



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Análise da variabilidade do Balanço Hídrico Climatológico de Thornthwaite e Mather para Aracaju entre 1961 e 2010



Wilson Ricardo Venâncio Aires¹; José de Oliveira Melo Neto²; Rubens Junqueira³; Gustavo Alves Pereira⁴; André Ferreira Rodrigues⁵; Carlos Rogério de Mello⁶

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35) 9161-2562, uvaires@gmail.com

² Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG.

³ Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

⁴ Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

⁵ Graduando Eng. Ambiental e Sanitária, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

⁶ Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

RESUMO: O entendimento do regime hídrico é fundamental para o estabelecimento de diversas atividades antrópicas, principalmente a agricultura. Desta maneira, a análise do balanço hídrico fornece parâmetros para a identificação de possíveis efeitos antrópicos sobre o meio natural e também sobre a disponibilidade hídrica de uma região. Com este embasamento, o objetivo deste trabalho foi comparar a variabilidade do balanço hídrico entre os períodos de 1961 a 1990, representando uma normal climatológica, e 1991 a 2010 para Aracaju, Sergipe, a fim de verificar possíveis indicativos de mudanças climáticas na região entre estes períodos. Para a análise do balanço hídrico adotou-se o modelo proposto por Thornthwaite e Mather, amplamente empregado para caracterizar o fator umidade do clima. Foram utilizadas séries mensais de precipitação, temperaturas máximas e mínimas do ar do posto de Aracaju pertencente à rede de monitoramento do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), com período disponível de dados de 50 anos. Constatou-se um aumento de 1,5% e 4,8% na temperatura média do ar e evapotranspiração potencial, consecutivamente, e redução de 25,3% na precipitação entre os períodos analisados para Aracaju. A evapotranspiração real apresentou um aumento de 7% enquanto que o déficit hídrico apresentou uma leve redução de 2,1% e o excedente apresentou perdas de 49%.

PALAVRAS-CHAVE: Evapotranspiração real, excedente hídrico, déficit hídrico.

Variability Analysis of Water Balance Climatological of Thornthwaite and Mather to Aracaju between 1961 and 2010

ABSTRACT: Understanding the water regime is essential for the establishment of various human activities, mainly agriculture. Thus, the analysis of the water balance provides parameters for the identification of possible anthropogenic effects on the environment and also on the water availability of a region. With this foundation, the aim of this study was to compare the variability of water balance between the periods 1961 to 1990, representing a climatological normal, and from 1991 to 2010 to Aracaju, Sergipe, in order to identify possible indicators of climate change in the region between these periods. For the analysis of water balance adopted the model proposed by Thornthwaite and Mather, widely used to characterize the moisture factor climate. Monthly series of rainfall were used, maximum and minimum temperatures Aracaju post air of belonging to the monitoring network of the National Institute of Meteorology (INMET), with period available data 50 years. It was found an increase of 1.5% and 4.8% in the average air temperature and potential evapotranspiration, consecutively, and 25.3% decrease in precipitation between the periods analyzed to Aracaju. The actual evapotranspiration increased by 7% while the water deficit showed a slight decrease of 2.1% and the surplus indicated losses of 49%.

KEY WORDS: Actual evapotranspiration, water surplus, water deficit

INTRODUÇÃO

O balanço hídrico climatológico (BCH) consiste na análise dos componentes do ciclo hidrológico, fundamental para entender o comportamento do consumo de água pelas plantas, recarga subterrânea e condições climáticas (ÁVILA, 2011). Com a demanda crescente por água, aliado a limitação deste recurso natural, exige-se cada vez mais um planejamento que vise aumentar a eficiência de seu uso (SOUZA et. al., 2013). Neste contexto, o BCH é uma ferramenta de grande auxílio na quantificação da disponibilidade hídrica de uma região, pois evidencia as variações sazonais dos excedentes e deficiências hídricas, relacionando a precipitação com a evapotranspiração (PEREIRA et. al., 2002). De maneira geral, a precipitação e a evapotranspiração, aliados a temperatura do ar, podem ser consideradas como os principais elementos do clima, pois indicam os níveis energéticos, bem como a disponibilidade hídrica de uma região de interesse (ROLIM et al., 2007). Nas atividades agrícolas, estudos com o BHC são desenvolvidos visando à relação cultura/ clima, permitindo um melhor gerenciamento do cultivo com as condições climáticas, além de ser utilizado para a implementação de zoneamento agroclimático (DANTAS et. al., 2007). Há vários modelos para o cálculo do BHC, porém o método desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) é amplamente empregado e possibilita o monitoramento do armazenamento da água no solo, tanto na escala diária como em escala mensal, com o emprego de médias mensais de dados de temperatura e precipitação (VAREJÃO SILVA, 2006). Com este embasamento, o objetivo deste trabalho foi comparar a variabilidade do balanço hídrico no período de 1961 a 2010 para Aracaju, SE, e verificar possíveis índices de mudanças climáticas que possam ter ocorridos neste período.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Município de Aracaju, SE, se estende por 181,857 km², apresenta regime pluvial com dois períodos bem definidos, um chuvoso, entre os meses de abril a agosto, e outro seco, de setembro a março. A estação meteorológica que contém a base de dados deste estudo está localizada nas coordenadas de latitude -10,95° e longitude -37,05°. As séries históricas foram fragmentadas em dois períodos 1961 a 1990 e 1991 a 2010, onde se considerou os dados médios mensais de cada normal climatológica para a caracterização do BHC utilizando modelo de Thornthwaite e Mather. Salienta-se que considera-se uma tendência para a normal climatológica de 1991-2010, pois esta não caracteriza um período de 30 anos, devido a disponibilidade de dados fornecidos pelo INMET. Para análise do BHC foi necessário calcular a evapotranspiração potencial (ETP):

$$EP = 16 \left(\frac{t_i}{I} \right)^a \quad (1)$$

Em que t_i é a temperatura média em °C, I é o índice térmico dado por:

$$I = 1,049 (T_{\text{annual}})^{1,514} \quad (2)$$

E o valor constante “a” que depende do local de estudo, é dada por:

$$a = 6,75 * 10^{-7} * I^3 - 7,71 * 10^{-5} * I^2 + 1,792 * 10^{-2} * I + 0,49239 \quad (3)$$

Após o cálculo da ETP se faz necessário a correção desta de acordo com a latitude e os meses do ano. Estes valores para correção podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Fatores de correção (FC) da ETP mensal, estimada pelo método de Thornthwaite.

Latitude	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
10 °C	1,00	0,91	1,03	1,03	1,08	1,06	1,08	1,07	1,02	1,02	1,98	0,99

Com o cálculo da diferença da precipitação (P) e evapotranspiração corrigida (ETP), encontra-se o valor das negativas acumuladas nos meses em que ETP for maior que P e relacionando estes valores com o armazenamento na capacidade de água disponível no solo a 100 mm, que pode ser obtido através de tabelas, encontrou-se a variação do armazenamento, necessário para o cálculo da evapotranspiração real (ETR). A diferença entre ETP e ETR caracteriza o déficit hídrico, enquanto que a diferença entre a P-ETP e variação no armazenamento, caracteriza o excedente hídrico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, pode-se verificar os valores obtidos para o BHC de Aracaju, SE, para a normal climatológica de 1961-1990.

Tabela 2. Valores do BHC de Aracaju para a normal climatológica de 1961-1990

Mês	Calculo do Balanço hídrico									
	T (°C)	ETP (mm)	P(m m)	P- (mm)	ETP Neg acu (mm)	ARM (mm)	Alt (mm)	ETR(m m)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	27	114	77,9	-36	-168	18	-8	70	44	0
Fev	27	103	85,1	-18	-186	15	-3	82	21	0
Mar	27	111	7	65	-22	80	65	111	0	0
Abr	27	99	2	162	0	100	20	99	0	142
Mai	26	93	8	241	0	100	0	93	0	241
Jun	25	80	2	127	0	100	0	80	0	127
Jul	24	77	7	98	0	100	0	77	0	98
Ago	24	77	9	37	0	100	0	77	0	37
Set	25	84	91,4	8	0	100	0	84	0	8
Out	26	97	65,8	-32	-32	72	-28	38	60	0
Nov	26	100	52,3	-48	-79	44	-28	24	76	0
Dez	26	110	56,3	-53	-132	26	-18	38	71	0
Soma/ média		1145	1695	550	-	-		874	271	651,6

Observa-se na Tabela 2 um EXC de 651,6 mm e um DEF de 271 mm, atrelado a uma P de 1695 mm e uma ETP e ETR de 1145 mm e 874 mm respectivamente. Na Figura 1, pode-se observar o gráfico do BHC para a normal climatológica de 1961-1990.

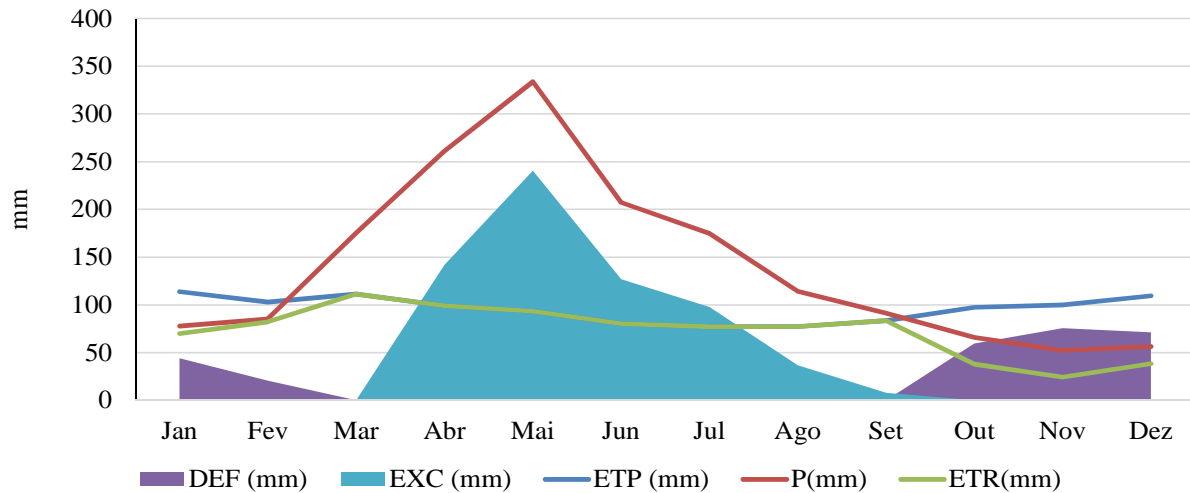


Figura 1. BHC para a normal climatológica de 1961-1990

Na Tabela 3 pode-se analisar o BHC para o período de 1991-2010.

Tabela 3. Valores do BHC de Aracaju para o período de 1991-2010

Calculo do Balanço hídrico										
Mês	T (°C)	ETP (mm)	P(m m)	P- ETP (mm)	Neg_ acu (mm)	ARM (mm)	Alt (mm)	ETR(m m)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	27	116	49,0	-67	-257	7	-3	52	64	0
Fev	27	107	71,3	-36	-293	5	-2	73	34	0
Mar	27	117	70,5	-47	-340	3	-2	72	45	0
Abr	27	105	161,1	56	-52	59	56	105	0	0
Mai	26	98	242,6	145	0	100	41	98	0	104
Jun	25	83	212,1	129	0	100	0	83	0	129
Jul	25	81	154,6	73	0	100	0	81	0	73
Ago	25	82	107,9	26	0	100	0	82	0	26
Set	25	87	64,5	-23	-23	79	-21	85	2	0
Out	26	101	58,1	-43	-66	51	-28	86	15	0
Nov	26	106	47,7	-58	-155	20	-31	79	27	0
Dez	27	116	27,7	-89	-222	10	-10	38	79	0
Soma/ média		1200	1267	67	-	-	0	935	265	332

Pela Tabela 3, verificou-se EXC de 265 mm e DEF de 332 mm. A P média observada foi de 1262 mm. A ETP foi de 1200 mm e a ETR de 935 mm. Na Figura 2, pode-se observar o gráfico do BHC para o período de 1991-2010.

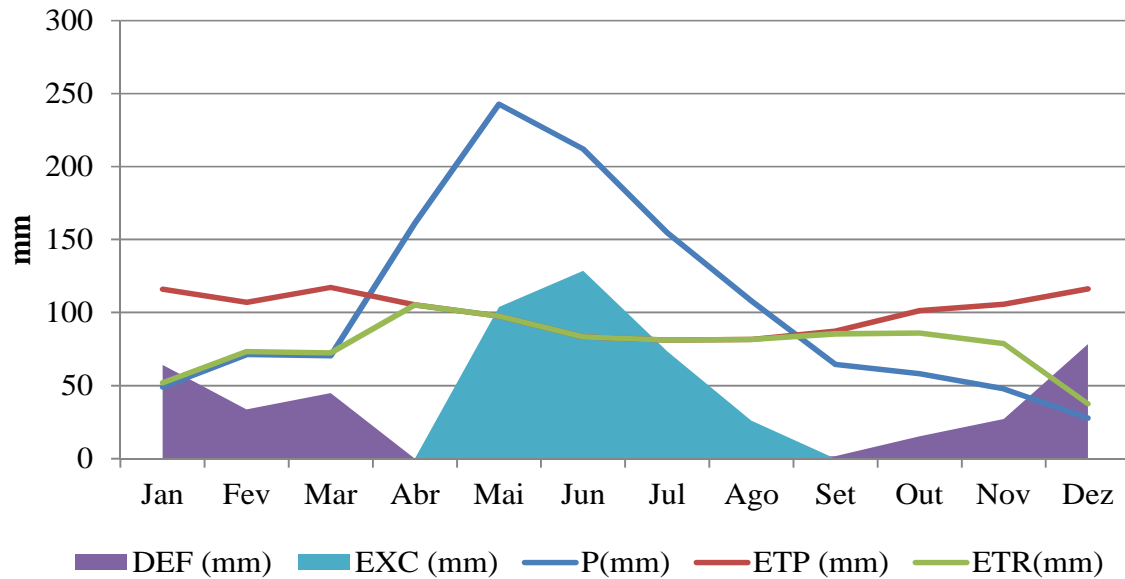


Figura 2.BHC para o período de 1991-2010

Constatou-se uma redução de 49% no EXC entre os períodos analisados, fator que pode estar relacionado com a redução de 25% de P, e por consequência, também se observou um aumento de 2,1% no DEF. Também se verificou um aumento de 7% na ETR e de 5% na ETP.

CONCLUSÕES

Com base no exposto, espera-se uma redução na precipitação para a normal climatológica de 1991-2020 no município de Aracaju, aliado também ao aumento dos outros componentes do ciclo hidrológico. Constatou-se também um aumento de 0,38 °C na temperatura média. Isso implica em uma maior necessidade quanto à gestão e planejamento dos recursos hídricos, visando o atendimento da população e as atividades agrícolas que dependem deste recurso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, L. F. **Balanço hídrico em um remanescente de Mata Atlântica da Serra da Mantiqueira, MG.** 2011. 179 p. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

ROLIM, G. S. et al. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.711-720, out./dez. 2007.

SOUZA, A. P. et al. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, Mato Grosso, v. 01, n. 01, p.34-43, dez. 2003.

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



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



PEREIRA, A. R. et al. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: **Agropecuária**, 2002. 478 p.

VAREJÃO SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Recife: Versão Digital, 2006. 463 p.