

BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO PARA O PLANEJAMENTO HÍDRICO DA REGIÃO SUDOESTE DO ESTADO DO PIAUÍ, BRASIL

Naísa Ruana Ferreira da Silva¹, Poliana Rocha D'Almeida Mota², Luzia Danielle de Araújo Santana³, Francisca Alessandra Chagas⁴, Nierley Teófilo Mateus da Cruz⁵, José Walmar Setubal⁶

RESUMO: o planejamento é a base para se dimensionar qualquer forma de manejo integrado dos recursos hídricos. Assim, o balanço hídrico climatológico (BHC) permite o conhecimento da necessidade e disponibilidade hídrica no solo ao longo do tempo, realizar o zoneamento agroclimático e ambiental, o período de disponibilidade e necessidade hídrica no solo, dentre outros. O objetivo desta pesquisa foi realizar e analisar o balanço hídrico climatológico das cidades da região Sudoeste do Estado do Piauí, Brasil, que dispõem de dados meteorológicos históricos, sendo: Bom Jesus, Caracol, Cristino Castro, Floriano (cidades com estação meteorológica convencional com mais de 40 anos de dados), Alvorada do Gurgueia, São Raimundo Nonato e Uruçuí (cidades com histórico de dados acima de 10 anos, estação automática) pelo método de Thornthwaite & Mather (1955) de modo a embasar o planejamento e o desenvolvimento nas mais diversas atividades. Os dados de temperatura média do ar e precipitação pluviométrica para o cálculo do balanço hídrico foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a partir de séries históricas do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). O balanço hídrico de todas as cidades em análise não registrou excedentes hídricos, bem como na maioria dos meses do ano foi constatado deficiência hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: déficit hídrico, evapotranspiração, pegada hídrica

CLIMATE WATER BALANCE FOR WATER PLANNING IN THE SOUTHEAST REGION OF THE STATE OF PIAUÍ, BRAZIL

¹Acadêmica de Engenharia Agrônômica. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Campus Agrícola da Socopo, 64049-550, Teresina, Piauí, Brasil. (86) 3215-5743. naysaruanna@hotmail.com

²Eng. Agrônoma, Doutora. Dep. de Eng. Agrícola e Solos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí. (86) 3215-5745. poliana@ufpi.edu.br

³Acadêmica de Engenharia Agrônômica. CCA, Universidade Federal do Piauí. luziatatz@gmail.com

⁴Acadêmica de Engenharia Agrônômica. CCA, Universidade Federal do Piauí. allessandra15@hotmail.com

⁵Acadêmico de Engenharia Agrônômica. CCA, Universidade Federal do Piauí. mateusnierley@hotmail.com

⁶Eng. Agrônomo, Doutor. Dep. de Fitotecnia, CCA, UFPI. (86) 3215-5747. jwalmarsetubal@uol.com.br

ABSTRACT: planning is a basis for dimensioning any form of integrated management of water resources. Thus, the climatological water balance (BHC) allows the knowledge of the water need and availability in the soil over time, to carry out the agroclimatic and environmental zoning, the period of availability and water need in the soil, among others. The objective of this research was to carry out and analyze the climatological water balance of the cities in the Southwest region of the State of Piauí, Brazil, which carries historical meteorological data, being: Bom Jesus, Caracol, Cristino Castro, Floriano (cities with a conventional weather station with more than 40 years of data), Alvorada do Gurguéia, São Raimundo Nonato and Uruçuí (cities with data history over 10 years, automatic station) using the method of Thornthwaite & Mather (1955) in order to support the development and planning in the most diverse activities. The average temperature data from the pluviometric database for calculating the water balance were obtained from the National Institute of Meteorology (INMET), from historical series of the Meteorological Database for Teaching and Research (BDMEP). The water in all the cities under analysis did not register water surpluses, as well as in most months of the year, there was water deficiency.

KEYWORDS: water stress, evapotranspiration, water footprint

INTRODUÇÃO

A variabilidade climática exerce importante influência nas diversas atividades socioeconômicas, especialmente na produção agrícola. Sendo o clima constituído de elementos integrados determinantes para a vida, adquire relevância visto que pode facilitar ou dificultar a fixação do homem e o desenvolvimento de atividades nas mais diversas regiões. Dentre os elementos climáticos, a precipitação tem papel preponderante nas atividades humanas, produzindo resultados na economia (SLEIMAN & SILVA, 2008).

Sendo o planejamento a base para se dimensionar qualquer forma de manejo integrado dos recursos hídricos, o balanço hídrico climatológico (BHC) permite o conhecimento da necessidade e disponibilidade hídrica no solo ao longo do tempo, realizar o zoneamento agroclimático e ambiental, e entendimento do período de disponibilidade e necessidade hídrica no solo (LIMA & SANTOS, 2009).

O balanço hídrico aborda todos os processos de retenção e condução de água no sistema solo-planta-atmosfera e é um dos principais métodos para determinação da evapotranspiração (SOUZA et al., 2013; SILVA et al., 2014). A evapotranspiração depende da disponibilidade de água e energia, e também das características do local (LI et al., 2012; MITCHELL et al.,

2009), sendo uma das principais formas de transferência de água no sistema e em pastagens áridas e semiáridas, podendo ser responsável por mais de 90% do consumo da precipitação (FLERCHINGER et al., 1996).

A deficiência hídrica é uma das principais responsáveis pela queda de produção na agricultura. O conhecimento da época que tal deficiência ocorre é importante para que o impacto na agricultura seja minimizado. Com o objetivo de conhecer as condições hídricas de um local, foi desenvolvido o método do balanço hídrico climatológico conforme Thornthwaite & Mather (1955), sem necessidade de medidas diretas das condições do solo. Ele permite avaliar a quantidade de água no solo que pode estar disponível às plantas, além de indicar períodos úmidos ou secos, dentro de um determinado espaço de tempo (TREMOCOLDI & BRUNINI, 2008).

Assim, a evapotranspiração e a deficiência hídrica são parâmetros indispensáveis para se determinar a produtividade da água em uma determinada região. A evapotranspiração consiste no processo inverso da precipitação, pois é a contabilização da perda de água que foi evaporada do solo somada a transpiração das plantas (MENDONÇA et al., 2003).

A definição de épocas de semeadura deve ser ajustadas aos estudos da distribuição temporal das precipitações, de forma que seja feita em datas específicas para que as fases de máxima exigência hídrica das culturas coincidam com as condições climáticas favoráveis e possibilite a recomendação de cultivares com máximos potenciais produtivos, maior resistência ao déficit hídrico e ciclos mais precoces.

Contudo, pode-se diminuir os efeitos causados pela má distribuição da água proveniente das precipitações irregulares, menos perdas nas lavouras em regiões com aptidão agrícola em que predomina o plantio em condições de sequeiro, como várias cidades do Piauí, que são importantes no cenário por ser parte da região que compreende o bioma Cerrado dos Estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (Matopiba) e responde por grande parte da produção brasileira de grãos e fibras.

O Estado do Piauí está localizado na região Nordeste do Brasil, perfazendo uma área de 251.611,929 km², é a décima primeira maior unidade federativa do Brasil. Conta com uma população estimada, de 3.264.531 habitantes e 224 municípios (IBGE, 2019).

As medidas de rotina em estações meteorológicas no Estado do Piauí, ainda são escassas. Pela rede de estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), existem 13 estações meteorológicas convencionais com bases de dados superiores a 40 anos e com a evolução das estações meteorológicas automáticas, a partir de 2007 ocorreu a implantação de

mais 12 estações nas diferentes regiões do Estado, sendo que apenas quatro destas tem base de dados acima de 10 anos.

Esse estudo teve o objetivo de realizar o balanço hídrico climatológico da região Sudoeste do Estado do Piauí, Brasil, que abrange os municípios Alvorada do Gurguéia, Bom Jesus, Caracol, Cristino Castro, Floriano, São Raimundo Nonato os quais dispõem de dados meteorológicos históricos acima de dez anos das estações do Instituto Nacional de Meteorologia, pelo método de Thornthwaite & Mather (1955) e assim contribuir para o Zoneamento Socioeconômico, Ecológico e Agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

O Estado do Piauí está localizado na região Nordeste do Brasil, situado entre o Meio Norte úmido e o Nordeste semiárido, este fato estabelece condições geoambientais particulares. Em acréscimo, têm-se as variações altimétricas diferenciadas como as chapadas do Sul-Sudoeste, cuja altitude está em torno de 600 metros e vai decrescendo à proporção que se aproxima do Norte até chegar ao mínimo no litoral Piauiense.

O estudo para a realização do balanço hídrico climatológico (BHC) foi conduzido utilizando dados históricos mensais de precipitação pluviométrica (P), em milímetros (mm) e temperatura do ar (T), em °C, obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a partir de séries históricas do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) de cidades da região Sudoeste do Estado do Piauí (Tabela 1).

Tabela 1. Coordenadas geográficas das estações meteorológicas convencionais e automáticas em municípios do Sudoeste do Estado do Piauí.

Estação	Municípios	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Convencional	Bom Jesus	-9,10	-44,11	296,00
	Caracol	-9,28	-43,33	522,77
	Cristino Castro	-8,41	-43,71	265,00
	Floriano	-6,76	-43,01	123,27
Automática	Alvorada do Gurguéia	-8,44	-43,86	261,00
	S. Raimundo Nonato	-9,03	-42,70	383,00
	Uruçuí	-7,44	-42,70	399,00

Fonte: INMET (2013).

Municípios com estação meteorológica convencional (EMC): Bom Jesus, Caracol, Cristino Castro, Floriano (mais de 40 anos de dados); e Alvorada do Gurguéia, São Raimundo Nonato e Uruçuí (estação meteorológica automática – EMA, série de dados acima de 10 anos) (Figura 1).

A distribuição espacial das estações meteorológicas convencional e automática foi implementada levando em consideração as estações existentes na Região Sudoeste do Estado do Piauí e assim contribuir para o seu Zoneamento Sócio-Econômico, Ecológico e Agrícola (Figura 1).

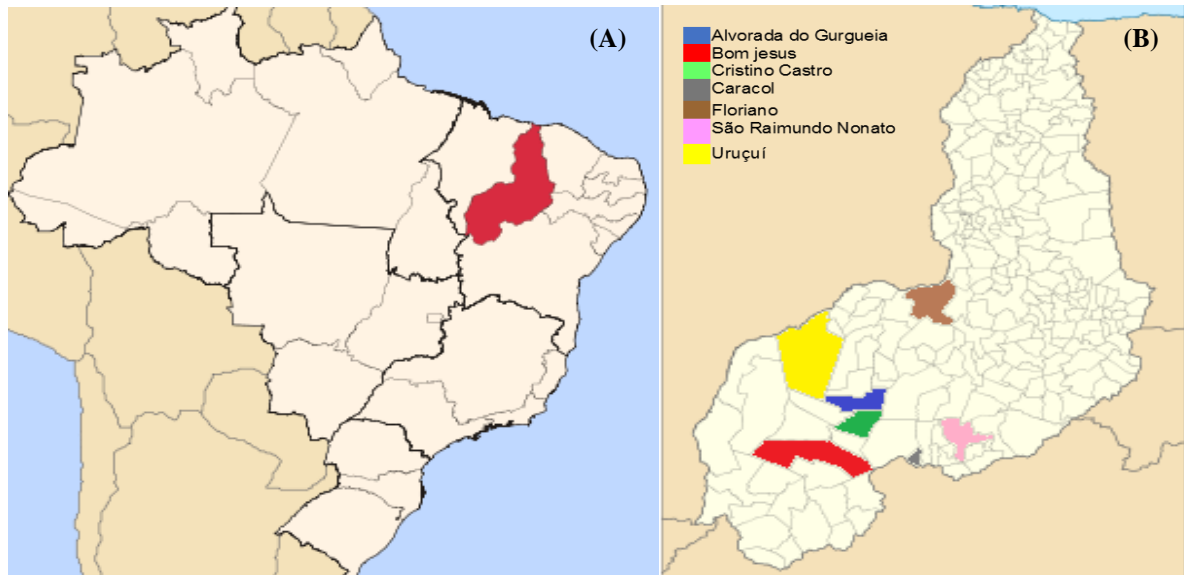


Figura 1. Mapa do Brasil com o Estado do Piauí em destaque (A) e distribuição espacial dos municípios com estações meteorológicas convencionais e automáticas da rede do INMET, na região Sudoeste do Estado de Piauí (B). Fonte: adaptado de Wikipedia (2020).

Os dados de temperatura do ar e precipitação pluviométrica foram tabulados no software Microsoft Excel e obtido a média de todos os meses do período analisado para posterior cálculo do balanço hídrico climatológico e em seguida deu-se a elaboração das figuras.

A capacidade de água disponível no solo (CAD) considerada foi de 100 mm.

A evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada pelo método de Thornthwaite (1948) seguindo as considerações realizadas por Pereira et al. (2002):

Quando: $0 < T_n < 26,5 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$ETP = 16 (10 - T_n / I)^a \quad (1)$$

Quando: $T_n \geq 26,0 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$ETP = -415,85 + 32,24 T_n - 0,43 T_n^2 \quad (2)$$

Em que,

T_n - temperatura média do mês n , em $^\circ\text{C}$; I é um índice que expressa o nível de calor da região. O subscrito n representa o mês, ou seja, $n=1$ é janeiro; $n=2$ é fevereiro; etc.

O valor de I depende do ritmo anual da temperatura, integrando o efeito térmico de cada mês, sendo calculado pela equação:

$$I = 12 (0,2 T_a)^{1,514} \quad (3)$$

Em que,

Ta - temperatura média anual normal.

O expoente “a”, sendo uma função de I , também é um índice térmico regional, e é calculado pela expressão:

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} I^2 + 1,7912 \cdot 10^{-2} I + 0,49239 \quad (4)$$

O valor de evapotranspiração potencial representa o total mensal de evapotranspiração que ocorreria nas condições térmicas de um mês padrão de 30 dias, e cada dia com 12 horas de fotoperíodo (N).

Portanto, a evapotranspiração potencial deve ser corrigida (Cor) em função de N e do número de dias do período (ND), sendo calculado pela equação:

$$Cor = (ND/30) (N/12) \quad (5)$$

$$ETP_{cor} = ETP Cor \quad (6)$$

Quanto ao excedente hídrico, utilizou-se a fórmula:

$$EXC = (P - ETP) - ALT \quad (7)$$

Em que,

P - precipitação; ETP - evapotranspiração potencial; e ALT - alteração da umidade do solo.

Em relação ao déficit hídrico, foi usada a equação:

$$DEF = ETP - ETR \quad (8)$$

Em que,

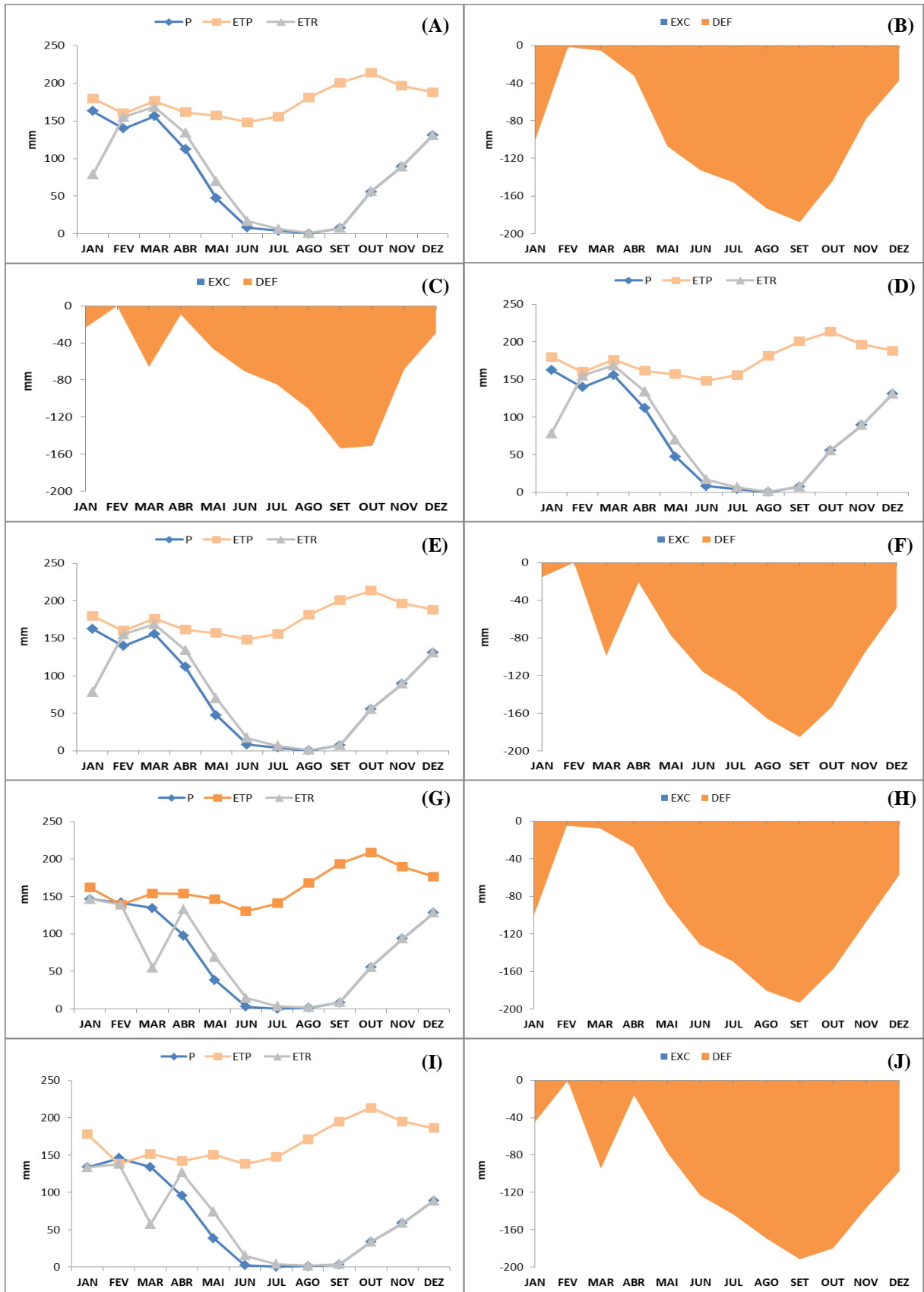
ETP - evapotranspiração potencial; e ETR - evapotranspiração real, determinada pela fórmula:

$$ETR = P - ALT \quad (9)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 encontram-se representados os resultados do Balanço Hídrico Climático segundo Thornthwaite & Mather, sendo a capacidade de água disponível de 100 mm, das cidades com estação meteorológica convencional e automáticas. Seguem inicialmente as cidades em que a estação é convencional: Bom Jesus, Caracol, Cristino Castro, Floriano.

No município de Bom Jesus, a temperatura média mensal do ar mais elevada foi verificada no mês de setembro, seguido de outubro, com 30,9 e 30,3 °C, respectivamente, e janeiro a menor média térmica mensal: 26,5 °C. A temperatura do ar média anual para o município de Bom Jesus foi de 28,2 °C, apresentando pequena variabilidade ao longo do ano. A média anual de precipitação pluviométrica atingiu valores de 1018 mm.



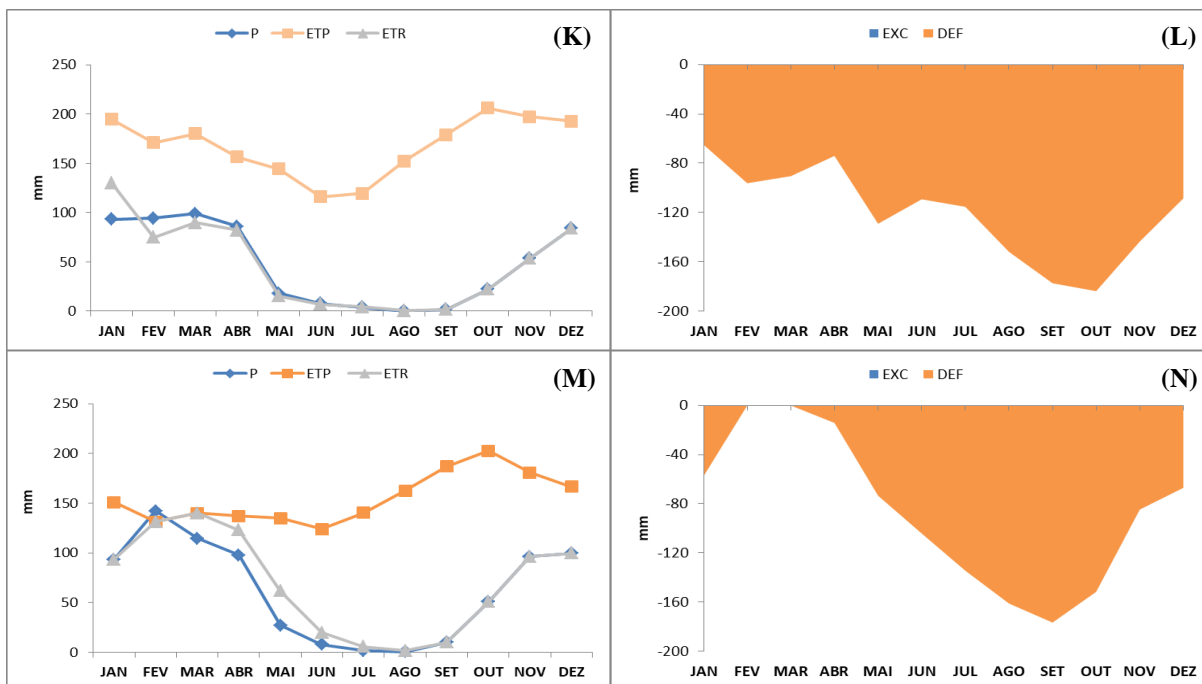


Figura 2. Precipitação pluviométrica (P), em mm, evapotranspiração potencial (ETP), em mm, e evapotranspiração real (ETR), em mm (A, C, E, G, I, K e M); e extrato da deficiência hídrica no solo (DEF), em mm, e excedente hídrico, em mm (EXC) de água no solo (B, D, F, H, J, L e N), das cidades de Bom Jesus, Caracol, Cristino Castro, Floriano, Alvorada do Gurguéia, São Raimundo Nonato, e Uruçuí, respectivamente, Estado do Piauí, Brasil. Capacidade de água disponível no solo = 100 mm.

A evapotranspiração potencial anual foi de 2164 mm, representando média mensal de 180 mm, sendo os meses com maiores e menores valores de evapotranspiração potencial outubro e junho (218 e 145 mm, respectivamente). A evapotranspiração real registrou um total anual de 1018 mm, com média mensal de 85 mm.

Verificou-se um déficit hídrico anual de 1146 mm. O município apresenta deficiência hídrica nos 12 meses do ano. Mesmo havendo uma grande concentração de precipitação pluviométrica no primeiro quatriênio do ano e no último trimestre, as elevadas temperaturas do ar provocam um aumento nas taxas evapotranspirativas, fazendo com que o consumo de água pelas plantas seja maior que o disponível no solo.

Assim, por meio do balanço hídrico mensal, pode se determinar um planejamento integrado dos recursos hídricos da região, que inclui a decisão pela aquisição de sistemas de irrigação e o dimensionamento da lâmina líquida do sistema, em que o irrigante considerando aspectos econômicos deve decidir entre a maior necessidade ou pelo maior déficit, além permitir o manejo da irrigação (quanto e quando irrigar) com base em dados históricos de evapotranspiração (SANTOS et al., 2010).

No município de Floriano, PI, a precipitação pluviométrica atingiu valores de 915 mm ano⁻¹, com o mês de maior valor precipitado registrado tendo sido em janeiro (Figura 2). A evapotranspiração potencial anual foi de 2119 mm, com uma média mensal de 177 mm, dos

quais os maiores e menores valores foram para os meses de outubro e junho (214 e 148 mm, respectivamente). Verificou-se um déficit hídrico de 1205 mm, distribuído ao longo do ano.

A evapotranspiração real anual totalizou 915 mm, tendo média mensal de 76 mm. O município apresentou deficiência hídrica nos 12 meses do ano com um total acumulado de 1205 mm.

Na cidade de Caracol, a média anual de precipitação pluviométrica constatada foi de 751 mm, com o período de maior precipitação pluviométrica entre os meses de janeiro a abril, e novembro e dezembro, concentrando mais de 90% da precipitação pluviométrica. A evapotranspiração potencial anual foi de 1590 mm, com uma média mensal de 132 mm, dos quais os maiores e menores valores foram para os meses de outubro e junho (184 e 90 mm, respectivamente). A evapotranspiração real apresentou-se com um total anual de 909 mm, tendo média mensal de 76 mm. Verificou-se um déficit hídrico anual de 681 mm.

A média anual de precipitação pluviométrica na cidade de Cristino Castro foi de 849 mm. A evapotranspiração potencial anual foi 1963 mm, com uma média mensal de 164 mm, dos quais os maiores e menores valores foram para os meses de outubro e junho (209 e 130 mm, respectivamente). A evapotranspiração real apresentou-se com um total anual de 849 mm, tendo média mensal de 71 mm. Foi constatado um déficit hídrico de 1114 mm ano⁻¹. O balanço hídrico não apresentou excedente hídrico.

Em seguida encontram-se os resultados dos balanços hídricos climatológicos para as cidades em que as estações são automáticas, iniciando pelo município de Alvorada do Gurgueia, em que foi verificada precipitação pluviométrica média mensal de 62 mm mês⁻¹, totalizando 737 mm ao ano e concentrando-se nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e dezembro com 75% do total precipitado (598 mm).

A evapotranspiração potencial foi de 2008 mm ano⁻¹, representando média mensal de 140 mm, sendo constatados os maiores e menores valores para os meses de outubro e fevereiro (214 e 138 mm), respectivamente. A evapotranspiração real apresentou um total médio anual de 737 mm, com média mensal de 61 mm. O município apresentou deficiência hídrica em 11 dos 12 meses do ano, com total acumulado de 1271 mm ano⁻¹, fazendo com que as forças de retenção de água no solo aumentem, reduzindo a sua disponibilidade para as plantas.

As plantas, respondem de diversas maneiras a deficiência hídrica no solo, como, decréscimo da produtividade e da produção, má distribuição e o desenvolvimento do sistema radicular, decréscimo da produção da área foliar e fechamento dos estômatos, redução da

florada e do óleo da casca e menor tempo de retenção dos frutos (SANTOS & CARLESSO, 1998).

Com os resultados do balanço hídrico climático para o município de São Raimundo Nonato, no Estado do Piauí verificou-se que a média anual de precipitação pluviométrica atinge valores de 565 mm, com um período de maior precipitação pluviométrica nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e dezembro, concentrando acima de 80% da chuva anual nestes meses. Verificou-se um déficit hídrico anual de 1445 mm.

A evapotranspiração potencial foi de 2010 mm ano⁻¹, representando média mensal de 168 mm, sendo constatados os maiores e menores valores para os meses de outubro e junho (206 e 116 mm), respectivamente. A evapotranspiração real apresentou um total médio anual de 565 mm, com média mensal de 47 mm.

O município apresentou deficiência hídrica nos 12 meses do ano, com total acumulado de 1445 mm ano⁻¹, fazendo com que as forças de retenção de água no solo aumentem, reduzindo a sua disponibilidade para as plantas.

Analisando a deficiência hídrica, verificou-se que o mês de maiores déficit foi outubro, tendo sido registrado 184 mm, e o menor déficit hídrico ocorrido no mês de abril (74 mm) com uma média mensal de 120 mm. Observou-se ainda que foi registrado um alto índice de água evapotranspirada quando comparada a precipitação pluviométrica climatológica registrada.

A precipitação pluviométrica média mensal do município de Uruçuí foi 62 mm mês⁻¹, totalizando 742 mm ao ano, sendo os meses chuvosos janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro. A evapotranspiração potencial anual foi de 1859 mm, representando média mensal de 155 mm, sendo constatados os maiores e menores valores para os meses de outubro e junho (203 e 124 mm, respectivamente).

O total médio anual da evapotranspiração real foi 834 mm. A deficiência hídrica ocorreu em 10 dos 12 meses do ano, com total acumulado de 1025 mm ano⁻¹. Os meses com maior deficiência hídrica foram agosto e setembro (161 e 177 mm, respectivamente). Não houve excedente hídrico. Estas informações são importantes para a época de plantio, como por exemplo formação de pastos, definição de taxa de lotação de piquete, e práticas agrícolas como: adubação, calagem e atividades com implementos agrícolas.

Para o setor agropecuário o balanço hídrico climatológico é fundamental no estabelecimento de estratégias que visem minimizar perdas e, aumento na produção. No aspecto geral, a irrigação é uma forma de suprir as necessidades hídricas das culturas e do

setor agropecuário, possibilitando o desenvolvimento de forma otimizada (BARRETO et al., 2003).

CONCLUSÕES

Os municípios de Bom Jesus, Floriano e São Raimundo Nonato no Estado do Piauí, Brasil, apresentam deficiência hídrica no solo em todos os meses do ano, chegando a 1146, 1205 e 1445 mm ano⁻¹, respectivamente, e demonstra que para se garantir altas produtividades e qualidade da produção agrícola, é necessário um planejamento do plantio, de modo que as fases de máxima exigência hídrica das culturas não coincida com estes meses de máxima deficiência de água no solo.

Nas cidades de Caracol e Cristino Castro onze dos doze meses do ano tiveram deficiência hídrica no solo: 641 e 1114 mm, respectivamente. Em Uruçuí a deficiência hídrica deu-se durante dez meses, totalizando 1025 mm ano⁻¹. O município de Alvorada do Gurguéia apresentou onze meses de deficiência hídrica totalizando 1271 mm ao ano.

Em todos os balanços hídricos das cidades calculados a partir dos dados das estações meteorológicas em análise não foram registrados excedentes hídricos. O balanço hídrico climatológico evidencia a necessidade de irrigação durante os meses de deficiência hídrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, A. N.; SILVA, A. A. G.; BOLFE, E. L. **Irrigação e drenagem na empresa agrícola: impacto ambiental versus sustentabilidade**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. 418 p.

FLERCHINGER, G. N.; HANSON, C. L.; WIGHT, J. R. Modeling evapotranspiration and surface energy budgets across a watershed. **Water Resources Research**, v. 32, n. 8, p. 2539-2548, 1996.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 10 de setembro de 2013.

LI, Q.; YU, X.; XIN, Z.; SUN, Y. Modeling the effects of climate change and human activities on the hydrological processes in a semiarid watershed of loess plateau. **Journal of Hydrologic Engineering**, v. 18, n. 4, p. 401-412, 2012.

LIMA, F. B.; SANTOS, G. O. **Balanco hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo**. 2009. 89 f. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis - SP, 2009.

MENDONÇA, P. V. Sobre o novo método de balanço hídrico de Thornthwaite & Mather. In: **Congresso Luso-Espanhol para o Programa das Ciências**, 24. p. 271-282, 1958.

MITCHELL, P. J.; VENEKLAAS, E.; LAMBERS, H.; BURGESS, S. S. Partitioning of evapotranspiration in a semi-arid eucalypt woodland in southwestern Australia. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 149, p. 25-37, 2009.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

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.

SANTOS, R. F.; CARLESSO R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance: publications in climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.

TREMOCOLDI, W. A.; BRUNINI, O. **Caracterização agroclimática das unidades da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo: Capão Bonito e região**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. 30 p. (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC, 205).

WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Wikipedia, 2019. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Piau%C3%AD>>. Acesso em: 20 fev. 2019.