TIPOLOGIAS DE EVOLUÇÃO DE SECAS PARA APOIO À GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES NO NORDESTE BRASILEIRO

Joao Dehon Pontes Filho[1,2], Ályson Brayner Sousa Estácio[1]; Ticiana Marinho de Carvalho Studart[3]; Eduardo Sávio Passos Rodrigues Martins[1, 3]

Palavras-Chave – Secas, Gestão de Desastres, Análise Espaço-Temporal

INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, as secas são analisadas por meio de atributos agregados, como duração, severidade e frequência. Embora essas métricas sejam fundamentais para avaliação de riscos, elas pouco informam sobre os processos de expansão, persistência e contração dos eventos no espaço. Compreender essa dinâmica é particularmente importante para a gestão de riscos e desastres, uma vez que diferentes padrões de evolução demandam estratégias distintas de preparação, resposta e adaptação. Nesse contexto, este trabalho apresenta uma metodologia de análise tridimensional (latitude, longitude e tempo) de secas, considerando simultaneamente as dimensões de tempo e espaço. A partir dessa abordagem, propõe-se uma tipologia de evolução de secas capaz de transformar informações complexas em padrões interpretáveis de comportamento, contribuindo para o planejamento e a gestão de desastres associados à escassez hídrica.

METODOLOGIA

A metodologia foi aplicada ao norte da Região Nordeste do Brasil, área frequentemente afetada por secas de grande magnitude e abrangência espacial, fortemente influenciada pela variabilidade climática associada à Zona de Convergência Intertropical. Inicialmente, eventos de seca foram identificados utilizando o Índice Padronizado de Precipitação em escala de 12 meses (SPI-12), calculado a partir da base de dados CRU TS para o período de 1950 a 2018. Em seguida, foi empregado um algoritmo de rastreamento espaço-temporal capaz de identificar e acompanhar eventos de seca simultaneamente no espaço e no tempo, como proposto por Andreadis et a. (2005). Diferentemente das abordagens convencionais, que analisam séries temporais independentes ou regiões previamente delimitadas, a metodologia adotada considera a seca como um objeto dinâmico que se desloca, expande, contrai e persiste ao longo do tempo. Assim, cada evento recebe uma identificação única e pode ser acompanhado durante todo seu ciclo de vida. Para descrever a evolução dos eventos foi aplicado o Modelo das Três Curvas proposto por Pontes Filho et al. (2026): (i) Curva de Estado: representa a evolução temporal de uma característica da seca, como área afetada; (ii) Curva de Crescimento: representa o acúmulo dessa característica ao longo do evento; (iii) Curva Dinâmica: representa a taxa de mudança da característica analisada. A partir da Curva Dinâmica, cada instante do evento é classificado em uma das seguintes fases: Expansão; Persistência e Contração.

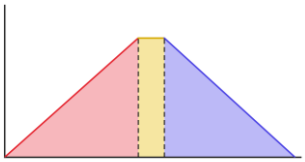
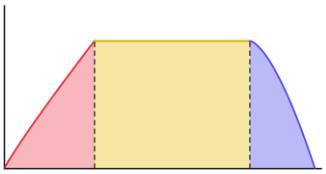
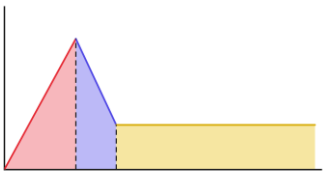
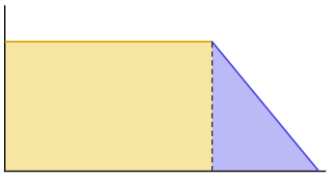
1) Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos; joao.pontes@funceme.br

2) Universidade Christus

3) Universidade Federal do Ceará

Com base na combinação e sequência dessas fases, foram propostas quatro 1 de tipologias de evolução de secas:

Quadro 1 - Tipologias de evolução espacial das secas e implicações para a gestão.

Tipologia	Representação gráfica	Evolução espacial	Implicações para a gestão
Tipo I		Expansão gradual, rápida persistência e contração gradual.	Oferece maior tempo para prevenção, ajustes operacionais e adaptação dos sistemas de abastecimento.
Tipo II		Expansão rápida, longa persistência e contração rápida.	Reduz fontes alternativas e a eficácia das transferências de água; exige coordenação regional e planejamento integrado.
Tipo III		Expansão rápida, retração parcial e persistência em áreas específicas.	Permite direcionar recursos às áreas remanescentes, mas requer estratégias adaptativas em diferentes escalas.
Tipo IV		Início com grande área afetada e posterior persistência.	Limita imediatamente o compartilhamento de recursos e demanda preparação emergencial desde o início.

RESULTADOS

Os resumos expandidos também podem apresentar figuras, tabelas e equações. Veja os exemplos da Figura 1, Tabela 1 e equação 1.

Foram identificados 22 eventos de seca espaço-temporais no Nordeste Brasileiro entre 1950 e 2018. A análise da evolução da área afetada permitiu identificar quatro tipologias distintas de comportamento, caracterizadas por diferentes combinações entre expansão, persistência e contração espacial. O conhecimento mais comum sobre a evolução das secas indica uma expansão lenta, curta permanência e seguida por lenta contração, caracterizada aqui como a tipologia I. Esse padrão vem sendo utilizado como modelo conceitual na maior parte dos planejamentos de gestão das secas, como descrito no ciclo hidroilógico proposto por Wilhite (2012).

No entanto, para a região do Nordeste do Brasil analisada, a Tipologia II, caracterizada por rápida expansão territorial, longa persistência e contração abrupta, foi a que apresentou maior recorrência. Esse resultado indica que grande parte das secas do Nordeste tende a ampliar rapidamente sua área de influência e permanecer nesta condição por longos períodos, o que dificulta a gestão e a resposta a esse evento extremo. Os resultados evidenciam que a evolução da área afetada constitui uma

dimensão fundamental para o monitoramento de secas, uma vez que eventos extensos tendem a comprometer simultaneamente diferentes sistemas hídricos e reduzir alternativas de gestão baseadas na transferência de recursos entre regiões.

CONCLUSÕES

- O rastreamento espaço-temporal associado ao Modelo das Três Curvas permite caracterizar, de forma objetiva, as fases de expansão, persistência e contração das secas.
- A Tipologia II foi o padrão predominante, evidenciando a recorrência de secas que se expandem rapidamente, permanecem extensas por longos períodos e se contraem de forma abrupta.
- Eventos territorialmente extensos limitam o compartilhamento de recursos hídricos entre regiões e exigem coordenação regional, planejamento de contingência e resposta antecipada.
- A classificação foi obtida com o SPI-12 e a resolução da base CRU TS; aplicações operacionais devem avaliar outros índices, escalas temporais e dados de maior resolução.
- A estrutura pode ser aplicada a outras regiões e apoiar a definição de prioridades de monitoramento, alocação hídrica e redução de riscos associados às estiagens.

REFERÊNCIAS

ANDREADIS, K. M.; CLARK, E. A.; WOOD, A. W.; HAMLET, A. F.; LETTENMAIER, D. P. (2005). *Twentieth-century drought in the conterminous United States*. Journal of Hydrometeorology, v. 6, p. 985-1001.

PONTES FILHO, J. D.; SOUZA FILHO, F. A.; ESTÁCIO, A. B. S.; STUDART, T. M. C.; MARTINS, E. S. P. R. (2026). *The dynamics of spatio-temporal droughts in Northeast Brazil*. Hydrology and Earth System Sciences, v. 30, p. 2473-2491.

WILHITE, D. A. (2012). *Breaking the hydro-illogical cycle: progress or status quo for drought management in the United States*. European Water, v. 34, p. 5-15.