AVALIAÇÃO DE REGIÕES CLIMÁTICAS HOMOGÊNEAS PARA O ESTADO DO CEARÁ

Alcides Saraiva De Farias Neto[1]
Luiz Martins De Araújo Júnior[2]

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi fazer um levantamento de informação e identificação das regiões homogêneas de seca no estado do Ceará, bem como analisar a variabilidade do regime de chuva e vazão do Estado. Para definição das zonas de risco climático de seca será utilizado um método de agrupamento hierárquico, que se baseia em um critério de similaridade, aos dados de SPI-12 calculados a partir de dados de precipitação extraídos do CRU, em seguida foi realizada uma análise da variabilidade do regime de chuva e vazão em regiões ou bacias hidrográficas através de dados observados. A partir dessas extração de características de cada região do estado (SPI-12) realizou-se uma análise de cluster que consiste em agrupar regiões de acordo com a similaridade das características extraídas resultado em 3 configurações: Conjunto de 6 clusters, 8 clusters e 10 clusters. Como possíveis resultados, espera-se a identificação de regiões homogêneas, as quais são as mais similares quanto ao risco climático, podendo fazer uso de tais regiões para planejar formas de evitar possíveis problemas relacionados à disponibilidade hídrica de forma mais abrangente para cada grupo de cidades com características semelhantes.

Palavras-chave: Zonas de Risco Climático; Variabilidade Climática; Ceará.

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável , Discente, saraivaalcides@aluno.unilab.edu.br[1]
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Docente, luiz_m_jr@unilab.edu.br[2]

ISSN: 2447-6161

INTRODUÇÃO

Quando se fala de efeito das mudanças climáticas no Brasil, a região Nordeste é uma das primeiras a serem lembradas, não só isso, é uma das mais afetadas por tais mudanças (Marengo, 2007). Segundo Marengo (2007), "A partir da década de 1970, o volume de chuvas tem sido menor em relação a outras anteriores, e especificamente ao ano de 1985, que foi muito úmido. Esta variabilidade também tem sido observada nas vazões do rio São Francisco em Sobradinho, onde a tendência relativamente positiva desde 1931, contrasta com a tendência negativa observada a partir de 1979", mostrando que a região vem sofrendo com a diminuição do volume de chuva com o decorrer do tempo. Tais mudanças climáticas afetam não só o clima, mas também a economia local e os ecossistemas presentes na região. A realização de estudos referentes à caracterização das regiões acerca da disponibilidade hídrica é uma das formas de desenvolver metodologias para lidar com problemas relacionados aos recursos hídricos disponíveis que afetam a região Nordeste como um todo e possivelmente avaliar futuras demandas de água para cada região estudada.

Há certos pontos que devem ser levados em conta quando se trata da caracterização da seca. A grande variedade de setores afetados pela seca, a sua diversificada distribuição geográfica e temporal, e a demanda alocada para o abastecimento de água por uso humano torna difícil o desenvolvimento de uma única definição de seca (HEIM JR, 2002).

Tendo isso em vista, não se tem uma forma única que possa ser utilizada para se caracterizar a seca, com isso, foram sendo desenvolvidas com o tempo formas de avaliar determinadas informações e criar uma caracterização da região. McKee et al. (1993) desenvolveu o SPI (Standardized Precipitation Index) que consiste em um índice normalizado de precipitação onde esse índice é obtido a partir de dados de precipitação, onde esses valores são normalizados fazendo uso de uma função de distribuição de probabilidade. Esse índice é utilizado para quantificar a precipitação em diferentes áreas e em variadas escalas de tempo.

A versatilidade do SPI está na simplicidade do seu cálculo e na eficácia de identificar eventos secos e chuvosos em diferentes escalas de tempo (3, 6, 12 meses, etc), que auxilia no monitoramento da dinâmica temporal desses eventos, isto é, o desenvolvimento e declínio (Bonfim e Silva, 2018).

O índice de seca SPI vem sendo largamente utilizado por diversas instituições de pesquisa e órgãos governamentais no processo de monitoramento de secas justamente por ser bastante flexível, possuir um cálculo simples e ser de fácil interpretação (MCKEE et al., 1993; HAYES et al., 1999).

A partir do que foi exposto, o presente estudo tem como objetivo determinar tais características relacionadas a precipitação fazendo uso do índice de seca SPI e classificar a severidade de seca em cada uma das regiões analisadas e com elas realizar um processo de agrupamento das regiões com maior similaridade, desse modo resultado em um mapeamento do estado Ceará em regiões homogêneas com base na disponibilidade hídrica no decorrer dos anos apontando as zonas existentes no estado com maior risco de sofrerem com o fenômeno climático de seca.

METODOLOGIA

Para que tal estudo fosse realizado era necessário obter os índices associados a secas meteorológicas, nesse caso o índice SPI onde o mesmo era referente a todo território correspondente ao estado do Ceará.

De início realiza-se a distribuição de probabilidade para os valores de precipitação. Para isso utiliza-se um função gama dois parâmetros que é dada por:

Onde $\alpha > 0$ refere-se ao parâmetro de forma, β refere-se ao parâmetro de escala, x a precipitação dada em mm e $\Gamma(\alpha)$ a função gama completa dada por

ISSN: 2447-6161

A partir da equação (1) temos que a distribuição gama está sendo distribuída somente para x > 0, ou seja, para cada mês com valores nulos deve ser realizado um transformação da distribuição de probabilidade acumulada que é dada por

Onde q é a probabilidade de 0 ‘s na amostra e G(x) refere-se a função gama incompleta.

Feito isso, temos que o índice de seca SPI pode ser dado por

Sendo φ a função de distribuição normal reduzida.

Para a aplicação das funções, elaborou-se um script que realizava os cálculos das formulações pré-estabelecidas sob os dados obtidos pelo CRU. Essas informações consistem em valores diários de precipitações dos anos entre 1901 e 2021. Os dados foram passados para um escala mensal e com isso calculado o índice SPI. Com os dados do SPI foi possível classificar o nível de severidade de seca. Fazendo uso da linguagem R o cálculo do SPI foi auxiliado pela biblioteca SPEI que possui um comando para cálculo de SPI onde eram passados os dados de precipitação e a escala (mensal) . A classificação dos índices pode ser observada na tabela abaixo:

Tabela.1: Limites de índices SPI e suas classificações e categorias

SPI	Classificação	Categoria
≥-0.79	D0	Normalidade
-0.80 a -1.29	D1	Seca Moderada
-1.20 a -1.59	D2	Seca Severa
-1.60 a -1.99	D3	Seca Extrema
≤-2.00	D4	Seca Excepcional

Fonte: Elaborada pelo autor baseada em Cunha (2008)

A partir da obtenção dos índices SPI, ainda com o auxílio do R, foi possível elaborar um script que realiza o processo de clusterização, ou seja, agrupar conjuntos de dados com características semelhantes e com isso identificar áreas homogêneas de seca no território cearense. Para isso utilizou-se o kmeans para gerar clusters e a partir disso criou-se uma matriz de distâncias das características das amostras. Nesse estudo, utilizou-se como métrica de similaridade a distância euclidiana entre dois elementos, quanto mais próximo de zero for essa distância, mais semelhantes são esses elementos. Além disso, utilizou-se como método hierárquico a mínima variância de Ward.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Índices Padronizados de Precipitação (SPI) são um dos meios de se avaliar o volume de chuvas em diferentes regiões podendo ser calculados em variadas escalas temporais. A partir dele é possível realizar um estudo comparativo de diferentes regiões com variadas características climáticas e com isso identificar possíveis regiões similares. A presente pesquisa avaliou o volume de chuvas em uma escala temporal de 12

ISSN: 2447-6161

meses (SPI-12) para cada ano de 1901 à 2021, avaliando assim o índice SPI anual para cada. Em regiões com déficit hídrico o índice calculado é sempre negativo em relação à média climatológica histórica e dependendo do valor pode ser classificado como dentro da normalidade, Seca moderada, Seca severa, Seca extrema ou Seca excepcional.

Fazendo uso do SPI 's calculados foi possível caracterizar as regiões do estado do Ceará a partir da precipitação avaliada e com isso analisar a similaridade dessas regiões e agrupá-las em conjuntos constituídos por elementos com características semelhantes. Esse processo se deu através da clusterização. Ou seja, regiões de características semelhantes foram agrupadas em clusters. Nesse estudo realizou-se 3 clusterização: 6 clusters, 8 clusters e 10 clusters onde tais clusters enquadram justamente as regiões homogêneas gerando assim 3 mapas de clusters. Nas figuras abaixo é possível observar a clusterização de 6, 8 e 10 regiões homogêneas, onde a região 1 é sempre no mar, logo é descartado na nossa análise.

Através da identificação de regiões homogêneas é possível desenvolver metodologias para lidar com os problemas climatológicos de forma mais abrangente e com os efeitos do déficit ou excesso hídrico em cada região. Uma solução poderia ser implementada em diversas áreas acarretando em uma redução de custo e até mesmo redução do tempo necessário para desenvolver possíveis formas de mitigar tais efeitos. A partir do algoritmo de cluster das características foi gerado também um dendrograma para cada processo de clusterização que pode ser utilizado para visualização desses agrupamentos.

CONCLUSÕES

A execução do algoritmo elaborado a partir das formulações anteriormente exposta para determinação dos índices de seca SPI de cada região do estado junto com os scripts de clusterização através das bibliotecas disponíveis na linguagem de programação utilizada (R) obteve-se o zoneamento das regiões homogêneas do estado do Ceará a partir dos índice SPI é possível apontar quais regiões têm maior risco de sofrer com a seca.

Com isso, a realização dessa pesquisa mostra que a análise e monitoramento das regiões do estado podem ser uma forma eficiente para realizar planejamentos e políticas públicas de enfrentamento da seca nas regiões cearenses mais afetadas. Tendo conhecimento das regiões com maior risco de seca é possível elaborar formas eficientes de distribuição de recursos hídricos e amenizar os efeitos do déficit de água em locais mais afetados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Luiz Martins de Araujo Júnior por todo apoio técnico e teórico a respeito dos pontos necessários para realização dessa pesquisa. Além disso, agradeço à Unilab pelo financiamento da pesquisa intitulada Zoneamento de Risco Climático de Seca e Avaliação da Variabilidade do Regime de Chuvas e Afluências para o Estado do Ceará e executada entre 01/10/2022 e 30/09/2023, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic) e Tecnológica (Pibiti), da Unilab.

REFERÊNCIAS

HEIM JR, R. R. A Review of Twentieth-Century Drought Indices Used in the United States. Bulletin American Meteorological Society, v. 83, p. 1149- 1165, 2002.

McKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: 8th Conference on Applied Climatology, California, pp. 179-184, 1993.

ISSN: 2447-6161

McKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. Drought monitoring with multiple time scales. In: 9th Conference on Applied Climatology, Texas, pp. 233-236, 1995.

National Drought Policy Commission. Final Report: Preparing for Drought in the 21 st Century. United States Department of Agriculture, Washington, D.C, 2000,50p.

NEW, M; HULME, M; JONES, P. Representing Twentieth Century Space-Time Variability. Part I: Development of a 1961-90 Mean Monthly Terrestrial Climatology. American Meteorological Society, 1999.

NEW, M; HULME, M; JONES, P. Representing Twentieth-Century Space-Time Climate Variability. Part II: Development of 1901-96 Monthly Grids of Terrestrial Surface Climate. American Meteorological Society, 2000.

SHUKLA, S.; WOOD, A. W. Use of a standardized runoff index for characterizing hydrologic drought. Geophysical Research Letters, v. 35, L02405, 2008. DOI:10.1029/2007GL032487.

ARAUJO JUNIOR, Luiz Martins de; SOUZA FILHO, Francisco de Assis de; CID, Daniel Antônio Camelo; SILVA, Samiria Maria Oliveira da; SILVEIRA, Cleiton da Silva. AVALIAÇÃO DE ÍNDICES DE SECA METEOROLÓGICA E HIDROLÓGICA EM RELAÇÃO AO IMPACTO DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA EM RESERVATÓRIO: um estudo de caso para o reservatório de jucazinho-pe. Revista Aidis de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, Desarrollo y Práctica, [S.L.], v. 13, n.2, p. 382, 6 ago. 2020. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2020.13.2.65562.

SANTOS, Sergio Rodrigo Quadros dos; BRAGA, Célia Campos; SANSIGOLO, Clovis Angeli; SANTOS, Ana Paula Paes dos. Determinação de Regiões Homogêneas do Índice de Precipitação Normalizada (SPI) na Amazônia Oriental. Revista Brasileira de Meteorologia, [S.L.], v. 32, n. 1, p. 111-122, mar. 2017. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/0102-778632120160013.

BONFIM, O. E. T.; SILVA, D. F.. Aplicação do índice de precipitação normalizada nos casos de ENOS canônico e Modoki ocorridos na bacia hidrográfica Aguapeí-Peixe/SP. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.9, n.3, p.83-94, 2018. DOI: http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.003.0007

MARENGO, J.A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. MMA, Ministério do Meio Ambiente, 2006

AMBRIZZI, T.; ROCHA, R.; MARENGO, J.; PISNITCHENKO, L.; ALVES, F. Cenários Regionalizados de Clima no Brasil para o Século XXI: Projeções de clima usando três modelos regionais. Ministério do Meio Ambiente-MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas-SBF, Diretoria de Conservação da Biodiversidade, 2007.

ISSN: 2447-6161