

## **PROJEÇÕES DE BALANÇO HÍDRICO PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DE IPANEMA NO ESTADO DO PERNAMBUCO**

**LUCAS CARVALHO SOARES<sup>1\*</sup>, MARCOS VINÍCIUS DA SILVA ALVES<sup>1</sup>; GABRIEL SIQUEIRA TAVARES FERNANDES<sup>1</sup>; EDIVANIA DE ARAUJO LIMA<sup>2</sup>; ALFREDO RIBEIRO NETO<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Agrônômica, UFPI, Bom Jesus-PI, lucasolisoares@hotmail.com

<sup>2</sup>Dr<sup>a</sup>. em Meteorologia, Prof<sup>a</sup>. Adjunto II CPCE, UFPI, Bom Jesus-PI, edivania@ufpi.edu.br

<sup>3</sup>Dr. em Engenharia Civil, Prof. Adjunto III DEC, UFPE, Recife-PE, alfredoribeiro@ufpe.br

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** Objetivou-se com a execução deste trabalho estimar cenários futuros para o balanço hídrico para a bacia hidrográfica de Ipanema-PE, onde foi utilizado o período base de 1960-1990 e projeções para os cenários climáticos de 2010-2040, 2040-2070, 2070-2100. As projeções foram realizadas através do modelo regional ETA e disponibilizadas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O Balanço hídrico foi desenvolvido conforme a metodologia de Thornthwaite & Mather (1955), por meio de uma planilha EXCEL desenvolvida por Rolim et al.(1998) admitindo-se uma capacidade de água disponível(CAD) de 100mm. Os resultados obtidos no BHC mostraram uma diminuição nos totais pluviométricos para os cenários futuros e conseqüentemente o aumento do déficit hídrico, também é previsto um aumento de 3°C na temperatura média na área da bacia hidrográfica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacia hidrográfica, déficit hídrico, climatologia.

### **WATER BALANCE OF FORECASTS FOR IPANEMA BASIN IN PERNAMBUCO STATE**

**ABSTRACT:** The objective of the implementation of this work to estimate future scenarios for the water balance for the river basin Ipanema-PE, where we used the base period 1960-1990 and projections for climate scenarios for 2010-2040, 2040-2070, 2070 -2100. The projections were carried out by ETA model and available for Weather Prediction and Climate Studies Center (CPTEC) / National Institute for Space Research (INPE). The water balance was developed according to the methodology Thornthwaite & Mather (1955), using an EXCEL spreadsheet developed by Rolim et al. (1998) assuming a water holding capacity (CAD) 100mm. The results obtained in BHC showed a decrease in rainfall totals for future scenarios and consequently the increase in water deficit is also expected to increase by 3 ° C in the average temperature in the area of the watershed.

**KEYWORDS:** Watershed, water deficit, climatology.

### **INTRODUÇÃO**

A bacia hidrográfica de Ipanema está localizada no estado de Pernambuco, abrangendo uma área de 6209,67Km<sup>2</sup>, estando compreendida entre as coordenadas geográficas 8.30°-9.39°S e 36.02°-36.62°W. A mesma expressa uma elevada atividade agrícola (IBGE, 2015), com produções vegetais variadas, entretanto, por estar localizada na região semiárida apresenta um fator limitante para potencializar as produções agrícolas, pois apresenta um longo período de déficit hídrico, podendo estar associada à precipitação irregular (Silva et al. 2013). Neste contexto a análise das condições climáticas é indispensável para um planejamento agrícola apropriado.

De acordo com Salvo et al.(2013) a agricultura é dos campos mais vulneráveis às oscilações climáticas, podendo ocasionar perdas em produtividade e afetar os saldos hidrológicos. Com base nas projeções do relatório divulgado pelo IPCC (2014), os impactos nas áreas rurais são expectáveis em curto prazo.

Partindo dessa premissa, o Balanço hídrico climatológico é uma extraordinária ferramenta para se conhecer a disponibilidade hídrica no solo, tendo em vista que vários elementos meteorológicos estão inseridos no ciclo hidrológico, o mesmo vem se tornando eficiente para o estudo onde a escassez de água é um problema econômico, social e ambiental, através do balanço também é possível realizar classificações climáticas de uma determinada região e assim elucidar o tipo de sistema de cultivo a ser adotado, sequeiro ou irrigado, e o período no qual cada um deve ser implantado (Sentelhas & Monteiro, 2009).

Objetivou-se com a execução deste trabalho, apresentar projeções de balanço hídrico utilizando o método proposto por Thornthwaite & Mather (1955), para a bacia hidrográfica de Ipanema-PE, admitindo uma capacidade de água disponível no solo (CAD) de 100 mm.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram utilizadas projeções de cenários climáticos proveniente do Modelo regional ETA, realizadas para as variáveis meteorológicas (Precipitação, temperatura do ar e umidade relativa) para o período base de 1960-1990 e projeções para os cenários de 2010-2040, 2040-2070 e 2070-2100. As projeções do ETA foram disponibilizadas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

O Balanço hídrico climatológico foi calculado pelo método proposto por Thornthwaite & Mather (1955), através de uma planilha do software Microsoft Excel, desenvolvida por Rolim et al. (1998), admitindo uma capacidade de campo de 100mm. Para entrada de dados na planilha utilizou-se dados das médias mensais de temperatura do ar e precipitação pluviométrica, além da coordenada geográfica e capacidade de água disponível (CAD).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 1 são expressos os valores das variáveis utilizadas na determinação do balanço hídrico climatológico com as médias mensais para o período base (1960-1990). A precipitação total para o período foi de 630,2 mm, os meses caracterizado com maiores índices pluviométricos foram: Março, abril, maio junho, julho. Assim como os meses com o menor registro de precipitação, sendo: Agosto, setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, com um somatório de apenas 200,6mm (31,8% da precipitação total) revelando-se um período com deficiência hídrica de 306,1mm. Meses também no qual a quantidade de precipitação não foi suficiente para suprir a demanda hídrica do solo, portando não houve reposição durante esses meses. Segundo Taiz & Zeiger (2013) o estresse hídrico pode afetar vários processos fisiológicos da planta, como inibição do crescimento e da divisão celular, fechamento estomático e à inibição da fotossíntese, entres outros. Durante os meses de março a julho houve a reposição de água no solo, certamente em decorrência de maiores níveis de precipitação.

Em relação à temperatura observou-se uma média de 20,5°C para o período de, sendo os meses com as maiores temperaturas outubro, novembro, dezembro e janeiro, com destaque para o mês de novembro que registrou 21,9°C, ao contrário dos meses de março, abril, maio, junho, julho, onde representa menor temperatura com média de 19,4°C, podendo estar associado com a quantidade de precipitação, sendo mais expressiva nessa época.

A evapotranspiração potencial (ETP) anual foi de 936,28mm com média mensal de 78,02. Com maiores valores nos meses de outubro (91,49mm) e dezembro (93,33mm), os aumentos nas taxas de evapotranspiração podem estar associados às altas temperaturas, onde respectivamente os meses de maior transpiração também apresentaram altas temperaturas, comportamento também observado por Souza et al.(2014). Os meses com as menores de taxas de evapotranspiração são Março (64,28mm) e maio (64,44mm).

O período chuvoso apresentou um armazenamento significativo no solo, ou seja, março a julho, em decorrência disso não há restrição hídrica nessa época, podemos considerar que nestes meses o cultivo sequeiro poderá ter um melhor desempenho.

TABELA 1. Projeção de Balanço Hídrico climatológico, segundo Thornthwaite e Mather (1955), para o período base de 1960-1990 para a bacia hidrográfica de Ipanema-PE.

MESES	T (°C)	P	ETP	P-ETP	NEG- AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Jan	21,2	39,6	88,75	-49,1	-387,5	2,08	-1,32	41	47,8	0
Fev	20,4	55,8	72,85	-17	-404,5	1,75	-0,32	56,1	16,7	0
Mar	19,6	98,8	72,63	26,2	-127,6	27,91	26,16	72,6	0	0
Abr	19	97,1	64,28	32,8	-49,9	60,74	32,83	64,3	0	0
Mai	18,9	76,3	64,44	11,8	-32,1	72,56	11,82	64,4	0	0
Jun	19,3	80,9	64,48	16,4	-11,7	88,99	16,43	64,5	0	0
Jul	20	76,5	71,99	4,5	-6,7	93,52	4,53	72	0	0
Ago	20,8	29,7	79,37	-49,7	-56,4	56,89	-36,62	66,3	13,1	0
Set	21,2	18,3	81,58	-63,2	-119,6	30,23	-26,67	45	36,6	0
Out	21,8	11,2	91,49	-80,3	-200	13,54	-16,69	27,8	63,6	0
Nov	21,9	13,6	91,1	-77,5	-277,5	6,23	-7,3	20,9	70,2	0
Dez	21,7	32,5	93,33	-60,9	-338,4	3,39	-2,84	35,3	58	0
<b>TOTAIS</b>	245,8	630,2	936,28	-306,1		458	0	630,2	306,1	0
<b>MÉDIAS</b>	20,5	52,5	78,02	-25,5		38,2		52,5	25,5	0

Temperatura média mensal(T°C), Precipitação média mensal (P), evapotranspiração potencial (ETP), negativo acumulado (NEG-AC), armazenamento de água no solo (ARM), alteração de água no solo (ALT), evapotranspiração real (ETR), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC).

Na tabela 2 é expresso o balanço hídrico para os cenários de 2010-2040, 2040-2070, 2070-2100. Onde é possível observar no cenário climático de 2010-2040 que os meses com o maior regime de chuva são de março a julho com um acúmulo de precipitação de 409,9mm, meses no qual não é detectada deficiência hídrica no solo, exceto para julho que apresenta uma leve deficiência hídrica de 4,3mm, os meses com os menores índices pluviométricos são: Agosto, setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, onde também é observada uma grande deficiência hídrica, sendo justificável o uso da irrigação. O mesmo apresenta uma média na temperatura de 21,8°C, com um acréscimo de 1,3°C em relação ao período base (1960-1990). É previsto uma evapotranspiração total de 1025,92mm com média anual de 85,49mm.

Para a projeção do cenário de 2040-70, os valores de temperatura média mensais oscilam entre 21,2°C e 23,9°C com uma média anual de 22,7°C, apresentado um aumento de 2,2°C quando comparado ao período base de 1960-1990.

Com base na projeção é esperada uma precipitação total de 511,8mm, com uma média mensal de 42,6mm, sendo os meses registrados com a maior quantidade de precipitação Março (80,2mm) e Abril (83,0mm). Neste período a bacia apresenta 11 meses com deficiência hídrica, com um total acumulado de 591,7mm, apesar da existência de precipitação nesses meses, a mesma não foi o suficiente para proporcionar a reposição hídrica, sendo necessária a reposição de água através de irrigação. A projeção aponta uma diminuição no índice pluviométrico para este cenário, os mesmos resultados podem ser observados em Marengo et al. (2011) onde o mesmo afirma que para o período 2041-2070 o Nordeste do Brasil deve apresentar uma redução intensa no nível das chuvas. Também é esperado um acúmulo anual de evapotranspiração de 1103,50mm, com média mensal de 91,96mm, podemos constatar um aumento de 167,22mm na evapotranspiração quando comparada ao período de 1960-1990, podendo estar associado ao aumento da temperatura e diminuição do total de chuvas observados na região, ocasionando uma deficiência hídrica no solo, nesta situação é necessário que haja a reposição da água no solo via precipitação ou irrigação, caso contrário a vegetação existente irá passar por processos de estresse hídrico, comprometendo seu crescimento e desenvolvimento fisiológico.

Para a projeção de 2070-2100 é esperado uma diminuição acentuada no nível de precipitação, é possível observar que para este cenário climático espera-se um acúmulo de precipitação de

399,2mm, com média anual de 33,3, onde meses que apresentam maior valor pluviométrico são abril (68,6mm) e maio (62,7mm), durante todo o período é esperado uma elevada deficiência hídrica em decorrência dos baixos níveis de precipitação, acumulando um déficit total de 792,1mm, com uma evapotranspiração de 1191,24mm e média anual de 99,27mm, podendo ocasionar uma enorme limitação para produção agrícola sequeira.

A bacia pode apresentar nesta época uma temperatura média anual de 23,5°C, obtendo um aumento de 3°C comparado com o período base estudado (1960-1990), segundo Marengo et al.(2007) Até o ano de 2100 o Brasil pode apresentar um aumento na temperatura que pode chegar até 4°.

TABELA 2. Projeções do Balanço Hídrico climatológico, conforme Thornthwaite e Mather (1955), para os cenários climáticos futuros da bacia hidrográfica de Ipanema-PE

	Projeções climáticas											
	2010-2040				2040-2070				2070-2100			
	T	P	ETP	DEF	T	P	ETP	DEF	T	P	ETP	DEF
Meses	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)
Jan.	22,3	32,3	95,63	62,9	23,3	32,4	104,20	71,8	24,2	16,4	113,29	96,9
Fev.	21,8	65,4	80,87	15,4	22,7	61,8	86,95	25,1	23,3	40,0	90,92	51,0
Mar.	21,1	84,0	81,33	0,0	21,9	80,2	86,15	6,0	22,6	55,9	90,84	35,0
Abr.	20,5	92,4	71,84	0,0	21,5	83,0	77,81	0,0	21,9	68,8	78,76	9,9
Mai.	20,3	79,5	71,13	0,0	21,2	63,1	76,03	12,3	21,8	62,7	78,85	16,1
Jun.	20,7	83,5	71,28	0,0	21,5	45,5	75,37	28,7	22,3	54,8	80,34	25,5
Jul.	21,2	70,5	77,97	4,3	22,1	65,5	83,63	17,6	22,9	50,5	89,38	38,8
Ago.	21,8	29,5	84,38	37,6	22,7	26,2	90,71	63,2	23,8	22,6	100,80	78,2
Set	22,5	16,4	89,88	61,1	23,4	15,8	96,89	80,2	24,8	9,2	111,70	102,5
Out.	23,0	8,1	99,99	85,1	23,9	3,8	108,00	103,7	24,8	0,7	117,69	117,0
Nov	23,0	17,4	98,56	78,7	23,9	10,1	106,45	96,2	24,9	2,5	117,35	114,8
Dez.	23,0	28,4	103,06	73,6	23,9	24,4	111,31	86,8	24,8	14,9	121,31	106,4
Totais	261,2	607,3	1025,92	418,6	272,0	511,8	1103,50	591,7	282,1	399,2	1191,24	792,1
Médias	21,8	50,6	85,49	34,9	22,7	42,6	91,96	49,3	23,5	33,3	99,27	66,0

Temperatura média mensal (T°C), Precipitação média mensal (P), evapotranspiração potencial (ETP), (DEF) e excedente hídrico.

Os resultados encontrados neste trabalho estão compatíveis com Marengo et al.(2007) Marengo et al. (2011) ; Souza et al.(2013); IPCC, (2014).

## CONCLUSÃO

As projeções do modelo ETA para a bacia hidrográfica de Ipanema-PE evidenciaram uma diminuição acentuada nos totais de chuvas registrados a área da bacia, em longo prazo. Também percebeu-se a tendência de aumento das temperaturas, resultando na diminuição da umidade e aumento na evapotranspiração na área da bacia, além de evidenciar a tendência de deficiência hídrica no solo dessa região. Logo conclui-se que as projeções climáticas indicam a possibilidade de limitação para a potencialização da atividade agrícola que depende unicamente dos níveis pluviométricos, para garantir uma elevada produtividade e aptidão da produção agrícola é indiscutível a necessidade de um planejamento para uso de sistemas de irrigação

## AGRADECIMENTO

Ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pela disponibilização dos dados do Modelo Climático ETA.

## REFERÊNCIAS

- IBGE, Produção Agrícola Municipal 2014. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

- Marengo, J.A.; Nobre, C.A.; salati, E.; Ambrizzi, T. Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Sumário Técnico. São Paulo: CPTEC/INPE e IAG/USP e Rio de Janeiro: FBDS, 2007.
- Marengo, J. A.; Alves, L. M.; Beserra, E. A.; Lacerda, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. ISBN 9788564265011.
- Rolim, G.S.; Sentelhas, P.C.; Barbieri, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, n.1, p.133-137, 1998.
- Sentelhas, P.C. & Monteiro, J.E.B.A. Agrometeorologia dos cultivos: informações para uma agricultura sustentável. In: Monterio, J.E.B.A. Agrometeorologia dos cultivos – o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, 2009.
- Salvo, M.; Begalli, D.; Signorello, D. Measuring the effect of climate change on agriculture: A literature review of analytical models. Journal of development and agricultural economics. vol. 5(12), pp.499-509, decembrebr, 2013.
- Silva, L.D.; Montenegro, A.A.A.; Silva, J.R.L.; Magalhães, A.G. Comportamento temporal da normal climatológica na bacia do alto ipanema- pesqueira-pe. xiii jornada de ensino, pesquisa e extensão – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro.
- Souza, S.O.; Correa, W.S.C.; Fileti, R.B.; Vale, C.C. Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Caravelas (BA) como Subsídio ao Planejamento Agrícola. Revista Brasileira de Geografia Física, v.07, n.01 (2014), 083-092.
- Thorthwaite, C.W.; Matter, J.R. The water balance. Publications in Climatology, New Jersey, Drexel Institute of Thecnology, 104p. 1955.
- Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia vegetal. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.