

ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NO MUNICÍPIO DE QUIXERAMOBIM-CE: MANEJO HÍDRICO NO SEMIÁRIDO

**Frnaicso J. R. da Paixão¹, Ticiano L. Costa², Rildson M. Fontenele³, Anielle dos
S. Brito⁴, Rosany C. L. de Albuquerque⁵**

¹ Prof. DSc. da Faculdade de Tecnologia FATEC- Cariri, Juazeiro do Norte-CE, Brasil
jardel@centec.org.br

² Prof. MSc., IFPB. Campus de São Gonçalo/Sousa-PB, Brasil, E-mail: ticiano.costa@ifpb.edu.br

³ Professor, Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia – FATEC Cariri, Juazeiro do Norte-CE, Brasil. E-mail:

⁴ Colaboradora, Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia – FATEC Cariri, Juazeiro do Norte-CE, Brasil

⁵ Colaboradora, Faculdade de Tecnologia – FATEC Cariri, Juazeiro do Norte-CE, Brasil

Resumo: O estudo analisa a precipitação pluviométrica e a evapotranspiração de referência (ET_o) em Quixeramobim-CE e suas implicações para a gestão hídrica e o planejamento agrícola. Com dados de 1993 a 2024, calculados pelo método Hargreaves-Samani, observou-se que, apesar da variabilidade das chuvas, a ET_o apresenta tendência de aumento, intensificando a demanda hídrica. A média anual de precipitação foi 742,5 mm ($\pm 250,57$), e a de ET_o 1210,47 mm ($\pm 220,05$). O cenário evidencia a urgência de manejo eficiente da água, como irrigação de precisão, e subsidia políticas públicas e práticas agrícolas no semiárido.

Palavras-chave: Balanço hídrico; Irrigação; Mudanças climáticas; Recursos hídricos; Variabilidade climática.

1. INTRODUÇÃO

O semiárido cearense apresenta sérios desafios para a agricultura, devido à sua alta variabilidade pluviométrica e escassez hídrica. No município de Quixeramobim, essa realidade manifesta-se pela dependência direta das precipitações para a produção agrícola, tornando crucial a compreensão da dinâmica entre a precipitação pluviométrica e a evapotranspiração de referência (ET_o). A ET_o, enquanto medida da demanda hídrica atmosférica, configura-se como fundamental para o planejamento de irrigação racional em contextos de limitação hídrica (CARVALHO et al., 2019).

A irregularidade das chuvas e o aumento da ET_o, potencializado pelas mudanças climáticas, intensificam a vulnerabilidade agrícola da região (SILVA et al., 2018). Essa condição exige a

elaboração de estratégias de adaptação baseadas no conhecimento preciso dessas variáveis. A análise de suas tendências históricas torna-se, portanto, uma ferramenta essencial para o desenvolvimento de políticas públicas e práticas agrícolas sustentáveis no semiárido (SANTOS et al., 2021). O presente estudo objetiva analisar a precipitação pluviométrica e a ET_o no município de Quixeramobim-CE, visando compreender sua relação e implicações para a agricultura local.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no município de Quixeramobim, Estado do Ceará, localizado nas coordenadas 5°10'23" de latitude Sul e 39°17'14" de longitude Oeste, com altitude de 227,33 metros. A pesquisa caracteriza-se como quantitativa, com abordagem descritiva e

explicativa, fundamentando-se em dados secundários históricos. Utilizaram-se dados históricos diários provenientes da estação meteorológica do INMET em Quixeramobim, compreendendo o período de 1961 a 2024 para a análise de precipitação e evapotranspiração de referência (ET_o). A ET_o foi calculada pelo método de Hargreaves-Samani, conforme a equação (1):

$$ET_o = 0,0023 \times (T_{ma} - T_{mi})^{0,5} \times (T_{média} + 17,8) \times Ra \quad (1)$$

Onde:

- T_{ma} é a temperatura máxima diária.
- T_{mi} é a temperatura mínima diária.
- T_{me} é a temperatura média diária.
- R_a é a radiação solar extraterrestre.

A análise de variância (ANOVA) foi empregada para avaliar a significância estatística das diferenças nas médias de precipitação e ET_o entre décadas. Este método contribui para o entendimento das flutuações interanuais das variáveis e das tendências temporais.

Aplicou-se o Teste de Mann-Kendall para verificação de tendências nas séries temporais de precipitação e ET_o. Este teste permite identificar tendências de aumento ou diminuição nas variáveis ao longo do tempo, sem pressupor distribuição específica dos dados (MANN; KENDALL, 1953).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da série histórica de 64 anos (1961-2024) dos dados de precipitação e evapotranspiração de referência (ET_o) para Quixeramobim-CE revela tendências distintas e um crescente desequilíbrio no balanço hídrico local. A Tabela 1 sintetiza os principais parâmetros estatísticos para ambas as variáveis no período analisado.

Tabela 1: Resumo estatístico dos dados climáticos da estação meteorológica convencional de Quixeramobim - CE (Período: 1961-2024).

Ano	Precipitação média/ano (mm)	ET _o Anual Estimada (mm)
Precipitação (<400mm/ano)		
1972	93	1812,464
1983	281,2	1812,952
1998	285,8	1832,376

2012	301,9	1856,1
2016	398,7	1868,5
2022	222,4	1888,9
Precipitação (>900mm/ano)		
1964	1341,9	1740,4
1967	1085,9	1779,8
1969	978,5	1819,1
1974	1249,1	1770,8
1975	1040	1777,2
1977	1214,8	1808,998
1984	1097,6	1816,285
2002	1109,1	1824,12
2004	1192,1	1863,1
2009	1227,6	1835,2
2011	1189,7	1862,9
2023	1098,5	1900,4
2024	1062,1	1922,6

A precipitação no município exibe uma extrema variabilidade interanual, uma característica intrínseca do semiárido brasileiro. Anos de chuvas abundantes, como 1964 (1341,9 mm) e 1974 (1249,1 mm), contrastam drasticamente com períodos de secas severas, como as observadas em 1972 (93 mm), 2012 (301,9 mm) e 2022 (222,4 mm). Essa irregularidade representa um dos maiores desafios para a agricultura de sequeiro e para a gestão de reservatórios na região.

Em contrapartida, a evapotranspiração de referência (ET_o) demonstra uma tendência clara e preocupante de aumento ao longo do período analisado. Os valores anuais de ET_o, que representam a demanda evaporativa da atmosfera, têm se elevado de forma consistente, passando de uma média de aproximadamente 1740 mm na década de 1960 para mais de 1920 mm nos anos recentes. Este aumento está diretamente associado à elevação das temperaturas, um dos principais efeitos das mudanças climáticas globais. Estudos recentes indicam que o aumento das temperaturas no semiárido brasileiro intensifica as taxas de evaporação, o que eleva a demanda hídrica para a agricultura e acelera o esgotamento dos corpos d'água.

O confronto direto entre a oferta hídrica (precipitação) e a demanda atmosférica (ET_o), ilustrado na Figura 1, evidencia a intensificação do déficit hídrico em Quixeramobim. A análise

comparativa demonstra que, embora a precipitação apresente picos e vales ao longo das décadas, a linha de tendência da ETo ascende de forma contínua, ampliando a lacuna entre a água que entra no sistema e a que é demandada pela atmosfera.

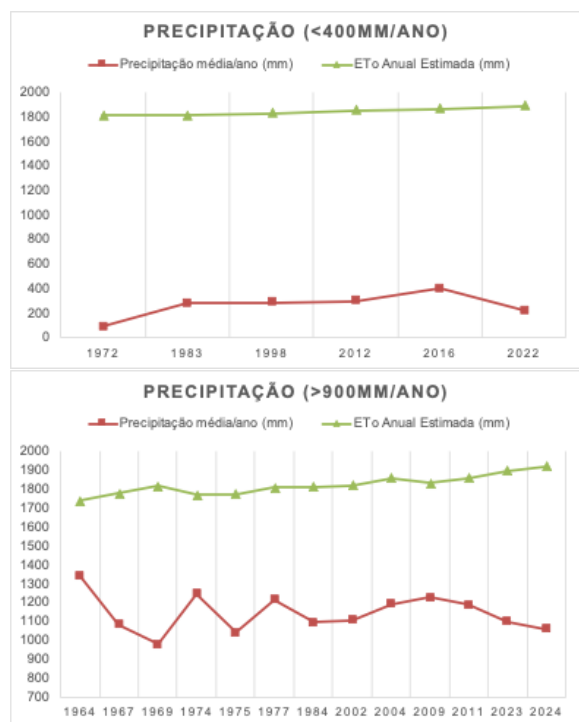


Figura 1: Análise comparativa entre Precipitação Efetiva e Evapotranspiração de Referência (ETo) anual em Quixeramobim-CE (1961-2024).

A análise revela que o fator determinante para a condição de escassez hídrica na região não é, paradoxalmente, a falta de chuva em termos absolutos, mas sim a elevadíssima taxa de evapotranspiração. A média de precipitação de Quixeramobim (735,8 mm/ano) é superior à de muitas cidades europeias conhecidas pelo clima úmido, como Londres, que registra em média 585 mm/ano, e Paris, com cerca de 641 mm/ano.

No entanto, a grande diferença reside na localização geográfica. Quixeramobim, situado a uma baixa latitude (5° S), recebe uma incidência de radiação solar muito mais intensa e direta ao longo do ano em comparação com Londres (51° N) e Paris (48° N). Essa elevada oferta de energia resulta em temperaturas mais altas e, conseqüentemente, em uma demanda evaporativa (ETo) drasticamente maior, que chega a ser o triplo da precipitação anual. Nas cidades europeias, a menor insolação e as temperaturas amenas resultam em uma ETo

significativamente mais baixa, permitindo um balanço hídrico positivo e a manutenção da umidade mesmo com volumes pluviométricos inferiores.

Essa disparidade evidencia que a gestão de recursos hídricos no semiárido deve focar não apenas no armazenamento da água da chuva, mas, crucialmente, em estratégias para minimizar as perdas por evaporação. Em anos de seca extrema, a situação atinge níveis críticos. Em 2022, com uma precipitação de apenas 222,4 mm, a demanda evaporativa foi de 1888,9 mm, resultando em um déficit de 1666,5 mm. De forma ainda mais alarmante, mesmo em anos chuvosos como 2024 (1062,1 mm), a ETo de 1922,6 mm gerou um déficit de 860,5 mm. Isso demonstra que a crescente demanda atmosférica impede a recarga hídrica satisfatória, tornando a região progressivamente mais árida e vulnerável.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o município de Quixeramobim apresenta tendência crescente de demanda evaporativa, potencializada pelo aquecimento global, sem correspondente aumento da oferta pluviométrica. Esta condição exige a implementação urgente de tecnologias de irrigação de precisão e práticas agrícolas adaptativas. Recomenda-se a integração dessas estratégias em políticas públicas para garantir gestão hídrica eficiente e sustentabilidade agrícola no semiárido cearense.

AGRADECIMENTOS

INMET e FUNCEME que disponibilizam os dados em seus respectivos portais

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 1998. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- CARVALHO, M. S.; GOMES, L. P.; SOUZA, R. C. Modelagem da evapotranspiração de referência em regiões semiáridas. Agrometeorologia, v. 45, n. 3, p. 245-257, 2019.

GOMES, R. A.; ALVES, T. P.; SANTOS, P. F. Desafios na gestão dos recursos hídricos no semiárido: técnicas e práticas de irrigação eficientes. Revista de Ciência e Tecnologia, v. 49, n. 1, p. 132-145, 2021.

SILVA, D. A.; ALVES, R. S.; PEREIRA, C. J. Estudo da evapotranspiração de referência no estado do Ceará. Revista Brasileira de Ciências do Solo, v. 42, p. 1-11, 2018.

SANTOS, A. L.; ALVES, D. F.; MARTINS, M. C. Avaliação do impacto da precipitação e evapotranspiração na agricultura de Quixeramobim. Revista de Geografia e Ciências Ambientais, v. 19, n. 3, p. 112-124, 2020.

CAVALCANTE, L. H.; SOUZA, M. R.; PEREIRA, L. F. Tendências climáticas no semiárido brasileiro: uma análise de longo prazo. Climatic Change, v. 78, n. 4, p. 95-112, 2020.