

PERSPECTIVAS DE CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DE IPANEMA NO ESTADO DO PERNAMBUCO

LUCAS CARVALHO SOARES^{1*}, MARCOS VINÍCIUS DA SILVA ALVES¹; GABRIEL SIQUEIRA TAVARES FERNANDES¹; EDIVANIA DE ARAUJO LIMA²; ALFREDO RIBEIRO NETO³

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

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

³Dr. 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 a classificação climática na bacia hidrográfica de Ipanema-PE. 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), seguindo-se das projeções dos Índices de umidade, aridez e hídrico. Observou-se uma tendência de diminuição nos totais pluviométricos para os cenários futuros e conseqüentemente o aumento do déficit hídrico, além de um aumento de 3°C na temperatura média na área da bacia hidrográfica. Essas projeções evidenciaram a tendência desta região passar de um clima sub-úmido para uma região de clima semi-árido.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia hidrográfica, déficit hídrico, índices climáticos.

PROSPECTS OF CLIMATE CLASSIFICATION FOR IPANEMA BASIN IN PERNAMBUCO STATE

ABSTRACT: The objective of the implementation of this work to estimate future scenarios for climate classification in the catchment area of Ipanema-PE. 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 of Thornthwaite & Mather (1955) followed by the projections of moisture index, aridity and water. There was a downward trend in rainfall totals for future scenarios and hence increasing water deficit, and an increase of 3 ° C in the average temperature in the area of the watershed. These projections showed the trend in this region move from one sub- humid to semi- arid region.

KEYWORDS: Hydrographic basin, water deficit, drought.

INTRODUÇÃO

O clima pode ser entendido como as condições atmosféricas médias em certa região. Ele influencia diretamente a maioria das atividades humanas, em especial a agricultura na qual define o nível de produtividade agrícola, condicionado principalmente pela disponibilidade hídrica regional. As classificações climáticas são de grande importância, pois, analisam e definem os climas das diferentes regiões levando em consideração vários elementos climáticos ao mesmo tempo, facilitando a troca de informações e análises posteriores para diferentes objetivos.

Na classificação proposta por Thornthwaite (Thornthwaite, 1948), a planta não é vista como um instrumento de integração dos elementos climáticos, e sim, como simplesmente um meio físico pelo qual é possível transportar água do solo para a atmosfera. Dessa forma, um tipo de clima é definido como seco ou úmido relacionado às necessidades hídricas das plantas, ou seja, dependente de um balanço hídrico. Assim, esta classificação é considerada como um método mais refinado que o de Köppen para aplicações agrícolas (Trewartha, 1954).

O balanço hídrico climatológico de Thornthwaite & Matter (Rolin e Sentelhas, 1999) passa a ser ferramenta de fundamental importância no planejamento agropecuário regional, além de servir como instrumento para delimitar áreas com aptidão climática apropriada para diferentes tipos plantios (Ometo, 1981).

A bacia hidrográfica de Ipanema está localizada no estado de Pernambuco, abrangendo uma área de 6209,67Km², 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, 2014), 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.

Objetivou-se com a execução deste trabalho, apresentar as perspectivas de modificações na classificação climática na região da bacia hidrográfica de Ipanema-PE, através de projeções de cenários futuros do Modelo Regional ETA (MRE).

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 2010-2040,2040-2070e 2070-2100. As projeções do Modelo Regional 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 (1995), através de uma planilha do software Microsoft Excel, desenvolvida por Rolim et al. (1998), admitindo-se uma capacidade de água disponível (CAD) de 100mm.

A classificação climática foi efetuada com base no método de Thornthwaite (1948) citado por Vianello & Alves (2000), A partir da extração dos dados do balanço hídrico determinou-se o índice hídrico (Ih), índice de aridez (Ia) e o índice de umidade (Iu), tais parâmetros são essenciais para a classificação climática de uma região e avaliar a disponibilidade de água no solo

$$I_h = \frac{P}{ETP} * \frac{100}{100 - P}$$

$$I_a = \frac{P}{P - ET} * \frac{100}{100 - P}$$

$$I_u = \frac{P - ET}{P} * 100$$

ΣDEF - somatório da deficiência hídrica anual; ΣEXC - somatório do excesso hídrico anual; ΣETP - somatório da evapotranspiração potencial anual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são expressos os resultados do balanço hídrico climatológico com as médias mensais para o período base 1960-1990 e para a projeção de 2010-2040. A precipitação total para o período base (1960-1990) foi de 630,2 mm, os meses caracterizado com maiores índices pluviométricos foram de março a 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.

Em relação à temperatura observou-se uma média de 20,5°C para o período, sendo os meses com as maiores temperaturas outubro a janeiro, ao contrário dos meses de março a 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 meses com as menores de taxas de evapotranspiração são Março (64,28mm) e maio (64,44mm).

Conforme a projeção de 2010-2040 o período com o maior total de chuvas será 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 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.

Tabela 1. Resultados do Balanço Hídrico Climatológico, segundo Thornthwaite e Mather (1955), para o período base de 1960-1990 na bacia hidrográfica de Ipanema-PE.

Balanço hídrico para o período base e cenário futuro										
Meses	1960-1990					2010-2040				
	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan.	21,2	39,6	88,75	47,8	0	22,3	32,3	95,63	62,9	0
Fev.	20,4	55,8	72,85	16,7	0	21,8	65,4	80,87	15,4	0
Mar.	19,6	98,8	72,63	0	0	21,1	84	81,33	0	0
Abr.	19	97,1	64,28	0	0	20,5	92,4	71,84	0	0
Mai.	18,9	76,3	64,44	0	0	20,3	79,5	71,13	0	0
Jun.	19,3	80,9	64,48	0	0	20,7	83,5	71,28	0	0
Jul.	20	76,5	71,99	0	0	21,2	70,5	77,97	4,3	0
Ago.	20,8	29,7	79,37	13,1	0	21,8	29,5	84,38	37,6	0
Set	21,2	18,3	81,58	36,6	0	22,5	16,4	89,88	61,1	0
Out.	21,8	11,2	91,49	63,6	0	23	8,1	99,99	85,1	0
Nov	21,9	13,6	91,1	70,2	0	23	17,4	98,56	78,7	0
Dez.	21,7	32,5	93,33	58	0	23	28,4	103,06	73,6	0
Totais	-	630,2	936,28	306,1	0	-	607,3	1025,92	418,6	0
Médias	20,5	52,5	78,02	25,5	0	21,8	50,6	85,49	34,9	0

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

A Tabela 2 apresenta as projeções do balanço hídrico para os cenários de 2040-2070 e 2070-2100, onde a projeção do cenário de 2040-70 apresenta valores de temperatura média mensais oscilando 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. Neste período a bacia apresenta 11 meses com deficiência hídrica, com um total acumulado de 591,7mm. 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, ocasionando uma deficiência hídrica no solo, nesta situação é necessário que haja a reposição da água no solo via precipitação ou irrigação, caso contrário à 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 um acúmulo de precipitação de 399,2mm, com média anual de 33,3mm, onde os 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

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

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

Com os resultados do Balanço Hídrico foi possível determinar os índices de: aridez (Ia), umidade (Iu) e hídrico (Ih), (Tabela 3), necessários para realização da classificação climática. Foi perceptível o aumento dos valores de “Ia” ao longo dos anos, enfatizando que a tendência dessa região é uma diminuição acentuada da umidade local, o que também foi evidenciado pelo “Iu” que apresentou resultados negativos para todos os cenários futuros. O comportamento observado nestes três índices indica a tendência de diminuição de precipitação na região da bacia hidrográfica.

Para o período de 1960-1990 (período base), a bacia de Ipanema foi classificada como um clima subúmido seco, com excesso d’água pequeno ou nulo, e mesotérmico.

Para o cenário da projeção de 2010-2040 a região é caracterizada como semi-árido, com excesso d’água pequeno ou nulo, mesotérmico.

Durante o cenário de 2040-2070 a bacia recebe uma classificação climática como semi-árido, com excesso d’água pequeno ou nulo, mesotérmico. Por fim a projeção para a bacia durante o período de 2070-2100 poderá ser classificada como semi-árido, excesso d’água pequeno ou nulo, megatérmico.

Segundo Marengo (2001) O nordeste do Brasil apresenta uma “previsibilidade de clima alta”, onde o grau de acerto das diversas modelagens climáticas tende a apresentar variações no clima consideráveis, tanto em magnitude como sentido.

Tabela 3. Classificações climáticas, conforme Thornthwaite (1948) para o período base 1960-1990 e cenários climáticos futuros.

Cenários climáticos	Ia	Iu	Ih	Classificação Climática		
		(%)				
1960-1990	32,69	-19,61	0	C1	d	B'3
2010-2040	40,81	-24,48	0	D	d	B'4
2040-2070	53,62	-32,17	0	D	d	B'4
2070-2100	66,49	-39,9	0	D	d	A'

Ia (Índice de aridez), Iu (Índice de umidade), Ih (Índice hídrico).

CONCLUSÃO

É evidente uma diminuição acentuada nos totais de chuvas registrados na área da bacia, a longo prazo, e tendência de aumento das temperaturas, em torno de 3°C, resultando na diminuição da umidade e aumento na evapotranspiração na área da bacia, sugerindo uma deficiência hídrica no solo dessa região, com o passar dos anos.

O Modelo ETA conseguiu representar bem as peculiaridades da região da Bacia, onde 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

- 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.
- IBGE, Produção Agrícola Municipal 2014. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.
- Marengo, J. A. Mudanças Climáticas globais e regionais: avaliação do clima atual do Brasil e projeções de cenários climáticos do futuro. Revista Brasileira de Meteorologia, v.16, n.1, 01-18,2001.
- 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.
- Ometto, J. C. Bioclimatologia Vegetal. São Paulo: Agrônomo Ceres. 440p. 1981.
- 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,p133-137,1998.
- 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), p.499-509, decembebr, 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.
- Thorthwaite, C.W. An approach toward a rational classification of climate. Geographic Review. 38. 55-93. 1948.
- Trewartha, G.T. An Introduction to Climate. New York: McGraw-Hill, 1954. 402p.
- Thorthwaite, C.W.; Matter, J.R. The water balance. Publications in Climatology, New Jersey, Drexel Institute of Thecnology, 104p. 1955.
- Vianello, R. L.; Alves, A. R. Meteorologia Básica e Aplicações. 1ª. ed. Viçosa: Editora UFV, 2000. 448 p. ISBN 85-7269-073-5.