



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Estimativa do balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Carbonita – MG

José Ângeles Moreira de Oliveira¹

Engenheiro Agrícola e Ambiental-IFNMG, Especialista em Engenharia Ambiental-UCAM

Artigo recebido em 16/11/2022 e aceito em 05/01/2023

RESUMO

O conhecimento das variações da precipitação de uma região é fundamental, pois auxilia o agricultor no planejamento das atividades agrícolas. Sendo assim, o trabalho objetivou calcular o balanço hídrico climatológico (BHC) bem como realizar a classificação climática pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) para o município de Carbonita - MG. Para a realização do estudo foi utilizada uma série de dados históricos entre os anos de 1982 a 2019, relativos à precipitação média mensal e temperatura média mensal. Para o cálculo do BHC foi adotado o valor de 100 mm para a capacidade de água disponível (CAD). A deficiência hídrica anual no município foi de 217,9 mm, sendo distribuída entre os meses de abril a outubro e fevereiro totalizando oito meses de déficit hídrico. O excedente hídrico foi verificado apenas nos meses de dezembro, janeiro e março, totalizando 183,6 mm. Com relação a classificação climática para o município de estudo, foi caracterizado como clima sub-úmido, mesotérmico, com moderada deficiência hídrica no inverno ($C_2wB'_{4a'}$).

Palavras-chave: precipitação, deficiência hídrica, clima.

Estimation of the climatological water balance and climatic classification for the municipality of Carbonita-MG

ABSTRACT

Knowledge of variations in precipitation in a region is essential, as it assists the farmer in the planning of agricultural activities. Thus, the objective of this work was to calculate the climatological water balance (BHC) as well as to perform the climatic classification by the Thornthwaite and Mather method (1955) for the municipality of Carbonita - MG. For the study, a series of historical data were used between 1982 and 2019, related to average monthly precipitation and monthly average temperature. For the calculation of the BHC was adopted the value of 100 mm for the available water capacity (CAD). The annual water deficiency in the municipality was 217,9 mm, being distributed between April and October and February totaling eight months of water deficit. The water surplus was verified only in December, January and March, totaling 183,6 mm. Regarding the climatic classification for the municipality of study, it was characterized as sub-humid, mesothermal climate, with moderate water deficiency in winter ($C_2wB'_{4a'}$).

Keywords: precipitation, water deficiency, climate.

Introdução

A água é um recurso natural essencial na manutenção da vida, estando atualmente sob pressão devido a crescente população mundial (CANTELLE, et al., 2018). De acordo com Ribeiro et al. (2019) a escassez de água é provocada pela elevada concentração da população humana ou devido ao seu uso intensivo, no processo produtivo industrial ou na agricultura, a situação se agrava quando se verifica a disponibilidade de água de qualidade, ou seja, em boas condições de uso.

De acordo com Silva et al. (2022) as condições climáticas e hidrológicas de uma determinada região são os principais indicadores de disponibilidade hídrica, servindo de orientação para adoção do melhor plano de manejo da produção agrícola, visto que essa atividade econômica é diretamente dependente dos elementos do clima, assim como o abastecimento popular. Para Adjovi et al. (2018) a agricultura é extremamente vulnerável aos efeitos do clima,

sendo afetada por altas temperaturas e pela redução na disponibilidade de recursos hídricos.

Dessa forma, o conhecimento do balanço hídrico climatológico (BHC) de uma determinada região possibilita identificar a potencial aptidão para a produção agrícola bem como as suas fragilidades, pois esta atividade depende principalmente da disponibilidade hídrica da região produtora, e para a obtenção do máximo rendimento das culturas, é necessária a observação dos fatores agrometeorológicos em todas as fases do cultivo (MATOS et al., 2020).

O BHC pode ser determinado pelo método proposto por Thornthwaite e Mather (1955) que se constitui em uma ferramenta capaz de realizar o monitoramento do armazenamento de água no solo, utilizada como instrumento de planejamento para o manejo de culturas agrícolas (PASSOS et al., 2017). Este método contabiliza a água do solo, considerando a precipitação pluvial como entrada e a evapotranspiração representando a perda de umidade do solo, podendo-se estimar os valores correspondentes ao Excedente Hídrico (EXC) e a Deficiência Hídrica (DEF) (MATOS et al., 2015). As variáveis necessárias para o cálculo do BHC de Thornthwaite e Mather (1955) é a precipitação (P), o armazenamento máximo de água no solo (ARM), a capacidade de água disponível (CAD), a temperatura do ar (T) e a evapotranspiração potencial (ETP).

O BHC pode ser utilizado em escala mensal ou sequencial (MATOS et al., 2020; MEDEIROS e HOLANDA, 2020). Para o balanço hídrico climático mensal são necessários dados médios de temperatura do ar e precipitação (LOPES SOBRINHO et al., 2020). A partir do BHC é possível realizar a classificação climática de uma região (CASSETTARI e QUEIROZ, 2020).

A classificação climática tem por objetivo identificar em uma determinada região de estudo, zonas com características climáticas relativamente homogêneas visando fornecer informações sobre as condições climáticas, suas potencialidades agrícolas e o meio ambiente da região (ANDRADE JÚNIOR et al., 2005). Dentre os diversos sistemas de classificação climática, destaca-se o sistema de classificação climática de Thornthwaite e Mather

(1955), que utiliza índices definidos com base no balanço hídrico climático (SILVA et al., 2014).

De acordo com Martins et al. (2020), o BHC possibilita identificar os tipos de cultura que melhor se adequam a cada região. Como exemplo, o trabalho realizado por Matos et al. (2019) que, através do BHC, analisou a aptidão agroclimática para o cultivo da mandioca no município de Barbalha – CE. Da mesma forma Medeiros et al. (2020) avaliaram a aptidão do caju versus sorgo para o município de Recife – PE.

Destaca-se que de acordo com dados do IBGE (2017) a cidade de Carbonita-MG possui 667 estabelecimentos agropecuários com área total de 69.121 hectares, apresentando uma agricultura diversificada com destaque para cultivos de cana-de-açúcar, abóbora, abacaxi, amendoim e alho.

Dessa forma, para realizar um melhor planejamento das atividades agrícolas, torna-se fundamental compreender o comportamento do clima e suas tendências. Portanto, o presente trabalho objetivou calcular o balanço hídrico climatológico (BHC) bem como realizar a classificação climática pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) para o município de Carbonita-MG. Podendo assim, contribuir com importantes informações sobre o clima permitindo auxiliar no desenvolvimento regional sustentável.

Material e métodos

O balanço hídrico climatológico (BHC) e a classificação climática foram realizados para o município de Carbonita-MG (Figura 1) que está localizada no Alto Vale Jequitinhonha, nordeste de Minas Gerais, com uma área de 1.455 km².

Faz divisa com os municípios de Senador Modestino Gonçalves, Bocaiuva, Diamantina, Itamarandiba e Veredinha. A população estimada é de 9.414 habitantes com densidade populacional de 6,28 habitantes/km² (IBGE, 2020). O cerrado representa o principal tipo de vegetação. A paisagem predominante de relevo é a ondulada (70%), com feições montanhosas (20%) e planas (10%) em menor proporção (CPRM, 2004). O solo no município é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (SANTOS et al., 2010).

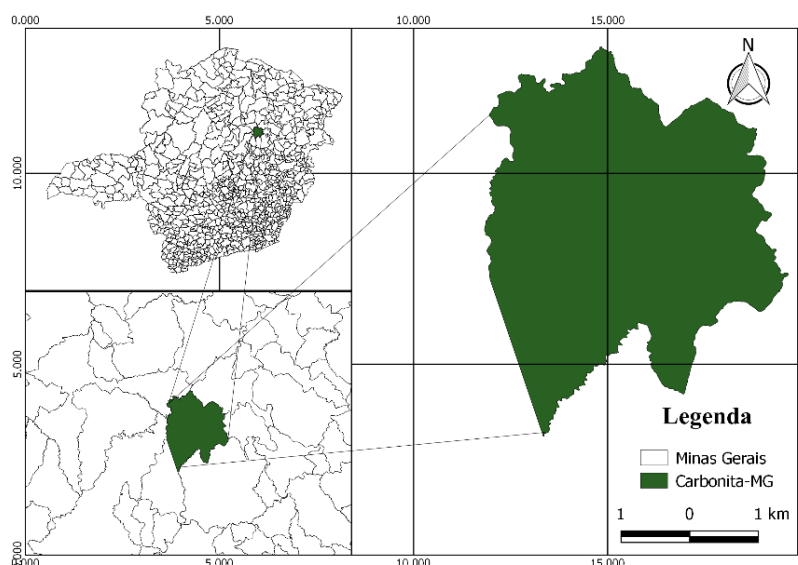


Figura 1. Mapa de localização do município de Carbonita-MG.

Balanco hídrico climatológico (BHC)

Para o desenvolvimento do balanço hídrico climatológico (BHC) foi adotado o método desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) utilizando planilha elaborada por Rolim et al. (1998). A série de dados históricos utilizada compreendeu o período de (1982 – 2019), sendo considerados os dados médios de precipitação e temperatura média mensal. Os dados de precipitação e temperatura foram obtidos da estação meteorológica 83485 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para a realização do cálculo 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 do município.

Classificação climática

A classificação climática para o município de Carbonita-MG foi realizada utilizando o método de Thornthwaite e Mather (1955), que considera os dados obtidos do balanço hídrico climatológico (BHC). A classificação climática foi obtida por meio dos valores do índice hídrico (Ih), índice de aridez (Ia) e do índice de umidade (Iu), calculados 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.

A classificação climática foi baseada em variações do índice de umidade (Tabela 1), nos índices de aridez e umidade (Tabela 2), nos índices térmicos (Tabela 3) e nas variações das evapotranspirações potenciais de verão e anual (Tabela 4) (SOUZA et al., 2013).

Tabela 1. Chave inicial da classificação climática, segundo Thornthwaite e Mather (1955), baseados no índice de umidade.

Tipos climáticos	Índice de umidade (Iu)
A – superúmido	$100 \leq Iu$
B4 – úmido	$80 \leq Iu < 100$
B3 – úmido	$60 \leq Iu < 80$
B2 – úmido	$40 \leq Iu < 60$
B1 – úmido	$20 \leq Iu < 40$
C2 – subúmido	$0 \leq Iu < 20$
C1 – subúmido seco	$-33,33 \leq Iu < 0$
D – semiárido	$-66,7 \leq Iu < -33,3$
E – árido	$-100 \leq Iu < -66,7$

Fonte: Adaptado de Souza et al. (2013)

Tabela 2. Segunda chave de classificação climática, segundo Thornthwaite e Mather (1955), baseados no índice de aridez (Ia) e umidade (Iu).

Climas úmidos (A, B₄, B₃, B₂, B₁ e C₂)	(Ia)	Climas secos (C₁, D e E)	(Iu)
r- Pequena ou nenhuma deficiência hídrica	0-16,7	D - pequeno ou nenhum excesso hídrico	0-10
s- Moderada deficiência no verão	16,7-33,3	s -moderado excesso no inverno	10-20
w- Moderada deficiência no inverno	16,7-33,3	w - moderado excesso no verão	10-20
s2- Grande deficiência no verão	>33,3	s2- grande excesso no inverno	20
w2- Grande deficiência no inverno	>33,3	w2- grande excesso no verão	20

Fonte: Adaptado de Souza et al. (2013)

Tabela 3. Terceira chave da classificação climática, segundo Thornthwaite e Mather (1955), baseados no índice térmico anual.

Tipos climáticos	Índice térmico (It) (ETP anual)
A – megatérmico	≥1140
B'4 – mesotérmico	997-1140
B'3 – mesotérmico	855-997
B'2 – mesotérmico	712-855
B'1 – mesotérmico	570-712

Tabela 5. Balanço hídrico climatológico pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), para o município de Carbonita-MG. Período: 1982 a 2019.

Mês	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG. AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	23,4	161,2	110,02	51,2	0,0	100,00	0,00	110,0	0,0	51,2
Fev	23,6	97,2	102,69	-5,5	-5,5	94,63	-5,37	102,5	0,1	0,0
Mar	23,1	120,4	104,70	15,7	0,0	100,00	5,37	104,7	0,0	10,3
Abr	22,1	44,5	86,35	-41,8	-41,8	65,82	-34,18	78,7	7,6	0,0
Mai	19,9	14,7	66,78	-52,1	-93,9	39,11	-26,71	41,4	25,3	0,0
Jun	18,3	3,4	50,89	-47,5	-141,4	24,33	-14,79	18,2	32,7	0,0
Jul	17,8	6,6	49,38	-42,8	-184,2	15,86	-8,47	15,0	34,3	0,0
Ago	19,2	6,1	60,19	-54,0	-238,2	9,24	-6,62	12,8	47,4	0,0
Set	21,3	19,6	78,28	-58,7	-296,9	5,14	-4,10	23,7	54,6	0,0

C'2 – microtérmico	427-570
C'1 – microtérmico	285-427
D' – tundra	142-285
E – gelo perpétuo	<142

Fonte: Adaptado de Souza et al. (2013)

Tabela 4. Quarta chave da classificação climática, segundo Thornthwaite e Mather (1955), baseados na relação entre a ETP de verão e anual.

Concentração da ETP no verão (%)	Sub – tipo climático
<48%	a'
48 – 51,9	b'4
51,9 – 56,3	b'3
56,3 – 61,6	b'2
61,6 – 68,0	b'1
68,0 – 76,3	c'2
76,3 – 88,0	c'
>88,0	d'

Fonte: Adaptado de Souza et al. (2013)

Resultados e discussão

Os elementos climatológicos de entrada, temperatura (°C) e precipitação (mm) bem como os elementos climatológicos de saída do balanço hídrico climatológico (BHC), evapotranspiração potencial (mm), armazenamento de água no solo (mm), evapotranspiração real (mm), excedente hídrico (mm) e deficiência hídrica (mm) para o município de Carbonita-MG, estão apresentados na Tabela 5.

Out	22,8	83,1	99,62	-16,5	-313,4	4,35	-0,78	83,9	15,7	0,0
Nov	22,8	184,5	99,66	84,8	-11,4	89,20	84,85	99,7	0,0	0,0
Dez	23,0	241,1	108,24	132,9	0,0	100,00	10,80	108,2	0,0	122,1
Totais	257,4	982,5	1016,80	-34,3	-	648	0,00	798,9	217,9	183,6
Médias	21,4	81,9	84,73	-2,9	-	54,0	-	66,6	18,2	15,3

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.

A partir dos resultados obtidos, observa-se que o município de Carbonita – MG, apresenta uma temperatura média anual de 21,4 °C, com temperatura mínima de 17,8 °C ocorrida no mês de julho e máxima de 23,6 °C no mês de fevereiro. O conhecimento da temperatura média do ar permitirá uma melhor orientação na tomada de decisão de qual cultura ou variedade que melhor se adequa para o plantio em Carbonita - MG. A precipitação pluviométrica média anual para o município é de 982,5 mm, com precipitação mínima de 3,4 mm no mês de junho e máxima de 241,1 mm no mês de dezembro. O município objeto do estudo, apresenta duas estações bem definidas, uma chuvosa, que se estende entre os meses de outubro a março, concentrando aproximadamente 90,33% do total acumulado e a estação seca que ocorre entre os meses de abril a setembro contribuindo com apenas 9,65% da precipitação, em relação ao total anual.

Oliveira (2020) realizando o balanço hídrico para o município de Juramento-MG localizado na região norte do estado de Minas Gerais, observou uma precipitação média anual de 857,7 mm, com estação chuvosa entre os meses de novembro a março, que responde por 84,24% do total acumulado e outra estação caracterizada como seca ocorrendo entre os meses de abril a outubro, responsável por 15,76% do total. 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.

De acordo com Aquino et al. (2013) a evapotranspiração potencial (ETp) corresponde à quantidade de água necessária para manter a

vegetação verde em função de uma dada temperatura. No balanço hídrico, a evapotranspiração potencial representa o consumo de água, enquanto a pluviosidade representa o abastecimento. O solo nesse caso desempenha a função de reservatório, razão pela qual se considera que o balanço hídrico representa a dinâmica das relações da atmosfera com o sistema solo planta.

Na região de estudo, a evapotranspiração potencial (ETp) apresentou taxa anual total de 1.016,80 mm, com variação mínima de 49,38 mm no mês mais frio (julho) e máxima de 110,02 mm no mês mais quente (janeiro) (Figura 2). Matos et al. (2019) também observou menores taxas de evapotranspiração potencial nos meses mais frios e as maiores nos meses mais quente do ano. Estes resultados vão de encontro com os valores relatados no presente estudo. Enquanto que evapotranspiração real (ETr) apresentou uma variação mínima de 12,8 mm no mês de agosto e máxima no mês de janeiro com 110,0 mm, com uma taxa anual de 798,9 mm. É possível observar também que entre os meses de novembro a março a ETp e ETr apresentam os mesmos valores (Figura 2), de acordo com Jesus (2015), esta coincidência indica que a evaporação máxima para o período, nas condições climatológicas observadas, foi atingida, caracterizado pela quantidade de água disponibilizada no solo, pelo elevado volume de chuva e baixa temperatura. Enquanto no período de abril a outubro a evapotranspiração real é inferior a potencial, o que pode ser explicado pelas elevadas temperaturas e baixa disponibilidade de água durante esse período (LEE, 2014).

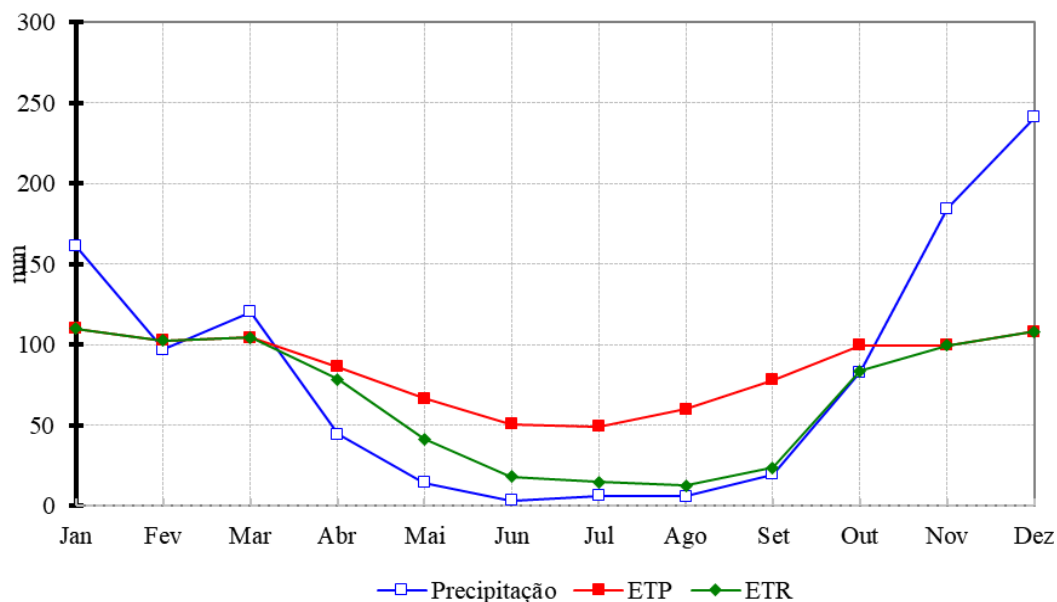


Figura 2. Gráfico do balanço hídrico de Carbonita – MG. Período: 1982 - 2019.

O município de Carbonita-MG, apresentou as maiores taxas de armazenamento de água no solo, nos meses de novembro a março, atingindo a capacidade máxima de armazenamento de água no solo apenas nos meses de dezembro, janeiro e março, favorecendo a formação do excedente hídrico (Figura 3). Enquanto nos meses de abril a outubro foi identificado as menores taxas de armazenamento variando entre 4,35 a 65,82 mm, caracterizando período de deficiência hídrica na região, tornando-se necessário a disponibilização

de água através da irrigação de forma a atender à necessidade hídrica das principais culturas agrícolas. Marques e Teixeira (2019) reforçam a importância de um planejamento integrado dos recursos hídricos, visando implantar sistemas de irrigação dimensionados conforme a maior demanda ou déficit hídrico da região, ou seja, um sistema de apoio para alocação de água na agricultura irrigada.

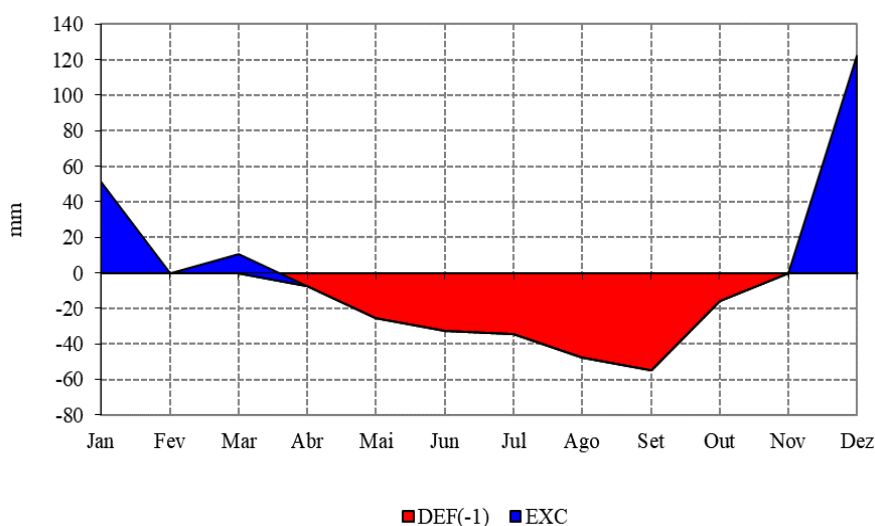


Figura 3. Deficiência hídrica e excedente hídrico de Carbonita – MG. Período: 1982 - 2019.

De acordo com o estudo realizado, o período de deficiência hídrica na região de Carbonita-MG está distribuído entre os meses de

abril a outubro e no mês de fevereiro, sendo que os meses com maior e menor deficiência hídrica são setembro com 54,6 mm e abril início do período de

estiagem com 7,6 mm, respectivamente, destacando os meses de junho, julho, agosto e setembro com as maiores taxas de deficiência hídrica. A deficiência hídrica no mês de fevereiro caracteriza-se como veranico, definido por Silva et al. (2015) como período sem ocorrência de chuvas em plena estação chuvosa. Rodrigues et al. (2022) realizando o balanço hídrico para o município de Guanhães – MG, também identificou as maiores taxas de deficiência hídricas nos meses de junho, julho, agosto e setembro. A situação encontrada para Carbonita - MG é próxima a situação encontrada por Silva et al. (2019) em Caratinga - MG na região leste do estado, que também identificou 7 (sete) meses de deficiência de água no solo, diferenciando apenas o período de distribuição ao longo do ano, sendo de maio a novembro. Oliveira (2020), realizando o balanço hídrico para o município de Juramento-MG, também observou o mês de fevereiro como período de veranico. Para regiões que apresentam distribuição irregular das chuvas, Ribeiro et al. (2015) orienta a realizar um planejamento da melhor época para plantio das principais culturas cultivadas em cada região, de modo que a semeadura seja feita em períodos de melhor disponibilidade hídrica para que as fases de máxima exigência hídrica da cultura não coincidam com o período de máxima deficiência de água no solo. Paula et al. (2017) reforça que a deficiência

hídrica do solo deve ser observada com cautela, uma vez que para garantir a produtividade das culturas, é essencial o uso de sistemas de irrigação em regiões que sofrem com o déficit hídrico, em especial quando este déficit se estende ao longo da grande maioria dos meses do ano, corroborando com os resultados alcançados no presente estudo.

Com relação ao excedente hídrico, foi observado um total anual de 183,6 mm, distribuído durante a estação chuvosa, nos meses de dezembro, janeiro e março, exceto no mês de fevereiro, identificado como período de veranico e no mês de novembro, caracterizado como período de reposição de água no solo, o período de reposição de água no solo teve início em novembro e finalizou em dezembro (Figura 4), assim que o solo atingiu sua capacidade máxima de armazenamento (ARM=100 mm). Passos et al. (2017) afirma que durante o período de excedente hídrico o solo possui umidade ideal ao crescimento vegetativo garantindo o desenvolvimento satisfatório das culturas agrícolas. Para Lemos e Santiago (2020) com base na perspectiva das mudanças climáticas, nos próximos anos há uma tendência para o aumento da temperatura e redução das chuvas. Se confirmada, essa tendência poderá afetar a reposição de água no sistema.

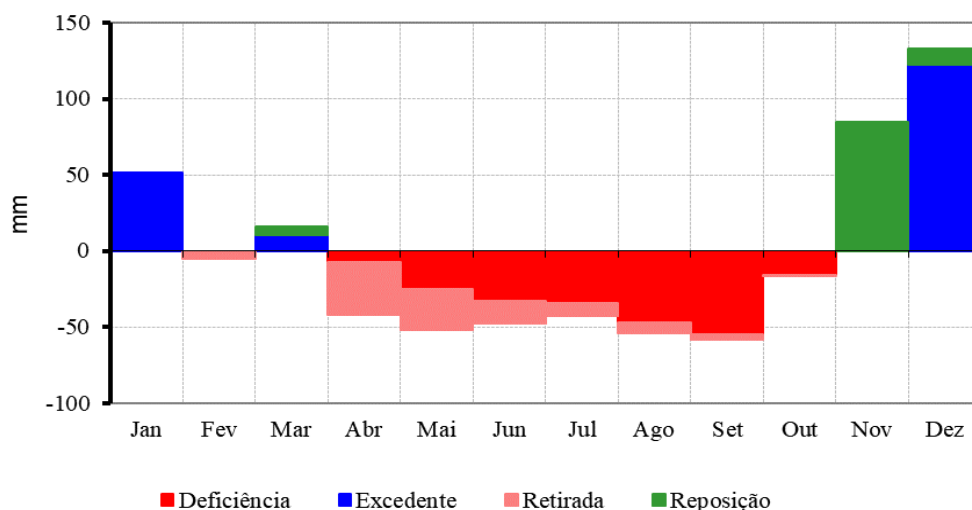


Figura 4. Extrato do balanço hídrico mensal de Carbonita – MG. Período: 1982-2019.

Já em relação a classificação climática para o município de Carbonita-MG, esta foi obtida com base nos valores do índice hídrico, índice de aridez e índice de umidade (Tabela 6). No índice de umidade (Iu) considerado como a “chave inicial” para a classificação, o valor de (Iu) foi de 5,19, sendo encontrado a tipologia C₂ indicando clima sub-úmido. Em seguida por meio da “segunda chave”, com base no índice de aridez (Ia) igual a 21,42 e índice hídrico (Ih) igual a 18,05 obteve-se a letra w, caracterizando moderada deficiência hídrica no inverno. Já a “terceira chave” definida em função da evapotranspiração potencial anual (ETPanual) de 1.016,80 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 425,65 mm obtida pelo somatório da ETP dos meses de (dezembro, janeiro, fevereiro e março) pela evapotranspiração anual (ETPanual) igual a 1.016,80 mm, determinou-se o subtipo a'.

Dessa forma, a fórmula climática completa é C₂wB'₄a', ou seja, o clima para a cidade de Carbonita - MG é caracterizado como sub-úmido, mesotérmico, com moderada deficiência hídrica no inverno.

Tabela 6. Classificação climática do Município de Carbonita-MG. Método de Thornthwaite e Mather (1955).

Ih (%)	Ia (%)	Iu (%)	ETPanual	ETP _v /ETPa (%)
18,05	21,42	5,19	1016,80	41,86
-	w	C ₂	B' ₄	a'

Conclusão

De acordo com o balanço hídrico e a classificação climática para a estação INMET 83485 a região possui precipitação média anual de 982,5 mm e temperatura média de 21,4 °C. O clima é classificado como C₂wB'₄a'. As chuvas se concentram de novembro a março, havendo excesso de 51,2; 10,3 e 122,1 mm nos meses de janeiro, março e dezembro respectivamente e déficits hídricos nos demais meses do ano.

Os dados de precipitação demonstram uma distribuição irregular das chuvas ao longo da série temporal, com altos coeficientes de variação. Os resultados obtidos contribuirão para a gestão e planejamento de atividades agrícolas, além de diversas atividades que tenham as características edafoclimáticas como variável para tomada de decisão.

Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Meteorologia-INMET pela disponibilização da série histórica de dados de precipitação.

Referências

Adjovi, N. R. A., Agboton, A. G., Quenum, F., Miassi, Y. E. S., Dossa, F. K., Adedemi, O.

2018. Variation climatique et production vivrière au Sud-Bénin: cas de la commune de Bohicon. *Afrique Science* [online] 15, p. 32 - 43. Disponível: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02064454>. Acesso: 02 out. 2022.

Andrade Júnior, A. S., Bastos, E. A., Barros, A. H. C., Silva, C. O., Gomes, A. A. N. 2005. Classificação climática e regionalização do semi-árido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. *Revista Ciência Agronômica* [online] 36, 143-151. Disponível: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/260>. Acesso: 12 de out. 2022.

Aquino, C. M. S., Oliveira, J. G. B., 2013. Emprego do Método de Thornthwaite & Mather (1955) para cálculo do balanço hídrico climatológico do núcleo de degradação de São Raimundo Nonato-Piauí. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 6,. 079-090. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v06.1.p079-090>. Acesso: 20 jun. 2022.

Cantelle, T. D., Lima, E. C., Borges, L. A. C. 2018. Panorama dos recursos hídricos no mundo e no Brasil. *Revista em agronegócio e meio ambiente* [online] 11, 1259-1282. Disponível: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2018v11n4p1259-1282>. Acesso 07 out. 2022.

- Cassettari, G. A., Queiroz, T. M. 2020. Balanço hídrico e classificação climática na bacia do rio Jauquara, região de transição entre a Amazônia e o cerrado brasileiro. *Revista brasileira de climatologia* [online] 26, 70-88. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v26i0.5913>. Acesso: 05 out. 2022.
- CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2004. Projeto Cadastro de Abastecimento por Águas Subterrâneas, Estados de Minas Gerais e Bahia: diagnóstico do município de Carbonita - MG. Belo Horizonte: CPRM, 34. Disponível: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/16141>. Acesso: 19 set. 2022.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2017 – Resultados definitivos, 2017. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/carbonita/pesquisa/24/76693>. Acesso: 15 abr. 2022.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População estimada: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2020. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/carbonita/panorama>. Acesso: 06 abr. 2022.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. Disponível: <http://www.inmet.gov.br/portal/in dex.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso: 08 abr. 2022.
- Jesus, J. B., 2015. Estimativa do balanço hídrico climatológico e classificação climática pelo método de Thornthwaite e Mather para o município de Aracaju-SE. *Scientia Plena* [online] 11, Disponível: <https://scientiapiena.org.br/sp/article/view/2161>. Acesso: 20 jun. 2022.
- Lee W.V., 2014. Historical global analysis of occurrences and human casualty of extreme temperature events (ETEs). *Natural hazards* [online] 70, n. 2, p. 1453-1505. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0884-7>. Acesso: 21 jun. 2022.
- Lopes Sobrinho, O. P., Santos, L. N. S. das., Santos, G. W., Cunha, F. N., Soares, F. A. L., Teixeira, M. B. 2020. Balanço hídrico climatológico mensal e classificação climática de köppen e thornthwaite para o município de rio verde Goiás. *Revista Brasileira de climatologia* [online] 27 19-33. Disponível: <https://doi.org/10.5380/abclima.v27i0.68692>. Acesso: 04 out. 2022.
- Marques, P. E., Teixeira, E. C. 2019. Sistema de apoio à decisão para alocação de água na agricultura irrigada em nível de microbacia hidrográfica, *Revista Iberoamericana del Agua*, 6, 63-77. Disponível: <https://doi.org/10.1080/23863781.2019.1635918>. Acesso: 06 dez. 2022.
- Martins, P. A. S., Querino, C. A. S., Moura, M. A. L., Querino, J. K. A. S., Bentolila, L. B. V., Silva, P. C. S. 2020. Climatic Water Balance and Thornthwaite and Mather (1955) Climate Classification For Manicoré Municipality In Amazonas South Mesoregion. *Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - IRRIGA* [online] 25, 641-655. Disponível: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2020v25n3p641-655>. Acesso: 09 out. 2022.
- Matos, R. M. de., Silva, P. F. DA., Medeiros, R. M. DE., Santos, B. D. B. dos., Barros, A. S., Dantas Neto, J., Saboya, L. M. F. 2020. Balanço hídrico climatológico normal e sequencial para o município de Barbalha - CE. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 13, n. 3, p. 973-982. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.3.p973-982>. Acesso: 08 out. 2022.
- Matos, R. M., Medeiros, R. M., Francisco, P. R., M., Silva, P. F., Santos, D. 2015. Caracterização e aptidão climática de culturas para o município de Alhandra - PB, Brasil. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* [online] 9, n. 3, p. 183. Disponível: [10.7127/rbai.v9n300288](https://doi.org/10.7127/rbai.v9n300288). Acesso: 06 out. 2022.
- Matos, R.M., Silva, P.F., Barros, A.S., Dantas Neto, J., Medeiros, R.M., Saboya, L.M.S., Santos, B.D.B, 2019. Aptidão agroclimática para o cultivo da mandioca no município de Barbalha - CE. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 12. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12..5.p%5p>. Acesso: 25 set. 2022.
- Medeiros, R. M. de., Holanda, R. M. 2020. Balança hídrico sequencial para lagoa seca, Paraíba, Brasil. *Research, society, and development* [online] 9, n.7. Disponível: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4691>. Acesso: 06 out. 2022.
- Medeiros, R. M., Medeiros Duarte, J. F. 2020. Caju versus sorgo e sua aptidão climática no município de Recife-PE-Brasil. *Revista Percorso* [online] 12, n. 1, p. 03-18. Disponível: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/Percorso/article/view/49767>. Acesso: 13 out. 2022.
- Lemos, J. J. S., Santiago, D. F. 2020. Instabilidade da agricultura familiar no Semiárido. *Revista de Política Agrícola*, v. 29, n. 1, p. 94. Disponível: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/art>

- icle/view/1478. Acesso em: 06 Dez. 2022.
- Oliveira, J. Â. M., 2020. Estimativa do balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Juramento-MG. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI* [online] 14, n. 3. Disponível: <https://doi.org/10.7127/rbai.v14n101114>. Acesso: 11 jul. 2022.
- Passos, M. L. V., Zambrzycki, G. C., Pereira, R. S., 2017. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Balsas-MA. *Scientia Agraria* [online] 18, 83-89. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v18i1.48584>. Acesso: 08 out. 2022.
- Paula, J. A. A., Cardoso, E. A., Sousa, R. P., Assis, J. P. 2017. Análise agrônômica e econômica do cultivo de melão (*cucumis melo*, L.) Conduzido na região semiárida do nordeste brasileiro. *Enciclopédia Biosfera* [online] 14. Disponível: [10.18677/EnciBio_2017B4](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2017B4). Acesso: 12 out. 2022.
- Ribeiro, A. A.; Simeão, M.; Santos, A. R. B., 2015. Balanço hídrico climatológico para os municípios de Piripiri e São João do Piauí, Piauí, Brasil. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering* [online] 9 (3): 228-235. Disponível: <http://dx.doi.org/10.18011/bioeng2015v9n3p228-235>. Acesso: 09 jun. 2022.
- Ribeiro, W. C., Santos, C. L. S., Silva, L. P. B. 2019. Conflito pela água, entre a escassez e a abundância: Marcos teóricos. *AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política* [online] 1, 11-11. Disponível: <https://doi.org/10.48075/amb.v1i2.23619>. Acesso: 07 out. 2022.
- Rodrigues, A. L., Mesquita, E. P. B., Queiroz, T. M. 2022. Balanço hídrico climatológico e estudo da disponibilidade hídrica do reservatório da barragem Santa Cruz para o município de Guanhães/MG-Brasil. *Research, Society and Development* [online] 11, Disponível: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29238>. Acesso: 12 out. 2022.
- Rolim, G. S., Sentelhas, P. C., Barbieri, V., 1998. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* [online] 6, p. 133-137. Disponível: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/171.pdf>. Acesso: 14 jun. 2022.
- Santos, L. J., Marmontel, C. V. F., Martins, T. M., Melo, A. G. C., 2010. Fitossociologia de cerrado sensu stricto localizado no Município de Carbonita-MG. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal* [online] 15, 77-90. Disponível: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/aovfs0Vhf3ATNBM_2013-4-29-11-9-13.pdf. Acesso: 10 out. 2022.
- Silva, A. D. G., Santos, A. L. B., Santos, J. M., Lucena, R. L. 2022. Balanço hídrico climatológico e classificação climática do estado do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Climatologia* [online] 30, p. 798-816. Disponível: <https://doi.org/10.55761/abcli.v30i18.15240>. Acesso: 07 out. 2022.
- Silva, A. O., Moura, G. B. A., Klar, A. E. 2014. Classificação climática de Thornthwaite e sua aplicabilidade agroclimatológica nos diferentes regimes de precipitação em Pernambuco. *Irriga* [online] 19, 46-60. Disponível: <https://doi.org/10.15809/irriga.2014v19n1p46>. Acesso: 02 out. 2022.
- Silva, F. A., Freitas, F. C. L., Rocha, P. R. R., Cunha, J. L. X L., Dombroski, J. L. D., Coelho, M. E. H., Lima, M. F. P. 2015. Milho para ensilagem cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional sob efeito de veranico. *Semina: Ciências Agrárias* [online] 36, 327-340. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5433/16790359.2015v36n1p327>. Acesso: 16 jul. 2022.
- Silva, J. G., Feitoza, V. S., Gonçalves, J. A. C. 2019. Balanço hídrico da microbacia do Córrego Seco em Caratinga, Minas Gerais, sudeste do Brasil. *Research, Society and Development* [online] 8, n. 12. Disponível: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i12.1898>. Acesso: 10 out. 2022.
- Souza, A. P., Mota, L. L., Zamadei, T., Martim, C. C., Almeida, F. T., Paulino, J. 2013. Classificação Climática e Balanço Hídrico Climatológico no Estado de Mato Grosso. *Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais* [online] 1, 34-43. Disponível: [10.31413/nativa.v1i1.1334](https://doi.org/10.31413/nativa.v1i1.1334). Acesso: 06 out. 2022.
- Thornthwaite, C.W., Mather, J.R. The water balance. *Publications in Climatology*. New Jersey: Drexel Institute of Technology; 1955, 104p.