflow

ABSTRACT

In the Anthropocene, human activities began to exert a great influence on the planet's natural cycles. In relation to droughts, anthropic activities have become an increasingly representative component in the processes of generation and development of this phenomenon. In this context, methodologies capable of identifying signs of anthropic impacts on the aforementioned processes become of utmost importance for efficient drought management. In the present study, it was sought to evaluate the changes in the transition patterns between meteorological and hydrological drought classes and in the probability of occurrence of these drought classes for a sub-basin of the São Francisco River Hydrographic Basin (BHSF), more precisely in western Bahia, for two reference periods: P1, from 1935 to 1984, and P2, from 1985 to 2020. The Standard Precipitation Index (SPI) and Standard Runoff Index (SRI) drought indices were adopted to characterize meteorological and hydrological droughts, respectively. The transition analysis between drought classes and their occurrence probabilities was performed using Markov Chains, considering the SPI and SRI series in periods P1 and P2. The results pointed to a higher probability of occurrence of hydrological and meteorological droughts classified as Severe or Extreme in the P2 period, with a higher probability of persistence of this state in hydrological droughts. The meteorological droughts, in its turn, showed no possibility of persistence of this state, suggesting that the persistence observed in hydrological droughts may be associated with mechanisms other than precipitation.

1. Introduction

As secas são fenômenos recorrentes nas mais diversas regiões do planeta, sendo capazes de produzir um amplo impacto multissetorial dado o nexo existente entre recursos hídricos e os mais diversos setores econômicos e sociais que compõem a sociedade moderna (AghaKouchak et al., 2021; Mishra et al., 2007; Mishra and Singh, 2010; Wang et al., 2023; Van Loon et al., 2016; Xu et al., 2019). O fenômeno da seca pode ser classificado em diferentes tipos, segundo as diferentes variáveis hidrometeorológicas e atividades humana-biológicas, são elas: seca meteorológica, agrícola, hidrológica, socioeconômica e ecológica.

Como apontado por Wang et al. (2023); Xu et al. (2019), pode-se ordenar esses diferentes tipos de seca segundo os processos hidroclimatológicos existentes no ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica. Precipitações abaixo da média por um certo período de tempo (Seca meteorológica) podem induzir uma diminuição da umidade disponível do solo atrapalhando a produção agrícola, dando origem a uma seca agrícola. Se a seca meteorológica persistir por tempo suficiente, pode-se observar uma diminuição das vazões e reservas superficiais de água, originando uma seca hidrológica. Dada essa diminuição da disponibilidade hídrica, pode-se comprometer o atendimento de demandas consuntivas de água (seca socioeconômica) e de demandas biológicas (seca ecológica). Define-se como propagação de

seca a transição entre os seus diferentes estados, tal como descrito acima.

O fenômeno da seca é frequentemente definido como um extremo climático natural, ideia reforçada pela propagação de seca partindo de um déficit de precipitação que muitas vezes é originado pela variabilidade climática natural. Todavia, devido ao crescente impacto das atividades antrópicas nos ciclos naturais do planeta, dentre eles o ciclo hidrológico, uma nova definição de seca vem sendo amplamente discutida: the anthropic droughts.

2. Cross-references

A. My Appendix

Appendix sections are coded under \appendix.

\printcredits command is used after appendix sections to list author credit taxonomy contribution roles tagged using \credit in frontmatter.

CRedit authorship contribution statement

Carlos E. S. Lima: Data curation, Writing - Original draft preparation. **Marx V. M. da Silva:** Data curation, Writing - Original draft preparation. **Sabrina S. Monteiro:** Data curation, Writing - Original draft preparation. **Cleiton S. Silveira:** Data curation, Writing - Original draft preparation. **Cleiton S. Silveira:** Conceptualization of this study, Methodology, Software.

References

AghaKouchak, A., Mirchi, A., Madani, K., Baldassarre, G.D., Nazemi, A., Alborzi, A., Anjileli, H., Azarderakhsh, M., Chiang, F., Hassanzadeh, E., Huning, L.S., Mallakpour, I., Martinez, A., Mazdiyasn, O., Moftakhari, H., Norouzi, H., Sadegh, M., Sadeqi, D., Loon, A.F.V., Wanders, N.,

*Corresponding author



eduardolima@alu.ufc.br (C.E.S. Lima); marx.silva@alu.ufc.br

(M.V.M.d. Silva); sabrina.monteiro00@alu.ufc.br (S.S. Monteiro);

cleitonsilveira@ufc.br (C.S. Silveira)

ORCID(s): 0000-0001-7511-2910 (C.E.S. Lima); 0000-0001-7511-2910

(M.V.M.d. Silva); 0000-0001-7511-2910 (S.S. Monteiro);

0000-0001-7511-2910 (C.S. Silveira)

2021. Anthropogenic drought: Definition, challenges, and opportunities. *Reviews of Geophysics* 59. doi:10.1029/2019rg000683.
- Mishra, A.K., Singh, V.P., 2010. A review of drought concepts. *Journal of Hydrology* 391, 202–216. doi:10.1016/j.jhydrol.2010.07.012.
- Mishra, A.K., Singh, V.P., Desai, V.R., 2007. Drought characterization: a probabilistic approach. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* 23, 41–55. doi:10.1007/s00477-007-0194-2.
- Van Loon, A.F., Stahl, K., Baldassarre, G.D., Clark, J., Rangelcroft, S., Wanders, N., Gleeson, T., Dijk, A.I.J.M.V., Tallaksen, L.M., Hannaford, J., Uijlenhoet, R., Teuling, A.J., Hannah, D.M., Sheffield, J., Svoboda, M., Verbeiren, B., Wagener, T., Lanen, H.A.J.V., 2016. Drought in a human-modified world: reframing drought definitions, understanding, and analysis approaches. *Hydrology and Earth System Sciences* 20, 3631–3650. doi:10.5194/hess-20-3631-2016.
- Wang, Y., Wang, S., Chen, Y., Wang, F., Liu, Y., Zhao, W., 2023. Anthropogenic drought in the yellow river basin: Multifaceted and weakening connections between meteorological and hydrological droughts. *Journal of Hydrology* 619, 129273. doi:10.1016/j.jhydrol.2023.129273.
- Xu, Y., Zhang, X., Wang, X., Hao, Z., Singh, V.P., Hao, F., 2019. Propagation from meteorological drought to hydrological drought under the impact of human activities: A case study in northern china. *Journal of Hydrology* 579, 124147. doi:10.1016/j.jhydrol.2019.124147.