XVIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE
XVIII ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE

BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE PARA SOUSA-PB, SEMIÁRIDO NORDESTINO

Walmir Souza Vasconcelos[1]; André Batista Santos [2]; Carla Tamilys Vasconcelos Araujo[3]; Marcos Eric Barbosa Brito[4]; Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas[5] Marcus Aurelio Soares Cruz [6]

RESUMO Objetivo estimar o balanço hídrico climatológico (BHC) e classificar o clima do município de Sousa–PB, com base na metodologia de Thornthwaite e Mather (1955). Para tanto, utilizaram-se dados de temperatura e precipitação do período de 2015 a 2024, considerando uma capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) de 100 mm. A partir dos resultados, notou-se uma precipitação média anual de 784,5 mm, concentrada entre os meses de janeiro e abril, e deficiência hídrica nos demais meses. A evapotranspiração potencial anual foi de 1922,4 mm, sendo a evapotranspiração real correspondente a cerca de 40% desse valor. A classificação climática obtida foi Dw2A'a', caracterizando um clima semiárido, megatérmico, com grande deficiência hídrica no inverno e excedente muito pequeno ou inexistente. Foi evidenciada elevada limitação hídrica, indicando necessidade de irrigação durante a maior parte do ano, assim como irrigação suplementar nos meses chuvosos.

ABSTRACT The objective was to estimate the climatological water balance (CWB) and classify the climate of the municipality of Sousa based on the methodology Thornthwaite and Mather (1955). For this purpose, temperature and precipitation data from the period 2015 to 2024 were used, considering a soil water storage capacity (SWSC) of 100 mm. From the results, an average annual precipitation of 784.5 mm was observed, concentrated between the months of January and April, and water deficiency during the remaining months. The annual potential evapotranspiration was 1922.4 mm, and the actual evapotranspiration corresponded to about 40% of this value. The climatic classification obtained was Dw2A'a', characterizing a semiarid, megathermal climate with high water deficiency in winter and very small or nonexistent surplus. High water limitation was evidenced, indicating the need for irrigation during most of the year, as well as supplementary irrigation during the rainy months.

Palavras-chave: Evapotranspiração potencial; Déficit hídrico; Irrigação suplementar.

[1]) Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 83 996034541, walmirsv@hotmail.com
[2]) Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 79 998399492, andregeoagri@gmail.com
[3]) Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 79 988668804, carlatamilys123@gmail.com
[4]) Universidade Federal de Sergipe, Rodovia Engenheiro Jorge Neto, km 3, Silos, Nossa Senhora da Glória - SE, 79 996762679, marcoseric@academico.ufs.br
[5]) Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 79 991551776, aatlucas@academico.ufs.br
[6]) Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju, SE, CEP: 49025-040, marcus.cruz@embrapa.br .

INTRODUÇÃO

A compreensão das condições climáticas é indispensável para o manejo eficiente dos recursos naturais e para a promoção do desenvolvimento sustentável, especialmente em regiões dependentes das atividades agropecuárias (Coelho *et al.*, 2024). Nesse cenário, a água constitui um recurso estratégico para os diversos setores da sociedade, cuja disponibilidade vem sendo progressivamente pressionada pelo aumento da demanda e pela intensificação dos múltiplos usos, agravando os problemas relacionados à escassez hídrica (Santos; Santana, 2025).

A deficiência hídrica é um dos principais fatores limitantes à produtividade agrícola (Morais *et al.*, 2024), especialmente em regiões semiáridas, onde a irregularidade das chuvas compromete a disponibilidade de água no solo. Nesse contexto, a compreensão da dinâmica climática e da sazonalidade das precipitações é essencial para o planejamento agrícola e a adoção de estratégias capazes de minimizar os impactos da escassez hídrica sobre a produção (Doklega *et al*., 2024; Santos; Oliveira, 2025).

O balanço hídrico climatológico (BHC) constitui uma importante ferramenta agrometeorológica para a avaliação da dinâmica hídrica de uma região, permitindo analisar a relação entre precipitação, evapotranspiração e armazenamento de água no solo (Villa *et al*., 2022). Além de contribuir para a caracterização climática, o BHC possibilita identificar períodos de deficiência e excedente hídrico, subsidiando o planejamento agrícola, o manejo da irrigação e a compreensão da disponibilidade hídrica para as plantas e aquíferos subterrâneos (Corrêa *et al*., 2023; Yoshinaga *et al*., 2024).

O município de Sousa, localizado na mesorregião do Sertão Paraibano, ocupa a sétima posição em extensão territorial e configura-se como a oitava maior economia do estado da Paraíba (SEPLAG-PB; IBGE, 2022), o que é relativo a atuação nos setores agropecuário e industrial, o que denota a importância de se conhecer o balanço hídrico da região, visando tomadas de decisão mais assertivas, uma vez que, apesar da relevância econômica da agricultura no município de Sousa-PB, ainda são escassos estudos recentes voltados à atualização do balanço hídrico climatológico e da classificação climática local, especialmente considerando séries históricas mais atuais.

Assim, objetivou-se estimar o balanço hídrico climatológico e a classificação climática do município de Sousa-PB através da metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955).

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Sousa-PB, localizado nas coordenadas geográficas de 6°45′39″ S e 38°13′51″, com altitude média de 220m.

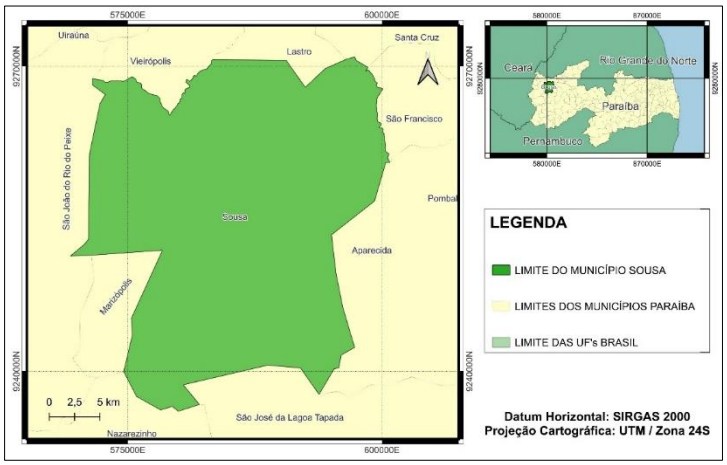


Figura 2 – Mapa de localização do município de Sousa, Paraíba.

Para o cálculo do BHC utilizou-se os dados normais de temperatura e de precipitação para o período de 2015 a 2024 e da capacidade de armazenamento de água (CAD) no solo de 100 mm, ambos obtidos através do Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (SISDAGRO) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O balanço hídrico climático foi realizado a partir do método proposto por Thornthwaite e Mather (1955), utilizando a planilha eletrônica desenvolvida por Rolim e Sentelhas (1999). Dessa forma, foi possível obter os valores médios das seguintes variáveis: evapotranspiração real (ETR), evapotranspiração potencial (ETP), excedente hídrico (EXC) e deficiência hídrica (DEF).

A classificação climática foi realizada segundo o método de Thornthwaite, com base nos índices hídrico (Ih), de aridez (Ia) e de umidade (Iu), calculados conforme Santos et al. (2018), por meio das Equações 1, 2 e 3.

$$Ih = \left(\frac{EXC}{ETP}\right) * 100 \quad (1)$$

$$Ia = \left(\frac{DEF}{ETP}\right) * 100 \quad (2)$$

$$Iu = Ih - 0{,}6 * Ia \quad (3)$$

De acordo com Corrêa *et al.* (2023), os fundamentos da classificação climática pelo método de Thornthwaite (1948) incluem: o índice de umidade (Iu), o índice de aridez (Ia), o balanço hídrico, as variações térmicas e a evapotranspiração potencial, tanto anual quanto no verão. Os resultados foram analisados de forma descritiva, considerando a variabilidade sazonal das variáveis climáticas

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do BHC estão apresentados na Tabela 1 e nas Figuras 2 e 3, podendo-se observar que, para o período em estudo, a precipitação total média anual foi de 784,5 mm, evidenciando duas estações distintas, uma chuvosa, concentrada, majoritariamente, entre os meses de janeiro e abril, período que o somatório de precipitação representa mais de 79,80% do total anual, e outra seca, que ocorre de maio a dezembro, constando-se, ainda, que o maior índice pluviométrico (217,5 mm) é observado no mês de março, enquanto o mês de outubro é o de menor precipitação (0,7 mm).

A distribuição irregular das chuvas observada em Sousa-PB é característica do semiárido nordestino e influencia, diretamente, a disponibilidade de água e o manejo dos cultivos que, normalmente, precisam de irrigação. Resultados semelhantes foram observados por Silva e Cabral (2025), ao analisarem a hidroclimatologia do estado de Alagoas, destacando a elevada irregularidade das precipitações, especialmente nas áreas do Sertão.

Tabela 1 – Balanço hídrico climatológico do município de Sousa-PB, segundo Thornthwaite e Mather (1955) (CAD = 100mm).

Mês	T ºC	P	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
	ºC	mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm
Jan	28.1	114.5	176.49	-62.0	-1238.2	0.00	0.00	114.5	62.0	0.0
Fev	27.3	146.5	142.18	4.3	-314.3	4.32	4.32	142.2	0.0	0.0
Mar	26.8	217.5	144.03	73.5	-25.1	77.81	73.49	144.0	0.0	0.0
Abr	26.6	147.2	132.81	14.4	-8.1	92.24	14.43	132.8	0.0	0.0
Mai	26.6	60.7	133.80	-73.1	-81.1	44.42	-47.82	108.6	25.2	0.0
Jun	26.3	32.0	123.61	-91.6	-172.8	17.77	-26.65	58.6	65.0	0.0
Jul	26.6	19.6	132.21	-112.6	-285.4	5.76	-12.01	31.6	100.6	0.0
Ago	27.4	5.1	150.74	-145.6	-431.0	1.34	-4.42	9.5	141.2	0.0
Set	28.5	1.2	174.52	-173.4	-604.4	0.24	-1.11	2.3	172.3	0.0
Out	29.3	0.7	207.52	-206.8	-811.2	0.03	-0.21	0.9	206.6	0.0
Nov	29.2	10.3	200.30	-190.0	-1001.2	0.00	-0.03	10.3	190.0	0.0
Dez	29.1	29.1	204.19	-175.1	-1176.2	0.00	0.00	29.1	175.1	0.0
TOTAIS	331.8	784.5	1922.40	-1137.9		244	0.00	784.5	1137.9	0.0
MÉDIAS	27.6	65.4	160.20	-94.8		20.3		65.4	94.8	0.0

T - Temperatura média do ar; P - Precipitação; ET_P - Evapotranspiração Potencial; NEG-AC-Negativa Acumulada; ARM -Armazenamento; ALT-Alteração; ETR-Evapotranspiração Real; DEF-Deficiência Hídrica; ECX-Excedente Hídrico;

O regime pluviométrico do município é fortemente influenciado pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), cuja oscilação sazonal favorece as precipitações entre fevereiro e maio (Araújo et al., 2017). Estudos recentes reforçam que a posição meridional da ZCIT é o principal modulador das chuvas no Norte e Nordeste do Brasil (Silva et al., 2023). Além disso, a atuação da Massa Equatorial Continental (MEC), em sinergia com a ZCIT, intensifica a formação de sistemas convectivos a partir de janeiro. Assim, os padrões pluviométricos observados em Sousa-PB refletem

a influência conjunta desses sistemas atmosféricos, em consonância com a literatura (Wanderley e Nóbrega, 2022).

A ETP manteve-se elevada ao longo do ano (Tabela 1), com um total médio anual de 1.922,40 mm, observando-se os maiores valores mensais em outubro (207,52 mm), novembro (200,30 mm) e dezembro (204,19 mm), comportamento associado ao aumento da temperatura do ar nesse período. Dessa forma, observa-se uma relação direta entre temperatura e ETP, uma vez que o aumento da disponibilidade de energia favorece os processos de evaporação e transpiração, elevando a demanda atmosférica por vapor d'água.

Mesmo sob condições ideais de umidade no solo, representadas pela capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm, verifica-se alta demanda hídrica ao longo de todo o ano, o que ressalta a importância da ETP como indicador da pressão climática sobre os recursos hídricos, especialmente em contextos agrícolas e da gestão desses. Resultados semelhantes foram observados por Sousa e Moura (2022), que identificaram correlação positiva entre temperatura do ar e evapotranspiração potencial em rios do Cerrado brasileiro, evidenciando o aumento da demanda evapotranspirativa em períodos de temperaturas mais elevadas.

A ETR, também apresentada na Tabela 1, variou de 142,2 mm em fevereiro, 144,0 mm em março e 132,8 mm em abril, período em que se notou valores próximos aos de ETP do período correspondente, evidenciando que a frequência e a intensidade das precipitações foram suficientes para manter o solo com umidade adequada, permitindo que a ET_R ocorresse próxima de sua capacidade máxima. Tal comportamento indica ausência do déficit de evapotranspiração (DEF) neste período, reforçando a estreita relação entre a disponibilidade hídrica no solo e a eficiência dos processos de evapotranspiração.

Resultados semelhantes foram observados por Teixeira *et al*. (2022), que avaliaram o balanço hídrico climatológico no município de Pentecoste, Ceará, onde a ETR também apresentou valores próximos à ETP entre os meses de fevereiro e abril, coincidindo com o período de maior intensidade pluviométrica da região.

Cabe ressaltar que a ETR representa, em média, aproximadamente 40% da ETP ao longo do ano, evidenciando que a disponibilidade hídrica é insuficiente para atender plenamente à demanda atmosférica, especialmente em períodos secos. Resultados semelhantes foram encontrados por Monteiro *et al.* (2011) no município de Groaíras–CE, onde a ETR correspondeu a cerca de 48% da ETP, comportamento característico de regiões com estação seca bem definida, nas quais a ETR é fortemente limitada pela disponibilidade de água no solo.

A evapotranspiração real acompanha o comportamento do regime pluviométrico ao longo do ano, refletindo os períodos chuvosos e secos, com total anual de 784,5 mm. Segundo Lins et al. (2021), a ETR corresponde a quantidade efetiva de água transferida da superfície terrestre para a atmosfera por meio da evaporação do solo e da transpiração vegetal, tendo a precipitação como principal fonte de reposição hídrica do solo.

O município apresenta deficiência hídrica em 10 dos 12 meses do ano. Apesar da concentração das chuvas nos quatro primeiros meses, as elevadas temperaturas intensificam a evapotranspiração, tornando a água disponível no solo insuficiente para suprir a demanda hídrica das plantas. Essa combinação resulta em déficit hídrico persistente, evidenciando a vulnerabilidade do município quanto à disponibilidade de água para a vegetação.

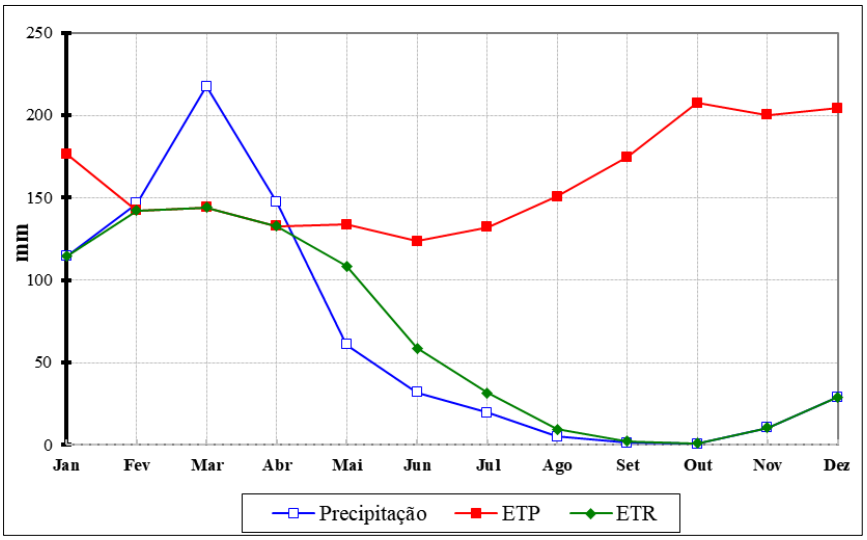


Figura 2 – Variação dos dados mensais meteorológicos de precipitação (P), evapotranspiração potencial (ET_P) e Evapotranspiração real (ET_R) em Sousa-PB (2015- 2024).

A Figura 2 apresenta a variação mensal do extrato do BHC, obtido a partir da análise conjunta da precipitação (P), da evapotranspiração potencial (ETP) e da evapotranspiração real (ETR), evidenciando a marcada sazonalidade hídrica no município. Nos meses de fevereiro, março e abril, os valores de ETP e ETR coincidem, indicando que, nesse intervalo, foi possível atingir a evaporação máxima conforme as condições climáticas vigentes. Essa coincidência decorre da elevada disponibilidade de água no solo, resultante dos altos volumes de precipitação e das temperaturas mais amenas, que favorecem a reposição hídrica e o atendimento pleno da demanda atmosférica por evapotranspiração.

Resultados semelhantes foram observados por Santos *et al.* (2018), que analisaram o BHC e a classificação climática de Feira de Santana (BA), onde também foi verificada coincidência entre ETP e ETR nos meses de maior pluviosidade. Durante a estação seca, verifica-se uma redução significativa

da ETR, reflexo direto da escassez hídrica no solo, limitando o atendimento da demanda evapotranspirativa da vegetação.

A discrepância entre a ETP e a ETR ao longo da maior parte do ano evidencia a ocorrência de déficit hídrico em dez dos doze meses, ressaltando a necessidade de estratégias eficazes de manejo dos recursos hídricos, especialmente em atividades agropecuárias que dependem da disponibilidade hídrica natural. De forma comparativa, Corrêa *et al.* (2023), ao atualizarem a classificação climática e o BHC para o estado do Maranhão, também constataram uma redução acentuada da ETR em relação à ETP durante o período seco. Contudo, nesse caso, o déficit hídrico se estende por apenas sete meses, indicando uma menor severidade climática em relação ao cenário identificado para o município de Sousa.

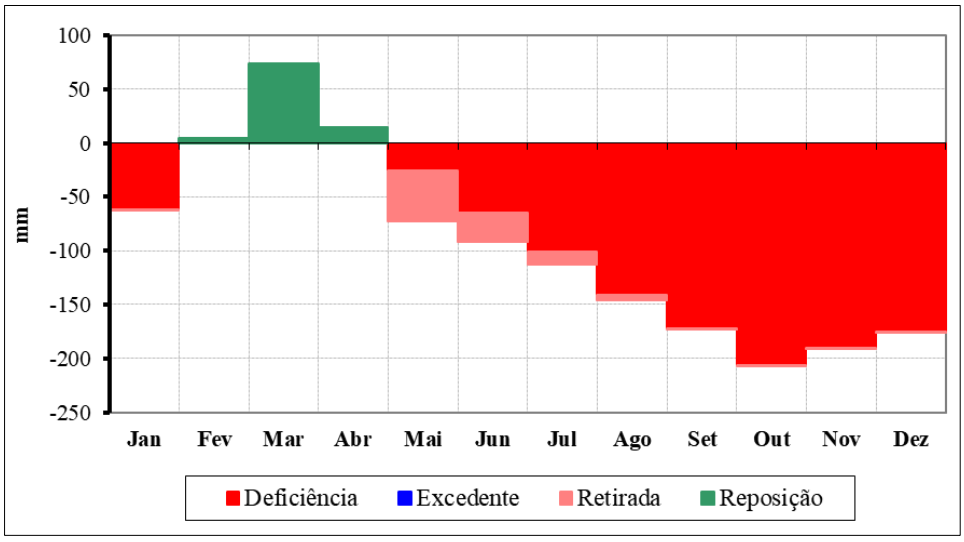


Figura 3 – Extrato do balanço hídrico normal mensal para o município de Sousa – PB, (2015- 2024).

A análise da Figura 3 permite evidenciar a sazonalidade climática da região de Sousa-PB, caracterizada por períodos bem definidos de reposição, retirada e deficiência hídrica. Os meses entre fevereiro e abril concentram a maior reposição de água no solo, refletindo o predomínio das chuvas nesse intervalo. A partir de maio, é iniciada a fase de retirada da água armazenada, marcando o início do período seco. Entre junho e janeiro observa-se deficiência hídrica contínua, com maior intensidade entre os meses de agosto e outubro.

Esse comportamento reforça a importância do manejo eficiente dos recursos hídricos, especialmente em sistemas agrícolas. Culturas implantadas durante o período seco demandam estratégias de irrigação ou práticas adaptativas, considerando a limitação da capacidade do solo em suprir a demanda evapotranspirativa das plantas. Por outro lado, o início da estação chuvosa representa o momento mais oportuno para a implantação de culturas mais exigentes em água,

otimizando o uso dos recursos hídricos disponíveis e promovendo maior sustentabilidade ao sistema produtivo.

Resultados semelhantes foram observados por Souza Júnior *et al.* (2025), ao analisarem o clima e o balanço hídrico climatológico em áreas de serras e da depressão sertaneja do semiárido brasileiro, identificando padrão climático semelhante para o município de Sousa-PB.

Tabela 2 – Classificação climática de Thornthwaite (1955) do município de Sousa-PB.

Ih (%)	Iu (%)	Ia (%)	It (ET_{Pa})	(ET_{Pa}/ET_{PV})*100 (%)
0	-35,51	59,2	1922,4	30,22
d’	D	w_2	A’	a’

Ih-Índice hídrico; Iu-Índice de umidade (Iu); Ia-Índice de aridez; It-Índice térmico; relação entre a evapotranspiração potencial no verão (ET_{Pv}) e a evapotranspiração potencial total anual (ET_{Pa}).

A classificação climática do município de Sousa, apresentada na Tabela 2, foi determinada com base nos índices hídrico (Ih), de aridez (Ia), de umidade (Iu) e térmico (It), além da relação entre a evapotranspiração potencial de verão (ETP_v) e a evapotranspiração potencial anual (ETP_a), conforme os critérios da classificação climática de Thornthwaite, (Oliveira; Oliveira, 2018).

A análise partiu do índice de umidade (Iu), considerado como a chave inicial da classificação climática. O valor de -35,51 permitiu enquadrar o município na tipologia D, caracterizando-o com um clima semiárido. Logo em seguida, utilizando a segunda chave, com base no índice de aridez (Ia), cujo valor foi de 59,2, realizou-se a classificação como w_2, e o índice hídrico (Ih) apresentou valor igual a 0, correspondendo à letra d, indicando grande deficiência hídrica no inverno, com excedente hídrico pequeno ou inexistente.

A terceira chave foi determinada a partir da evapotranspiração potencial anual (ETP_a), cujo valor foi de 1922,40 mm, classificando o clima no subtipo A’, que indica clima megatérmico. Por fim, a quarta chave considerou a razão entre a evapotranspiração potencial de verão (ETP_v = 522,86 mm) e a (ETP_a = 1922,40 mm), que resultou na classificação do subtipo a’, reforçando a predominância do calor durante o verão.

Dessa forma, a fórmula climática completa para o município de Sousa-PB de acordo com Thornthwaite e Mather (1955) é Dw_2A’a’, indicando um clima semiárido, megatérmico, com grande deficiência hídrica no inverno e excedente hídrico muito pequeno ou inexistente. Essa classificação resume as principais características climáticas da região, marcadas por altas temperaturas e baixa disponibilidade hídrica ao longo do ano.

CONCLUSÕES

O município de Sousa-PB apresenta forte sazonalidade climática, com concentração das chuvas entre os meses de janeiro e abril e predominância de deficiência hídrica durante a maior parte do ano.

A classificação climática de Thornthwaite caracterizou a região como Dw2A'a', indicando clima semiárido, megatérmico e com elevada limitação hídrica.

As condições climáticas observadas impõem restrições ao desenvolvimento agrícola, evidenciando a necessidade de estratégias de manejo e irrigação ao longo do ano, inclusive durante o período chuvoso, em razão da irregularidade das precipitações.

Os resultados obtidos fornecem subsídios relevantes para o planejamento agrícola e para a gestão dos recursos hídricos no semiárido paraibano.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Sergipe (UFS) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS

COELHO, R. D. S.; LIMA, D. R.; FERREIRA, A. F.; SANTANA, I. F.; PAULINO, M. A. H. D.; FABENI, P.; BRITO, R. DE S. M.; SCHAFER, A. G. (2024). "Meio Ambiente E Sustentabilidade: A Associação Entre Ações Antrópicas E As Mudanças Climáticas". *Journal of Business and Management* v. 26, n. 11, pp. 01 – 06.

CORRÊA, W.; CARVALHO, M. W. L.; MENDES, T. J. (2023). "Atualização da classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado do Maranhão". *Revista Brasileira De Climatologia* 32(19), pp. 517 – 543.

MORAIS, B. C. DE; SODRÉ, G. R. C.; DE SOUZA FERREIRA, H.; DA SILVA, C. N.; RIBEIRO, J. B. M.; JÚNIOR, J. D. A. S.; RODRIGUES, M. S.; DE LIMA, J. B. M.; MONTEIRO, T. M. C.; FIGUEIREDO, F. M. (2024). "Impacto das alterações climáticas na Amazônia oriental: o avanço da seca na região agrícola do sudeste paraense", in *Amazônia: Tópicos Atuais Em Ambiente, Saúde e Educação-VOLUME 5*. Org. por Editora Científica Digital, v. 5, pp. 257 – 282.

DE SOUSA, F. A.; DE MOURA, D. M. B. (2022). "Evapotranspiração potencial (ETp) e sua influência na vazão de rios do Cerrado Brasileiro". *Élisée - Revista de Geografia da UEG* v. 11, n. 1, p. e111222.

DE SOUZA JÚNIOR, T. G.; LUCENA, D. B.; DE LIMA ROQUE, R. (2025). "Temperatura superficial terrestre versus uso e cobertura do solo, no semiárido: Uma análise para dois períodos chuvosos e secos no município de cajazeiras, estado da paraíba". *Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)* v. 27, n. 1, pp. 289 – 311.

DOKLEGA, S. M. A.; SAUDY, H. S.; EL-SHERPINY, M. A.; ABOU EL-YAZIED, A.; ABD EL-GAWAD, H. G.; IBRAHIM, M. F. M.; ABD EL-HADY, M. A. M.; OMAR, M. M. A.; METWALLY, A. A. (2024). "Rhizospheric addition of hydrogel polymer and zeolite plus glutathione mitigate the hazard effects of water deficiency on common bean plants through enhancing the defensive antioxidants". *Gesunde Pflanzen* v. 76, pp. 235 – 249.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2023). *Censo demográfico 2022: resultados preliminares*. Rio de Janeiro: IBGE.

LINS, F. A. C.; MONTENEGRO, A. A. A.; FARIA, C. W. L. de A.; CHAGAS, A. M. S. das; MIRANDA, R. Q.; GALVÍNCIO, J. D. (2021). "Análise da dinâmica temporal da evapotranspiração real em uma bacia hidrográfica do Semiárido através de modelagem hidrológica e sensoriamento remoto". *Irriga* v. 26, n. 3, pp. 543 – 564.

OLIVEIRA, J. A. M.; OLIVEIRA, C. M. M. (2018). "Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Arinos - MG". *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* v. 12, n. 6, pp. 3021 – 3027.

ROLIM, G. de S.; SENTELHAS, P. C. (1999). *Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather (1955)*. Piracicaba: ESALQ. CD-ROM.

SANTOS, D.; OLIVEIRA, V. (2025). "Manejo De Terras E Combate À Desertificação No Semiárido Cearense". *Cadernos de Ensino, Ciências & Tecnologia* v. 6, n. 1.

SANTOS, G. R. dos; SANTANA, A. S. de. (2025). "Água e irrigação no Brasil e na região Nordeste: estrutura e importância para a agricultura familiar", in *Agricultura e diversidades: trajetórias, desafios regionais e políticas públicas no Brasil*. Org. por SANTOS, G. R. dos; VALADARES, A. A.; SILVA, S. P., Ipea, Brasília, v. 2, cap. 2, pp. 41 – 57.

SANTOS, R. A. DOS; MARTINS, D. L.; SANTOS, R. L. (2018). "Balanço hídrico e classificação climática de köppen e thornthwaite no município de Feira de Santana (BA)". *Revista Geo UERJ* (33), e34159.

SILVA, J. DOS S.; CABRAL JÚNIOR, J. B. (2025). "Hidroclimatologia e balanço hídrico climatológico para o estado de Alagoas, Nordeste do Brasil". *Revista Brasileira De Climatologia* 36(21), pp. 340 – 365.

SILVA, J. R.; MOURA, D. S.; LIMA, V. A. (2023). "Dinâmica espaço-temporal da Zona de Convergência Intertropical nos últimos três mil anos no Nordeste do Brasil". *Climate of the Past* v. 19, pp. 1015 – 1029.

TEIXEIRA, N. F. F.; DA SILVA, E. V.; MOURA, P. E. F. (2022). "Climatological water balance and characterization of water resources in the municipality of Pentecoste, Ceará". *International Journal Semiarid* v. 5, n. 5.

THORNTHWAITE, C. W. (1948). "An approach toward a rational classification of climate". *Geography Review* v. 38, n. 1, pp. 55 – 94.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. (1955). *The water balance: publications in climatology*. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104 p.

VILLA, B. de; PETRY, M. T.; MARTINS, J. D.; TONETTO, F.; TOKURA, L. K.; MOURA, M. B. de; SILVA, C. M. da; GONÇALVES, A. F.; CERVEIRA, M. P.; SLIM, J. E.; SANTOS, M. S. dos; BELLÉ, M. G.; JIMENEZ, D. H. (2022). "Climatological water balance: a review". *Research, Society and Development* v. 11, n. 6, p. e50211626669.

WANDERLEY, L. S. de A.; NÓBREGA, R. S. (2022). "Desenvolvimento de um sistema de classificação climática com base na metodologia dos tipos sinóticos de tempo para a Região Nordeste do Brasil". *GEOUSP Espaço e Tempo (Online)* v. 26, n. 1, p. e-175243.

YOSHINAGA, P. S.; SILVA DE A. A. E.; MURILLO, B. L. F. (2024). "Segurança das águas subterrâneas (groundwater security): uma revisão dos estudos nacionais e internacionais". *Derbyana* v. 45.