ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgf

Balanço hídrico climatológico normal e sequencial para o município de Barbalha - CE

Rigoberto Moreira de Matos¹, Patrícia Ferreira da Silva², Raimundo Mainar de Medeiros³, Bárbara Davis Brito dos Santos⁴, Antônio Soares Barros⁵, José Dantas Neto⁶, Luciano Marcelo Fallé Saboya⁷

¹Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Av. Aprígio Veloso, 882 – Bodocongó, CEP 58429-140 - Campina Grande - PB, E-mail: rigobertomoreira@gmail.com. ²Pós-doutoranda em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Av. Aprígio Veloso, 882 – Bodocongó, CEP 58429-140 - Campina Grande - PB, E-mail: patrycyafs@yahoo.com.br. ³Doutor em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Av. Aprígio Veloso, 882 – Bodocongó, CEP 58429-140 - Campina Grande - PB, E-mail: mainarmedeiros@gmail.com. ⁴Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Av. Aprígio Veloso, 882 – Bodocongó, CEP 58429-140 - Campina Grande - PB, E-mail: barbara.brito90@hotmail.com. ⁵Especialista em Geografia e Meio Ambiente, Universidade Regional do Cariri - URCA, Av. Leão Sampaio, 107 – Lagoa Seca CEP 63040-005 - Juazeiro do Norte – CE. E-mail: antoniosb65@yahoo.com. ⁶Dr. Prof. curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Av. Aprígio Veloso, 882 – Bodocongó, CEP 58429-140 - Campina Grande - PB, E-mail: zedantas195@gmail.com; saboya@hotmail.com.

Artigo recebido em 10/10/2019 e aceite em 25/03/2020

RESUMO

O balanço hídrico climatológico é uma ferramenta importante para o planejamento agrícola, pois possibilita conhecer as condições hídricas de uma determinada região. Assim, objetivou-se com este estudo estimar o balanço hídrico climatológico normal (BHN) e sequencial (BHS) para o município de Barbalha - CE, visando disponibilizar informações para o planejamento agrícola da região. Para a estimativa do BHN e BHS, utilizou-se uma série histórica referente ao período de 1973 a 2018 com dados de pluviométricos e temperatura média do ar. Na estimativa do BHN foram computadas as médias mensais dos dados obtidos, logo para o BHS foram utilizadas às médias mensais dos dados em sequência anual de 1973 a 2018. O BHN disponibilizou informações mais detalhadas do comportamento da T, P, ETp, ETr, D e S ao longo do ano no município de Barbalha - CE. O BHS forneceu subsídios para a análise de valores mais extremos das variáveis estudadas durante o período de 1973 a 2018 em Barbalha - CE. A evapotranspiração potencial da região é superior à precipitação pluviométrica de maio a dezembro, resultando em déficit de água no solo durante este período. Portanto, existe a necessidade de irrigação para evitar redução tanto em crescimento quanto em produtividade das culturas. Os resultados deste estudo fornecem suporte para o planejamento das atividades agrícolas do município de Barbalha - CE.

Palavras-chave: Evapotranspiração, deficiência e excedente hídrico, planejamento agrícola.

Normal and sequential climatological water balance for the municipality of Barbalha - CE

ABSTRACT

Climatic water balance is an important tool for agricultural planning, as it makes it possible to know the water conditions of a given region. Thus, this study aimed to estimate the normal (BHN) and sequential (BHS) climatological water balance for the municipality of Barbalha - CE, aiming to provide information for the agricultural planning of the region. For the estimation of the BHN and BHS, it used a historical series referring to the period from 1973 to 2018 with rainfall data and average air temperature. In the BHN estimation, the monthly averages of the obtained data were computed, and for the BHS were used the monthly averages of the data in

annual sequence from 1973 to 2018. The BHN provided more detailed information on the behavior of T, P, ETp, ETr, D and S throughout the year in Barbalha - CE. The BHS provided subsidies for the analysis of more extreme values of the variables studied during the period from 1973 to 2018 in Barbalha - CE. Potential evapotranspiration in the region is greater than rainfall from May to December, resulting in soil water deficit during this period. Therefore, there is a need for irrigation to avoid a reduction in both growth and crop productivity. The results of this study provide support for planning agricultural activities in the municipality of Barbalha - CE.

Keywords: Evapotranspiration, water deficit and surplus, agricultural planning.

Introdução

A agricultura é a atividade econômica mais dependente das condições edafoclimáticas e agrometeorológicas, estas envolvem o manejo adequado de solo água, clima e a gestão dos recursos hídricos (Romani et al., 2016). A região nordeste do Brasil destaca-se na produção de frutas, sendo um dos maiores exportadores do país, isto ocorre devido ao emprego da irrigação (Souza et al., 2017).

De acordo com Santos e Sousa (2018); Passos et al. (2017) o semiárido nordestino tem como característica predominante às altas taxas de evaporação e consequentemente insolação, além disso, a distribuição da precipitação anual, espacial e temporal bastante irregulares. Diante da importância dos dados agrometeorológicos para agricultura, é de suma importância o conhecimento da distribuição no tempo e espaço dos recursos hídricos, para que a atividade agrícola torne-se sustentável e economicamente viável (Matos et al., 2018).

Nesse sentido, o conhecimento do balanço hídrico de uma determinada região permite identificar as potencialidades e fragilidades para a produção agrícola, pois a produtividade agrícola é dependente 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 desenvolvimento da lavoura. Além de identificar as aptidões das áreas agrícolas, a estimativa do balanço hídrico contribui para o planejamento do uso da água em sistemas irrigados (Passos et al., 2016).

O balanço hídrico climatológico proposto por Thornthwaite (1948) e Thornthwaite e Mather (1955), método empregado para se conhecer e monitorar o

conteúdo armazenamento de água presente no solo, considerando a textura física, a profundidade efetiva das raízes e contabilizando o fluxo de entrada, precipitação (pluviométrica) e saída (evapotranspiração) de água para determinada região, servindo de base para estimar tanto o Excedente Hídrico (S) quanto a Deficiência Hídrica (D). A partir desse método é possível conhecer o regime hídrico de uma dada região de forma simples e prática, pois não são necessárias medidas diretas a respeito das características físico – hídricas do solo (Oliveira e Oliveira, 2019).

Para Matos et al. 2018; Passos et al. 2016; Holanda e Medeiros (2019) o balanço hídrico é obtido computando a demanda e a disponibilidade hídrica por meio da precipitação pluviométrica (P), evapotranspiração real (ETr), evapotranspiração potencial (ETp), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (D) e excedente hídrico (E). Através do conhecimento desse fluxo de entrada e saída de água no solo, ou seja, do balanço hídrico, que são definidos os períodos com deficiência e com excedente hídrico, permitindo desta forma a classificação climática da região.

Essa classificação climática pode ser obtida por meio dos dados do balanço hídrico climatológico normal e sequencial, considerados fundamental para se estabelecer as áreas de produção agrícola (Costa et al., 2019). Assim, sendo, objetivou-se com este trabalho estimar o balanço hídrico climatológico normal e sequencial para o município de Barbalha - CE, visando disponibilizar informações para o planejamento agrícola da região.

Material e Métodos

Localização da área de estudo - encontra-se localizada na região sul do estado do Ceará, semiárido brasileiro, com latitude de 7° 18' S, longitude de 39° 18' W e altitude de 409 m. O município de Barbalha

estar situado no entorno da Chapada do Araripe e próximo das cidades de Crato e Juazeiro do Norte, onde compõe o triângulo Crajubar na região do Cariri cearense, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1. Localização do município de Barbalha na região sul do estado do Ceará. Fonte: Adaptado do IBGE (2009); Matos et al. (2019).

Caracterização da região - o estado do Ceará é caracterizado pelo clima semiárido, onde as chuvas sofrem com a intensa variabilidade temporal e espacial (Cavalcanti et al., 2009). No Ceará ocorre grandes períodos de seca, distribuição irregular com redução das precipitações e estiagem no segundo semestre do ano, isto é uma das suas características climáticas, assim como, em outros estados do nordeste do Brasil (Funceme, 2017). Estas características climáticas fazem com que as principais bacias hidrográficas da região passem por situação crítica ao longo do ano (Santos et al., 2017).

No Cariri cearense, onde se encontra localizado o município de Barbalha, os dados agrometeorológicos enfatizam duas estações climáticas distintas, uma considerada chuvosa que ocorre no verão e outra seca, onde os meses de janeiro a abril são os mais chuvosos (Matos et al., 2019).

A precipitação pluviométrica média anual do município de Barbalha é de aproximadamente 1.047,9 mm, sendo que o período chuvoso ocorre de janeiro a abril, sendo o mês de março considerado mais chuvoso, correspondendo a 240,6 mm, já no mês de agosto incidem as menores chuvas (2,7 mm), a região tem em média 25,7 °C de temperatura anual, a máxima temperatura é em torno de 27,4 °C no mês de novembro e novembro e a mínima de 24,3 °C ocorrendo nos meses de junho e julho (Matos et al., 2019).

Conforme a classificação climática proposta por Thornthwaite (1948), o município estudado (Barbalha – CE) enquadra-se dentro de um clima seco

subúmido, megatérmico, tendo excesso moderado de água nos meses de verão, e cerca de 31, 4% da evapotranspiração potencial no trimestre mais quente do ano (outubro, novembro e dezembro) (Medeiros et al., 2016).

O município estudado localiza-se a nordeste da Chapada do Araripe, onde sua principal elevação da superfície da terra é a chapada do Araripe, sendo o solo local classificado como do tipo Latossolos Vermelho-Distróficos (Araújo et al., 2013).

A vegetação da área de estudo é bastante diversificada, onde ocorrem domínios de caatinga, cerrado e cerradão. Nesta região, ocorre a bacia sedimentar do Araripe, caracterizada pela formação de aquífero, no qual afloram várias fontes naturais de água (Gomes e Franca, 2019).

Dados climáticos - os dados climáticos foram oriundos da estação meteorológica pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), situada no município de Barbalha - CE.

Foram coletados dados da série histórica da precipitação pluviométrica (P) e temperatura do ar (T) média mensal referente ao período de 1973 a 2018 (46 anos de dados). Logo após, estes dados foram analisados quanto à consistência e preenchimento de falhas, posteriormente utilizou-se de planilhas do Microsoft Excel visando a estimativa do balanço hídrico.

Estimativa do balanço hídrico - utilizou-se o método sugerido por Thornthwaite (1948) e Thornthwaite e Mather (1955) para obtenção do balanço hídrico normal e sequencial estimado, se

utilizando de planilhas eletrônicas de forma a diagnosticar o balanço de água no solo da área estudada. Conforme esta metodologia, a evapotranspiração se traduz em perda de umidade do solo e a precipitação representa ganho, calcularam-se ainda as médias de excesso hídrico (S) e a deficiência hídrica no solo (D).

De acordo com o método adotado, determinou-se a CAD - capacidade de armazenamento de água disponível no solo de 100 mm. Esta CAD tem capacidade para suprir a necessidade hídrica de várias culturas de ciclo perene na região estudada (Matos et al., 2018; Abreu e Tonello, 2016).

Para os fins agrometeorológicos de acordo com Cassettari e Queiroz (2020) o balanço hídrico obtido pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), é uma ferramenta utilizada para classificação climática, caracterização hidrológica, estudos ambientais e planejamento agrícola. Este estudo propôs analisar as condições climáticas e hídricas para fornecer informações para o planejamento agrícola do município de Barbalha - CE.

Estimativa da evapotranspiração potencial (ETp) - foi determinada conforme com a metodologia proposta por Thornthwaite (1948), Equação 1.

$$ETp = Fc \cdot 16 \cdot \left(10 \frac{T}{I} \right)^a \quad (1)$$

Em que:

ETp – evapotranspiração potencial anual (mm ano⁻¹);

Fc – fator de correção (Tabela 1);

T – temperatura média mensal (°C);

I – índice anual de calor, correspondente a soma dos doze índices mensais;

a – função cúbica do índice anual de calor dada por:
 $6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 0,01791 \cdot I + 0,492$.

Os fatores de correção (Fc) utilizados para cada mês do ano foram propostos por Thornthwaite (1948), conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1. Fator de correção (Fc) em função dos meses do ano, conforme Thornthwaite (1948).

Fator de correção (Fc)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1,80	0,97	1,05	0,99	1,01	0,96	1,00	1,01	1,00	1,06	1,05	1,10

Fonte: Unesco (1982).

Análise dos resultados - a partir dos resultados obtidos foram gerados gráficos contendo as informações referentes às variáveis climáticas e ao balanço hídrico normal (BHN) e sequencial (BHS), onde na estimativa do balanço hídrico normal foram computadas as médias mensais dos dados obtidos para

o período estudado, logo para o balanço hídrico sequencial foram empregadas às médias mensais dos dados em sequência anual do período considerado (1973 a 2018). Desta forma, os cálculos resultaram em informes gráficos de fácil interpretação, podendo estas informações ser utilizadas para o planejamento agrícola na região estudada (Souza et al., 2017).

Resultados e Discussão

Temperatura do ar - os resultados obtidos referentes à temperatura do ar (T) utilizada para o cálculo do balanço hídrico climatológico normal e

sequencial para o período de 1973 a 2018 para o município de Barbalha - CE encontram-se na Figura 2.

(A)

(B)

Figura 2. Temperatura do ar média mensal (A) e média sequencial (B) referente ao período de 1973 a 2018 para o município de Barbalha - CE.

Barbalha - CE se constitui um município no nordeste brasileiro que possui temperatura do ar em torno de 25,6 °C média mensal, sendo que nos meses de junho e julho ocorrem às temperaturas mais baixas (24,3 °C), e nos meses de outubro e novembro incidem as temperaturas mais elevadas do ano (27,4 °C) (Figura 2A).

A serie histórica de 1973 a 2018 possui temperatura do ar média sequencial de 25,6 °C, onde a média mínima foi de 21,2 °C observada em março de 1975 e a média máxima de 29,7 °C constatada em novembro de 2016 (Figura 2B). Estas informações de temperatura média do ar poderão ser utilizadas na tomada de decisão de qualquer cultura e variedade que melhor se adequa para o plantio em Barbalha - CE.

Matos et al. (2017) estudando o zoneamento agroclimático para o cultivo de palma forrageira no município de Barbalha - CE, verificaram que nos meses de outubro, novembro e dezembro ocorrem as temperaturas mais elevadas do ano, sendo este o trimestre mais quente do ano, e consequentemente o que possui as maiores demandas evapotranspiratórias

da região. Estes resultados reafirmam os alcançados no presente estudo.

Estudando as variáveis meteorológicas no estado do Ceara, Moreno et al. (2016) relataram que na região do Cariri do Ceara o clima característico é quente, seco e subúmido, com temperaturas variando de 18,0 a 28,0 °C, resultado este que condiz com o obtido no presente trabalho. Ao passo que Matos et al. (2017) descrevem a temperatura do ar média do município de Barbalha - CE, como enquadrando-se dentro de uma faixa ideal para cultivo da grande maioria das culturas, visto que grande parte das lavouras tem seu pleno rendimento comercial nas temperaturas de 18,0 a 34,0 °C.

Precipitação e evapotranspiração - as variáveis climáticas precipitação pluviométrica (P), evapotranspiração potencial (ETp) e real (ETr) empregadas no cálculo do balanço hídrico climatológico referente a normal climatológica de 1973 a 2018 para o município de Barbalha - CE podem ser observadas na Figura 3.

(A)

(B)

Figura 3. Precipitação pluviométrica, evapotranspiração potencial e real média mensal (A) e média sequencial (B) referente ao período de 1973 a 2018 para o município de Barbalha - CE.

No município de Barbalha - CE a precipitação pluviométrica média mensal é de $87,4 \text{ mm mês}^{-1}$, onde os meses de janeiro a abril são os mais chuvosos, com valores oscilando de $178,9$ a $236,2 \text{ mm mês}^{-1}$, este período é conhecido como a quadra chuvosa desta região (Figura 3A). Observa-se que a precipitação atende a demanda da ETp somente de janeiro a abril, onde o volume de P não é suficiente para repor a ETp de maio a dezembro, resultando em déficit de água no solo durante este período.

A precipitação pluviométrica média sequencial durante o período de 1973 a 2018 é de $1048,4 \text{ mm ano}^{-1}$, sendo o menor volume precipitado ocorrido no ano de 1982 ($522,9 \text{ mm ano}^{-1}$) e o maior em 1985 com volume acumulado de $1776,2 \text{ mm ano}^{-1}$ (Figura 2B).

Matos et al. (2019) ao estudar o período de 1973 a 2017 para o município de Barbalha - CE constataram que o mês de março é considerado o de maior volume precipitado com média de $237,4 \text{ mm mês}^{-1}$, já o mês de agosto possui a menor média de precipitação $3,6 \text{ mm mês}^{-1}$. Os resultados destes autores reafirmam os dados obtidos no presente estudo para a mesma região. Segundo Albuquerque et al. (2018) no semiárido brasileiro ocorre variabilidade da precipitação e do armazenamento de água solo, sendo que estas variáveis podem diferir significativamente de um ano para o outro, desta forma, necessita-se de gestão adequada visando obter maior eficiência de uso da água.

O volume pluviométrico referente aos meses de maio a novembro encontra-se inferiores aos da evapotranspiração real, não atendendo desta forma a demanda da evapotranspiração no período, assim, torna-se inviável suprir a demanda hídrica das culturas

em regime de sequeiro, nesse período o cultivo só é considerado viável com o uso de sistemas de irrigação desde que bem manejada visando atender a demanda hídrica da cultura (Paula et al., 2017).

A evapotranspiração potencial da região média mensal é de $123,7 \text{ mm mês}^{-1}$, sendo o menor valor de $97,1 \text{ mm mês}^{-1}$ constatado no mês mais frio (junho) e a maior ETp de $158,2 \text{ mm mês}^{-1}$ incidido no mês mais quente (outubro) (Figura 3A). É possível observar que no segundo semestre do ano ocorre um aumento da ETp, assim como da temperatura do ar.

Durante o período de 1973 a 2018 a ETp média sequencial foi de $1457,6 \text{ mm ano}^{-1}$, sendo que no ano de 1979 ocorreu a menor ETp deste período ($1177,0 \text{ mm ano}^{-1}$) e em 1998 incidiu a maior ETp da série estudada ($1719,6 \text{ mm ano}^{-1}$). Verifica-se que a média histórica da ETp é superior a média da precipitação, isto faz com que a maior retirada de água do solo (ETp) em relação a reposição (P) proporcione deficiência de água no solo (Figura 3B).

Matos et al. (2018) ao estudar o potencial agroclimático da mangueira para Barbalha - CE, alcançaram evapotranspiração potencial em mm ano^{-1} de $1480,4$, onde no mês mais frio (junho) foi observado a menor ETp $3,2 \text{ mm dia}^{-1}$, e a maior ETp no mês mais quente (outubro) com cerca de $5,0 \text{ mm dia}^{-1}$. Ao passo que Matos et al. (2019) relataram que as menores taxas de evapotranspiração potencial foram observadas nos meses mais frios e as maiores nos meses mais quente do ano. Estes resultados são condizentes com os valores relatados no presente estudo.

A evapotranspiração real média mensal do

município de Barbalha - CE é de $67,7 \text{ mm mês}^{-1}$, com mínima de $9,4 \text{ mm}$ observada no mês de setembro e máxima de $129,0 \text{ mm}$ no mês de janeiro. Enquanto que a ETr média sequencial é de $747,6 \text{ mm ano}^{-1}$ durante o período estudado, com mínima de $469,7 \text{ mm ano}^{-1}$ ocorrida no ano de 1981, e máxima de $1069,8 \text{ mm ano}^{-1}$ incidida em 1986 (Figura 3A e B).

Ao estudar o zoneamento agroclimático da palma forrageira para o município de Barbalha - CE, Matos et al. (2017) constataram que a ETr representa a quantidade de água que realmente está sendo evapotranspirada na região, sendo que a ETr obteve similaridade com a distribuição da precipitação mensal ao longo do ano, e quando a deficiência hídrica do solo aumentou, a ETr diminuiu, em função do

menor conteúdo de água disponível no solo. Os resultados destes autores reafirmam os obtidos no presente estudo.

Os resultados obtidos estão de acordo com vários estudos climáticos realizados para o semiárido brasileiro, conforme (Matos et al., 2017; Passos et al., 2017; Francisco et al., 2017; Santos e Aquino, 2016; Santos et al., 2018; Passos et al., 2018).

Balanço hídrico normal e sequencial - a Figura 4 apresenta os resultados do balanço hídrico climatológico normal (BHN) e sequencial (BHS) referente ao período de 1973 a 2018 para o município de Barbalha - CE.

Figura 4. Balanço hídrico climatológico normal (A) e sequencial (B) referente ao período de 1973 a 2018 para o município de Barbalha - CE.

Conforme os resultados do balanço hídrico normal, a deficiência hídrica (D) média mensal é de $56,0 \text{ mm mês}^{-1}$, onde os valores mais elevados para déficits de água no solo foram observados para os meses de agosto, setembro, outubro e novembro, enquanto que janeiro a abril, período que compreende a estação chuvosa da região não foi constatado qualquer déficit de água no solo (Figura 4A). Ressalta-se que de maio a dezembro existe a necessidade de irrigação nesta região para que não haja redução no crescimento e produtividade das culturas agrícolas.

O balanço hídrico sequencial para Barbalha - CE resultou em uma média anual de $-710,0 \text{ mm ano}^{-1}$, sendo o maior déficit hídrico do solo ($1056,8 \text{ mm ano}^{-1}$) constatado para o ano de 2016 e o menor ($376,1 \text{ mm ano}^{-1}$) em 1973 (Figura 4B). Ressalta-se que em 2016 além de ocorrer a maior deficiência hídrica, também

não foi constatado período com excesso hídrico.

A necessidade do uso de irrigação suplementar para áreas cultivadas é evidente, visto que estas regiões passam por oito a nove meses com déficit de água no solo ao longo do ano (Passos et al., 2017; Silva e Silva, 2016). Segundo Matos et al. (2017) apesar desta região possuir um volume de precipitação pluviométrica superior ao necessário para o pleno desenvolvimento de algumas culturas, estas chuvas são mal distribuídas espaço temporal, fazendo com que o solo permanece com saldo negativo de água ao longo de oito meses do ano.

Os resultados do balanço hídrico normal evidenciam que o excedente hídrico (S) ocorre somente nos meses de fevereiro, março e abril, ao passo que de maio a janeiro não ocorre nenhum excesso de água no solo, sendo o total anual de $236,3$

mm (Figura 4A).

Para o município de Barbalha - CE o balanço hídrico sequencial confirmou uma média anual de 303,7 mm ano⁻¹, sendo que nos anos de 1982 e 2016 não ocorreu excesso de água no solo, ao passo que em 1985 incidiu o maior excedente de água no solo (1053,2 mm ano⁻¹) (Figura 4B). Observa-se que em 1982 ocorreu o menor volume de precipitação pluviométrica e consequente não houve excesso de água no solo, da mesma forma, em 1985 ocorreu o maior volume de precipitação e como consequência o maior excedente de água no solo.

A deficiência hídrica do solo deve ser cuidadosamente observada, uma vez que segundo Paula et al. (2017) para garantir a produtividade das culturas em quantidade e qualidade, é imprescindível 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. Isto reafirma os resultados alcançados no presente estudo.

Conclusões

1. O balanço hídrico normal disponibilizou informações detalhadas do comportamento da T, P, ETp, ETr, D e S da serie histórica estudada para o município de Barbalha - CE.

2. O balanço hídrico sequencial forneceu subsídios para a análise de valores mais extremos das variáveis estudadas durante o período de 1973 a 2018 em Barbalha - CE.

3. A evapotranspiração potencial da região é superior à precipitação pluviométrica de maio a

A partir destes resultados é possível observar que o BHS contribuiu para analisar os valores mais extremos de T, P, ETp, ETr, D e S, ocorridos de 1973 a 2018, enquanto que o BHN forneceu informações mais detalhadas do comportamento da T, P, ETp, ETr, D e S ao longo do ano no município de Barbalha - CE. Desta forma, estes resultados poderão ser utilizados para o planejamento das atividades agrícolas pelos produtores da região.

Souza et al. (2017) afirma que o balanço hídrico sequencial consiste em um indicador climatológico de melhor confiabilidade quando comparado ao BHN, pois pode determinar períodos acentuados de deficiência hídrica. Para amenizar os efeitos do déficit de água no solo, Marques e Teixeira (2019) relatam que existe a necessidade 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.

dezembro, resultando em déficit de água no solo durante este período. Portanto, existe a necessidade de irrigação para evitar redução no crescimento e produtividade das culturas.

4. Os resultados deste estudo proporcionam subsídios para o planejamento das atividades agrícolas e tomada de decisão pelos produtores do município de Barbalha - CE.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

(CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão das bolsas de pós-graduação.

Referências

- Abreu, M.C., Tonello, K.C, 2016. Estimativa do balanço hídrico climatológico da bacia hidrográfica do rio Sorocaba - São Paulo. *Ambiência* [online] 11. Disponível: 10.5935/ambiencia.2015.03.01. Acesso: 20 jul. 2019.
- Albuquerque, F. S., Silva, E.F. F., Lopes, P. M. O., Moura, G. B. A., Silva, A. O. 2018.

Condições hídricas e crescimento vegetal de culturas agrícolas importantes para comunidades indígenas do semiárido brasileiro. *Revista Ceres* [online] 65. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201865020001>. Acesso: 26 fev 2020.

- Assettari, G. A., Queiroz, T. M. 2020. Balanço hídrico e classificação climática na bacia do rio Jauquara, região de transição entre o cerrado e Amazônia Brasileira. *Revista Brasileira de Climatologia* [online] 26. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v26i0.59513>. Acesso: 23 mar 2020.
- Cavalcanti, I.F.A., Ferreira, N.J., Dias, M.A.F., Justi, M.G.A. 2009. *Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 464p.
- Costa, T.S., Sales, R. A., Santos, R. J., Santos, R.A., Santos, R. L. 2019. Estimativa do balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Bom Jesus da Lapa – BA. *Revista Ifesciencia*[online] 5. Disponível: <http://dx.doi.org/10.36524/ricv5i2.458>. Acesso: 30 jul. 2019.
- Francisco, P.R.M., Medeiros, R.M., Matos, R.M., Santos, D., Saboya, L.M.F., 2017. Evapotranspiração de referência mensal e anual pelo método de Thornthwaite para o estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Climatologia* [online] 20. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v20i0.41569>. Acesso: 31 jul. 2019.
- FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, 2017. Disponível: <<http://www.funceme.br/index.php/comunicacao/noticias/807-seca-no-cear%C3%A1-est%C3%A1-menos-grave-em-2017,-mas-ainda-preocupa#site>>. Acesso: 16 jul. 2019.
- Gomes, M. C. R.; Franca, R. M. 2019. Uso da análise multivariada para subsidiar no monitoramento da qualidade da água subterrânea na bacia sedimentar do Araripe, sul do estado do Ceará. *Revista Geociências*, 38, 195 – 205.
- Holanda, R. M., Medeiros, R. M. 2019. Classificação climática pelo método de Köppen e Thornthwaite em Bom Jesus do Piauí, Brasil. *Revista Pantaneira*, 16, 57 - 68.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. Disponível: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso: 15 de jul. 2019.
- 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%25p>. Acesso: 26 jul. 2019.
- Matos, R.M., Silva, P.F., Borges, V.E., Medeiros, R.M., Francisco, P.R.M., Dantas Neto, J., 2017. Zoneamento agroclimático da palma forrageira para o município de Barbalha - CE. *Revista Espacios* 38, 27-27.
- Matos, R.M., Silva, P.F., Borges, V.E., Sobrinho, T.G., Dantas Neto, J., Saboya, L.M.F. 2018. Potencial agroclimático para a cultura da mangueira no município de Barbalha - CE. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* [online] 12. Disponível: [10.7127/RBAI.V12N100732](https://doi.org/10.7127/RBAI.V12N100732). Acesso: 30 jul. 2019.
- 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*[online]6. Disponível: <https://doi.org/10.1080/23863781.2019.1635918>. Acesso: 23 mar 2020.
- Moreno, N. B. C., Silva, A. A., Silva, D. F. 2016. Análise de variáveis meteorológicas para indicação de áreas agrícolas aptas para banana e caju no Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 9. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v9.1.p001-015>. Acesso: 21 fev 2020.
- Oliveira, J. A. M., Oliveira, C. M. M. 2019. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Arinos-MG. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* [online] 12. Disponível: <https://doi.org/10.7127/rbai.v12n600901>. Acesso: 20 mar. 2020.
- 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:

- http://dx.doi.org/10.18677/EnciBio_2017B4. Acesso 15 jan 2020.
- Passos, M.L.V., Zambrzycki, G.C., Pereira, R.S., 2016. Balanço hídrico e classificação climática para uma determinada região de Chapadinha - MA. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada [online] 10. Disponível: 10.7127/rbai.v10n400402. Acesso: 04 jul. 2019.
- Passos, M. L. V., Souza, J. B. C., Mendes, T. J. 2018. alança hídrico e classificação climática para o município de Turiaçu-MA. Revista Agropecuária Científica no Semiárido [online] 14. Disponível: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v14i2.983>. Acesso: Acesso: 23 jul. 2019.
- 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. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v18i1.48584>. Acesso: 16 jul. 2019.
- Romani, L.A.S., Bambini, M., Coltri, P.P., Luchiari-Junior, A., Koenigkan, L. V., Otavian, A. F., Evangelista, S. R. M., Zullo Jr., J., Pinto, H. S., Assad, E. D. 2016. Sistema de monitoramento agrometeorológico - Agri tempo: inovação em rede apoiando políticas públicas e a tomada de decisão agrícola.. Agrometeoros, 24, 29-40.
- Santos, M.F., Pinheiro, F.F., Borges, V.P., Nascimento, R.S., 2017. Balanço hídrico na cidade de Barbalha - CE em futuros cenários de mudanças climáticas. II CONIDIS - Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, Anais... Campina Grande - PB, Brasil.
- Santos, R.A., Martins, D.L., Santos, R.L., 2018. Balanço hídrico e classificação climática de Köppen e Thornthwaite no município de Feira de Santana (BA). Geo UERJ [online] 33. Disponível: 10.12957/geouerj.2018.34159. Acesso: 10 jul. 2019.
- Santos, E. F. N., Souza, I. F. 2018. Análise Estatística Multivariada Da Precipitação Do Estado De Sergipe Através Dos Fatores E Agrupamentos. Revista Brasileira De Climatologia, [online] 23. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v23i0.58267>. Acesso: 25 de jan 2020.
- Santos, F. A., Aquino, C. M. S. 2016. Balanço hídrico climatológico dos municípios de castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, nordeste, Brasil. Revista Eletrônica Geoaraguaia, 6, 30 -56.
- Silva, A.F., Silva, M. C. B. C. 2016. Agricultura no nordeste semiárido e os resíduos orgânicos aproveitáveis. Revista equador, 5, 102-119.
- Souza, M.H.C., Santos, R.D.S., Ventura, K.M., Bispo, R.C., Bassoi, L.H., 2017. Balanço hídrico normal e sequencial para o município de Petrolina. IV INOVAGRI International Meeting, Anais... Fortaleza - CE, Brasil.
- Thornthwaite, C.W., 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review [online] 38. Disponível: 10.2307/210739. Acesso: 23 jul. 2019.
- Thornthwaite, C.W., Mather, J.R., 1955. The water balance. Publication in Climatology 8, Laboratory of Climatology, Centerton, N. J.
- Unesco. 1982. Mexico City Declaration on Cultural Policies World Conference on Cultural Policies Mexico City, 26 July - 6 August.