

## DETERMINAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO EM DUAS DECADAS DISTINTAS (1973-1982) E (2003-2012) PARA SOBRAL NO CEARÁ

Juarez Cassiano de Lima Junior<sup>1</sup>, Antonio Gebson Pinheiro<sup>1</sup>,  
Joaquim Branco de Oliveira<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Graduando em Tecnologia de Irrigação e Drenagem no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE campus Iguatu – email: [junioralencar\\_ico@hotmail.com](mailto:junioralencar_ico@hotmail.com);  
[gebson10@hotmail.com](mailto:gebson10@hotmail.com);

<sup>2</sup> Professor Doutor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE campus Iguatu – email: [joaquimbrancodeoliveira@hotmail.com](mailto:joaquimbrancodeoliveira@hotmail.com);

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo comparar o Balanço Hídrico Climatológico (BHC) mensal para o município de Sobral, Ceará, em duas décadas distintas. Foram utilizados dados diários de temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, insolação e precipitação pluvial, correspondentes ao período de 1973 a 1982, e de 2003 a 2012, oriundos da estação meteorológica convencional local e disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O BHC foi determinado conforme preconizado por Thornthwaite e Mather (1955) e evapotranspiração potencial estimada pelo método padrão Penman-Monteith FAO 56, e capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm. O total anual precipitado é de 885.3 mm na primeira década avaliada e de 897.54 mm na segunda década. A evapotranspiração potencial total de 2361,7 mm e 1796,5 mm e média mensal de 196,8 mm e 149.7 mm respectivamente, em ambas as décadas avaliadas ocorre excedente hídrico nos meses de março e abril.

**PALAVRAS-CHAVE:** Deficiência de água no solo, evapotranspiração, semiárido.

**ABSTRACT:** This study aimed to investigate and compare the climatic water balance (BHC) monthly for the city of Sobral, Ceará, in two different decades. We used data daily maximum temperature and minimum air, relative humidity, wind speed, solar radiation and rainfall, corresponding to the period 1973-1982, and 2003-2012, coming from conventional weather station site and made available by the Institute national Meteorology (INMET). The BHC was determined as recommended by Thornthwaite and Mather (1955) and potential evapotranspiration estimated by the standard Penman-Monteith FAO 56, and available water capacity (CAD) of 100 mm. The annual total is 885.3 mm precipitated in the first decade evaluated and 897.54 mm in the second decade. The potential evapotranspiration total of 2361.7 mm and 1796.5 mm and monthly average 149.7 mm and 196.8 mm, respectively, in both decades evaluated water surplus occurs in the months of March and April.

**KEY-WORDS:** Deficiency of soil water, evapotranspiration, semiarid.

### INTRODUÇÃO

O Balanço Hídrico Climatológico (BHC) é uma excelente ferramenta para estimativa da disponibilidade hídrica em uma região, seu cálculo é de fundamental interesse para diversas áreas como: planejamento de atividades agrícolas, zoneamento agro climatológico, dimensionamento de sistemas de irrigação e de bacias hidrográficas (CASAGRANDE et al., 2010).

O Nordeste Brasileiro sofre constantemente com a escassez de água. No entanto, em algumas regiões, o problema não é o total anual de precipitação pluviométrica que em média é elevado e sim a irregularidade da distribuição da mesma durante o ano. A análise do Balanço Hídrico Climatológico em regiões distintas do Nordeste Brasileiro justifica-se devido à necessidade da racionalidade no uso dos recursos hídricos (CASAGRANDE et al., 2010).

Em função disso, esse estudo teve por objetivo estabelecer o balanço hídrico climatológico mensal em duas décadas distintas, observando se houve diferencia entre as duas épocas avaliadas, para o município de Sobral, Ceará.

## MATERIAI E MÉTODOS

Para realização do trabalho, foram utilizados dados diários de temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, insolação e precipitação pluvial, correspondentes ao período de 1973 a 1982 e de 2003 a 2012, oriundos da Estação Meteorológica Convencional de Sobral – CE. Latitude 3°73', longitude 40°33' W e altitude de 109,62 m. Dados estes obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a partir do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). O clima da região, segundo a classificação de Koppen é do tipo BSw'h', clima quente e semi-árido, caracterizado pela insuficiência das chuvas, com temperaturas elevadas acarretando numa forte evaporação, e tendo apenas duas estações climáticas bem definidas durante o ano, chuvoso e seca, sendo que a última pode durar de 7 a 8 meses, com precipitação média de 885,3 mm (Tabela 2) e de 897,54 mm (Tabela 3), concentrada no período de janeiro a abril.

No cálculo do balanço hídrico climatológico mensal, pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), foi utilizado o software denominado de Balanço Hídrico (SILVA et al., 2012). A evapotranspiração potencial, considerando a capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm.

A evapotranspiração de referência foi estimativa pelo método de Penman-Monteith, parametrizado pela FAO no seu manual número 56 (ALLEN et al., 1998), equação 1.

$$ET_o = \frac{0,408 (R_n - G) + \frac{900}{T_m + 273} u_2 (e_s - e_a)}{+ (1 + 0,34 \cdot u_2)} \quad \text{equação(1)}$$

em que,

$ET_o$  - evapotranspiração de referência, mm dia<sup>-1</sup>;

$R_n$  - radiação líquida total do gramado, MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>;

$G$  - densidade do fluxo de calor no solo, MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>;

$T_m$  - temperatura média diária do ar, °C;

$u_2$  - velocidade do vento média diária a 2 m de altura, m s<sup>-1</sup>;

$e_s$  - pressão de saturação de vapor, kPa;

$e_a$  - pressão parcial de vapor, kPa;

- $e_s - e_a$  - déficit de saturação de vapor, kPa;  
 - declividade da curva de pressão de vapor no ponto de  $T_m$ ,  $kPa^{\circ}C^{-1}$ ;  
 - coeficiente psicrométrico,  $kPa^{\circ}C^{-1}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de chuva em Sobral nas duas décadas (1973-1982 e 2003-2012) foram maiores no mês de março, (219,8 mm e 217,96 mm, respectivamente). Esse fato explica-se pelo o processo de formação das chuvas na região, que sofre grande influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). De acordo com Uvo et al. (1998), existe uma conexão entre a chuva no Nordeste brasileiro e a ZCIT. Os mesmos autores explicam que a estação chuvosa principal é iniciada entre fevereiro e março, quando a ZCIT sobre o Oceano Atlântico Tropical alcança sua posição mais ao sul.

Os valores da média de chuva ao longo do ano variaram bastante, de 2,13 a 219,8 mm (TABELA 1), isso ocorreu provavelmente pela falta de regularidade na distribuição das chuvas de toda região Nordeste. Os coeficientes de variação do período 1973-1982 oscilaram entre 41,65 e 145,35%, enquanto os valores de desvio padrão variam 2,11 a 145,55 mm na primeira década. Ainda na Tabela 1, nota-se que o comportamento das chuvas ao longo do ano no período de 2003 a 2012, também oscilaram muito. Tendo em vista os altos valores do coeficiente de variação (41,95 a 134,49 %). Estes resultados mostram que os valores médios são insuficientes para uma análise mais aprofundada da chuva, logo se faz necessário o uso de técnicas probabilísticas para um melhor conhecimento do comportamento climatológico de determinada região.

Tabela 1 - Análise estatística da precipitação pluvial das duas décadas avaliadas, Sobral – CE.

Mês	Média (mm)	Desvio Padrão(mm)	Coeficiente de Variação (%)	Mês	Média (mm)	Desvio Padrão(mm)	Coeficiente de Variação (%)
Janeiro	93.06	78.33	84.17	Janeiro	125.59	85.09	67.76
Fevereiro	115.32	60.28	52.27	Fevereiro	171.77	72.05	41.95
Março	219.69	91.51	41.65	Março	217.96	92.6	42.48
Abril	183.48	101.59	55.37	Abril	194.03	101.53	52.33
Mai	148.99	145.55	97.69	Mai	99.94	80.62	80.67
Junho	40.13	42.64	106.25	Junho	40.21	30.59	76.07
Julho	44.51	64.7	145.35	Julho	18.86	18.93	100.40
Agosto	9.01	5.78	64.17	Agosto	8.97	9.41	104.92
Setembro	4.18	5.78	138.34	Setembro	2.87	3.86	134.49
Outubro	2.13	2.11	99.38	Outubro	25.45	21.99	86.41
Novembro	2.63	3.13	119.30	Novembro	2.96	3.67	124.01
Dezembro	30.57	38.6	126.27	Dezembro	23.27	23.92	102.81

No mês de outubro de ambas as décadas, notam-se uma grande diferença na média de precipitações, que é de apenas 2,13 mm (1973-1982), e chega a 21,99 mm (2003-2012). Possivelmente essa diferença explica-se pela ocorrência do fenômeno “*El Niño*”, em algum dos anos da primeira década avaliada.

Nas figuras 2 e 3 são apresentados as deficiências e os excedentes hídricos mensais das duas décadas avaliadas respectivamente. O total de chuva nas duas décadas é de 885,3mm e 897,5 mm. A má distribuição das chuvas afeta as épocas de início, duração e término das atividades agrícolas, sendo que a ausência da precipitação às culturas não irrigadas reduz às atividades metabólicas e consequentemente a produtividade (SANTOS et al., 2013).

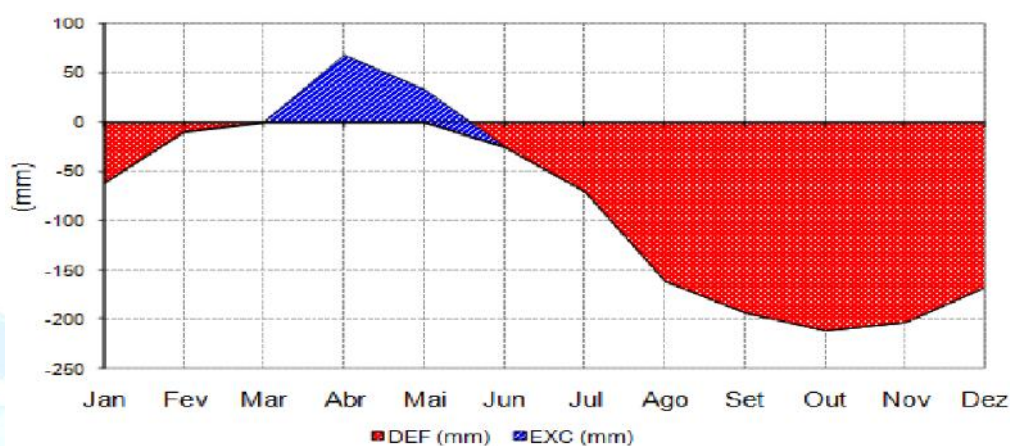


Figura 1 - Balanço hídrico climatológico segundo Thornthwaite e Mather (1955), Sobral – CE. (1973 a 1982)

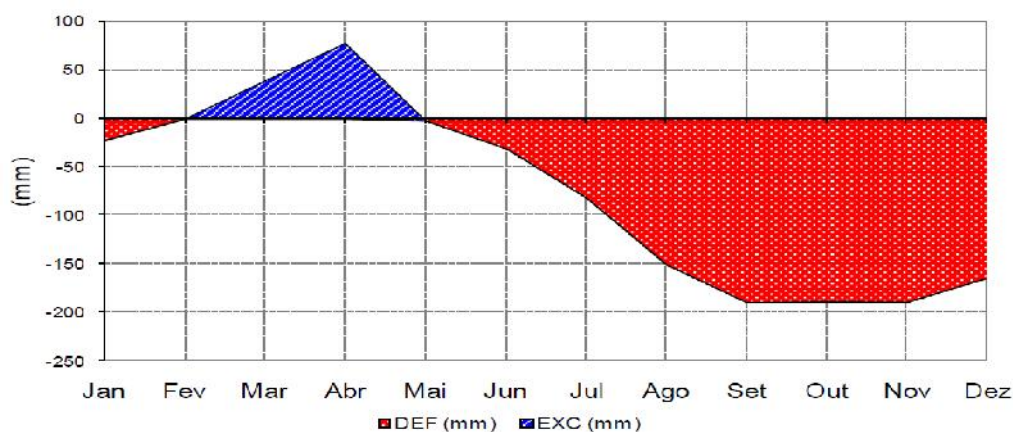


Figura 2 - Balanço hídrico climatológico segundo Thornthwaite e Mather (1955), Sobral - CE. (2003 -2012)

Ocorreram excedentes hídricos nas duas décadas estudadas. A primeira década (1973 - 1982) ocorreu excedente hídrico de 100,1 mm entre os meses de abril e maio, no mês de março não ocorreu nem déficit nem excedente hídrico (zero), para os demais meses o déficit hídrico foi de 1103,1 mm . Na segunda década (2003 -2012) ocorreu excedente de 118 mm entre os meses

de março e abril, já no mês fevereiro não ocorreu nem déficit nem excedente hídrico (zero), nos meses restantes ocorreu déficit hídrico de 1016, 9 mm. Medeiros et al (2012) determinaram balanço hídrico para o município de Picuí – PB no período de 1971-2010 e verificaram que os maiores déficits se concentraram nos meses de Agosto a Fevereiro.

A partir do segundo semestre, nas duas décadas, nota-se um elevado aumento no déficit hídrico. Isso se dá por causa da alta demanda evaporativa no estado do Ceará (CAVALCANTE FILHO et al., 2007).

## CONCLUSÕES

Não houve diferença significativa, pois ocorre excedente e déficit hídrico em períodos semelhantes nas duas décadas avaliadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

CASAGRANDE, F.; CORTIVO, F. D.; CASAGRANDE, L.; FREITAS, R. A.; FERREIRA, A. Balanço Hídrico climatológico em dois cenários do Nordeste Brasileiro. In: Anais do XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belém, 2010.

CAVALCANTE FILHO, Ernani Cleiton. Regularização de vazões em reservatórios através dos modelos mensal e bi-sazonal: a duração da estação seca e a proposta da evaporação equivalente. 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

MEDEIROS R. M.; FRANCISCO P. R. M.; GOMES FILHO. M. F.; TAVARES. A. L.; VIEIRA. L. J. S.; Comparação do Balanço Hídrico nas últimas quatro décadas para o município de Picuí – PB. Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação. Fortaleza – CE, 2012.

PEREIRA, A. R. Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. Bragantina, Campinas, v. 64, n. 2, p. 311-313, 2005.

SANTOS, G. O.; LIMA, F. B.; VANZELA, L. S. Balanço hídrico espacial das culturas inseridas na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste paulista. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza, v. 7, n. 1, p. 03-16, 2013.

SILVA, M. G.; ARRAES, F. D. D.; LEDO, E. R. F.; MIRANDA, J. H. Análise do balanço hídrico para o cenário de mudanças climáticas na cidade de Iguatu – CE. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 11, 2012, João Pessoa. Anais... João Pessoa, 2012.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The Water Balance. Centerton, New Jersey: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1).

UVO, C. B.; REPELLI, C. A.; ZEBIAK, S. E.; KUSHNIR, Y. The relationship between Tropical Pacific and Atlantic SST and Northeast Brazil Monthly Precipitation, Journal of Climate, Boston, v.11, n.4, p.551-562, 1998.