ANÁLISE DA CASCATA DE IMPACTOS DA SECA PARA AGRICULTURA DE SEQUEIRO DO CEARÁ

Tatiane Lima Batista [1] ; Samiria Maria Oliveira da Silva [2]

Palavras-Chave – Propagação da seca, Semiárido brasileiro, Seca agrícola.

INTRODUÇÃO

A seca é um fenômeno natural caracterizado pela redução das precipitações em relação às condições normais, desencadeando impactos que afetam a agricultura, a sociedade, a economia e o meio ambiente (Wilhite, 2000). Esses impactos não ocorrem de forma isolada, mas se propagam no tempo e no espaço, gerando efeitos em cascata que podem ampliar seus danos (Van Loon, 2015). No Ceará, localizado no Nordeste brasileiro (NEB), a agricultura de sequeiro destaca-se como um dos setores mais sensíveis à seca, uma vez que a irregularidade das chuvas compromete a produtividade agrícola e aumenta as perdas de safra.

Nas últimas décadas, a gestão da seca tem evoluído de uma abordagem predominantemente reativa, centrada na resposta emergencial aos seus efeitos, para estratégias mais proativas voltadas à redução de riscos (Souza Filho et al., 2023). O foco tem se deslocado da previsão da ocorrência da seca para a antecipação de seus impactos, incorporando o monitoramento de vulnerabilidades, a avaliação de riscos e o desenvolvimento de sistemas de alerta capazes de subsidiar ações de adaptação e mitigação.

Pesquisas recentes têm se dedicado a compreender os processos de propagação da seca com destaque para as relações entre seca meteorológica, agrícola e hidrológica (Amazirh et al., 2023; Entekhabi et al., 2023; Jehanzaib et al., 2023). Nesse contexto, esta pesquisa analisa as relações entre precipitação, armazenamento nos reservatórios, produção de sequeiro (milho e feijão) e desempenho econômico do setor agropecuário nas diferentes regiões hidrográficas do Ceará, buscando identificar padrões espaciais na ocorrência e propagação dos impactos da seca. A compreensão dos mecanismos de propagação dos impactos da seca em regiões semiáridas contribui para o aprimoramento das estratégias de gestão da seca e dos recursos hídricos.

METODOLOGIA

A área de estudo foi o estado do Ceará, localizado no Nordeste brasileiro. A base de dados utilizada (Tabela 1) compreende variáveis anuais representativas das anomalias de precipitação, armazenamento em reservatórios, impactos na agricultura de sequeiro e impactos secundários na economia, para o período de 2002 a 2021.

As etapas da pesquisa foram: (1) preparação dos dados, incluindo o agrupamento em escala de região hidrográfica, o cálculo do SPI-12 para o mês de junho e a padronização das variáveis por meio de anomalias (z-scores) para armazenamento em reservatórios (Res), quantidade produzida de culturas de sequeiro (Sequeiro) e participação da agropecuária no valor adicionado total (Economia); (2) cálculo das correlações entre SPI-12 e Sequeiro, Res e Sequeiro, e Sequeiro e Economia; (3) análise

1) Universidade Federal do Ceará (UFC), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (POSDEHA), Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: tatiane@crateus.ufc.br.
2) Universidade Federal do Ceará (UFC), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (POSDEHA), Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: samiriamaria@ufc.br.

visual da propagação da seca por meio de gráficos de anomalias; e (4) comparação das correlações entre as diferentes regiões hidrográficas.

Tabela 1 – Descrição dos dados utilizados na pesquisa

Dimensão	Variável	Fonte
Precipitação	SPI12 para o mês de junho	Xavier (2022)
Armazenamento	Armazenamento no final do mês de junho	Portal hidrológico da COGERH
Impacto na agricultura de sequeiro	Quantidade produzida de milho e feijão	Produção Agrícola Municipal (IBGE)
Impacto na economia	Participação da agropecuária na economia (VA_Agro/VA_Total)	PIB dos Municípios (IBGE)

RESULTADOS

Para todas as regiões hidrográficas, é possível identificar as anomalias associadas à seca iniciada em 2012, com predominância de valores negativos para as variáveis (Figura 1). De modo geral, observa-se maior correspondência entre o SPI e Sequeiro. Também existe uma forte associação entre SPI e Res, sendo perceptível certa defasagem temporal, refletindo tanto a capacidade dos reservatórios de amortecer os efeitos da seca quanto a recuperação dos volumes armazenados após períodos críticos.

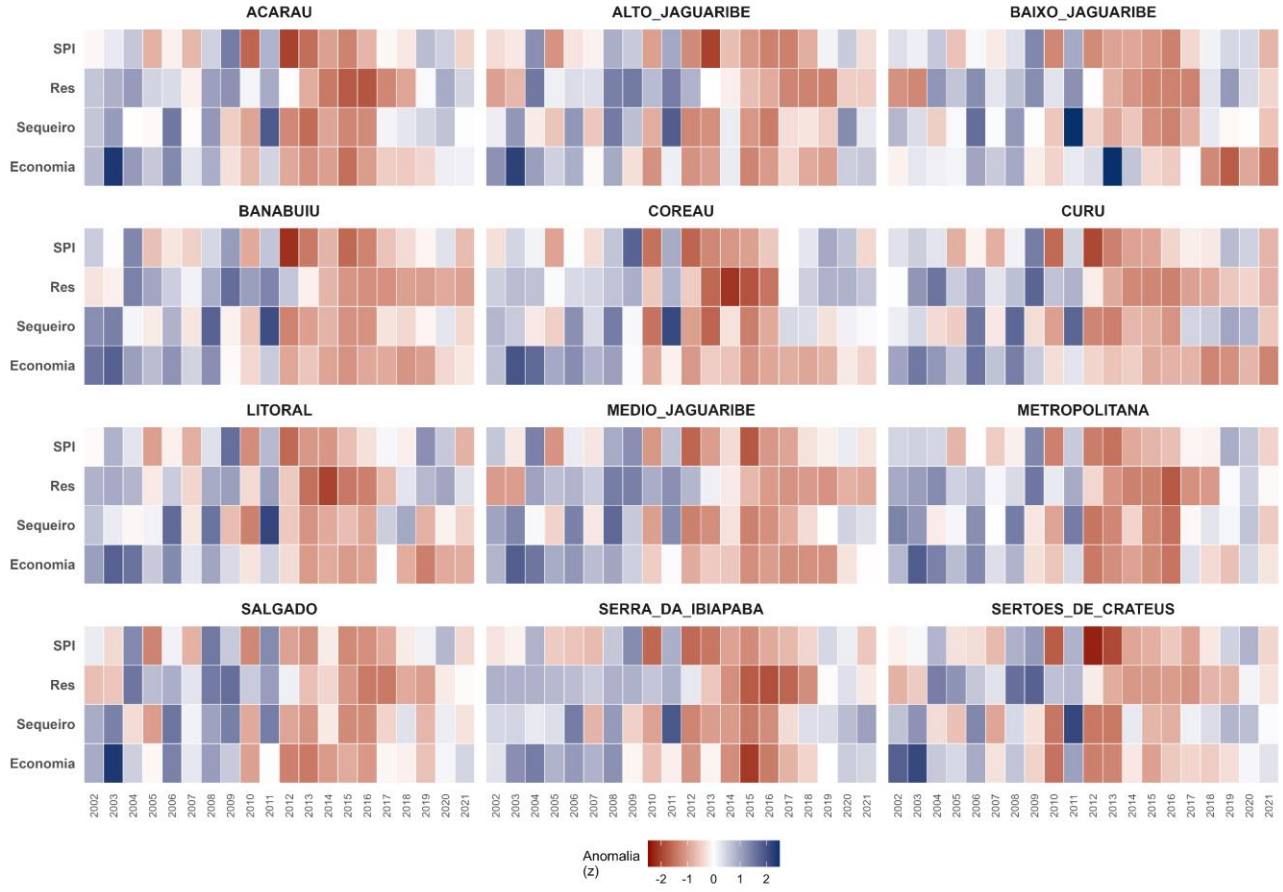


Figura 1 – Anomalias de precipitação (SPI) , armazenamento (Res) , quantidade produzida de milho e feijão (Sequeiro) e participação da agricultura na economia (Economia) para as 12 regiões hidrográficas do estado do Ceará.

Em algumas regiões, como o Curu, observa-se uma relação mais evidente entre armazenamento e economia agropecuária. Mesmo em anos favoráveis para a agricultura de sequeiro, baixos volumes

armazenados estiveram associados a desempenho econômico desfavorável, sugerindo uma relevância de outros tipos de agricultura dependentes da água dos reservatórios. Por outro lado, no Alto Jaguaribe, anos com boas condições de chuva e produção agrícola estiveram associados a resultados econômicos positivos, mesmo diante de baixos volumes armazenados, indicando maior relevância da agricultura de sequeiro para a economia regional.

Observa-se persistência temporal dos impactos econômicos em duas situações distintas. Em Acaraú, Curu, Serra da Ibiapaba e Metropolitana, foram identificadas relações moderadas a fortes entre armazenamento e participação da agropecuária na economia para defasagens de até dois anos, indicando que parte dos efeitos econômicos permanece associada às condições de disponibilidade hídrica mesmo após o término da seca meteorológica. Já no Baixo Jaguaribe, Coreaú e Litoral, observa-se uma recuperação mais lenta da participação da agropecuária na economia regional após a seca de 2012, inclusive após a recuperação das condições hidrológicas. Como esse indicador incorpora tanto a agricultura de sequeiro quanto a irrigada, esse comportamento pode refletir efeitos prolongados sobre culturas irrigadas e maior dificuldade de recuperação do setor agropecuário nessas regiões. Esses resultados evidenciam que a propagação dos impactos da seca depende não apenas da intensidade do fenômeno climático, mas também das características produtivas de cada região.

Ao avaliar as correlações para lag 0 (Figura 2), observa-se que Sertões de Crateús, Médio Jaguaribe, Alto Jaguaribe, Curu e Banabuiú apresentaram correlações mais elevadas entre SPI e produção de sequeiro do que entre armazenamento e produção. Com exceção do Litoral, todas as regiões apresentaram correlações superiores a 0,60 entre SPI e sequeiro. Em algumas regiões, os coeficientes aproximaram-se de 0,80.

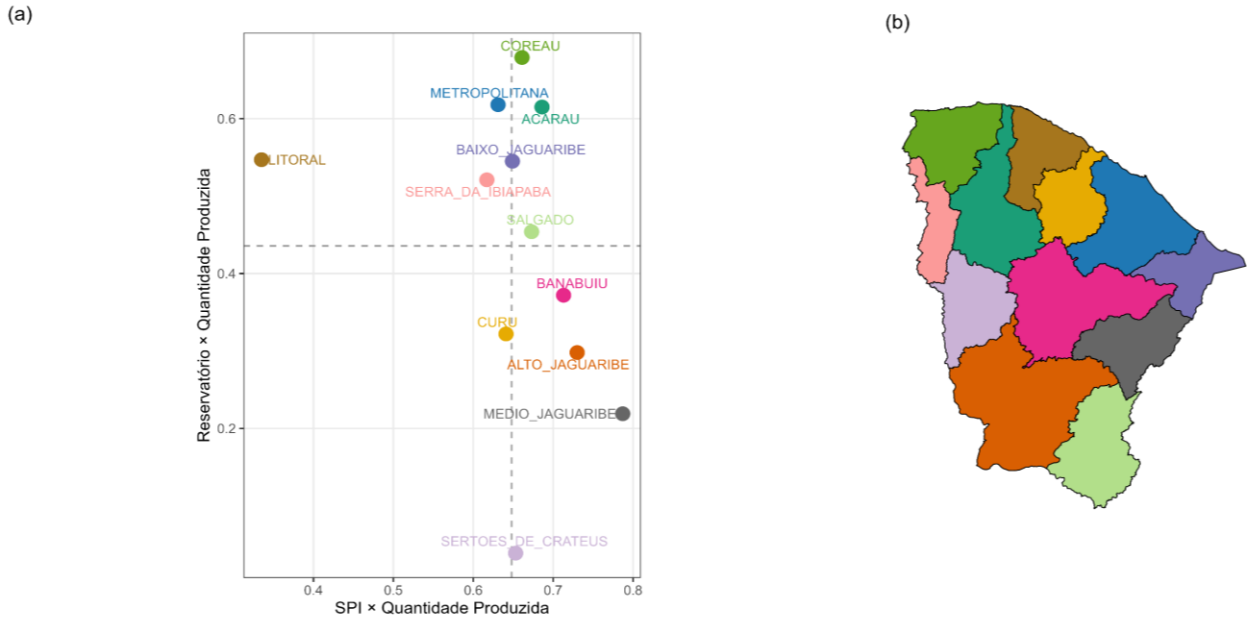


Figura 2 – (a) Correlações entre impactos na agricultura de sequeiro e variáveis de precipitação e armazenamento para as (b) regiões hidrográficas do estado do Ceará.

Nas regiões litorâneas e no Salgado, embora a relação entre SPI e produção de sequeiro também seja alta, observa-se maior associação entre armazenamento dos reservatórios e produção agrícola. Essa relação é particularmente evidente no Litoral e no Coreaú, onde as correlações entre armazenamento e produção se aproximam ou superam aquelas observadas para o SPI. As regiões Litoral, Coreaú e Metropolitana apresentaram as maiores correlações entre SPI e armazenamento (r >0,6), indicando forte dependência dos volumes armazenados em relação à variabilidade pluviométrica. Dessa forma,

a associação observada entre armazenamento e produção agrícola nessas regiões pode refletir a influência comum da precipitação sobre ambas as variáveis.

CONCLUSÕES

• A seca meteorológica (SPI-12) foi o principal fator associado aos impactos na agricultura de sequeiro no Ceará, apresentando correlações entre 0,63 e 0,79 com a quantidade produzida na maioria das regiões hidrográficas.

• A influência do armazenamento em reservatórios sobre a produção de sequeiro foi, em geral, menor que a da precipitação, embora associações mais elevadas tenham sido observadas no Coreaú, Baixo Jaguaribe, Metropolitana e Litoral, em parte devido à forte correlação entre armazenamento e precipitação nessas regiões.

• A participação da agropecuária na economia regional acompanhou fortemente as variações da produção agrícola, com correlações de até 0,81.

• Não foram observadas evidências de persistência temporal dos impactos da seca sobre a produção de sequeiro, indicando que seus efeitos se concentram predominantemente no ano de ocorrência do déficit pluviométrico.

• Em contrapartida, foram observadas evidências de persistência temporal de efeitos econômicos que podem estar associados a agricultura irrigada nas regiões. Estudos futuros devem incorporar a agricultura irrigada para uma compreensão mais abrangente dos mecanismos de propagação dos impactos da seca na economia regional.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

REFERÊNCIAS

AMAZIRH, A.; CHEHBOUNI, A.; BOURAS, E. H.; BENKIRANE, M.; AIT HSSAINE, B.; ENTEKHABI, D. (2023). "*Drought cascade lag time estimation across Africa based on remote sensing of hydrological cycle components*". Advances in Water Resources, v. 182.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (COGERH). (2026). Portal Hidrológico do Ceará. Fortaleza/CE. Disponível em: https://www.hidro.ce.gov.br. Acesso em: 01 jun. 2026.

ENTEKHABI, D. (2023). "*Propagation in the Drought Cascade: Observational Analysis Over the Continental US*". Water Resources Research, v. 59.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produto Interno Bruto dos Municípios e Produção Agrícola Municipal (PAM). Rio de Janeiro/RJ. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 01 jun. 2026.

JEHANZAIB, M. et al. (2023). "*Exploring spatio-temporal variation of drought characteristics and propagation under climate change using multi-model ensemble projections*". Natural Hazards, v. 115, p. 2483–2503.

SOUZA FILHO et al. (2023). "*Integrated proactive drought management in hydrosystems and cities: building a nine-step participatory planning methodology*". Natural Hazards, v. 115, p. 2179–2204.

VAN LOON, A. F. (2015). "*Hydrological drought explained*". Wiley Interdisciplinary Reviews: Water, v. 2, p. 359–392.

WILHITE, D. A. (2000). "*Drought as a natural hazard: Concepts and definitions*", in Drought: A Global Assessment. Org. por Wilhite, D.A. Routledge, London/UK, v. 1, pp. 3–18.

XAVIER, A. C. et al (2022). "*New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020)".* International Journal of Climatology, v. 42, n. 16, p. 8390–8404.