



## Estimativa do balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Caratinga - MG

José Ângelos Moreira de Oliveira<sup>1</sup>

**RESUMO:** Identificar em uma determinada região períodos do ano em que se têm uma maior e menor precipitação pluviométrica, é fundamental para realizar um bom planejamento de uso dos recursos hídricos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi calcular o balanço hídrico climatológico (BHC) bem como realizar a classificação climática pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) para o município de Caratinga-MG. Para a realização do trabalho foi utilizada uma série de dados históricos entre os anos de 1986 a 2021, relativos à precipitação média mensal e temperatura média mensal. Após a realização do balanço hídrico, identificou-se um déficit hídrico de sete meses (abril a outubro), com total anual de 141,9 mm e excedente hídrico de cinco meses (novembro a março) com total anual de 255,8 mm. Com relação à classificação climática, o clima foi caracterizado como mesotérmico sub-úmido com pequena ou nenhuma deficiência hídrica (C<sub>2r</sub>B'4a').

**Palavras-chave:** clima, precipitação, mesotérmico

## Estimate of the climatological water balance and climate classification for the municipality of Caratinga - MG

**ABSTRACT:** Identifying in a given region periods of the year where there is greater and lower rainfall, is fundamental to carry out a good planning of the use of water resources. Thus, the objective of this study was to calculate the climatological water balance (BHC) as well as to perform the climate classification by the method of Thornthwaite and Mather (1955) for the municipality of Caratinga-MG. A series of historical data was used to carry out the work between 1986 and 2021 on average monthly precipitation and average monthly temperature. After the achievement of the water balance, a water deficit of seven months (April to October) was identified, with annual total of 141.9 mm and water surplus of five months (November to March) with annual total of 255.8 mm. With respect to climate classification, the climate was characterized as sub-humid mesothermal with little or no water deficiency (C<sub>2r</sub>B'4a').

**Keywords:** climate, precipitation, mesothermic.

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável e essencial para a manutenção de todas as formas de vida e desenvolvimento socioeconômico das sociedades ao redor do mundo (SILVA et al., 2019). O Brasil em 2017 possuía 4,5 milhões de hectares de área com prioridade para receber a agricultura irrigada, podendo crescer até 65% nos próximos cinco anos. Dessa forma, se o potencial for alcançado até 2024, o país terá 11,5 milhões de hectares irrigados (BORGHETTI et al., 2017).

Sendo assim, analisar o comportamento agroclimático de uma determinada região é fundamental para o planejamento agrícola. Um dos meios de se estimar a época que a planta precisará de irrigação é através do Balanço Hídrico Climatológico (BHC) (PEREIRA et al., 2002). A estimativa do balanço hídrico climático (BHC) e a classificação climática são ferramentas indispensáveis na determinação da aptidão de áreas para culturas

agrícolas e no planejamento de sistemas de irrigação (PASSOS et al., 2016). As características climáticas e hidrológicas de determinada região são os principais pilares norteadores na estimativa da disponibilidade hídrica do território. É com base nos estudos hidroclimatológicos que se realiza o planejamento e gestão dos recursos hídricos (MEDEIROS et al., 2013). Blain (2009) também afirma que o conhecimento da variabilidade climática é essencial para o planejamento da agricultura, visto que auxilia na indicação da melhor época e as áreas mais favoráveis ao plantio, possibilitando obter maior sucesso na produção agrícola.

O balanço hídrico climatológico (BHC) desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) é um método muito utilizado para o monitoramento do armazenamento de água no solo, este possibilita a identificação das épocas de deficiência e excedente hídrico, a contabilização da entrada e saída de água

para determinada região e também a classificação climática (JESUS, 2015). Já a classificação climática de acordo com Andrade Júnior et al. 2005 tem o intuito de identificar em determinada região, zonas com características relativamente homogêneas, visando fornecer informações relevantes sobre as características da região, suas potencialidades agrícolas e o meio ambiente. Existem diversos sistemas de classificação climática, dentre eles destaca-se o de Thornthwaite e Mather (1955), que utiliza índices definidos com base no balanço hídrico climático (SILVA et al., 2014). Segundo Cunha e Martins (2009) o sistema permite identificar pequenas variações espaciais climáticas. Rolim et al. (2007) reforça que o sistema de classificação climática de Thornthwaite, é o mais adequado no âmbito agrícola, pois considera a planta como um meio físico pelo qual é possível conduzir água do solo para atmosfera.

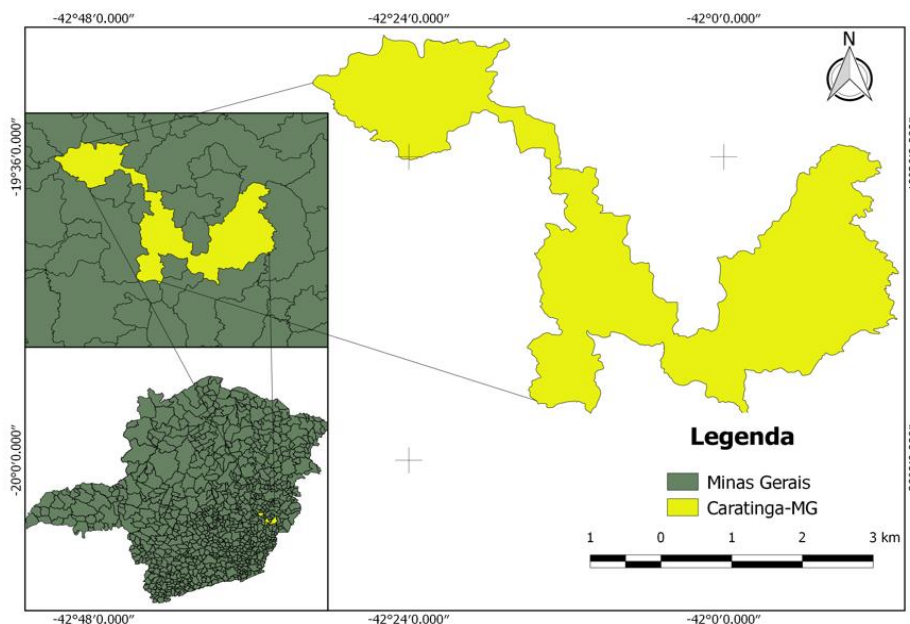
De acordo com dados do IBGE (2017) a cidade de Caratinga-MG possui 2.667 estabelecimentos agropecuários com área total de 83.143 hectares, apresentando uma agricultura diversificada, com destaque para cultivos de banana, café, laranja, feijão, cana-de-açúcar e abóbora.

Dessa forma, o conhecimento das características climáticas da região, torna-se fundamental para um melhor planejamento das atividades agrícolas, portanto, o objetivo deste estudo foi calcular o balanço hídrico climatológico (BHC) bem como

realizar a classificação climática pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) para o município de Caratinga - MG.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Caratinga - MG (Figura 1) está localizado no leste do estado de Minas Gerais, na mesorregião Vale do Rio Doce e microrregião de Caratinga (IBGE, 2021a). A população estimada do município é de 93.124 habitantes (IBGE, 2021b) com densidade populacional de 67,72 habitantes/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010) e área territorial de 1.258,479 km<sup>2</sup> (IBGE, 2020). A cidade é marcada por relevo montanhoso e a vegetação predominante consiste em florestas estacionais semidecíduas do domínio Mata Atlântica, cortada pelo Rio Caratinga, a cidade pertence à Bacia do rio Doce (MOREIRA et al., 2017). O solo da região estudada classifica-se como latossolo vermelho amarelo distrófico (ECOPLANLUME, 2010).



**Figura 1.** Mapa de localização do município de Caratinga-MG.

**Fonte:** autor.

Para o desenvolvimento do estudo foram utilizados dados médios mensais de precipitação e temperatura do ar, compreendendo o período de 1986 a 2021 totalizando 35 anos, fornecidos pela estação meteorológica convencional 83592 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022).

O balanço hídrico climatológico (BHC) foi realizado a partir do método desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) utilizando planilha

eletrônica elaborada por Rolim et al., (1998). Para a execução do balanço hídrico climatológico (BHC), foi adotado o valor de 100 mm para a capacidade de água disponível no solo (CAD), valor representativo do solo encontrado na região de estudo, solo com alta capacidade de armazenamento, como o latossolo vermelho-amarelo distrófico do município. A evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada pelo método proposto por Thornthwaite (1948).

A partir dos dados obtidos no balanço hídrico climatológico (BHC) foi realizada a classificação climática seguindo a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955), que realiza a classificação climática com base nos valores do índice hídrico (Ih), índice de aridez (Ia) e do índice de umidade (Iu), obtidos através das equações abaixo:

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

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

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

Em que:

EXC = excedente hídrico, em mm;

ETP = evapotranspiração total, em mm;

DEF = deficiência hídrica, em mm;

Ih = índice hídrico;

Ia = índice de aridez;

Iu = índice de umidade;

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios climatológicos do balanço hídrico para o município de Caratinga - MG, referente ao período de 1986 a 2021.

Tabela 1: Balanço hídrico climatológico pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), para a cidade de Caratinga – MG, no período de 1986 a 2021.

Mês	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG. AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	24,1	190,1	118,16	72,0	0,0	100,00	0,00	118,2	0,0	72,0
Fev	24,2	115,5	109,33	6,2	0,0	100,00	0,00	109,3	0,0	6,2
Mar	23,7	134,4	110,51	23,9	0,0	100,00	0,00	110,5	0,0	23,9
Abr	22,3	66,8	88,10	-21,3	-21,3	80,84	-19,16	86,0	2,1	0,0
Mai	19,9	32,5	65,07	-32,6	-53,8	58,37	-22,47	55,0	10,1	0,0
Jun	18,5	12,8	50,96	-38,2	-92,0	39,84	-18,52	31,3	19,7	0,0
Jul	18,2	7,0	50,55	-43,6	-135,6	25,78	-14,07	21,1	29,5	0,0
Ago	19,4	12,5	60,27	-47,8	-183,4	15,98	-9,80	22,3	38,0	0,0
Set	21,2	35,7	76,22	-40,5	-223,9	10,66	-5,32	41,0	35,2	0,0
Out	22,7	89,0	97,26	-8,2	-232,1	9,82	-0,84	89,9	7,4	0,0
Nov	22,8	204,4	99,87	104,6	0,0	100,00	90,18	99,9	0,0	14,4
Dez	23,5	254,3	114,86	139,4	0,0	100,00	0,00	114,9	0,0	139,4
<b>Totais</b>	-	1155,1	1041,18	113,9	-	741	0,00	899,3	141,9	255,8
<b>Médias</b>	21,7	96,3	86,76	9,5	-	61,8	-	74,9	11,8	21,3

T: Temperatura do ar; P: Precipitação; ETP: Evapotranspiração Potencial; NEG.AC: Negativo Acumulado; ARM: Armazenamento de água no solo; ALT: Alteração do armazenamento de água no solo; ETR: Evapotranspiração real; DEF: Deficiência Hídrica e EXC: Excedente Hídrico

De acordo com os dados obtidos no estudo realizado para o município de Caratinga – MG, verificou-se uma temperatura média anual estimada de 21,7 °C, com temperatura mínima de 18,2 °C ocorrida no mês de julho e máxima de 24,2 °C no mês de fevereiro. Observa-se tendência de temperaturas mais elevadas entre novembro a março (período chuvoso) e menores temperaturas de abril a outubro (período de baixa precipitação).

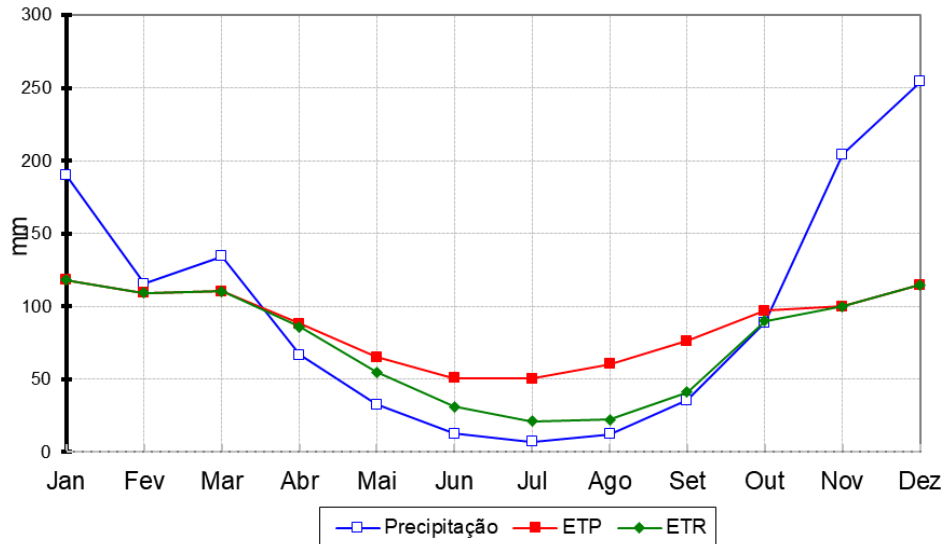
A precipitação pluviométrica apresentou um total anual de 1155,1 mm, com precipitação mínima de 7,0 mm no mês de julho e máxima de 254,3 mm no mês de dezembro. Apesar da região de estudo apresentar uma boa precipitação anual, foi possível observar duas estações bem definidas, uma chuvosa, que compreende os meses de novembro a março, concentrando aproximadamente 77,8% do total acumulado e a estação seca que ocorre entre os meses de abril a outubro contribuindo com apenas 22,2% da precipitação, em relação ao total (FIGURA 2).

Para o município de Juramento-MG, Oliveira (2020) observou uma média anual de precipitação de 857,7 mm e que o município apresenta duas estações, uma chuvosa, entre os meses de novembro a março, que responde por 84,24% do total acumulado e outra seca ocorrendo entre os meses de abril a outubro, responsável por 15,76% do total anual. O mesmo autor ainda observou o mês de dezembro como o mais chuvoso para o período estudado com 202,5 mm e o mês de julho o menos chuvoso com apenas 0,7 mm. Já para o município de Conceição do Mato Dentro – MG, Oliveira (2019) verificou que o mês de dezembro também possui o índice pluvial médio mensal mais elevado, com 292,9 mm e o mês de agosto o menor índice com 9,2 mm.

Com relação a evapotranspiração potencial (ETP) observa-se uma taxa anual total de 1041,18 mm, com variação mínima de 50,55 mm no mês de julho e máxima de 118,16 mm no mês de janeiro. Enquanto que a evapotranspiração real (ETr) apresentou uma variação mínima de 21,1 mm no mês de julho e

máxima no mês de janeiro com 118,2 mm, com uma taxa anual de 899,3 mm. É possível observar que entre os meses de novembro a março a ETp e ETr possui os mesmos valores, revelando que a evaporação máxima para o período foi atingida (Figura 2). Verifica-se ainda que nos meses que apresentam temperaturas mais elevadas, as taxas de evapotranspiração são maiores. Tal fato pode ser corroborado pelo trabalho de Oliveira e Oliveira (2018) que efetuando o balanço hídrico e a classificação climática para o município de Arinos-

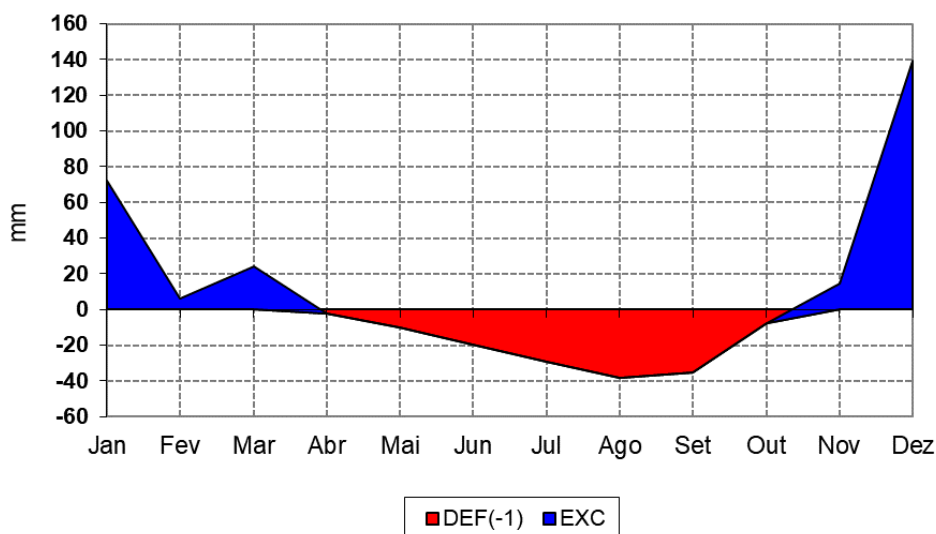
MG, cidade localizada no bioma de cerrado, onde há prevalência de altas temperaturas, obteve também altas taxas evapotranspirativas nos meses de maior temperatura, sendo que a ETP anual total do município foi de 1346,9 mm, sendo que os meses com menor e maior evapotranspiração potencial são junho e outubro, com 79,7 mm e 148,1 mm, respectivamente. Já a evapotranspiração real (ETR) total anual registrada para o mesmo município foi de 918,1 mm, apresentando setembro como o mês com ETR mais baixa e março com ETR mais elevada.



**Figura 2.** Gráfico do balanço hídrico de Caratinga– MG pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), no período de 1986 a 2021.  
**Fonte:** autor.

De acordo com o balanço hídrico climatológico (BHC) as maiores taxas de armazenamento de água no solo, foram observadas nos meses de novembro a março, atingindo a capacidade máxima de

armazenamento de água no solo, favorecendo a formação do excedente hídrico (Figura 3). Enquanto que o mês de outubro apresentou a menor taxa de armazenamento com 9,82 mm.



**Figura 3.** Deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC) de Caratinga – MG no período de 1986 a 2021.  
**Fonte:** autor.

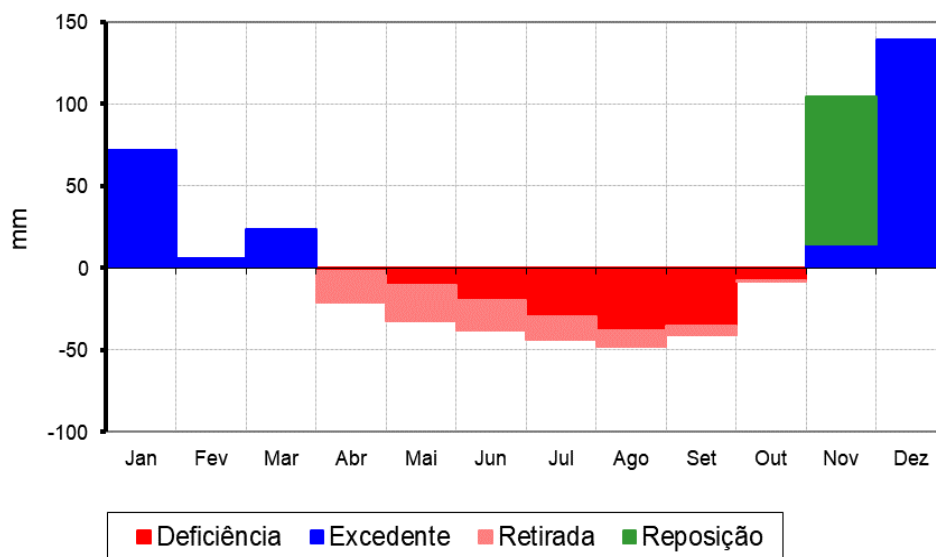
A deficiência hídrica anual foi de 141,9 mm, distribuída entre os meses de abril a outubro (Figura

4), correspondendo ao período de estiagem na região. Dessa forma, é preciso ter atenção quanto a melhor

época para plantio das principais culturas cultivadas na região, de modo que a sementeira seja feita em períodos de melhor disponibilidade hídrica, para que as fases de maior desenvolvimento das culturas não coincidam com o período de máxima deficiência de água no solo (RIBEIRO et al. 2015). Santos et al. (2010), afirma ainda que através da aplicação da metodologia do balanço hídrico mensal é possível determinar um planejamento integrado satisfatório dos recursos hídricos para a região de aplicação dessa metodologia, onde se pode decidir pela aquisição de sistemas de irrigação e cálculo do dimensionamento da lâmina de irrigação, facilitando o manejo da

irrigação (quanto e quando irrigar) com base na evapotranspiração local.

Observa-se ainda que na estação úmida, início das primeiras chuvas, mês de novembro, ocorre a reposição da água no solo (Figura 4) até que esse atinja sua capacidade máxima de armazenamento de água (CAD), surgindo então o excedente hídrico já no mês de novembro, seguindo os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março. De acordo com Passos et al. (2017) durante o período de excedente hídrico o solo possui umidade ideal ao crescimento vegetativo garantindo o desenvolvimento satisfatório das culturas agrícolas.



**Figura 4.** Extrato do balanço hídrico mensal de Caratinga-MG no período de 1986 a 2021.

**Fonte:** autor.

A classificação climática para a região em estudo foi obtida com base nos valores do índice hídrico, índice de aridez e índice de umidade (Tabela 2). No índice de umidade (Iu) considerado como a “chave inicial” para a classificação, o valor de (Iu) foi de 16,38 sendo encontrada a tipologia C2 indicando clima sub-úmido. Em seguida por meio da “segunda chave”, com base no índice de aridez (Ia) igual a 13,62 e índice hídrico (Ih) igual a 24,56 obteve-se a letra r, caracterizando uma pequena ou nenhuma deficiência hídrica. Já a “terceira chave” definida em função da evapotranspiração potencial anual

(ETPanual) de 1041,18 mm, determinou-se o subtipo B’4 que indica clima mesotérmico. Por último, através da “quarta chave”, em função da relação entre a evapotranspiração de verão (ETPv) igual a 338,0 mm obtida pelo somatório da ETP dos meses de (janeiro, fevereiro e março), dividida pela evapotranspiração anual (ETPanual) igual a 1041,18 mm, determinou-se o subtipo a’.

Dessa forma, a classificação climática completa é C<sub>2</sub>rB’<sub>4</sub>a’, ou seja, o clima para a cidade de Caratinga - MG é caracterizado como mesotérmico sub-úmido com pequena ou nenhuma deficiência hídrica.

Tabela 2. Classificação climática do Município de Caratinga, MG. Método de Thornthwaite e Mather (1955).

Ih (%)	Ia (%)	Iu (%)	ETPanual	ETPv/ETPa (%)
24,56	13,62	16,38	1041,18	32,46
-	r	C <sub>2</sub>	B’ <sub>4</sub>	a’

Ih: Índice Hídrico; Ia: Índice de Aridez; Iu: Índice de Umidade; ETPa: Evapotranspiração Anual; ETPv: Evapotranspiração de Verão.

## CONCLUSÃO

A precipitação para a região apresentou dois períodos bem definidos: chuvoso (novembro a março) e seco (abril a outubro).

A temperatura média anual variou de 18,2 °C no mês mais frio (julho) a 24,2 °C no mês mais quente (fevereiro).

O município de Caratinga-MG pode ser classificado climatologicamente como mesotérmico sub-úmido com pequena ou nenhuma deficiência hídrica ( $C_2rB'_{4a}$ ).

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de.; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O.; GOMES, A. A. N. Classificação climática e regionalização do semi-árido do estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. **Revista Ciência Agrônômica**, v.36, p.143-151, 2005.
- BLAIN, G. C. Considerações estatísticas relativas à oito séries de precipitação pluvial da Secretaria de Agricultura e abastecimento do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, n. 1, p. 12-23, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862009000100002>.
- BORGHETTI, J. R.; SILVA, W. L. C.; NOCKO, H. R.; LOYOLA, L. N.; CHIANCA, G. K. **Agricultura Irrigada Sustentável no Brasil: Identificação de Áreas Prioritárias. Brasília: Organização das Nações Unidas Para a Alimentação e a Agricultura**, p. 243, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i7251951o.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2022.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v.14, n.1, p.1-11, jan./mar. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1580/09/irriga.2009v14n1p01>
- ECOPLAN-LUME, CONSÓRCIO. **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Caratinga**. 2010. Disponível em: < [http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2015/01/PARH\\_Caratinga.pdf](http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2015/01/PARH_Caratinga.pdf)>. Acesso em: 19 fev. 2022.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Área da unidade territorial: Área territorial brasileira 2020**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/caratinga/panorama>> . Acesso em: 20 fev. 2022.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário - resultados definitivos (2017)**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/caratinga/panorama>>. Acesso em: 20 fev. 2022.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Densidade demográfica: Censo Demográfico 2010, Área territorial brasileira**. Rio de Janeiro. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/caratinga/panorama>>. Acesso em: 20 fev. 2022.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Microrregião: Divisão Territorial Brasileira - DTB 2021a**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/caratinga/panorama>>. Acesso em: 20 fev. 2022.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População estimada: Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2021b**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/caratinga/panorama>> . Acesso em: 20 fev. 2022.
- INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- JESUS, J. B. Estimativa do balanço hídrico climatológico e classificação climática pelo método de Thornthwaite e Mather para o município de Aracaju-SE. **Scientia Plena**, v. 11, n. 5. 2015.
- MEDEIROS, R.M.; SANTOS, D.C.; SOUSA, F.A.S.; GOMES FILHO, M.F. Análise Climatológica, Classificação Climática e Variabilidade do Balanço Hídrico Climatológico na Bacia do Rio Uruçuí Preto, PI. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.6, p.652-664, 2013. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v6.4.p652-664>
- MOREIRA, A. P. M.; VIEIRA, A. L. C.; SILVA, J. C. Tendências climáticas e anomalias de precipitação em Caratinga-MG. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 2000-2009, 2017. <https://doi.org/10.20396/sbfga.v1i2017.2412>
- OLIVEIRA, J. Â. M. Estimativa do balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Juramento-MG. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 14, n. 3, 2020. DOI: 10.7127/rbai.v14n101114
- OLIVEIRA, J. Â. M. Balanço hídrico climatológico e classificação climática de Thornthwaite e Mather para o

- município de Conceição do Mato Dentro–MG. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 13, n. 1, p. 3203, 2019. DOI: 10.7127/rbai.v13n100939.
- OLIVEIRA, J. Â. M.; OLIVEIRA, C. M. M. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Arinos–MG. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 12, n. 6, p. 3021-3027, 2018. DOI: 10.7127/rbai.v12n600901
- PASSOS, M.L.V.; ZAMBRZYCKI, G.C.; PEREIRA, R.S. Balanço hídrico e classificação climática para uma determinada região de Chapadinha-MA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.4, p.758-766, 2016. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v10n400402>.
- PASSOS, M.L.V.; ZAMBRZYCKI, G.C.; PEREIRA, R.S. BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O MUNICÍPIO DE BALSAS-MA. **Revista Scientia Agraria**, v.18, n.1, p.83-89, 2017.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002.
- RIBEIRO, A. A.; SIMEÃO, M.; SANTOS, A. R. B. Balanço hídrico climatológico para os municípios de Piripiri e São João do Piauí, Piauí, Brasil. **Revista Brasileira De Engenharia De Biosistemas**, v. 9, n. 3, p. 228-235, 2015. <http://dx.doi.org/10.18011/bioeng20115v9n3p228-235>.
- ROLIM, G. DE S.; CAMARGO, M. B. P. DE; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. de. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.66, p.711-720, 2007.
- ROLIM, G. de S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente Excel para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6. n.1, p.133-137, 1998.
- SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B.T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.4(3): 142-149, 2010.
- SILVA, A. O.; MOURA, G. B. A.; KLAR, A. E. Classificação climática de Thornthwaite e sua aplicabilidade agroclimatológica nos diferentes regimes de precipitação em Pernambuco. **Irriga**, v. 19, n. 1, p. 46, 2014. <https://doi.org/10.15809/irriga.2014v19n1p46>.
- SILVA, J. G.; FEITOZA, V. S.; GONÇALVES, J. A. Costa. Balanço hídrico da microbacia do Córrego Seco em Caratinga, Minas Gerais, sudeste do Brasil. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 12, p. e518121898, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i12.1898>
- THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, v.38, p.55-94, 1948.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. **Publications in Climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology; 1955, 104p