

BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE E MATHER PARA O MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO – MG

José Ângeles Moreira de Oliveira¹

RESUMO

O balanço hídrico climatológico caracteriza-se como uma ferramenta capaz de identificar períodos de deficiência hídrica e de excedente hídrico. Sendo assim, 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 Conceição do Mato Dentro - MG. Para a realização do trabalho foi utilizada uma série de dados históricos entre os anos de 1961 a 2017, 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). Após a realização do balanço hídrico, identificou-se um déficit hídrico de seis meses (abril a setembro), com total anual de 103,7 mm e excedente hídrico de cinco meses (novembro a março) com total anual de 496,1 mm. Com relação à classificação climática, o clima foi caracterizado como mesotérmico úmido com pequena ou nenhuma deficiência hídrica ($B_2rB'_{3a}$).

Palavras-chave: deficiência hídrica, excedente hídrico, classificação climática.

CLIMATOLOGICAL WATER BALANCE AND CLIMATIC CLASSIFICATION OF THORNTHWAITE AND MATHER FOR THE MUNICIPALITY OF CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO – MG

ABSTRACT

The climatological water balance is characterized with a tool capable of identifying periods of water deficiency and water surplus. Being thus, the objective of this study was to calculate the climatological water balance (BHC) as well as performing the climate classification by the method of Thornthwaite and Mather (1955) for the municipality of Conceição do Mato Dentro - MG. For the completion of the work was used a series of historical data between the years of 1961 to 2017, relating to the average monthly precipitation and mean monthly temperature. For the calculation of the BHC was adopted the value of 100 mm for the available water capacity (CAD). After the completion of the hydric balance, identified a water deficiency of six months (April to September), with annual total of 103,7 mm and water surplus for five months (November to March) with annual total of 496,1 mm. With respect to

¹ Engenheiro Agrícola e Ambiental. E-mail: j.ngeles@yahoo.com

climate classification, the climate was characterized as mesothermal humid with little or no water deficiency (B_{2r}B'_{3a}').

Keywords: water deficiency, water surplus, climate classification.

INTRODUÇÃO

O clima influencia diretamente a maior parte das atividades humanas, em especial a agricultura, que tem a produção agrícola dependente principalmente da disponibilidade hídrica regional (ROLIM et al., 2007). De acordo com Medeiros et al. (2013) não é possível afirmar se um clima é úmido ou seco baseado apenas nos dados pluviométricos, é preciso saber se o volume de precipitação é maior ou menor que a água necessária para a evapotranspiração, tornando a precipitação e a evapotranspiração importantes fatores climáticos.

O balanço hídrico climatológico (BHC) desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) é uma ferramenta muito utilizada para monitorar a quantidade de água armazenada no solo, que sofre variações de acordo com a época do ano, em função das condições de temperatura e de precipitação pluviométrica. Os dados resultantes do cálculo do BHC, também permite realizar a classificação climática, já que os dados necessários são justamente os determinados na resolução do balanço hídrico (DANTAS et al., 2007).

O conhecimento das variáveis de saída que compõe o balanço hídrico climatológico, permite o planejamento agropecuário através da disponibilização de informações aos produtores, auxiliando a identificar as fragilidades climáticas, sendo uma ferramenta essencial para o sucesso de um empreendimento agrícola, que inclui a decisão de optar ou não por sistemas de irrigação para suprir a deficiência hídrica no solo (SANTOS et al., 2010).

Analisar as características climáticas de uma determinada região é essencial para o planejamento agrícola. A estimativa do balanço hídrico climático e a classificação climática são ferramentas indispensáveis para a determinação da aptidão de áreas para culturas agrícolas e no planejamento de sistemas de irrigação (PASSOS et al., 2016).

A classificação climática tem a finalidade 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). Existem 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).

A cidade de Conceição do Mato Dentro tem 31% de seus habitantes residentes na zona rural, sendo que os estabelecimentos com agricultura familiar representam 81% do total de estabelecimentos agropecuários (PEREIRA et al., 2017). De acordo com dados do IBGE (2016) o município apresenta uma agricultura diversificada com destaque para cultivos de cana-de-açúcar, mandioca, milho, feijão e banana.

Diante do exposto, 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 Conceição do Mato Dentro - MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Conceição do Mato Dentro (Figura 1) está localizado no interior do Estado de Minas Gerais, pertence à mesorregião metropolitana de Belo Horizonte e microrregião de Conceição do Mato Dentro, localiza-se a nordeste da capital do estado, distante cerca de 167 km, limita-se com os municípios de Serro, Dom Joaquim, Gouveia e Congonhas do Norte (PMCDM, 2016).

BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAIT E MATHER PARA O MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO – MG

O município possui uma população de 18.126 habitantes e área territorial de 1.720 km² (IBGE, 2016). O clima segundo Köppen e Geiger é caracterizado como quente e temperado com estação úmida do tipo Cwa, com temperatura média anual de 20,9°C com

invernos secos e amenos e verões chuvosos com temperaturas elevadas apresentando precipitação média anual de 1.682 mm, o relevo varia entre 430 m e 1460 m (Plano de Saneamento Básico de Conceição do Mato Dentro, 2016).

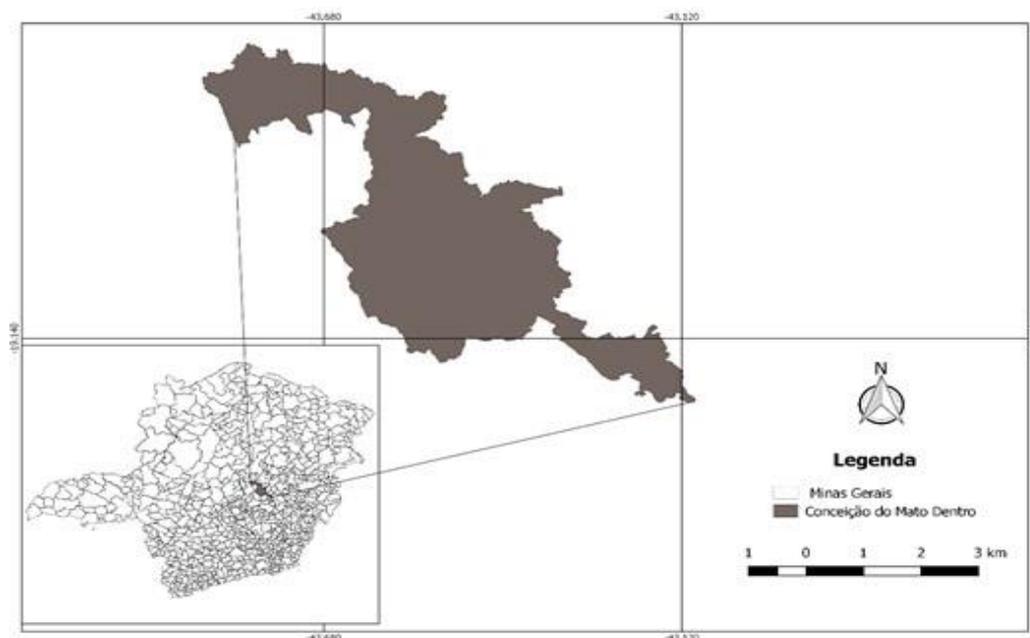


Figura 1. Mapa de localização do município de Conceição do Mato Dentro - MG.

Fonte: autor.

Para realização do estudo foram utilizados dados médios mensais de precipitação e temperatura do ar, compreendendo o período de 1961 a 2017 totalizando 56 anos, fornecidos pela estação meteorológica convencional 83589 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018).

O balanço hídrico climático (BHC) foi obtido através do método proposto por Thornthwaite e Mather (1955), utilizando planilha eletrônica elaborada por Rolim et al. (1998). Foi adotado o valor de 100 mm para a

capacidade de água disponível no solo (CAD). A evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada pelo método proposto por Thornthwaite (1948).

Com base nos 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:

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

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

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

Em que:

EXC = excedente hídrico, em mm;

ETP = evapotranspiração potencial, 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 Conceição do Mato Dentro - MG, referente ao período de 1961 a 2017.

Tabela 1. Balanço hídrico climatológico pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), para a cidade de Conceição do Mato Dentro – MG, no período de 1961 a 2017.

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	255,5	111,92	143,5	0,0	100,00	0,00	111,9	0,0	143,5
Fev	23,5	137,3	103,18	34,2	0,0	100,00	0,00	103,2	0,0	34,2
Mar	23,0	159,5	104,46	55,1	0,0	100,00	0,00	104,5	0,0	55,1
Abr	21,3	77,0	81,09	-4,1	-4,1	95,98	-4,02	81,0	0,1	0,0
Mai	18,8	25,2	60,05	-34,8	-38,9	67,75	-28,22	53,5	6,6	0,0
Jun	17,2	12,1	45,61	-33,5	-72,5	48,45	-19,30	31,4	14,2	0,0
Jul	16,9	9,6	44,92	-35,3	-107,8	34,03	-14,42	24,0	20,9	0,0
Ago	18,1	9,2	54,10	-44,9	-152,7	21,71	-12,32	21,5	32,6	0,0
Set	20,3	35,4	71,24	-35,8	-188,6	15,17	-6,54	41,9	29,3	0,0
Out	22,2	116,2	94,49	21,7	-99,7	36,91	21,74	94,5	0,0	0,0
Nov	22,6	243,5	99,67	143,8	0,0	100,00	63,09	99,7	0,0	80,7
Dez	23,0	292,9	110,35	182,6	0,0	100,00	0,00	110,4	0,0	182,6
Totais	250,2	1373,4	981,07	392,3	-	820	0,00	877,3	103,7	496,1
Médias	20,8	114,5	81,76	32,7	-	68,3	-	73,1	8,6	41,3

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.

Fonte: autor.

De acordo com estudo realizado para o município de Conceição do Mato Dentro – MG, verificou-se uma temperatura média anual estimada de 20,8 °C, com temperatura mínima de 16,9 °C ocorrida no mês de julho e máxima de 23,5 °C no mês de fevereiro. Os dados de precipitação pluviométrica revelaram um total médio anual de 1.373,4 mm, com precipitação mínima de 9,2 mm no mês de agosto e máxima

de 292,9 mm no mês de dezembro. Foi possível observar duas estações bem definidas, uma chuvosa, que se estende entre os meses de outubro a março, concentrando aproximadamente 87,7% do total acumulado e a estação seca que ocorre entre os meses de abril a setembro contribuindo com apenas 12,2% da precipitação, em relação ao total (Figura 2).

BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE E MATHER PARA O MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO – MG

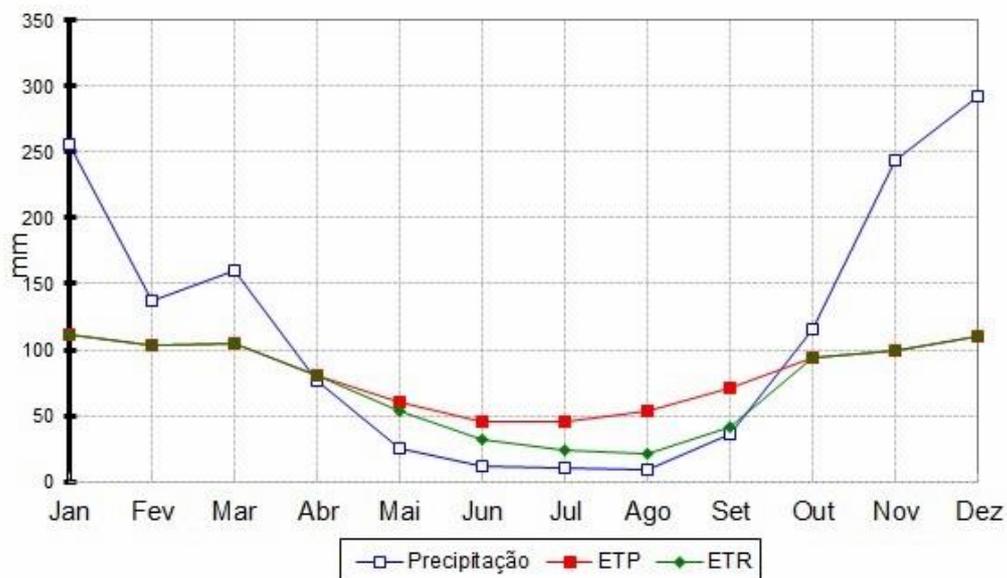


Figura 2. Gráfico do balanço hídrico médio de Conceição do Mato Dentro – MG pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), no período de 1961 a 2017. * ETP – evapotranspiração potencial; ETR - evapotranspiração real.

Fonte: autor.

Observa-se que a evapotranspiração potencial (ETP) apresentou taxa anual total de 981,07 mm, com variação mínima de 44,92 mm no mês de julho e máxima de 111,92 mm no mês de janeiro. A evapotranspiração real (ETR) apresentou uma variação mínima de 21,5 mm no mês de agosto e máxima no mês de janeiro com 111,9 mm, com uma taxa anual de 877,3 mm. Ainda é possível observar que entre os meses de outubro a março a ETP e ETR possui

os mesmos valores, revelando que a evaporação máxima para o período foi atingida (Figura 2).

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). Já nos meses de abril a outubro foram identificadas as menores taxas de armazenamento variando entre 15,1 a 95,9 mm.

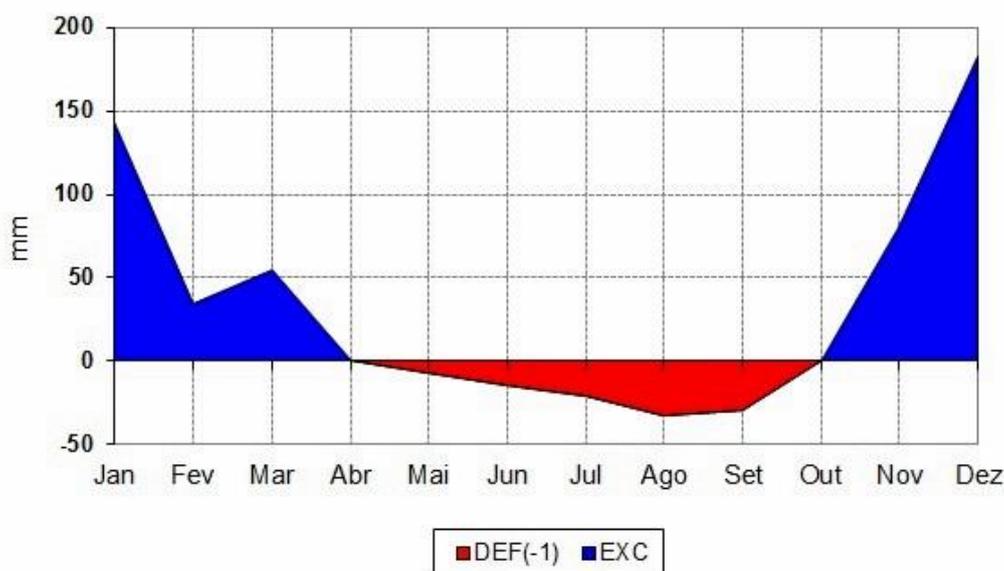


Figura 3: Deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC) médio de Conceição do Mato Dentro – MG no período de 1961 a 2017.

Fonte: autor.

A deficiência hídrica anual foi de 103,7 mm, distribuída entre os meses de abril a setembro (Figura 4), correspondendo ao período de estiagem na região. Para regiões que apresentam distribuição irregular das chuvas 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. Já com relação ao excedente hídrico, verifica-se um

total anual de 496,1 mm, o excedente hídrico foi observado durante toda a estação chuvosa (novembro a março) com exceção do mês de outubro caracterizado como período de reposição de água no solo, ressalta-se que o período de reposição de água no solo teve início em outubro e finalizou em novembro (Figura 4), assim que o solo atingiu sua capacidade máxima de armazenamento (ARM=100 mm). 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.

BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE E MATHER PARA O MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO – MG

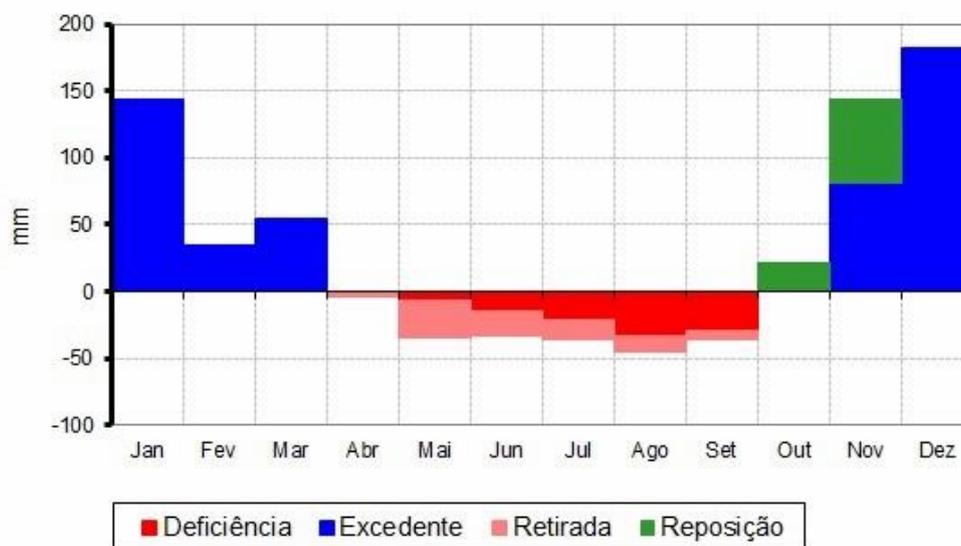


Figura 4: Extrato do balanço hídrico normal mensal de Conceição do Mato Dentro - MG no período de 1961 a 2017.

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 44,2, sendo encontrada a tipologia B₂ indicando clima úmido. Em seguida por meio da “segunda chave”, com base no índice de aridez (Ia) igual a 10,5 e índice hídrico (Ih) igual a 50,5 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 981,07 mm, determinou-se o subtipo B'₃ que indica clima mesotérmico. Por último, através da “quarta chave”, em função da relação entre a evapotranspiração de verão (ETP_v) igual a 429,91 mm obtida pelo somatório da ETP dos meses de (dezembro, janeiro, fevereiro e março) pela evapotranspiração anual (ETPanual) igual a 981,07 mm, determinou-se o subtipo a'.

Portanto, a classificação climática completa é **B₂rB'₃a'**, ou seja, o clima para a cidade de Conceição do Mato Dentro - MG é caracterizado como mesotérmico úmido com pequena ou nenhuma deficiência hídrica.

Tabela 2. Classificação climática do Município de Conceição do Mato Dentro – MG pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) com base no período de 1961 a 2017.

Ih (%)	Ia (%)	Iu (%)	ETP _{anual}	ETP _v /ETPa (%)
50,5	10,5	44,2	981,07	43,82
-	r	B ₂	B' ₃	a'

Fonte: autor.

CONCLUSÃO

O estudo revelou que a localidade apresenta duas estações climáticas bem

definidas: chuvosa e seca. As precipitações totais anuais atingem valores médios de 1373,4 mm para a estação avaliada. O município de Conceição do Mato Dentro - MG apresenta seis

meses de deficiência, totalizando 103,7 mm ao ano, concentrando-se nos meses de abril a setembro. Já o excedente hídrico totalizou 496,1 mm ocorrendo nos meses de novembro a março. O clima de Conceição do Mato Dentro – MG é classificado como mesotérmico úmido com pequena ou nenhuma deficiência hídrica.

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.
- DANTAS, A.A.A., CARVALHO, L.G., FERREIRA, E. Classificação e tendências em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1862-1866, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000600039>
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola - lavoura temporária (2016)**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/conceicao-do-mato-dentro/pesquisa/14/10193>>. Acesso em: 05 abr. 2018.
- 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: 17 abr. 2018.
- MEDEIROS, R. M.; AZEVEDO, P. V.; SABOYA, L. M. F.; FRANCISCO, P. R. M. Classificação climática e zoneamento agroclimático para o município de Amarante – PI. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 7, n.2, p.170-180, 2013. 10.7127/rbai.v7n200011.
- 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 Agricultura Irrigada**, v.10, n.4, p.758-766, 2016. 10.7127/rbai.v10n400402.
- PEREIRA, V. G., BRITO, T. P., PEREIRA, S. B. A feira-livre como importante mercado para a agricultura familiar em Conceição do Mato Dentro – MG. **Revista Ciências Humanas**, v. 10, n. 2, 2017.
- PMCDM - PREFEITURA MUNICIPAL DE CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO – MG. **Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Conceição do Mato Dentro – MG**. 2016. 523 p. Conceição do Mato Dentro – MG.
- 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. 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052007000400022>.
- 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

BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE E MATHER PARA O MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO – MG

potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, 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, n. 3, p. 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. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - Irriga**, v. 19, n. 1, p. 46, 2014. <https://doi.org/10.15809/irriga.2014v19n1p46>

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.