



## BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O MUNICÍPIO DE JATAÍ-GO

José Ângeles Moreira de Oliveira<sup>1\*</sup>

**RESUMO:** O balanço hídrico é uma ferramenta que permite realizar o monitoramento do armazenamento de água no solo, identificando as épocas de deficiência e excedente hídrico, os períodos de reposição e de retirada da água do solo, além de permitir realizar a classificação climática. O Objetivo deste trabalho foi realizar o balanço hídrico climatológico (BHC) seguindo a metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955) e a classificação climática segundo Thornthwaite (1948), para o município de Jataí-GO. Para a realização do trabalho foi utilizada uma série de dados históricos entre os anos de 1979 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 cinco meses (maio a setembro), com total anual de 100,7 mm e excedente hídrico de seis meses (novembro a abril) com total anual de 613,8 mm. Com relação a classificação climática, o clima foi caracterizado como mesotérmico úmido com pequena ou nenhuma deficiência hídrica (B<sub>2</sub>rB'<sub>4</sub>a').

**Palavras-chave:** reposição de água, excedente hídrico, classificação climática.

## CLIMATOLOGICAL WATER BALANCE AND CLIMATE CLASSIFICATION FOR THE MUNICIPALITY OF JATAÍ-GO

**ABSTRACT:** The hydric balance is a tool that enables the monitoring of soil water storage, identifying the periods of disability and water surplus, periods of refitting and withdrawal of water from the soil, as well as allow performing the climate classification. The objective of this work was to perform the climatological water balance (BHC) following the methodology proposed by Thornthwaite and Mather (1955) and the climate classification according to Thornthwaite (1948), for the municipality of Jataí-GO. For the realization of the work was used a series of historical data between the years of 1979 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 realization of the hydric balance, identified a deficit of five months (May to September), with annual total of 100.7 mm and water surplus six months (November to April) with annual total of 613.8 mm. With respect to climate classification, the climate was characterized as mesothermal humid with little or no water deficiency (B<sub>2</sub>rB'<sub>4</sub>a').

**Keywords:** Refitting of water, water surplus, Climate classification.

## INTRODUÇÃO

Analisar as características climáticas de uma determinada região é fundamental 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).

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).

O balanço hídrico climatológico (BHC) desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) é um método popularmente 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).

Após a realização do cálculo do balanço hídrico, torna-se possível executar a classificação climática de Thornthwaite (1948), visto que os dados necessários são justamente os determinados na resolução do balanço hídrico climático (DANTAS et al, 2007).

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).

Segundo Cunha e Martins (2009) o sistema de classificação climática de Thornthwaite (1948) permiti 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.

O município de Jataí é um importante polo agrícola, Sieb (2015) estima que atualmente existam em torno de 2.900 estabelecimentos rurais, dos quais aproximadamente 1.500 são caracterizados como sendo da agricultura familiar. De acordo com dados do IBGE (2017) a cidade de Jataí possui uma agricultura diversificada com destaque para cultivos de algodão, arroz, cana-de-açúcar, soja, milho, feijão e sorgo.

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)

proposto por Thornthwaite e Mather (1955) bem como realizar a classificação climática pelo método de Thornthwaite (1948) para o município de Jataí - GO.

## MATERIAL E MÉTODOS

O balanço hídrico climatológico (BHC) e a classificação climática foram realizados para o município de Jataí-GO Figura 1 que está localizado na microrregião sudoeste de Goiás, possui área territorial de 7.174,225 km<sup>2</sup>, distante cerca de 320 km da capital Goiânia e 528 km da capital nacional, Brasília - DF. A população estimada do município é de 99.674 com densidade populacional de 12,27 habitantes/km<sup>2</sup> (IBGE, 2018). O município situa-se na Serra do Caiapó, que divide as bacias do Araguaia e do Parnaíba, com altitudes médias que variam entre 450 e 1050 m. O solo predominante no município é o Latossolo Vermelho-Escuro (OLIVEIRA, 2007). Em relação às características climáticas, a região em que a cidade está inserida apresenta invernos secos e verões chuvosos, ou seja, clima tropical com estação seca no inverno Aw, baseado na classificação de Köppen (1918) (CARDOSO et al, 2014).

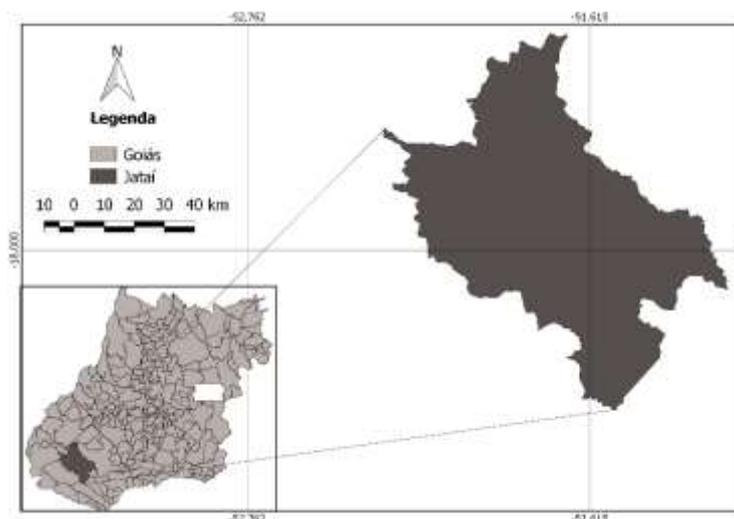


Figura 1: Mapa de localização do município de Jataí-GO.

O balanço hídrico climatológico (BHC) foi desenvolvido a partir do método de Thornthwaite e Mather (1955) utilizando planilha elaborada por Rolim et al., (1998). A série de dados históricos utilizada compreendeu o período de (1979 – 2017), totalizando 38 anos, sendo considerados os dados médios de precipitação e temperatura média mensal. Os dados de precipitação e temperatura foram obtidos da estação meteorológica 83464 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-escuro do município.

A classificação climática foi realizada utilizando o método de Thornthwaite (1948), 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.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, está apresentado os valores médios climatológicos do balanço hídrico para o município de Jataí - GO, referente ao período de 1979-2017.

Tabela 1: Balanço hídrico climatológico pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), para a cidade de Jataí – GO, no período de 1979-2017.

| Mês           | T<br>(°C)    | P<br>(mm)     | ETP<br>(mm)   | P-ETP<br>(mm) | NEG.<br>AC<br>(mm) | ARM<br>(mm)  | ALT<br>(mm) | ETR<br>(mm)   | DEF<br>(mm)  | EXC<br>(mm)  |
|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|--------------|-------------|---------------|--------------|--------------|
| Jan           | 24,1         | 257,1         | 115,8         | 141,3         | 0,0                | 100,0        | 0,0         | 115,8         | 0,0          | 141,3        |
| Fev           | 24,0         | 236,6         | 104,3         | 132,3         | 0,0                | 100,0        | 0,0         | 104,3         | 0,0          | 132,3        |
| Mar           | 23,8         | 268,8         | 109,6         | 159,2         | 0,0                | 100,0        | 0,0         | 109,6         | 0,0          | 159,2        |
| Abr           | 22,9         | 111,3         | 91,7          | 19,6          | 0,0                | 100,0        | 0,0         | 91,7          | 0,0          | 19,6         |
| Maio          | 20,3         | 46,8          | 66,1          | -19,4         | -19,4              | 82,4         | -17,6       | 64,4          | 1,8          | 0,0          |
| Jun           | 18,9         | 19,4          | 51,0          | -31,6         | -51,0              | 60,1         | -22,3       | 41,7          | 9,3          | 0,0          |
| Jul           | 18,9         | 9,2           | 53,0          | -43,8         | -94,8              | 38,8         | -21,3       | 30,5          | 22,5         | 0,0          |
| Ago           | 21,2         | 20,7          | 72,7          | -52,0         | -146,8             | 23,0         | -15,7       | 36,4          | 36,3         | 0,0          |
| Set           | 23,4         | 57,4          | 95,6          | -38,2         | -185,0             | 15,7         | -7,3        | 64,7          | 30,9         | 0,0          |
| Out           | 24,5         | 126,4         | 116,5         | 9,9           | -136,2             | 25,6         | 9,9         | 116,5         | 0,0          | 0,0          |
| Nov           | 24,2         | 197,2         | 114,1         | 83,2          | 0,0                | 100,0        | 74,4        | 114,1         | 0,0          | 8,8          |
| Dez           | 24,2         | 272,7         | 120,1         | 152,6         | 0,0                | 100,0        | 0,0         | 120,1         | 0,0          | 152,6        |
| <b>Totais</b> | <b>270,4</b> | <b>1623,7</b> | <b>1110,6</b> | <b>513,1</b>  | <b>-</b>           | <b>845,6</b> | <b>0,0</b>  | <b>1009,9</b> | <b>100,7</b> | <b>613,8</b> |
| <b>Médias</b> | <b>22,5</b>  | <b>135,3</b>  | <b>92,6</b>   | <b>42,8</b>   | <b>-</b>           | <b>70,5</b>  | <b>-</b>    | <b>84,2</b>   | <b>8,4</b>   | <b>51,1</b>  |

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.

Os resultados obtidos no estudo realizado para o município de Jataí-GO, identificou temperatura média anual de 22,5 °C, temperatura mínima de 18,9 °C nos meses de junho e julho e máxima de 24,5 °C no mês de outubro. Observa-se tendência de temperaturas mais elevadas entre outubro a abril (período chuvoso) e menores de maio a setembro (período de baixa precipitação).

A precipitação pluviométrica atingiu um total anual de 1623,7 mm, com precipitação mínima de 9,2 mm no mês de julho e máxima de 272,7 mm em dezembro. Apesar da região de estudo apresentar uma boa precipitação anual, foi possível observar duas estações bem definidas, uma chuvosa, que se estende entre os meses de outubro a abril, concentrando aproximadamente 90,5% do total acumulado e a estação seca que ocorre entre os meses de maio a setembro contribuindo com apenas 9,5% da precipitação, em relação ao total (Figura 2).

Para o município de Balsas-MA, situado no Sul do Maranhão, Passos et al. (2017) também verificaram duas estações bem definidas, a estação chuvosa entre novembro a abril, respondendo por cerca de 85% do

total precipitado e a estação seca, de maio a outubro respondendo por cerca de 15% do total acumulado.

Com relação a evapotranspiração potencial (ETP) esta apresentou um total anual de 1110,6 mm, com variação mínima de 51,0 mm no mês de junho e máxima de 120,1 mm no mês de dezembro. Já a evapotranspiração real (ETr) apresentou uma variação mínima de 30,5 mm no mês de julho e máxima no mês de dezembro com 120,1 mm, com uma taxa anual de 1009,9 mm. Nos meses que apresentam temperaturas mais elevadas as taxas de evapotranspiração são maiores, sendo o pico de maior evapotranspiração no mês de dezembro. Ainda é possível observar que entre os meses de outubro a abril a ETP e ETr possui os mesmos valores, isso ocorre de acordo com Passos et al. (2018) devido a grande quantidade de água disponibilizada no solo.

Para o município de Lupércio – SP, situado na mesorregião de Marília, Ferreira et al. (2017) verificou valores de evapotranspiração potencial e real equivalentes, entre os meses de outubro a março e nos outros meses do ano (abril a setembro) a evapotranspiração real é inferior a potencial.

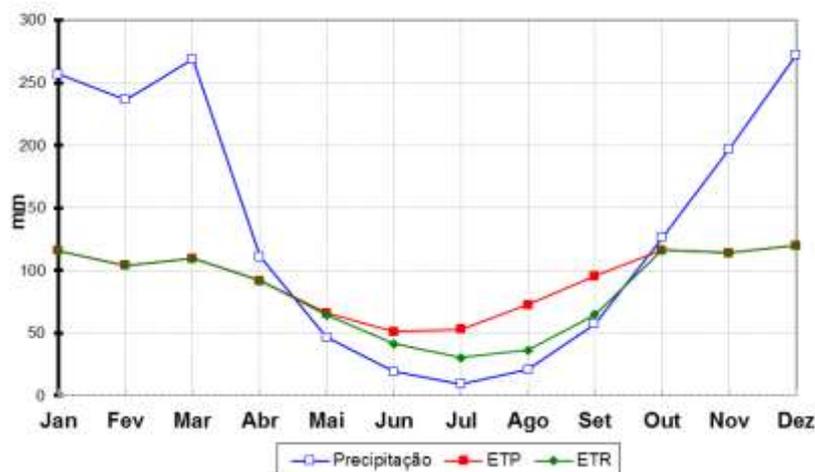


Figura 2: Gráfico do balanço hídrico de Jataí - GO, pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), período de 1979-2017.

O BHC mostra que os meses de maior armazenamento de água no solo compreende o período de novembro a abril com volume armazenado de 100 mm, correspondendo a capacidade de água disponível no solo (CAD). Por outro lado, o período de maio a outubro teve as menores taxas de armazenagem, variando entre 15,7 a 82,4 mm, conforme (Tabela 1).

O período de deficiência hídrica compreende os meses de maio a setembro (Figura 3), correspondendo ao período de estiagem na região, com valores entre 1,8 mm no mês de maio e 36,3 mm para agosto, atingindo total anual de 100,7 mm.

Para regiões que apresentam distribuição irregular das chuvas durante o ano 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. 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.

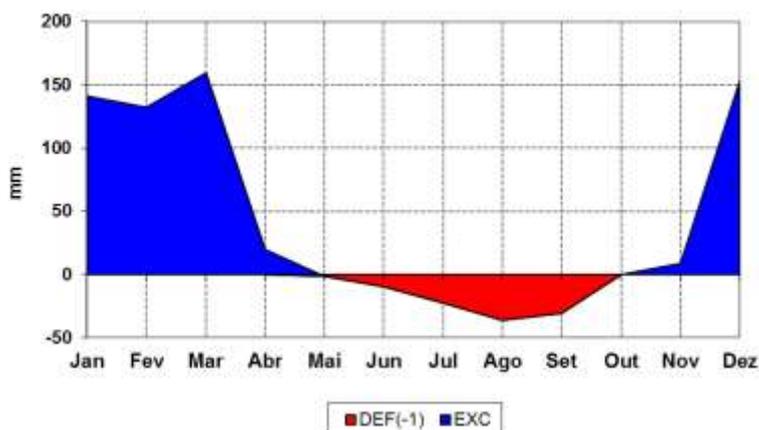


Figura 3: Deficiência hídrica e excedente hídrico de 1979-2017.

Pode-se observar na Figura 4, que a partir do mês de maio têm início ao processo de retirada de água do

solo (período de seca), tendo como consequência o surgimento do déficit hídrico na região. No início do

período chuvoso, em que as chuvas superam a evapotranspiração potencial (ETP) e a evapotranspiração real (ETR), ocorre a reposição de água no solo, sendo observado nos meses de outubro e novembro Figura 4, fazendo com que o mesmo atinja a sua capacidade de armazenagem, favorecendo

posteriormente a formação do excedente hídrico (novembro a abril).

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.

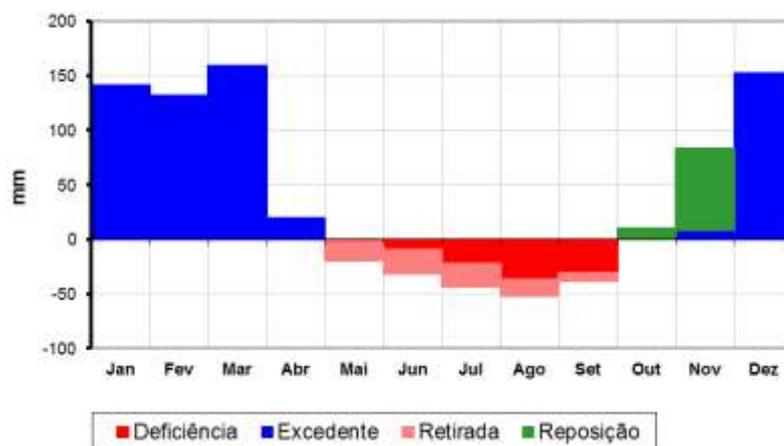


Figura 4: Extrato do balanço hídrico normal mensal, para o período de 1979-2017.

A classificação climática para a região em estudo ocorreu com base nos valores do índice hídrico, índice de aridez e índice de umidade. No índice de umidade (Iu) considerado como a “chave inicial” para a classificação, o valor de (Iu) foi de 49,8, sendo encontrado a tipologia B2 indicando clima úmido. Em seguida por meio da “segunda chave”, com base no índice de aridez (Ia) igual a 9,1 e índice hídrico (Ih) igual a 55,3 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

1110,6 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 449,8 mm obtida pelo somatório da ETP dos meses de (dezembro, janeiro, fevereiro e março) pela evapotranspiração anual (ETPanual) igual a 1110,6 mm, determinou-se o subtipo a’.

Desta forma, a fórmula climática completa é B<sub>2</sub>rB’<sub>4</sub>a’, ou seja, o clima para a cidade de Jataí - GO é caracterizado como mesotérmico úmido com pequena ou nenhuma deficiência hídrica.

Tabela 2. Classificação climática de Jataí, GO. Método de Thornthwaite (1948)

| Ih (%) | Ia (%) | Iu (%)         | ETPanual        | ETP <sub>v</sub> /ETPa (%) |
|--------|--------|----------------|-----------------|----------------------------|
| 55,3   | 9,1    | 49,8           | 1110,6          | 40,5                       |
| -      | r      | B <sub>2</sub> | B’ <sub>4</sub> | a’                         |

## CONCLUSÃO

O município de Jataí-GO apresenta cinco meses de deficiência, concentrando-se nos meses de maio a setembro, enquanto que o excedente hídrico ocorre nos meses de novembro a abril. As precipitações totais anuais atingem valores médios de 1623,7 mm para a estação avaliada. Apesar do

município apresentar um volume de chuva considerável durante o ano, torna-se necessário suprir a necessidade hídrica no período de déficit hídrico através da irrigação. O clima de Jataí-GO é classificado como B<sub>2</sub>rB’<sub>4</sub>a’ mesotérmico úmido com pequena ou nenhuma deficiência hídrica.

## REFERÊNCIAS

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 Agronômica, v.36, p.143-151, 2005.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. **Classificação Climática de Köppen Geiger para o**

- Estado de Goiás e o Distrito Federal.** ACTA Geográfica, Boa Vista, v. 8, n. 16, jan./mar. 2014. pp. 40-55.
- 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.
- 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.
- FERREIRA, A. I.; MONTEIRO F. N. R.; CORREIA, S. S. C. E.; FONTANA, F. L.; L. N. K. **Balço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Lupércio – SP.** Revista Mirante, v. 10, n. 5a, dez. 2017.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População estimada: Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais (2018).** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/jatai/panorama>>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PRODUÇÃO AGRÍCOLA - LAVOURA TEMPORÁRIA (2017).** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/jatai/pesquisa/14/10193>>. Acesso em: 05 ago. 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: 09 ago. 2018
- 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.; SILVA, J.A.S.; SILVA, A.O.; MATOS, R.M.; BALBINO, D.P. **Balanço hídrico climatológico e classificação climática para a área produtora da banana do município de Barbalha, CE.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 7, n. 4, p. 258 - 268, 2013.mep>. Acesso em: 02 fev. 2018.
- OLIVEIRA, I. J. de. **Dinâmica da ocupação das terras no município de Jataí (GO) e sua relação com o meio físico.** Boletim Goiano de Geografia. Goiânia - Goiás - Brasil v. 27 n. 2 p. jan. / jun. 2007.
- PASSOS, M. L. V., SOUZA, J. B. C., MENDES, T. J. **Balanço hídrico e classificação climática para o município de Turiaçu-MA.** Revista Agropecuaria Científica no Semiárido, v.14, n.2, p.149-155 Abril-Junho, 2018.
- PASSOS, M. L. V., ZAMBRZYCKI, G. C., PEREIRA, R. S. **Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Balsas - Ma.** Scientia Agraria, v. 18, n. 1, p. 83-89, abr. 2017. ISSN 1983-2443. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v18i1.48584>
- 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.
- 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 (3): 228-235, 2015.
- 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.
- SIEB, D. L. **Estratégias de comercialização: o caso dos agricultores familiares do Assentamento Rio Paraíso – município de Jataí (GO).** Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Programa de Pós-Graduação em Agronegócio. Brasília. 2015.
- 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.