ESTIMATIVA DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O MUNICÍPIO DE PROPRIÁ, SERGIPE

Elizangela Santos Ferreira [1]; Karla Fabiany Santana Passos [2]; Marcela Matos Silva Santos [3]; Hellen Karine Sales dos Santos [4]; Thalita Rodrigues Santos Lima [5]; Igor Negreiros Rodrigues dos Santos [6]; Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas [7]; Marcus Aurélio Soares Cruz [8]; Ludmilson Abritta Mendes [9]; Vania Elisabete Schneider [10]

RESUMO – O Balanço Hídrico Climatológico (BHC) constitui uma ferramenta fundamental para compreender a dinâmica da água na superfície terrestre, sendo amplamente utilizado na caracterização climática por permitir a identificação de períodos de excedente e deficiência hídrica e a avaliação da disponibilidade de água. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo elaborar o balanço hídrico climatológico e realizar a classificação climática pelo método de Thornthwaite, operacionalizado por Thornthwaite e Mather (1955) para o município de Propriá, Sergipe. Os dados climatológicos foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes ao período de 2015 a 2024. Os resultados indicaram temperatura média anual de 26,5°C e precipitação total anual de 919,8 mm, evidenciando elevada demanda evaporativa atmosférica ao longo do ano. O balanço hídrico climatológico revelou predominância de deficiência hídrica na maior parte dos meses, com excedente hídrico restrito aos meses de maior precipitação. A classificação climática segundo Thornthwaite indicou o tipo $Dw_2A'a'$, caracterizado como clima semiárido megatérmico, com elevada evapotranspiração potencial anual, evidenciando limitações hídricas significativas para o município.

ABSTRACT– The Climatological Water Balance (CWB) is a fundamental tool for understanding water dynamics on the Earth's surface, being widely used in climatic characterization as it allows for the identification of periods of water surplus and deficit and the assessment of water availability. In this context, the present study aimed to elaborate the climatological water balance and perform the climatic classification using the Thornthwaite method, as operationalized by Thornthwaite and Mather (1955), for the municipality of Propriá, Sergipe. Climatological data were obtained from the National Institute of Meteorology (INMET) for the period from 2015 to 2024. The results indicated an annual mean temperature of 26.5°C and a total annual precipitation of 919.8 mm, highlighting high atmospheric evaporative demand throughout the year. The climatological water balance revealed

[1] Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - Sergipe, Brasil, (79) 996860359, eng.ellyferreira@gmail.com
[2] Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - Sergipe, Brasil, (79) 999119898, karla.engseg@gmail.com
[3] Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - Sergipe, Brasil, (79) 999390207, engenheiramarcela@yahoo.com.br
[4] Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - Sergipe, Brasil, (79) 988344830, hellensaleseng@gmail.com
[5] Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - Sergipe, Brasil, (79) 996301607, thatali18@gmail.com
[6] Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - Sergipe, Brasil, (81) 996636089, igor.negreiros11@gmail.com
[7] Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - Sergipe, Brasil, (79) 991551776, aatlucas@academico.ufs.br
[8] Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju - SE, (79) 991829592, marcus.cruz@embrapa.br
[9] Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - Sergipe, Brasil, (79) 991910409, lamendes@academico.ufs.br
[10] Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - Sergipe, Brasil, (54) 981660614, veschnei@ucs.br

a predominance of water deficiency in most months, with water surplus restricted to the months of highest precipitation. The climatic classification according to Thornthwaite indicated the type Dw2A'a', characterized as a megathermic semi-arid climate, with high annual potential evapotranspiration, revealing significant water limitations for the municipality.

Palavras-Chave: Climatologia. Elementos Meteorológicos. Disponibilidade Hídrica.

1 - INTRODUÇÃO

A caracterização climática de uma região constitui etapa fundamental para a compreensão da dinâmica hidrológica e para o planejamento do uso sustentável dos recursos hídricos (Oliveira, 2023; Marengo *et al.*, 2021). Em áreas do Nordeste brasileiro, especialmente na região do Baixo São Francisco, a variabilidade das precipitações e a elevada demanda evaporativa exercem forte influência sobre a disponibilidade hídrica (Marengo *et al.*, 2021), impactando atividades agrícolas, abastecimento urbano e a gestão dos recursos naturais.

O município de Propriá, localizado na região do Baixo São Francisco, no estado de Sergipe, apresenta características climáticas e hidrológicas particulares, influenciadas pela proximidade com o rio São Francisco. No entanto, ainda são escassos estudos climatológicos detalhados que avaliem o comportamento das variáveis climáticas locais e a dinâmica do balanço hídrico nessa área, apesar de sua relevância regional, especialmente no contexto da gestão hídrica e do desenvolvimento agrícola.

A utilização do Balanço Hídrico Climatológico (BHC) constitui uma ferramenta essencial, pois permite avaliar a disponibilidade hídrica ao considerar elementos como precipitação, evapotranspiração e armazenamento de água no solo, contribuindo para o uso racional dos recursos hídricos (Vieira *et al.*, 2024; Oliveira, 2023; Pereira *et al.*, 2023). Essa abordagem mostra-se estratégica, particularmente em regiões tropicais, onde a variabilidade climática influencia diretamente a segurança alimentar e a sustentabilidade socioambiental.

Entre os sistemas de classificação climática amplamente empregados, destaca-se o método proposto por Thornthwaite, fundamentado na relação entre precipitação, evapotranspiração potencial e índices de umidade, permitindo caracterizar as condições climáticas a partir do balanço hídrico (Cui *et al.*, 2021; Silva Neto e Sales, 2020).

Nesse contexto, o presente estudo objetivou aplicar o cálculo do Balanço Hídrico Climatológico (BHC) e a classificação climática segundo Thornthwaite (1948), operacionalizada conforme Thornthwaite e Mather (1955) para o município de Propriá, localizado no estado de Sergipe, Brasil.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Caracterização da área de estudo

A área de estudo é o município de Propriá, localizado ao norte do estado de Sergipe, nas coordenadas geográficas de 10°16′59,63″ S e 36°52′44,21″ O (Figura 1). O município, cuja área territorial é de 95,51 km², contava com uma população de 26.618 habitantes em 2022, portanto com uma densidade demográfica de 276,35 hab/km² (IBGE, 2022). A sede municipal é banhada pelo rio São Francisco.



Figura 1 - Localização geográfica do município de Propriá no estado de Sergipe

2.2 - Obtenção de dados

As séries históricas de precipitação e temperatura média do ar foram obtidas junto ao banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes à estação meteorológica convencional localizada no município de Propriá, sob o código 83332. A análise restringiu-se ao período de 2015 a 2024, intervalo em que a estação apresentou dados consistentes, sem falhas ou descontinuidades.

2.3 - Balanço Hídrico Climatológico (BHC)

Com base nos dados do INMET, referentes ao período de 2015 a 2024, elaborou-se o Balanço Hídrico Climatológico (BHC) de Propriá, segundo o método de balanço hídrico climatológico proposto por Thornthwaite e Mather (1955), baseado nos princípios de Thornthwaite (1948), o qual

utiliza dados de temperatura do ar e precipitação para estimar a evapotranspiração potencial e os componentes do balanço hídrico. O método considera a variação do armazenamento de água no solo e a resistência progressiva à extração hídrica à medida que o teor de umidade diminui.

Para a realização dos cálculos, foi utilizada a planilha desenvolvida em ambiente Excel for Windows™, conforme proposta por Rolim *et al.* (1998), a qual operacionaliza o procedimento clássico do balanço hídrico climatológico.

Para o processamento, foram inseridos como dados de entrada: latitude do município, capacidade de água disponível no solo (CAD), adotando-se o valor de 100 mm, além das médias mensais de temperatura do ar e a precipitação mensal. A partir desses dados, foram estimados os valores médios mensais de armazenamento de água no solo (ARM), evapotranspiração real (ETR), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC).

2.4 - Classificação climática

A classificação climática foi realizada com base no sistema proposto por Thornthwaite (1948), conforme sistematizado por Thornthwaite e Mather (1955), fundamentado na eficiência hídrica e térmica do clima. Esse sistema utiliza como variáveis principais a temperatura média mensal, a precipitação mensal e a evapotranspiração potencial (ETP), obtidas a partir do balanço hídrico climatológico.

A classificação baseia-se em quatro chaves climáticas conforme sistematização apresentada por Thornthwaite e Mather (1955): (i) índice de umidade efetiva (Im), (ii) regime de deficiência ou excedente hídrico (Ia e Iu), (iii) eficiência térmica anual (ETP anual) e (iv) concentração da eficiência térmica no verão (ETV).

Além dos índices hídricos e térmicos, considerou-se a distribuição sazonal das estações do ano, necessária para a determinação da concentração da eficiência térmica no verão. Para essa definição, foram adotados os períodos sazonais estabelecidos por Rolim *et al.* (2015), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Intervalos das estações do ano segundo Rolim *et al.* (2015)

Estação	Intervalo
Verão	1/3 dezembro + janeiro + fevereiro + 2/3 março
Outono	1/3 março + abril + maio + 2/3 junho
Inverno	1/3 junho + julho + agosto + 2/3 setembro
Primavera	1/3 setembro + outubro + novembro + 2/3 dezembro

Fonte: Fonte: Rolim *et. al*. (2015).

Para a aplicação do método, foram calculados os seguintes índices climáticos: o Índice de Umidade Efetiva (Im), o Índice de Aridez (Ia) e o Índice de umidade (Iu). O Im foi determinado a partir da relação entre o Excedente Hídrico (EXC), a Deficiência Hídrica (DEF) e a Evapotranspiração Potencial Anual (ETP). O Ia foi obtido pela razão entre a DEF e a ETP. O Iu, por sua vez, foi calculado com base na relação entre o EXC e a ETP.

O tipo climático principal foi determinado por meio do Im, calculado conforme a Equação (1):

$$Im = \frac{100EXC - 100DEF}{ETP} \quad (1)$$

em que EXC corresponde ao excedente hídrico anual (mm), DEF à deficiência hídrica anual (mm) e ETP à evapotranspiração potencial anual (mm). Os valores obtidos foram classificados de acordo com os limites apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação dos valores do Im de Thornthwaite e Matter (1955)

Símbolo	Tipo de clima	Iu
A	Superúmido	Iu ≥ 100
B4	Úmido	80 ≤ Iu < 100
B3	Úmido	60 ≤ Iu < 80
B2	Úmido	40 ≤ Iu < 60
B1	Úmido	20 ≤ Iu < 40
C2	Subúmido	0 ≤ Iu < 20
C1	subúmido seco	-20 ≤ Iu < 0
D	Semiárido	-40 ≤ Iu < -20
E	Árido	-60 ≤ Iu < -40

Fonte: Thornthwaite e Matter (1955).

Para o Índice de Aridez (IA) foi utilizada a Equação (2):

$$IA = \frac{P}{ETP} \quad (2)$$

Para o Índice de Umidade (IU) foi utilizada a equação (3), em que EXC é o excedente hídrico anual:

$$IU = \frac{EXC}{ETP}100 \quad (3)$$

Os valores de Ia e Iu foram classificados conforme a segunda chave do sistema de Thornthwaite e Mather (1955), apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Classificação dos valores dos índices de aridez (Ia) e umidade (Iu) (segunda chave)

Clima	Símbolo	Descrição	IA
Úmido (A, B e C_2)	r	Déficit baixo ou inexistente	0 ≤ Ia < 16,7
	s	Déficit moderado no verão	16,7 ≤ Ia < 33,3
	w	Déficit moderado no inverno	
	s_2	Grande déficit no verão	Ia ≥ 33.3
	w_2	Grande déficit no inverno	
Seco (C_1, D e E)	d	Excesso baixo ou inexistente	0 ≤ Iu < 10
	s	Excesso moderado no verão	10 ≤ Iu < 20

Clima	Símbolo	Descrição	IA
	w	Excesso moderado no inverno	
	s_2	Grande excesso no verão	Iu ≥ 33,3
	w_2	Grande excesso no inverno	

Fonte: Thornthwaite (1955).

O segundo subtipo climático refere-se à eficiência térmica do clima, que corresponde ao valor anual da ETP. Neste caso, os tipos climáticos foram classificados segundo a Tabela 4.

Tabela 4 – Classificação da eficiência térmica a partir dos valores anuais de ETP, (terceira chave)

Símbolo	Tipos climáticos	ETP anual (mm)
A’	Megatérmico	ETP ≥ 1140
B'_4	Mesotérmico	1140 > ETP ≥ 997
B'_3		997 > ETP ≥ 885
B'_2		885 > ETP ≥ 712
B'_1		712 > ETP ≥ 570
C'_2	Microtérmico	570 > ETP ≥ 427
C'_1		427 > ETP ≥ 285
E’	Gelo perpétuo	ETP < 997
D’	Tundra	287 ≥ ETP > 142
E’	Gelo perpétuo	ETP < 142

Fonte: Thornthwaite (1955).

O terceiro subtipo climático foi definido pela concentração da Eficiência Térmica do Verão (ETV), sendo obtida através da Equação (4), em que ∑ETPv é o somatório dos valores de evapotranspiração potencial no período do verão.

$$ETV = \frac{\sum ETPv}{ETP} 100 \quad (4)$$

Os valores obtidos foram classificados conforme a quarta chave do sistema de Thornthwaite, conforme Thornthwaite e Mather (1955), apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 – Classificação dos valores da ETV, (quarta chave)

Símbolo	(ETP no verão / ETP anual) × 100
a’	menor que 48,0%
b'_4	entre 48,0% e menos que 51,9%
b'_3	entre 51,9% e menos que 56,3%
b'_2	entre 56,3% e menos que 61,6%
b'_1	entre 61,6% e menos que 68,0%
c'_2	entre 68,0% e menos que 76,3%
c'_1	entre 76,3% e menos que 88,0%
d’	igual ou maior que 88,0%

Fonte: Thornthwaite (1955).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

O balanço hídrico climatológico para o município de Propriá, evidenciou acentuada sazonalidade hídrica, com deficiência de umidade na maior parte do ano.

A precipitação anual foi de 919,8 mm, valor inferior à evapotranspiração potencial (ETP) de 1672,4 mm, resultando em déficit hídrico anual de 844,7 mm (Tabela 6). Esse resultado evidencia a limitação da disponibilidade hídrica no município, condição típica de regiões semiáridas, onde a variabilidade climática exerce forte influência sobre a dinâmica hidrológica e os recursos hídricos (Raulino; Silveira; Lima Neto, 2021).

Tabela 6 – Balanço hídrico climatológico para o município de Propriá

Mês	T (ºC)	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	28,1	35,7	180,43	-144,7	-654,5	0,14	-0,47	36,2	144,3	0,0
Fev	28,3	35,8	166,68	-130,9	-785,4	0,04	-0,10	35,9	130,8	0,0
Mar	28,1	70,0	176,33	-106,3	-891,7	0,01	-0,03	70,0	106,3	0,0
Abr	27,4	98,5	151,49	-53,0	-944,7	0,01	-0,01	98,5	53,0	0,0
Mai	26,3	210,5	129,76	80,8	-21,4	80,76	80,76	129,8	0,0	0,0
Jun	24,8	163,0	99,09	63,9	0,0	100,00	19,24	99,1	0,0	44,7
Jul	23,9	137,0	89,59	47,4	0,0	100,00	0,00	89,6	0,0	47,4
Ago	24,2	61,5	94,61	-33,1	-33,1	71,82	-28,18	89,7	4,9	0,0
Set	25,2	40,6	109,11	-68,6	-101,7	36,18	-35,64	76,2	32,9	0,0
Out	26,7	13,1	142,85	-129,8	-231,5	9,88	-26,30	39,4	103,5	0,0
Nov	27,4	21,4	157,10	-135,7	-367,2	2,54	-7,34	28,7	128,4	0,0
Dez	27,9	32,7	175,31	-142,6	-509,8	0,61	-1,93	34,7	140,6	0,0
Totais	-	919,8	1672,36	-752,6	-	402	0,00	827,7	844,7	92,1
Médias	-	76,6	139,36	-62,7	-	33,5	-	69,0	70,4	7,7

T: Temperatura média; P: Precipitação; ETP: Evapotranspiração; P-ETP: Evaporação potencial; NEG-AC: Acúmulo negativo da diferença P-ETP; ARM: Armazenamento médio; ALT: Alteração no Armazenamento de Água no Solo; ETR: evapotranspiração real; DEF: Deficiência hídrica; EXC: Excedente hídrico.
Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do INMET, processados na planilha BHídrico (Rolim *et al.*, 1998).

A elevada evapotranspiração potencial (1672,4 mm) está diretamente associada às condições climáticas da região, caracterizadas por altas temperaturas médias ao longo do ano e elevada disponibilidade de energia solar, fatores que intensificam a demanda evaporativa da atmosfera. As temperaturas médias mensais mantêm-se elevadas ao longo do ano, variando de 23,9°C (julho) a 28,3°C (fevereiro), com pequena amplitude térmica anual.

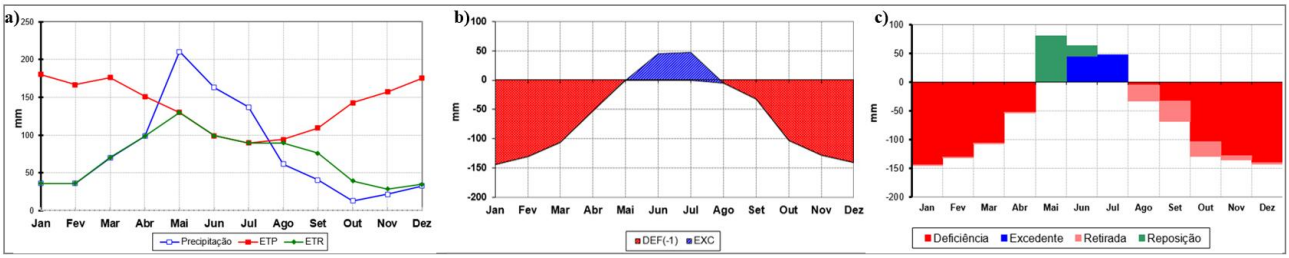


Figura 2 – Extrato do balanço hídrico mensal para o município de Propriá.

As maiores precipitações ocorreram de abril a junho, resultando em excedente hídrico de 92,1 mm. A evapotranspiração real (ETR) registrou 827,7 mm, valor inferior à ETP, indicando restrição hídrica em grande parte do ano (Figura 2a). Os déficits mais acentuados na precipitação ocorrem de outubro a março (Figura 2b).

Entre os meses de agosto a dezembro e de janeiro a abril ocorre a retirada de água do solo, período em que a umidade armazenada passa a suprir a demanda de evapotranspiração diante da baixa ocorrência de precipitações, confirmando a ocorrência de um déficit hídrico prolongado, com balanço negativo entre precipitação e evapotranspiração (P - ETP = -752,6mm) e elevados valores de DEF especialmente em dezembro (140,6mm) e janeiro (144,3mm). Por outro lado, a reposição de água no solo ocorre principalmente nos meses de maio e junho, quando o aumento das precipitações contribui para recompor o déficit acumulado de umidade no solo (Figura 2c).

A partir das estimativas de ETP e ETR, bem como dos valores de excedente e déficit hídrico, foram calculados os índices climáticos utilizados na classificação climática do município (Tabela 7). Os resultados indicam predomínio de condições de limitação hídrica ao longo do ano, caracterizando um regime climático de natureza semiárida, evidenciado pela predominância da deficiência hídrica em relação ao excedente hídrico anual.

Tabela 7 – Índices climáticos para o Propriá segundo o sistema de classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955).

Im	Classe climática	Ia	Regime hídrico	Iu	ETP anual (mm)	ETP verão (mm)	ETP verão / ETP anual (%)
-24,8	D - Semiárido	50,51	s_2 (grande déficit no verão)	5,51	1672,4	522,42	31,24

Fonte: Autores (2025).

A classificação climática de Thornthwaite considera a relação entre os índices hídricos e térmicos. Com base no índice de umidade (Im), obteve-se o clima da classe D, semiárido. Para o regime hídrico sazonal, obteve-se a classe w_2, que indica grande deficiência hídrica no inverno. Para a eficiência térmica anual, representada pela ETP anual, obteve-se a classe A', caracterizando um clima megatérmico, com temperaturas elevadas ao longo do ano. Por fim, a relação entre a ETPv e a ETP anual resultou na classe a', indicando baixa concentração da demanda evaporativa no verão.

Considerando todas as chaves de classificação, obteve-se o tipo climático $Dw_2A'a'$, caracterizando Propriá como município de clima semiárido, megatérmico, com deficiência hídrica predominante e excedente hídrico concentrado em curto período do ano.

Sousa *et al.* (2023) destacam que a caracterização climática constitui ferramenta essencial para o monitoramento das variáveis climáticas e para a definição de estratégias de adaptação em áreas vulneráveis. Resultados semelhantes têm sido observados em diferentes áreas do semiárido brasileiro.

Aquino e Dias (2020) identificaram elevada evapotranspiração potencial e vários meses com deficiência hídrica, evidenciando a irregularidade na disponibilidade de água ao longo do ano. De forma semelhante, Silva e Cabral Júnior (2023), ao analisarem o estado de Alagoas, associaram a alta demanda evaporativa à ocorrência de déficits hídricos recorrentes, mesmo em regiões com chuvas sazonais.

No contexto do semiárido nordestino, Silva Neto e Sales (2020) destacam que a predominância de climas semiáridos está relacionada à elevada variabilidade das precipitações e à intensidade dos déficits hídricos anuais, reforçando a importância do balanço hídrico na análise da dinâmica climática regional.

4 – CONCLUSÃO

A análise do balanço hídrico climatológico permitiu compreender que a dinâmica climática do município de Propriá é marcada por uma limitação estrutural da disponibilidade hídrica, resultante da combinação entre elevada demanda evaporativa e irregularidade na distribuição das precipitações ao longo do ano. Esse comportamento reforça a condição de vulnerabilidade hídrica da região, típica de ambientes sob influência de características semiáridas.

Nesse sentido, a concentração sazonal das chuvas restringe as oportunidades de reposição hídrica e amplia a vulnerabilidade do sistema, exigindo estratégias de gestão que considerem explicitamente essa assimetria temporal. Assim, o balanço hídrico não apenas descreve o comportamento climático, mas evidencia a necessidade de adoção de medidas orientadas à racionalização do uso da água e à adaptação às condições impostas pelo clima.

REFERÊNCIAS

AQUINO, C. M. S. de; DIAS, A. A. (2020). *"Balanço hídrico climatológico de Thornthwaite e Mather (1955–57) da bacia hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil".* Acta Geográfica, Boa Vista, v. 14, n. 35, p. 1–15.

CUI, D.; LIANG, S.; WANG, D. (2021). *"Observed and projected changes in global climate zones based on Köppen climate classification".* WIREs Climate Change, Hoboken, v. 12, n. 3, e701.

SOUSA, L. de B. de; MONTENEGRO, A. A. de A.; SILVA, M. V. da; ALMEIDA, T. A. B.; CARVALHO, A. A. de; SILVA, T. G. F. da; LIMA, J. L. M. P. de. (2023). *"Spatiotemporal Analysis of Rainfall and Droughts in a Semiarid Basin of Brazil: Land Use and Land Cover Dynamics".* MDPI Remote Sensing, Basel, v. 15, n. 10, p. 2550, 2023.

OLIVEIRA, J. Â. M. de. (2023). *"Estimativa do balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Carbonita – MG".* Revista Brasileira de Geografia Física, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 755–764.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2022). *"Cidades e Estados: Propriá – SE".* Rio de Janeiro: IBGE.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). (2025). *"Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa". Brasília: INMET.*

MARENGO, J. A.; GALDOS, M. V.; CHALLINOR, A.; CUNHA, A. P.; MARIN, F. R.; VIANNA, M. dos S.; ALVALÁ, R. C. S.; ALVES, L. M.; MORAES, O. L.; BENDER, F. (2021). *"Drought in Northeast Brazil: a review of agricultural and policy adaptation options for food security".* Climate Resilience and Sustainability, v. 1, p. 1–20.

PEREIRA, R. B. *et al.* (2023). *"Balanço hídrico climatológico do estado do Tocantins como subsídio para irrigação em assentamentos do INCRA".* Irriga, v. 28, n. 3, p. 574–579.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. (1955). *"The Water Balance".* Publications in Climatology, v. 8, n. 1, p. 1-104.

RAULINO, J. B. S.; SILVEIRA, C. S.; LIMA NETO, I. E. (2021). *"Avaliação dos impactos das mudanças climáticas na hidrologia e na qualidade da água de grandes reservatórios semiáridos no Brasil".* Hydrological Sciences Journal, v. 66, n. 8, p. 1321–1336.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C. (2007). *"Planilha de Cálculo do Balanço Hídrico Climatológico: modelo de Thornthwaite-Mather adaptado para o Excel (BHaula)".* Piracicaba: ESALQ/USP.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. (1998). *"Planilha para cálculo do balanço hídrico climatológico: versão 3.0".* In: Congresso Brasileiro De Agrometeorologia, 12., 1998, Fortaleza. Anais. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia.

SILVA, J. dos S.; CABRAL JÚNIOR, J. B. (2023). "*Hidroclimatologia e balanço hídrico climatológico para o estado de Alagoas, Nordeste do Brasil".* Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, v. 36, n. 21.

SILVA NETO, J. A. da; SALES, M. C. L. (2020). "*Considerações sobre a aplicabilidade da classificação climática de Thornthwaite no contexto semiárido do Nordeste brasileiro: estudo de caso da Serra de Baturité e seu entorno".* Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, v. 26.

VIEIRA, Júlia Cristina Amâncio; ROSA, Giovani Bonício; FUZZO, Daniela Fernanda da Silva; FISCHER FILHO, João Alberto. (2024). *"Balanço hídrico climatológico e calibração do sistema NASA Power para a região sul do Triângulo Mineiro, Brasil".* Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science, v. 13, n. 4, p. 75–87.