



Balanco hídrico climatológico com simulações de cenários climáticos e classificação climática de Thornthwaite para o Município de Iguatú, – CE, Brasil

Luiz Carlos Guerreiro Chaves¹, Francisco Sildemberny Souza dos Santos², Andresa Pereira da Silva³, Franciene Galvão da Silva⁴, Evando Luiz Coelho⁵

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - CCA/UFC, Fortaleza – Ce. e-mail: luizcarlosguerreiro@gmail.com

² Professor MSc. IFCE – *Campus* Limoeiro do Norte, email: sildemberny@ifce.edu.br

³ Aluna do curso de Tecnologia em Agronegócio – IFCE *Campus* Limoeiro do Norte. e- mail: andresa_maia@yahoo.com.br

³ Aluna do curso de Tecnologia em Agronegócio – IFCE *Campus* Limoeiro do Norte. e- mail: francienegalvao@yahoo.com.br

⁴ Professor D.Sc. IFCE – *Campus* Limoeiro do Norte, email: ecoelho@ifce.edu.br

Resumo: O conhecimento do balanço hídrico climatológico de uma região é de suma importância para as diversas atividades nela desenvolvida. Objetivou-se com este estudo estabelecer o balanço hídrico climatológico para o município de Iguatú, CE em três condições de disponibilidade de água no solo: 100, 75 e 50 mm, tomando-se a situação atual e cenários críticos de acréscimos da temperatura e decréscimos da precipitação pluviométrica; bem como a classificação climática do município. Para tanto, utilizou-se os dados de precipitação pluviométrica e temperatura mensal do período de 1961-1990. Os resultados mostraram que para os três tipos de solos o excedente hídrico não passou de 30 mm/ano e que com acréscimo da temperatura não é possível realizar o balanço hídrico na região, dado os elevados valores de evapotranspiração decorrentes. O clima para a região é do tipo DdA'a'.

Palavras-chave: climatologia, evapotranspiração, semiárido

1. INTRODUÇÃO

O balanço hídrico climatológico (BHC) é uma das ferramentas mais usadas para se avaliar, indiretamente, se a quantidade de água presente no solo é capaz de suprir as necessidades hídricas da planta (CARVALHO et al., 2011).

Desenvolvido por Thornthwaite & Mather (1955), o BHC é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo. Através da contabilização do suprimento natural de água ao solo, pela chuva (P), 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; LIU, 2006). Segundo os autores supracitados o balanço hídrico climatológico assim calculado torna-se um indicador climatológico da disponibilidade hídrica em uma região o que é fundamental no planejamento das atividades agrícolas.

O balanço hídrico pode ser um instrumento importante na prevenção de incêndios florestais na vegetação da caatinga, o que não é fenômeno muito incomum, já que esse bioma é composto por material de fácil combustão (AGUIAR et al., 1986; MACÊDO et al., 2004).

Existem diversos tipos de balanços hídricos, cada um com a sua finalidade principal, e um desses modelos mais conhecidos foi o proposto por Thornthwaite, em 1948, posteriormente modificado por Mather, em 1955, que ficou conhecido como “Balanço Hídrico de Thornthwaite e Mather, 1955”. Segundo Ometto (1981) a principal função deste balanço hídrico é servir como base para uma classificação climática.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o balanço hídrico proposto por Thornthwaite e Mather (1955) e a classificação climática de Thornthwaite do município de Iguatú, na porção Centro-Sul Cearense, utilizando-se os dados de precipitação pluviométrica e temperatura.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Iguatú está localizado na porção Centro-Sul do Estado do Ceará, com latitude de 6°21'34'' S, longitude de 39°17'55'' WGr e altitude de 217,8 m; o clima é tropical quente



semiárido, com pluviosidade anual de 806,5 mm em um período chuvoso que compreende os meses de janeiro a abril, e a temperatura média varia de 26 a 28 °C (IPECE, 2011).

Os solos predominantes no município são os Neossolo Flúvico, Argissolo, Luvisolos, Neossolo Litólico, e Vertissolo. Aluvias, Litólicos, Podzólico Vermelho-Amarelo e Vertissolo. A vegetação é a caatinga arbustiva densa e o relevo é composto principalmente pelas depressões sertanejas.

Os balanços hídricos foram elaborados, considerando as médias mensais de temperatura e precipitação pelo método de Thornthwaite e Mather (1955). Foram utilizados dados normais de temperatura média mensal do ar (TMED) e precipitação média mensal (P) durante o período de 1961-1990 da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, localizada na latitude 06°23'48" S, longitude 30°16'13" W e a 233 m acima do nível do mar, no município de Iguatú, Ceará (MOTA; AGENDES, 1986).

Foram adotados os valores de 100, 75 e 50 mm para a capacidade de água disponível no solo (CAD), levando-se em conta solos com alta, média e baixa capacidade de retenção de água, respectivamente.

Adotou-se ainda para cada valor de CAD os seguintes cenários climáticos: Acréscimo de 3 °C sobre cada valor de temperatura mensal; Decréscimo de 10% em cada precipitação pluviométrica mensal; Acréscimo de 3 °C sobre cada valor de temperatura mensal e, decréscimo de 10% em cada precipitação pluviométrica mensal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos balanços hídricos para as CADs de 100, 75 e 50 mm com relação aos cenários propostos, só foram possíveis para as três CADs com redução da pluviosidade em 10% em cada mês (Tabelas 1, 2 e 3). Para os demais cenários os valores da coluna (P-ETP) foram todos negativos, indicando que ocorre déficit em todo o ano. Pode-se inferir, portanto que para a região estudada um acréscimo na temperatura tem maiores consequências na disponibilidade hídrica do que um decréscimo na precipitação (Figuras 1).

Observa-se pelas Tabelas 1 e 2 que para as CADs de 100 e 75 mm, mesmo ocorrendo meses com a P-ETP positiva não foi suficiente para que ocorresse excedente de água no solo. Constata-se ainda, pelas Tabelas 1, 2 e 3 e Figuras 1, (A, B, C, D e F) que a situação mais favorável no cenário crítico foi para a CAD de 50 mm, onde no final do período apresentou um excedente total de 18 mm. Esses corroboram com aqueles encontrados por Medeiros et al. (2012) ao efetuar o balanço hídrico para o município de Picuí no semiárido paraibano com cenários de decréscimo da precipitação mensal de 10 e 20% e acréscimos de 1 e 4 °C na temperatura para o período de 1910 a 2005, visto que os autores supracitados observaram que ocorreu deficiência hídrica em todos os meses. Já Horikoshi e Fisch (2007) realizando balanço hídrico com estimativas para cenários futuros baseados em dados de temperatura e precipitação para o município de Taubaté, SP, observaram que ocorrerá um aumento do déficit de água de até 70 mm, constatando que o clima estará mais quente e as estiagens serão mais longas.

A classificação climática para Iguatú, segundo Thornthwaite é apresentada na Tabela 4. Vale ressaltar que para as três CADs (100, 75 e 50 mm) bem como para os cenários considerados críticos para as três CADs (P-10% e T) a classificação climática não diferiu. Também não houve diferença entre o clima classificado por Thornthwaite (1948) e por Thornthwaite & Mather (1955). Com base no índice de umidade (Iu) definiu-se o tipo climático, que para este caso é semiárido (D), e através dos índices de aridez (Ia) e hídrico (Ih), determinou-se o subtipo “d”, com excedente hídrico pequeno ou nulo. Quanto ao fator térmico, verificou-se que o município de Iguatú é do tipo megatérmico (A'), com evapotranspiração potencial anual média superior a 1.140 mm, e o subtipo a', sendo a porcentagem da relação entre a ETP no verão e a ETP anual menor que 48%. Assim, a fórmula climática segundo Thornthwaite bem como a de Thornthwaite e Mather é DdA'a', ou seja, Tipo Clima semiárido megatérmico com excedente hídrico pequeno ou nulo e uma concentração de 32% da ETP no trimestre outubro, novembro, dezembro.



Tabela 1 – Balanço hídrico climatológico do Município de Iguatú, Ceará, segundo Thornthwaite & Mather (CAD 100 mm e redução mensal da precipitação em 10%). Latitude 06°23'48'' S; Longitude 30°16'13'' W; Altitude 233 m; Período: 1961 a 1990

Mês	T (°C)	ETPp (mm)	COR .	ETP (mm)	P-10% (mm)	P-ETP (mm)	NEG. ACUM	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	28,4	173,0	1,07	185	71	-114	-1219	0	0	71	114	0
Fev	27,4	149,6	0,96	143	127	-16	-1235	0	0	127	16	0
Mar	26,6	132,7	1,04	138	183	45	-80	45	45	138	0	0
Abr	26,3	126,7	1,00	127	150	23	-39	68	23	127	0	0
Mai	26,0	120,9	1,02	124	60	-64	-64	53	-15	75	49	0
Jun	25,8	117,2	0,98	114	25	-89	-153	22	-31	56	58	0
Jul	26,0	120,9	1,02	123	11	-112	-265	7	-15	26	97	0
Ago	27,0	140,9	1,02	144	7	-137	-402	2	-5	12	132	0
Set	28,2	168,1	1,01	170	6	-164	-566	0	-2	8	162	0
Out	29,0	188,3	1,05	198	14	-184	-750	0	0	14	184	0
Nov	29,2	193,7	1,03	200	16	-184	-934	0	0	16	184	0
Dez	29,1	191,0	1,08	206	35	-171	-1105	0	0	35	171	0
Ano	27,4			1872	705	-1167			0	705,0	1167,0	0

Tabela 2 – Balanço hídrico climatológico do Município de Iguatú, Ceará, segundo Thornthwaite & Mather (CAD 75 mm e redução mensal da precipitação em 10%). Latitude 06°23'48'' S; Longitude 30°16'13'' W; Altitude 233 m; Período: 1961 a 1990

Mês	T (°C)	ETPp (mm)	COR.	ETP (mm)	P – 10% (mm)	P-ETP (mm)	NEG. ACUM.	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	28,4	173,0	1,07	185	71	-114	-1219	0	0	71	114	0
Fev	27,4	149,6	0,96	143	127	-16	-1235	0	0	127	16	0
Mar	26,6	132,7	1,04	138	183	45	-38	45	45	138	0	0
Abr	26,3	126,7	1,00	127	150	23	-7	68	23	127	0	0
Mai	26,0	120,9	1,02	124	60	-64	-64	32	-36	96	28	0
Jun	25,8	117,2	0,98	114	25	-89	-153	10	-22	47	67	0
Jul	26,0	120,9	1,02	123	11	-112	-265	2	-8	19	104	0
Ago	27,0	140,9	1,02	144	7	-137	-402	0	-2	9	135	0
Set	28,2	168,1	1,01	170	6	-164	-566	0	0	6	164	0
Out	29,0	188,3	1,05	198	14	-184	-750	0	0	14	184	0
Nov	29,2	193,7	1,03	200	16	-184	-934	0	0	16	184	0
Dez	29,1	191,0	1,08	206	35	-171	-1105	0	0	35	171	0
Ano	27,4			1872	705	-1167			0	705,0	1167,0	0

Tabela 3 – Balanço hídrico climatológico do Município de Iguatú, Ceará, segundo Thornthwaite & Mather (CAD 50 mm e redução mensal da precipitação em 10%). Latitude 06°23'48'' S; Longitude 30°16'13'' W; Altitude 233 m; Período: 1961 a 1990.

Mês	T (°C)	ETPp (mm)	COR.	ETP (mm)	P – 10% (mm)	P-ETP (mm)	NEG. ACUM.	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	28,4	173,0	1,07	185	71	-114	-1219	0	0	71	114	0

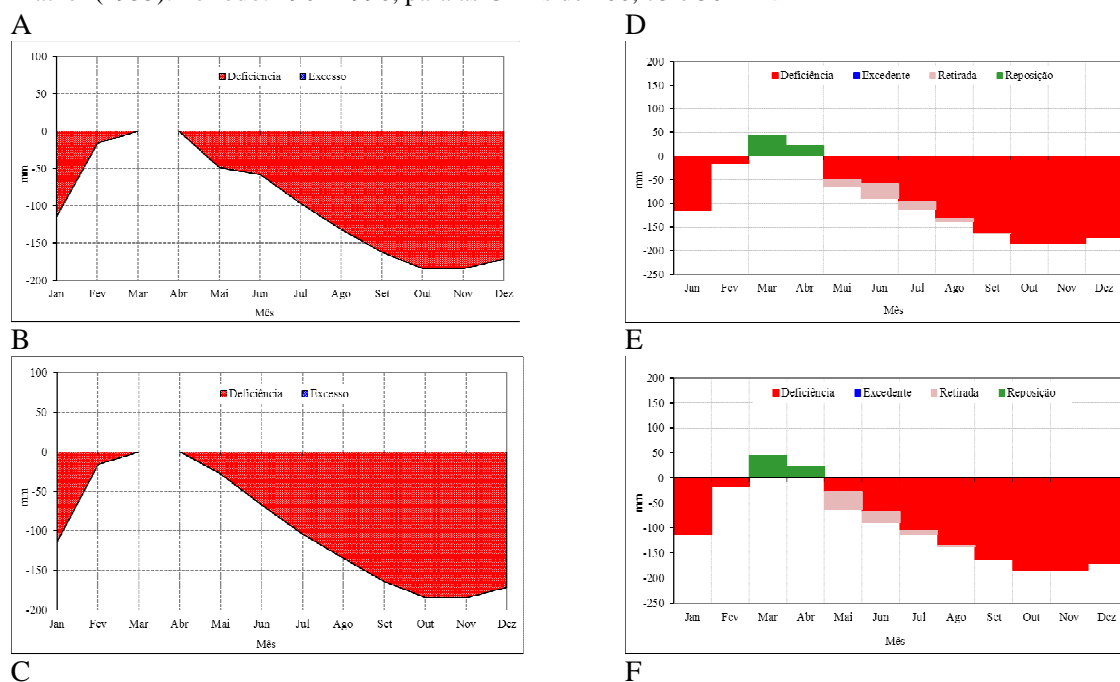


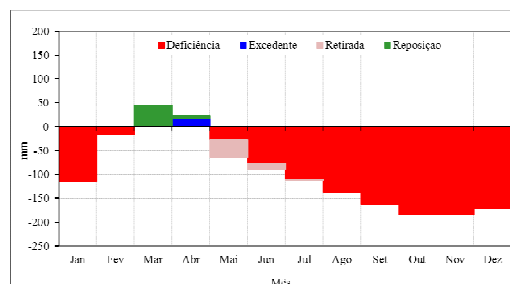
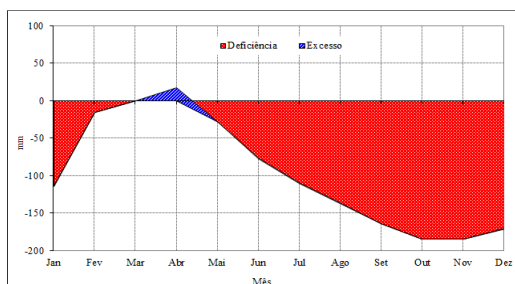
Fev	27,4	149,6	0,96	143	127	-16	-1235	0	0	127	16	0
Mar	26,6	132,7	1,04	138	183	45	-5	45	45	138	0	0
Abr	26,3	126,7	1,00	127	150	23	0	50	5	127	0	18
Mai	26,0	120,9	1,02	124	60	-64	-64	14	-36	96	28	0
Jun	25,8	117,2	0,98	114	25	-89	-153	2	-12	37	77	0
Jul	26,0	120,9	1,02	123	11	-112	-265	0	-2	13	110	0
Ago	27,0	140,9	1,02	144	7	-137	-402	0	0	7	137	0
Set	28,2	168,1	1,01	170	6	-164	-566	0	0	6	164	0
Out	29,0	188,3	1,05	198	14	-184	-750	0	0	14	184	0
Nov	29,2	193,7	1,03	200	16	-184	-934	0	0	16	184	0
Dez	29,1	191,0	1,08	206	35	-171	-1105	0	0	35	171	0
Ano	27,4			1872	705	-1167			0	687,0	1185,0	18

Tabela 4 - Classificação climática de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite & Mather (1955) do Município de Iguatú, CE

CAD (mm)	I_h	I_a	I_u	Tipo climático em função de I_u	Tipo climático em função de I_h e I_a	Tipo climático em função de TE	Subtipo climático em função de TE
		%		---	---	---	---
100	0,27	58,39	-34,76	D	D	A'	a'
75	1,6	59,72	-34,23	D	D	A'	a'
50	2,94	61,06	-33,70	D	D	A'	a'

Figura 1 – Gráficos do extrato (A, B, e C) e de deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica ao longo do ano (D, E e F) para o balanço hídrico climatológico do Município de Iguatú - CE, segundo Thornthwaite & Mather (1955). Período: 1961-1990, para as CADs de 100, 75 e 50 mm.





4. CONCLUSÕES

A evapotranspiração da região é elevada em todos os meses do ano e em quase todos os meses há ocorrência de déficit hídrico no município, com exceção dos meses de março e abril; Em todos os casos o excedente anual não passou de 30 mm.

As maiores deficiências hídricas ocorrem nos meses de outubro e novembro para as três CADs, chegando a quase 200 mm. Os menores excedentes ocorreram para a CAD de 100 mm, em comparação com as de 75 e 50 mm.

Um aumento de 3 °C sobre a temperatura mensal de Iguatú mostra-se como um cenário crítico, não permitindo o fechamento do balanço hídrico já um decréscimo de 10% na pluviosidade mensal mostrou-se menos crítico do que o acréscimo da temperatura, permitindo a realização dos balanços.

O uso das práticas da irrigação é essencial para a agricultura no município de Iguatú, visto o seu déficit hídrico para tipos de solos analisados.

A classificação climática do município segundo Thornthwaite (1948) e Thornthwaite & Mather (1955) é do tipo DdA'a', para as três condições de água no solo, tratando-se de Clima semiárido megatérmico com excedente hídrico pequeno ou nulo e uma concentração de 32% da ETP no trimestre out – nov – dez.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, D. J. et al. **Determinação da evapotranspiração potencial e balanço hídrico da região da Grande Dourados**. Dourados: EMBRAPA-UEPAE, 1986. 150 p.
- CAMARGO, A. P. **Balanço hídrico no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1971. 28p. (Boletim Técnico, 116).
- CARVALHO, H. P.; DOURADO NETO, D.; TEODORO, R. E. F.; MELO, B. Balanço hídrico climatológico, armazenamento efetivo da água no solo e transpiração na cultura de café. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 02, p. 221-229, 2011.
- HORIKOSHI, A. S.; FISCH, G. Balanço hídrico atual e simulações para cenários futuros no Município de Taubaté, SP, Brasil. **Ambi-Água**, v. 02, n. 02, p. 33-46, 2007.
- IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal 2010 – Iguatú**. Disponível em: < http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2010/Iguatu.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2011.
- LIU, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campina Grande: Ed. UNIDERP, 2006. 908p.
- MEDEIROS, R. M. de.; FRANCISCO, P. R. M.; BANDEIRA, M. M. Balanço Hídrico Climatológico, em Decorrência do Aquecimento Global, no Município de Picuí - Semiárido Paraibano **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 01, p. 59-72, 2012.
- MOTA, F. S.; AGENDES, M. O. O. **Clima e Agricultura no Brasil**. Ed. Sagra. 1986, 151p.



OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 435 p

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

THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology, New Jersey, Drexel Inst. of Technology, 1955. 104p.