

ESTIMATIVA DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O MUNICÍPIO DE JURAMENTO-MG

José Ângeles Moreira de Oliveira¹

RESUMO

O que determina a produtividade na agricultura é a qualidade do solo e a disponibilidade hídrica, tornando-se fundamental entender as variações climáticas de determinada região de interesse. O balanço hídrico climatológico (BHC) é uma ferramenta capaz de identificar períodos de deficiência hídrica e de excedente hídrico. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi calcular o BHC bem como realizar a classificação climática pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) para o município de Juramento-MG. Para a realização do trabalho, foi utilizada uma série de dados históricos entre os anos de 1987 a 2019, relativos à precipitação média mensal e temperatura média mensal. A deficiência hídrica anual no município foi de 346,2 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 janeiro e dezembro, totalizando 75,9 mm. A classificação climática para o município de estudo, foi caracterizado como clima seco sub-úmido, mesotérmico, com moderada deficiência no inverno ($C_1WB'_{4a}$).

Palavras-chave: Agricultura, disponibilidade hídrica, precipitação.

ESTIMATION OF THE CLIMATOLOGICAL WATER BALANCE AND CLIMATIC CLASSIFICATION FOR THE MUNICIPALITY OF JURAMENTO-MG

ABSTRACT

What determines the productivity in agriculture is the quality of the soil and water availability, making it is essential to understand the climatic variations of a given region of interest. The climatological water balance (BHC) is a tool capable of identifying periods of water deficiency and water surplus. Thus, the objective of this work was to calculate the BHC as well as to performing climatic classification by the Thornthwaite and Mather method (1955) for the municipality of Juramento-MG. To perform the work, a series of historical data were used between 1987 and 2019, related to average monthly precipitation and monthly average temperature. The annual water deficiency in the municipality was 346,2 mm, being distributed between the months of April to October and February totaling eight months of water deficit. The water surplus was verified only in the months of January

¹ Engenheiro Agrícola e Ambiental – IFNMG/Especialista em Engenharia Ambiental - UCAM. E-mail: j.ngeles@yahoo.com

and December, totaling 75,9 mm. The climatic classification for the municipality of study, was characterized as sub-humid dry climate, mesothermal, with moderate deficiency in winter (C₁wB'4a').

Keywords: Agriculture, water availability, precipitation.

INTRODUÇÃO

As características climáticas e hidrológicas de determinada região são os principais parâmetros na estimativa das disponibilidades hídricas do território. É com base nos estudos hidroclimatológicos que se realiza o planejamento e gestão dos recursos hídricos (MEDEIROS et al., 2013).

De acordo com Jesus (2015) as condições climáticas têm influência direta nas atividades humanas, seja na produção agrícola, no sistema econômico, como também no bem-estar da população e nas suas relações sociais. Desta forma, o ser humano é intrinsecamente dependente das condições do clima, e, está sujeito às suas variações, sejam elas positivas ou negativas.

Analisar o comportamento agroclimático de uma determinada região é fundamental para o planejamento agrícola. A estimativa do balanço hídrico climático (BHC) e a classificação do clima são ferramentas indispensáveis na determinação da aptidão de áreas para culturas agrícolas e no planejamento de sistemas de irrigação (PASSOS et al., 2016). Blain (2009) também afirma que o conhecimento da variabilidade climática é fundamental 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 de culturas agrícolas.

A precipitação pluviométrica é o principal meio da entrada de água no sistema agrícola, sendo fundamental para o entendimento da dinâmica hídrica do meio e pode ser utilizada como um indicador de épocas mais favoráveis para a semeadura (BARRETO et al., 2014). A realidade hídrica associada a fatores climáticos estimula a realização de estudos envolvendo o balanço hídrico, pois esse se torna necessário na contabilização da quantidade de água que entra e sai do solo (MEDEIROS et al., 2013).

O balanço hídrico é uma das várias formas de monitoramento do armazenamento de água no solo, a partir do qual são determinadas as épocas de deficiência e excedente hídrico, a reposição e a retirada da água do solo e também a classificação climática, assim pode-se identificar períodos cruciais, dentro de um determinado espaço de tempo (JESUS, 2015).

A análise dos padrões climáticos pode ser desenvolvida pelo estudo de cada variável separadamente, ou essas variáveis podem ser agregadas por algum método de classificação climática que integra várias características do clima (BELDA et al., 2014). A classificação climática tem o propósito de 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). Há diversos sistemas de classificação climática, dentre eles 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 dados do IBGE (2017) a cidade de Juramento-MG possui 319 estabelecimentos agropecuários com área total de 34.086 hectares, apresentando uma agricultura diversificada com destaque para cultivos de sorgo forrageiro, milho, mandioca, feijão, cana-de-açúcar, abóbora e alho.

Diante do exposto, o conhecimento das características climáticas da região, torna-se fundamental para um melhor planejamento das atividades agrícolas, 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 Juramento-MG.

ESTIMATIVA DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O MUNICÍPIO DE JURAMENTO-MG

MATERIAL E MÉTODOS

O balanço hídrico climatológico (BHC) e a classificação climática foram realizados para

o município de Juramento-MG (Figura 1) que está localizado na região norte do Estado de Minas Gerais, e sudeste do Brasil com área territorial de 431,630 km².

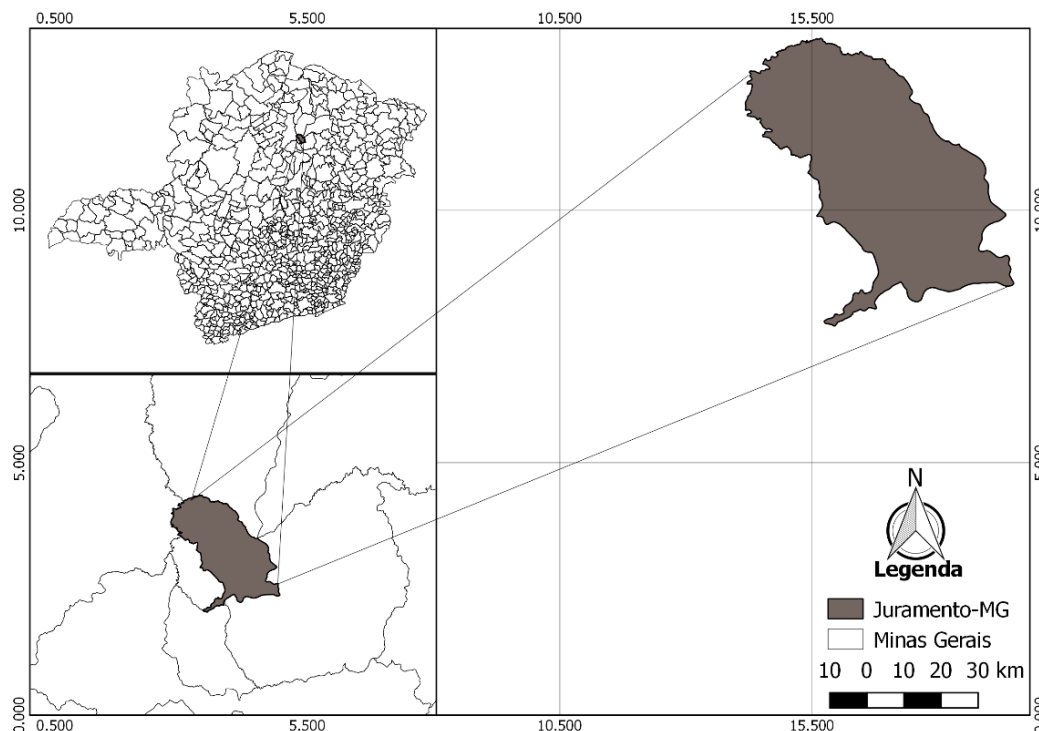


Figura 1: Mapa de localização do município de Juramento-MG.

A população estimada do município é de 4.331 habitantes com densidade populacional de 9,53 habitantes/km² (IBGE, 2019). A cidade está incluída na transição dos domínios do Cerrado e da Caatinga, sua altitude máxima é de 1.256 m na Serra do Caturi e a mínima de 642 m no Rio da Prata. O solo na região é classificado como argissolo vermelho-amarelo eutrófico típico, com horizonte A moderado, textura argilosa e horizonte B textural; e como latossolo vermelho-amarelo distrófico típico, com horizonte A moderado, textura argilosa, com horizonte B latossólico apresentando espessura mínima de 50 cm (NUNES et al., 2005).

Balanço hídrico climatológico (BHC)

O balanço hídrico climatológico (BHC) foi realizado a partir do 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 (1987 – 2019), sendo considerados

os dados médios de precipitação e temperatura média mensal. Os dados de precipitação e temperatura foram obtidos da estação meteorológica nº 83452 do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

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 típico. A evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada pelo método proposto por Thornthwaite (1948). Foram construídos gráficos resultantes dos valores obtidos no balanço hídrico para o período estabelecido.

Classificação climática

Para a classificação climática foi utilizado o método de Thornthwaite e Mather (1955), que considera os dados obtidos do balanço hídrico climatológico (BHC). A

classificação climática foi realizada por meio dos 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

O balanço hídrico climatológico (BHC) para a região de Juramento-MG, está apresentado na Tabela 1, incluindo os valores dos elementos climatológicos de entrada, temperatura (°C) e precipitação (mm) bem como os elementos climatológicos de saída do BHC, evapotranspiração potencial (mm), armazenamento de água no solo (mm), evapotranspiração real (mm), excedente hídrico (mm) e deficiência hídrica (mm).

Tabela 1. Balanço hídrico climatológico pelo método de Thornthwaite; Mather (1955), para a cidade de Juramento – MG, no período de 1987 a 2019.

Mês	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG.A C (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	24,1	140,2	114,2	26,0	0,0	100,00	0,00	114,2	0,0	26,0
Fev	24,2	95,2	106,0	-10,9	-10,9	89,69	-10,31	105,5	0,6	0,0
Mar	23,9	113,8	110,4	3,4	-7,2	93,08	3,39	110,4	0,0	0,0
Abr	23,0	36,6	92,3	-55,8	-63,0	53,28	-39,80	76,3	16,0	0,0
Mai	21,4	10,3	75,1	-64,8	-127,7	27,88	-25,41	35,7	39,4	0,0
Jun	20,0	3,6	58,8	-55,2	-183,0	16,05	-11,83	15,4	43,4	0,0
Jul	19,6	0,7	57,3	-56,6	-239,6	9,11	-6,94	7,6	49,7	0,0
Ago	21,1	1,3	71,5	-70,2	-309,8	4,52	-4,59	5,9	65,6	0,0
Set	23,6	14,5	96,8	-82,3	-392,0	1,98	-2,53	17,0	79,8	0,0
Out	24,9	68,2	120,9	-52,7	-444,7	1,17	-0,81	69,1	51,9	0,0
Nov	24,1	170,9	111,1	59,8	-49,4	61,02	59,85	111,1	0,0	0,0
Dez	23,8	202,5	113,5	88,9	0,0	100,00	38,98	113,5	0,0	50,0
Totais	273,5	857,7	1128,0	-270,3	-	558	0,00	781,8	346,2	75,9
Médias	22,8	71,5	94,0	-22,5	-	46,5	-	65,1	28,9	6,3

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.

Pode-se observar que o mês com temperatura média mensal mais elevada foi outubro com máxima de 24,9 °C, enquanto que o mais frio foi o mês de julho com 19,6 °C. A temperatura média anual encontrada para o município foi de 22,8 °C.

Para o período em estudo a precipitação total média anual foi de 857,7 mm, apresentando distribuição ao longo do ano irregular (Figura 2), evidenciando duas

estações bem distintas, uma chuvosa que abrange os meses de novembro a março, contribuindo com aproximadamente 84,24% do volume pluviométrico anual e a outra estação seca entre os meses de abril a outubro responsável por apenas 15,76% do total médio anual. Foi obtido para o mês de dezembro o índice médio mais elevado 202,5 mm e o mês de julho o menor 0,7 mm.

ESTIMATIVA DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O MUNICÍPIO DE JURAMENTO-MG

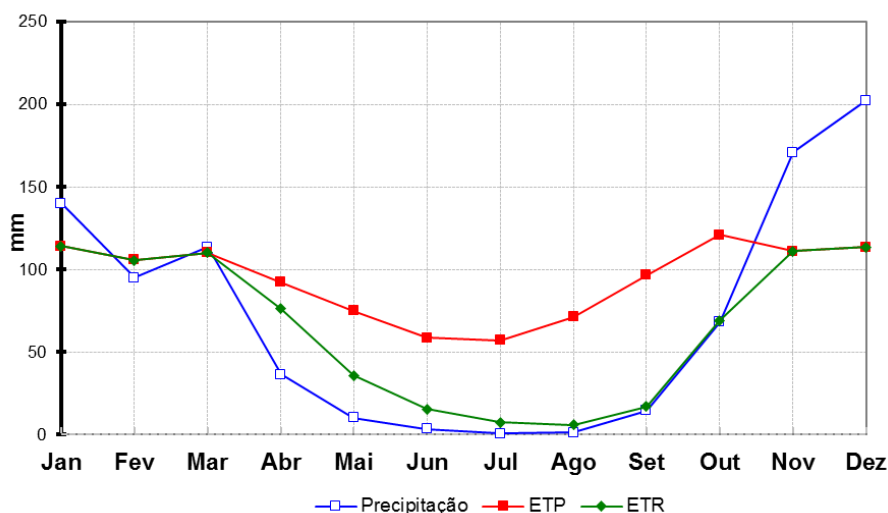


Figura 2: Gráfico do balanço hídrico para Juramento - MG. Método de Thornthwaite; Mather (1955). Período: 1987 – 2019.

Para o município de Arinos-MG, Oliveira e Oliveira (2018) observaram uma média anual da precipitação de 1185,5 mm e que o município apresenta duas estações, uma chuvosa, entre os meses de novembro a março, que responde por 80,1% do total acumulado e outra seca ocorrendo entre os meses de abril a outubro, responsável por 19,9% do total. Os mesmos autores ainda observaram o mês de dezembro como o mais chuvoso para o período estudado com 252,5 mm e o mês de junho o menos chuvoso com apenas 12,6 mm. Oliveira (2019) verificou que para o município de Januária-MG, o mês de dezembro também possui o índice pluviométrico mensal mais elevado com 190,0 mm e o mês de julho o menor índice com 0,8 mm.

O município de Juramento-MG apresenta evapotranspiração potencial (ETP) anual total de 1.128,0 mm, com variações de 57,3 mm no mês de julho a 120,9 mm no mês de outubro. Por outro lado, a evapotranspiração real (ETR) registrou um total anual de 781,8 mm, apresentando janeiro como o mês com ETR mais elevada e a mais baixa em agosto.

Oliveira (2019) efetuou o balanço hídrico e a classificação climática para o município de

Januária-MG, obtendo também altas taxas evapotranspirativas, sendo que a ETP anual média do município foi de 1.280,4 mm, com variações de 79,2 mm no mês de junho a 141,0 mm no mês de outubro. Enquanto que a evapotranspiração real (ETR) total anual registrada para o mesmo município foi de 788,2 mm, apresentando março como o mês com ETR mais elevada e agosto com ETR mais baixa.

Ainda 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). Enquanto que 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).

De acordo com o estudo realizado, os meses de maior armazenamento de água no solo compreende o período de novembro a março com volume armazenado variando entre 93,08 mm a 100 mm. Enquanto que o período de abril a outubro teve as menores taxas de armazenagem (Figura 3), variando entre 1,17 a 53,28 mm.

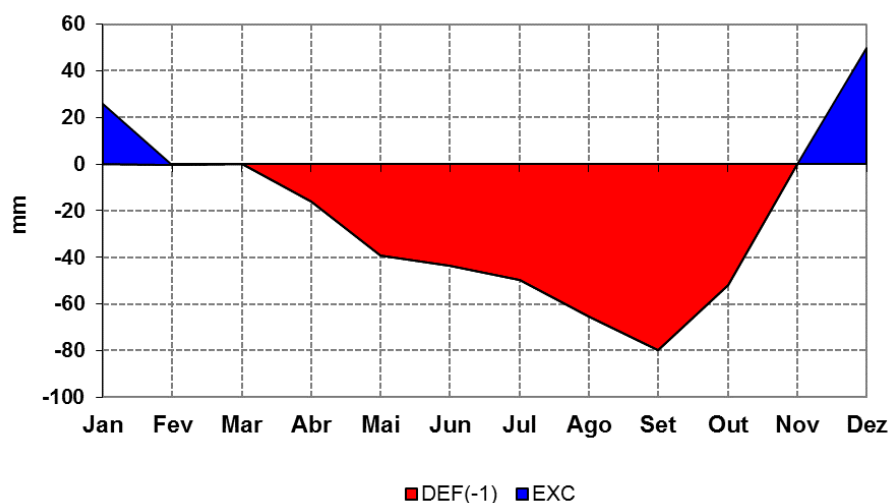


Figura 3: Balanço Hídrico Climatológico do Município de Juramento – MG. Método de Thornthwaite; Mather (1955). Período: 1987-2019.

O município de Juramento-MG apresenta período de deficiência hídrica entre os meses de abril a outubro e no mês de fevereiro (Figura 3), sendo que os meses com maior e menor deficiência hídrica são setembro com 79,8 mm e abril início do período de estiagem com 16,0 mm, respectivamente. O mês de fevereiro é caracterizado como verânico, definido por Silva et al., (2015) como período sem ocorrência de chuvas em plena estação chuvosa. Ribeiro et al., (2015) recomenda que seja feito um planejamento adequado 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.

Os meses de novembro, dezembro e março compreendem, o período em que as chuvas superam a evapotranspiração potencial (ETP) e a evapotranspiração real (ETR), ocorrendo a reposição de água no solo (Figura 4), fazendo com que o mesmo atinja a sua capacidade de armazenagem, favorecendo posteriormente a formação do excedente hídrico. Enquanto que para o município de Januária-MG, também no norte de Minas Gerais, Oliveira (2019) constatou que o período de reposição da água do solo ocorre nos meses de novembro a dezembro.

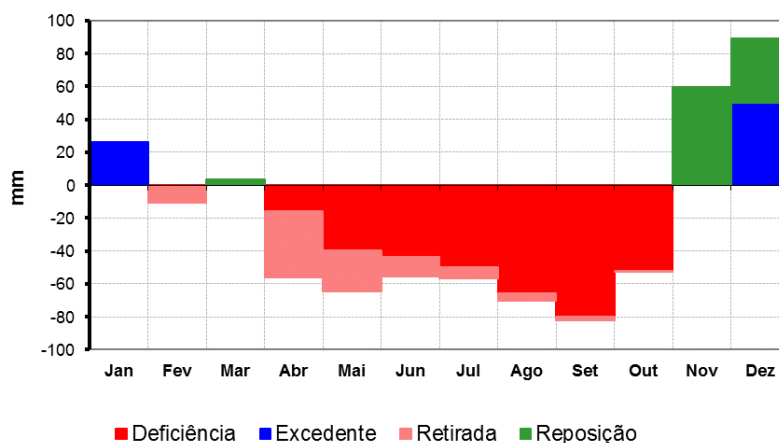


Figura 4: Extrato do balanço hídrico mensal. Método de Thornthwaite; Mather (1955). Período: 1987-2019.

ESTIMATIVA DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O MUNICÍPIO DE JURAMENTO-MG

Neste estudo o excedente hídrico não se verificou, durante a estação chuvosa, nos meses de novembro, fevereiro e março (Figura 4), sendo que em mais da metade dos meses do ano não foi observado excesso hídrico, totalizando 75,9 mm, entre os meses de dezembro a janeiro. 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.

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).

Tabela 2. Classificação climática do Município de Juramento-MG. Método de Thornthwaite (1948).

Ih (%)	Ia (%)	Iu (%)	ETP _{anual}	ETP _v /ETPa (%)
6,72	30,69	-11,69	1128,0	29,30
-	w	C ₁	B' ₄	a'

Ih: Índice Hídrico; Ia: Índice de Aridez; Iu: Índice de Umidade; ETP_a: Evapotranspiração Anual; ETP_v: Evapotranspiração de Verão.

No índice de umidade (Iu) considerado como a “chave inicial” para a classificação, o valor de (Iu) foi de -11,69, sendo encontrado a tipologia C₁ indicando clima seco sub-úmido. Em seguida por meio da “segunda chave”, com base no índice de aridez (Ia) igual a 30,69 e índice hídrico (Ih) igual a 6,72 obteve-se a letra w, caracterizando moderada deficiência no inverno. Já a “terceira chave” definida em função da evapotranspiração potencial anual (ETP_{anual}) de 1.128,0 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 (ETP_v) igual a 330,6 mm obtida pelo somatório da ETP dos meses de janeiro, fevereiro e março, e pela evapotranspiração anual (ETP_{anual}) igual a 1.128,0 mm, determinou-se o subtipo a', que indica a porcentagem da concentração da ETP no verão (29,30%).

Sendo assim, a fórmula climática completa obtida foi C₁wB'₄a', ou seja, clima seco sub-úmido, mesotérmico, com moderada deficiência no inverno e com 29,30% da evapotranspiração anual concentrada no trimestre mais quente do ano.

CONCLUSÃO

De acordo com o balanço hídrico climatológico (BHC) o município de Juramento – MG apresenta oito meses de deficiência hídrica, com acumulado de 346,2 mm ao ano e pequeno excedente hídrico com total anual de 75,9 mm.

O estudo revelou que a localidade apresenta distribuição irregular das chuvas com duas estações climáticas bem definidas: chuvosa (novembro, dezembro, janeiro e março) apresentando ausência de precipitação no mês de fevereiro em pleno período chuvoso e estação seca (abril a outubro).

As precipitações totais anuais atingem valores médios de 857,7 mm.

Os meses de dezembro a janeiro compreendem o período de excedente hídrico, enquanto que, os meses de abril a outubro e

fevereiro compreendem o período de deficiência hídrica, necessitando assim do uso de sistema de irrigação para atender a demanda hídrica das culturas.

Por fim, a classificação climática para o município de Juramento-MG, foi caracterizado como clima seco sub-úmido, mesotérmico, com moderada deficiência no inverno (C₁wB'₄a').

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O.da; 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.

- BARRETO, H.B.F.; PEREIRA, G.M.; BARRETO, F.P.; FREIRE, F.G.C.; MAIA, P.M.E. Relação intensidade-duração-frequência para precipitação extrema em Mossoró-RN. **Global Science and Technology**, v.7, n.3, p.103-109, 2014. <http://dx.doi.org/10.14688/1984-3801/gst.v7n3p103-109>.
- BELDA, M., HOLTANOVÁ, E., HALENKA, T., KALVOVÁ, J., 2014. Climate classification revisited: from Köppen to Trewartha. **Climate Research** 59, p. 1 – 13.
- 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>.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juramentopesquis> a/24/76693>. Acesso em: 02 fev. 2020.
- 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 2019**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juramentopanorama>>. Acesso em: 04 fev. 2020.
- 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: 28 jan. 2020.
- 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.
- LEE W.V. Historical global analysis of occurrences and human casualty of extreme temperature events (ETEs). **Natural hazards**, v. 70, n. 2, p. 1453-1505, 2014.
- 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>.
- NUNES, Y.R.F.; FAGUNDES, M.; SANTOS, R.M.; DOMINGUES, E.B.S.; ALMEIDA, H.S.; GONZAGA, A.P.D. Atividades fenológicas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) em uma Floresta Estacional Decidual no norte de Minas Gerais. **Lundiana**, v.6, n.2, p.99-105, 2005.
- OLIVEIRA, J. A. M. Balanço hídrico e classificação climática para o município de Januária – MG. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, 15, n.1, p. 86-91, 2019. <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v15i1.1084>.
- OLIVEIRA, J. A. M.; OLIVEIRA, C. M. M. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Arinos-MG. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, 12, n.6, p. 3021 – 3027, 2018. <https://doi.org/10.7127/rbai.v12n600901>.
- 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.
- 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**

ESTIMATIVA DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA
PARA O MUNICÍPIO DE JURAMENTO-MG

Agricultura Irrigada, v.10, n.4, p.758-766, 2016.
<http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v10n400402>.

RIBEIRO, A. A.; SIMEÃO, M.; SANTOS, A. R. B. Balanço hídrico climatológico para os municípios de Piripiri e São João do Piauí, Piauí, Brasil. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 3, p. 228-235, 2015.
<http://dx.doi.org/10.18011/bioeng2015v9n3p228-235>.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, p. 133-137, 1998.

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. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - Irriga**, v. 19, n. 1, p. 46, 2014.
<https://doi.org/10.15809/irriga.2014v19n1p46>.

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. Milho para ensilagem cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional sob efeito de veranico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 327-340, 2015.
<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n1p327>.

THORTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, v.38, p.55-94, 1948.

THORTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. **Publications in Climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology; 1955, 104p.