

ESTIAGENS E SUSTENTABILIDADE: A INFLUÊNCIA DAS INFRAESTRUTURAS HÍDRICAS NA AGRICULTURA DO SEMIÁRIDO CEARENSE

Eveline Menezes Rodrigues da Silva¹, Gabriela Domingos Lima², José Brenno Carneiro de
Lima³, Nazaré Suziane Soares⁴, Isabel Cristina da Silva Araújo⁵

RESUMO: Este estudo analisou como a ampliação da oferta hídrica, por meio da construção de reservatórios, influenciou a área colhida no Estado do Ceará. Foram utilizadas bases de dados de capacidade de armazenamento hídrico (COGERH, 1900–2021) e de área colhida (IPEA, 1960–2022). Os dados foram tratados em Excel e R, aplicando-se índices normalizados e agrupamento por década. Os resultados indicam que a construção dos reservatórios contribuiu para a manutenção da área colhida mesmo em períodos de secas prolongadas. Conclui-se que os investimentos em infraestrutura hídrica aumentaram a resiliência da produção agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: Reservatórios, Produção agrícola, Semiárido.

DROUGHTS AND SUSTAINABILITY: THE INFLUENCE OF WATER INFRASTRUCTURE ON AGRICULTURE IN THE SEMI-ARID REGION OF CEARÁ

ABSTRACT: This study analyzed how the expansion of water availability through the construction of reservoirs influenced the harvested area in the state of Ceará, Brazil. Historical datasets from water storage capacity (COGERH, 1900–2021) and harvested area (IPEA, 1960–2022) were analyzed. Data processing was carried out using Excel and R, with the application of normalized indices and decade-based grouping. The findings suggest that the construction of reservoir infrastructure has played a key role in sustaining agricultural activity, even during

¹ Pós doutoranda em Engenharia Agrícola, UFC, Campus do Pici, CEP 60455-760, Fortaleza, CE. (85) 3366-9756, evelinemenezessilva@gmail.com

² Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFC, *Campus* do Pici, Fortaleza, CE.

³ Doutorando em Engenharia Agrícola, UFC, *Campus* do Pici, Fortaleza, CE.

⁴ Pós doutoranda em Engenharia Agrícola, UFC, *Campus* do Pici, Fortaleza, CE.

⁵ Profa. Doutora, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, *Campus* do Pici, Fortaleza, CE.

extended drought periods. The study concludes that investments in water infrastructure have contributed to enhancing the resilience of agricultural production in semi-arid regions.

KEYWORDS: Reservoirs, Agricultural production, Semi-arid.

INTRODUÇÃO

O armazenamento de água em reservatórios é um dos mecanismos primários para lidar com a variabilidade da oferta e demanda hídrica (WISER et al., 2013). A construção de reservatórios possibilitou o desenvolvimento de sociedades antigas e contemporâneas (MEDEIROS E SIVAPALAN, 2020). Segundo Verpoorter et al. (2014), existem globalmente mais de 100 milhões de reservatórios.

A política pública de implantação de reservatórios no semiárido brasileiro foi concebida a partir de meados do século XIX, após o reconhecimento oficial das secas como um problema de escala nacional. Esse reconhecimento ocorreu, sobretudo, em razão da tragédia e da grande repercussão internacional da Grande Seca de 1877 a 1879, que resultou na morte de centenas de milhares de pessoas no Nordeste brasileiro (CAMPOS, 2015).

Desde então, o Estado do Ceará tem sido marcado por eventos recorrentes de secas severas, que impactaram significativamente seu desenvolvimento socioeconômico e ambiental. Em um intervalo de 102 anos de registros climáticos, foram identificadas seis secas com duração mínima de quatro anos. Dentre elas, destaca-se a mais prolongada, ocorrida entre 1951 e 1959, totalizando quase nove anos consecutivos de estiagem, considerada uma das mais críticas da história regional (MEDEIROS e SIVAPALAN, 2020).

Nesse cenário, os reservatórios passaram a ser construídos com o objetivo de armazenar água durante o período chuvoso e suprir os déficits hídricos durante a estação seca. Essa estratégia visava não apenas mitigar os conflitos pelo uso da água entre diferentes setores, mas também criar condições que favorecessem a fixação das populações no meio rural (NUNES; MEDEIROS, 2020).

No Estado do Ceará, os principais reservatórios estratégicos construídos ao longo do século XX foram voltados prioritariamente para o abastecimento humano, mas também passaram a oferecer suporte à atividade agrícola (PEREIRA et al., 2025). A implantação desses sistemas de armazenamento hídrico foi fundamental para viabilizar o desenvolvimento agrícola e industrial da região semiárida, a qual, sob condições naturais, não apresentaria capacidade de sustentar sua atual densidade populacional. Este estudo tem como objetivo analisar de que

forma a ampliação da oferta hídrica, proporcionada pela construção de reservatórios, contribuiu para o incremento da área colhida no Estado do Ceará,

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste estudo, foram utilizadas duas principais bases de dados. A primeira refere-se à capacidade de armazenamento hídrico, cujas informações foram obtidas no Atlas dos Recursos Hídricos do Ceará, publicado pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), abrangendo o período de 1900 a 2021. Atualmente, a COGERH realiza o monitoramento de 157 reservatórios estratégicos no estado. A segunda base de dados corresponde à área colhida, cujos registros foram extraídos da plataforma do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), com série histórica disponível desde a década de 1960 até 2022.

A análise dos dados foi conduzida com o auxílio dos softwares Microsoft Excel e R, utilizando-se de técnicas de agregação temporal por décadas e cálculo de índices de comparação relativa com base histórica, de modo a viabilizar a comparação entre variáveis com unidades distintas.

Para viabilizar a análise conjunta de variáveis com unidades e escalas distintas, como área colhida (ha), capacidade total de armazenamento hídrico (hm³) e volume efetivamente armazenado nos reservatórios, optou-se pela construção de índices de comparação relativa com base histórica. Esse tipo de índice consiste em adotar um valor de referência fixo em um período inicial, atribuindo-lhe o valor 100, e expressar os valores dos períodos subsequentes em termos relativos a esse ponto de partida. No caso da área colhida e da capacidade de armazenamento hídrico, a base histórica adotada foi a década de 1960, por ser o início da série temporal utilizada. Já para o volume efetivamente armazenado nos reservatórios, cujo monitoramento sistemático só teve início a partir de 1990, essa década foi adotada como referência.

Esse tipo de índice permite representar o comportamento das variáveis ao longo do tempo em uma mesma escala comparativa, sem necessidade de conversões de unidade. Assim, facilita-se a interpretação gráfica e a identificação de tendências, oscilações e correlações entre as variáveis ao longo das décadas, mesmo em um contexto marcado por eventos climáticos extremos, como as secas recorrentes no semiárido cearense.

Neste estudo, analisou-se os eventos de seca ocorridos entre as décadas de 1970 a 2000 (Tabela 1), evidenciando a persistência e a ciclicidade dos fenômenos de estiagem.

Tabela 1. Ocorrência de secas no Estado do Ceará entre as décadas de 1970 e 2010.

Décadas	Anos de seca
1970	1979
1980	1980 - 1983
1990	1992-1993 1997-1999
2010	2012 - 2017

Fonte: Secretaria de Recursos Hídricos (2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, observa-se a evolução temporal da implantação da infraestrutura hídrica no Estado do Ceará. Os reservatórios monitorados pela COGERH, são classificados como estratégicos, estes fornecem água para o abastecimento humano e no atendimento de outras demandas hídricas do Estado (SILVA et al., 2025).

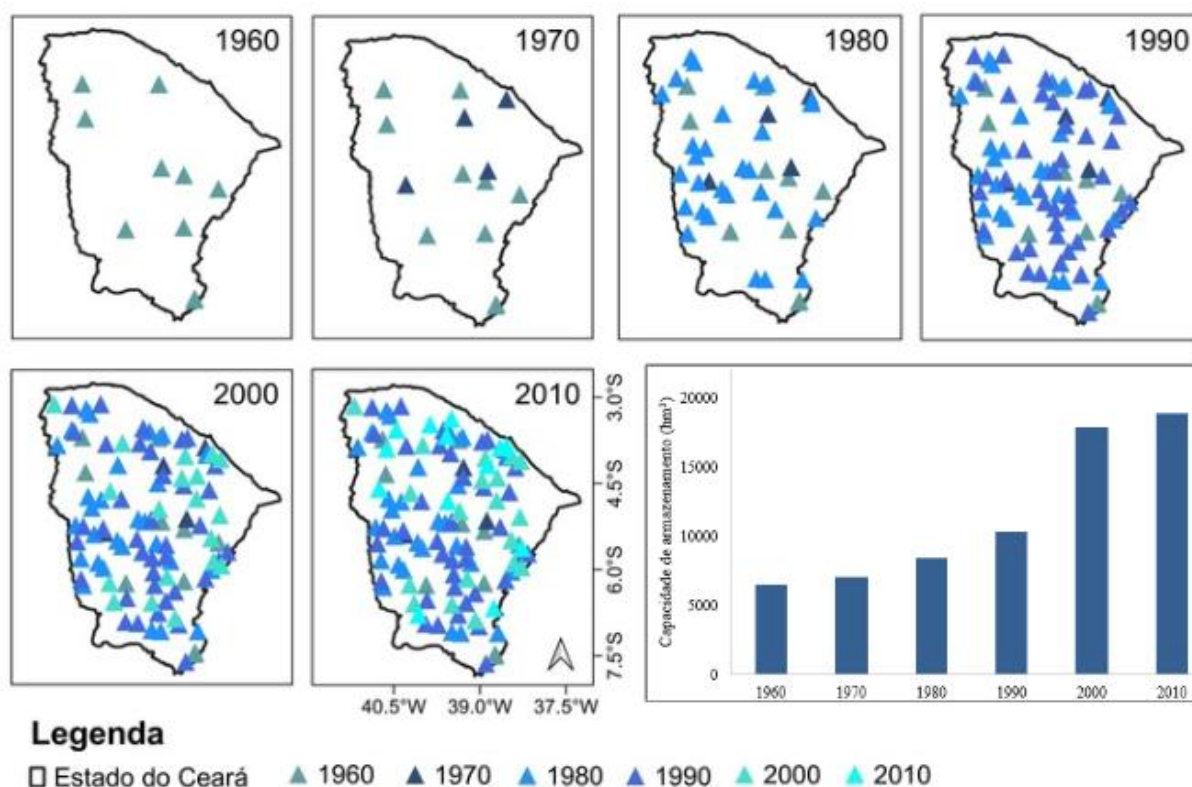


Figura 1. Evolução temporal da implantação e expansão da rede de reservatórios no Estado do Ceará entre 1960 a 2010.

Ao longo das últimas décadas, o Estado do Ceará apresentou expressivo aumento em sua capacidade de armazenamento hídrico. O marco mais significativo nesse processo foi a construção do reservatório Padre Cícero, popularmente conhecido como Açude Castanhão, com

capacidade de acumular 6.700 hm³. No final da década de 1990 a capacidade total de armazenamento do Estado era de 10.192 hm³, passando para 16.892 hm³ após a construção do Castanhão. É importante destacar que a capacidade de armazenamento não equivale à disponibilidade hídrica, uma vez que esta é fortemente condicionada por fatores como a ocorrência recorrente de eventos de seca e a qualidade da água, os quais estão intrinsecamente relacionados à efetiva utilização dos recursos hídricos.

Na Figura 2, são apresentados os índices de comparação relativa com base histórica, referentes à área colhida, à capacidade total de armazenamento hídrico e ao volume efetivamente armazenado no Estado do Ceará ao longo das décadas analisadas. Os dados de volume disponível concentram-se no período de 1990 a 2010, quando a COGERH iniciou o monitoramento sistemático. Ainda na Figura 2, uma linha tracejada indica a capacidade registrada em 1960, representando um cenário hipotético no qual a capacidade de armazenamento se manteria constante desde então.

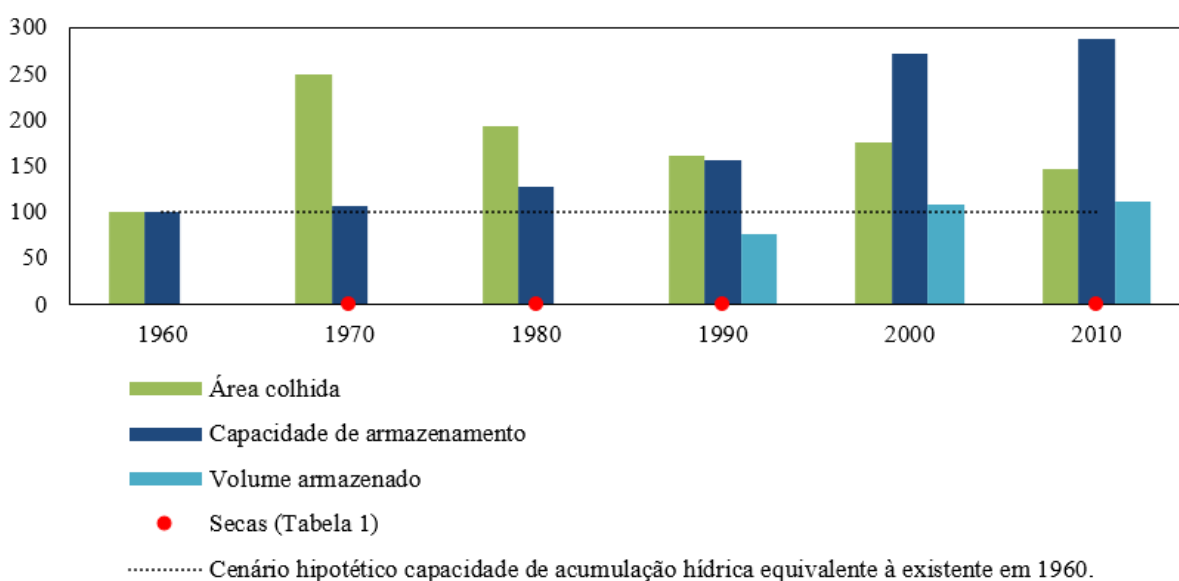


Figura 2. Evolução temporal dos índices de área colhida, capacidade de armazenamento e volume de água no Ceará.

Para melhor compreender a importância dos reservatórios na resiliência hídrica do estado, este cenário hipotético evidencia que, caso não tivesse ocorrido os investimentos subsequentes em infraestrutura, os volumes disponíveis teriam sido significativamente menores, principalmente em anos de estiagem prolongada. Tal condição teria comprometido a oferta de água para a agricultura reduzindo a capacidade de manter ou expandir a produção agrícola. Embora não seja apresentada uma modelagem numérica, a comparação visual entre cenários

observado e hipotético reforça a importância dos reservatórios como elemento mitigador dos impactos da variabilidade climática na produção agrícola.

Na década de 1970, verificou-se um aumento expressivo na área colhida no Estado do Ceará. Tal expansão pode estar associada ao acelerado processo de minifundização ocorrido no período, ao crescimento da população residente em áreas rurais e à substituição da mão de obra temporária por permanente, sobretudo em estabelecimentos de maior extensão territorial. Adicionalmente, o incremento dos incentivos ao crédito rural e a introdução de inovações tecnológicas no setor agrícola configuraram fatores determinantes que, em conjunto, contribuíram para a ampliação da área efetivamente cultivada (SILVA, 1982). Outro aspecto a ser considerado é que, durante essa década, registrou-se apenas um ano de seca.

A análise indica que a construção de reservatórios no semiárido cearense assumiu importância estratégica, ao garantir o abastecimento hídrico da população e, simultaneamente, viabilizar a intensificação da agricultura irrigada. Tal infraestrutura permitiu a ampliação da produção de alimentos, tanto para o abastecimento local quanto para a comercialização em mercados externos, contribuindo diretamente para a segurança alimentar e o fortalecimento da economia regional (MEIRA NETO et al., 2024). Entretanto, há uma limitação quanto à avaliação histórica do volume de água disponível nesses reservatórios, uma vez que o monitoramento sistemático dessa variável pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) teve início apenas na década de 1990. Dessa forma, não é possível estimar os volumes armazenados nas décadas anteriores, período em que diversas barragens foram implantadas. Ainda assim, verifica-se que, mesmo diante de um prolongado período de estiagem na década de 2010, registrado entre 2012 e 2017 e, em determinadas localidades, estendido até 2019 (MEDEIROS et al., 2020), o Estado do Ceará manteve a área colhida em aproximadamente 15.950 km², evidenciando o papel estratégico dessa infraestrutura na promoção da resiliência agrícola em contextos de escassez hídrica.

CONCLUSÕES

A análise histórica dos índices de área colhida, capacidade de armazenamento hídrico e volume efetivamente armazenado no Estado do Ceará evidencia que a ampliação da infraestrutura de reservatórios foi fundamental para reduzir os impactos das secas prolongadas sobre a produção agrícola. Embora a área colhida tenha apresentado uma redução em relação à década de 1970, principalmente na última década analisada, a manutenção de patamares

produtivos mesmo durante eventos críticos de estiagem sugere que, na ausência dessa infraestrutura, as perdas teriam sido mais acentuadas.

O cenário hipotético apresentado indicou que, caso a capacidade de armazenamento tivesse permanecido equivalente à observada em 1960, a disponibilidade hídrica teria sido insuficiente para sustentar os níveis atuais de área colhida frente à variabilidade climática. Nesse sentido, os investimentos em reservatórios contribuíram para mitigar os efeitos das secas, fortalecendo a resiliência hídrica e agrícola do Estado, ainda que outros fatores, como produtividade, uso de tecnologia e mudanças no perfil de cultivo, também possam ter influenciado a dinâmica observada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, J.N.B. Paradigms and public policies on drought in northeast Brazil: a historical perspective. **Environmental Management**, 55, 105231063. 2015. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0444-x>
- CEARÁ. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos**. 2025. <http://www.hidro.ce.gov.br>
- CEARÁ. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH. **Atlas Interativo dos Recursos Hídricos do Ceará**. <http://atlas.cogerh.com.br/>
- CEARÁ. Secretaria de Recursos Hídricos. **Histórico das secas no Ceará**. <https://www.srh.ce.gov.br/historico/>
- da SILVA, E. M. R., de ALMEIDA, L. G., MEDEIROS, P. H. A., LIMA, G. D., ANDRADE, E. M., de ARAÚJO, J. C.. Reservoir eutrophication in the Brazilian semiarid: modeling of sediment removal and control of external loads as remediation measures. **Environ Sci Pollut Res** 32, 7663–7679. 2025. <https://doi.org/10.1007/s11356-025-36183-z>
- da SILVA, L. A. C. **Evolução da estrutura agrária do estado do Ceará**. 1982. 170 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração: Economia Agrária), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.
- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Base de dados: Ipeadata**. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. <https://www.ipeadata.gov.br/>

MEDEIROS, P., & SIVAPALAN, M. (2020). From hard-path to soft-path solutions: slow–fast dynamics of human adaptation to droughts in a water scarce environment. **Hydrological Sciences Journal**, 65(11), 1803–1814. <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1770258>

MEIRA NETO, A. A., MEDEIROS, P., ARAÚJO, J. C., PEREIRA, B., & SIVAPALAN, M.. Evolution of Drought Mitigation and Water Security through 100 Years of Reservoir Expansion in Semi-Arid Brazil. **Water Resources Research**, 60(9), 1-23. 2024. <https://doi.org/10.22541/essoar.169755397.70685279/v1>

NUNES, L., & MEDEIROS, P.. Análise Histórica da Severidade de Secas no ceará: Efeitos da Aquisição de Capital Hidráulico sobre a Sociedade. **Revista de Gestão de Água Da América Latina**, 17(1), 18–0. 2020. <https://doi.org/10.21168/rega.v17e18>

PEREIRA, B. P., UCHÔA, J. G. S. M., FREITAS, G. S., MEIRA NETO, A. A., ANACHE, J. A. A., WENDLAND, E. C., MENDIONDO, E. D. M. & MEDEIROS, P. H. A.. Hydrological heritage: A historical exploration of human–water dynamics in northeast Brazil, **Hydrological Sciences Journal**. 2025. <https://doi.org/10.1080/02626667.2024.2446272>

VERPOORTER, C. et al. A global inventory of lakes based on high-resolution satellite imagery. **Geophysical Research Letters**, v. 41, n. 18, p. 639636402, 2014. <https://hal.science/hal-01066344v1>

WISSER, D.; FEKETE, B.M.; VÖRÖSMARTY, C.J.; SCHUMANN, A.H. Beyond peak reservoir storage? A global estimate of declining water storage capacity in large reservoirs. **Water Resources Research**, v. 49, p. 5732–5739, 2013. <https://doi.org/10.1002/wrcr.20452>