



SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO APLICADA A CULTURA DO MILHO PARA O MUNICÍPIO DE BARBALHA – CE

João Alvino Sampaio da Silva (1); Nívia Raquel Oliveira Alencar(1); Sheltonlaine Rodrigues de Souza (2); John Handerson do Nascimento Brito (3);

João Alvino Sampaio da Silva; Nívia Raquel Oliveira Alencar;

Instituto Centro de Ensino Tecnológico CENTEC – FATEC Cariri, fatec_cariri@centec.org.br

1. INTRODUÇÃO

O balanço hídrico climatológico, desenvolvido por Thornthwaite (1948) constitui de uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo. Através da contabilidade do suprimento natural de água ao solo, pela precipitação (P_r), e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração potencial (ETP), e com um nível máximo de armazenamento ou capacidade de água disponível (CAD) apropriada ao estudo em questão. O balanço hídrico fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM), podendo ser elaborado desde a escala diária até a mensal (CAMARGO, 1971; PEREIRA et al., 1997).

Este método tem sido utilizado para estimar parâmetros climáticos e a partir deles, estabelecer comparações entre as condições predominantes em locais diferentes. Quando o mesmo procedimento de cálculo é adotado para todos os locais de uma mesma região é possível identificar sua aptidão para a exploração de uma determinada cultura, a partir da comparação dos resultados obtidos, servindo como base para classificação climática. O método proposto por Thornthwaite tem sido amplamente utilizado, por possibilitar uma previsão da variação temporal do armazenamento de água no solo. Inclui estimativas da evapotranspiração real, déficit hídrico e excedente hídrico, considerando que a taxa de perda de água por evapotranspiração varia linearmente com o





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

armazenamento de água no solo em condições naturais (TOMASELLA & ROSSATO, 2005).

Conforme proposto por Thornthwaite (1948) o balanço hídrico avalia o solo como um reservatório fixo, no qual a água armazenada ao máximo da capacidade de campo, somente será removida pela evapotranspiração das plantas. Este é um conceito simples, porém que muito tem ajudado nos processos de zoneamento agroclimático, demanda de água para irrigação e até mesmo classificação climática. Um dos aspectos contraditórios no uso desta metodologia é a confusão que muitos dos usuários fazem entre água armazenada no solo e água disponível. Tal fato com certeza aumenta as contradições sobre os resultados obtidos e a comparação com outras regiões, sob cultivo com diferentes culturas.

Utilizando uma série histórica das variações dos elementos e fatores climáticos para o município de Barbalha-CE, objetivou-se realizar o balanço hídrico e demonstrar a aptidão para o cultivo do milho (*Zea mays*) para este município segundo Thornthwaite&Mather. (1948).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no município de Barbalha-CE, cujas coordenadas geográficas são 07° 30' S de latitude e 39° 20' W de longitude e 408,03 m de altitude, localizado na região SUL – Cearense. Segundo Silva et al., (2013) a precipitação média para este município é de 1047,9 mm .ano⁻¹, com 66,3% distribuído entre os meses de janeiro a abril. A temperatura média anual estimada por regressão linear é de 24,1°C, oscilando de 22,1°C no mês de julho (mês mais frio) a 25,8°C no mês novembro (mês mais quente).

Na metodologia utilizada realizou-se o balanço hídrico climático com os dados de precipitação obtidos pela Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), do período de janeiro de 1974 a dezembro de 2013, totalizando 39 anos de precipitações diárias e mensais observadas, enquanto que a temperatura média foi obtida através de regressão linear, considerando-se apenas as médias mensais de temperatura e precipitação.

O método adotado para obtenção do balanço hídrico climatológico foi o mesmo proposto por





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Thornthwaite (1948). Esse método contabiliza a água do solo, considerando que a precipitação representa o ganho e a evapotranspiração a perda de umidade do solo, podendo-se estimar os valores correspondentes ao excedente hídrico (EXC), evapotranspiração real (ETR) e deficiência hídrica (DEF).

A evapotranspiração potencial média mensal foi calculada em função da temperatura média do ar e da duração efetiva do dia (insolação máxima teoricamente possível). O método estabelece um índice mensal de calor obtido pela equação:

$$i_j = \left(\frac{\bar{T}_j}{5} \right)^{1,514} \quad (1)$$

Em que i_j e \bar{T}_j são, respectivamente, índice térmico e a temperatura média do mês j . O índice anual de calor foi dado pelo somatório de i_j ($j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12$ referente ao mês equivalente).

A evapotranspiração potencial em mm/mês foi calculada pela equação:

$$(ET_p)_j = 0,533.F_j \left(\frac{10\bar{T}_j}{I} \right)^a \quad (2)$$

Em que $(ET_p)_j$ é a evapotranspiração potencial do mês j , o expoente (a) é uma função cúbica do índice anual de calor, dado pela Equação 3 e F_j é um fator de correção calculada pela Equação 4 ou expressa na Tabela 1:

$$a = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 1,79 \times 10^{-2} I + 0,49 \quad (3)$$

$$F_j = D_j N_j / 12 \quad (4)$$

Onde D_j é o número de dias do mês j e $N_j = 2 \arccos(-\operatorname{tg} \phi \cdot \operatorname{tg} \delta) / 15$ é a duração efetiva do dia 15





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

mês j . ϕ é a latitude local e $\delta = 23,45^\circ \text{ sen } [360(284+d)/365]$, onde d é o número de ordem, no ano do dia considerado.

Tabela 1. Fator de Correção F_j para o método de Thornthwaite

Fator de correção											
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: (BRUTSAERT, 1982).

A classificação climática foi realizada segundo o método proposto por Thornthwaite&Mather (1955), citado em Ometto (1981), utilizando os dados do balanço hídrico para a média do período estudado. Baseando-se nos resultados dos cálculos do índice de umidade (I_u); índice de aridez (I_a) e índice hídrico (I_h) expressos pelas equações 5, 6 e 7. Já a aptidão climática para a cultura foi feita através da Tabela 2.

$$I_a = 100 \sum D / \sum ET_p \quad (5)$$

$$I_u = 100 \sum S / \sum ET_p \quad (6)$$

$$I_h = I_u - 0,6 \cdot I_a \quad (7)$$

Tabela 2. Síntese da aptidão climática de algumas culturas

CULTURA	APTIDÃO	ÍNDICE CLIMÁTICO	DEFICIÊNCIA/EXCESSO
	Plena	$\rightarrow 40 < I_v < 60$ $D > 0; T > 19^\circ\text{C}$	\Rightarrow Condições hídricas e térmicas satisfatórias para o desenvolvimento da cultura.
MILHO	Moderada	$\rightarrow 30 < I_v < 40$ $D < 0; S < 500 \text{ mm}$	\Rightarrow Pequena insuficiência hídrica no período vegetativo, com umidade excessiva na maturação.





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Restrita	→ $Iv < 20$	⇒ Deficiência hídrica severa para o desenvolvimento da cultura, ou insuficiência térmica.
Inaptidão	→ $Ih > -10$ $D > 100 \text{ mm}; S < 500 \text{ mm}$	⇒ Deficiência hídrica muito severa, tornando inviável o cultivo do milho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o município em estudo verificou-se uma temperatura média anual de 25,7 °C, com oscilações mensais de 24,0 °C, a mínima ocorrida no mês de junho e a máxima de 27,4 °C no mês de novembro. Os dados de precipitação pluviométrica evidenciaram um total médio anual de 1.057,31 mm, com variações entre os meses de dezembro a abril de 1836 a 91,0 mm. O mês de março mostrou-se o mais chuvoso, com um total mensal de 246,0 mm. Nos meses de maio a novembro os índices pluviométricos flutuam entre 2,5 a 59,6 mm, demonstrando que estes índices são insignificantes para a produção de milho de sequeiro e com pouca contribuição para o armazenamento de água no solo.

A Tabela 3 demonstra a análise de deficiência hídrica. Observa-se que a evapotranspiração potencial (ETp) apresentou taxa anual média de 1652,8 mm, com variações de 127,2 mm no mês de junho a 150,1 mm no mês de dezembro, observa-se que ocorre um alto índice de água evapotranspirada quando comparada a precipitação pluviométrica registrada. A evapotranspiração real (ETr) apresentou-se com uma flutuação mínima de 127,2 mm no mês de junho e a máxima Etr que ocorre no mês de dezembro com 150,1 mm, com uma taxa anual evapotranspirada de 1652,8 mm. Com relação ao índice de armazenamento, observou-se que nos meses de fevereiro a maio têm-se as maiores taxas de armazenamento, variando entre 27,9 a 255,6 mm. Nos meses de junho a dezembro a taxa de armazenamento é zero.





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Tabela 3 - Cálculo do balanço hídrico climatológico (BHC) para o município de Barbalha-CE, considerando a capacidade de armazenamento de água disponível (CAD) de 100 mm.

Meses	T (°C)	Pr (mm)	ETp (mm)	ARM (mm)	ETr (mm)	D (mm)	EXC (mm)
JAN	26,8	184,0	147,4	0,1	147,4	0	0
FEV	26,0	198,5	130,0	54,9	130,0	0	13,7
MAR	25,4	240,6	139,0	255,6	139,0	0	0
ABR	25,2	180,0	133,1	100,0	133,1	0	202,4
MAI	24,7	62,3	134,4	27,9	134,4	0	0
JUN	24,0	13,9	127,2	0	127,2	0	0
JUL	24,0	10,8	131,1	0	131,1	0	0
AGO	24,8	2,7	134,6	0	134,6	0	0
SET	26,2	4,9	136,0	0	136,0	0	0
OUT	27,2	22,5	146,0	0	146,0	0	0
NOV	27,4	36,0	143,8	0	143,8	0	0
DEZ	27,2	91,6	150,1	0	150,1	0	0
TOTA L	08,9	1047,9	1652,8	438,5	1652,8	0	216,1
MÉDI A	25,7	87,3	137,7	87,7	137,7	0	108,0

Utilizou-se de quatro tipos climáticos predominantes, característicos do cenário pluviométrico: seco, regular, chuvoso e médio da área de estudo, onde a sua distribuição espacial e temporal fluem com maior intensidade. Deste modo, com os dados do balanço hídrico (Tabela 3) obtiveram-se as seguintes classificações (Tabela 4).

Tabela 4. Classificação climática segundo Thorntwaite&Mather(1955), utilizando o balanço





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

hídrico e os índices: hídricos, aridez e umidade.

Tipos climáticos predominantes

Cenário pluviométrico	Seco	Regular	Chuvoso	Médio
Classificação	Árido	Semiárido	Subúmido	Subúmido Seco

Fonte: EMBRAPA Meio Norte, 2006

4. CONCLUSÕES

Segundo a classificação climática o município de Barbalha - CE, tem clima Semi-árido, Megatérmico com 26,6% da evapotranspiração potencial anual concentrada no trimestre mais quente do ano (outubro, novembro e dezembro). A estação chuvosa, iniciando no verão e atingindo o máximo no outono e inverno seco. Com base no balanço hídrico climatológico observou-se condições de aptidão plena para a cultura do milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUTSAERT, W. H. (1982). **Evaporation in to the Atmosphere: theory, history, and applications**. Dordrecht, Holland: D. Reidel.

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

SILVA, J. A. S.; MEDEIROS, R. M.; SILVA, A. O., SILVA, J. W. O. S.; MATOS, R. M. **Oscilações no regime da precipitação pluvial no município de Barbalha-CE**. I Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS. 22 a 24 de maio de 2013 – Iguatu – CE, Brasil.





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

THORNTHWAITE, C.W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, v.38, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Publication in Climatology n. 8, Laboratory of Climatology, Centerton, N. J. 1955.

TOMASELLA, J.; ROSSATO, L. **Balanço hídrico: tópicos em meio ambiente e ciências atmosféricas**. INPE-13140-PRE/8339. São José dos Campos, 2005.

