



VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HÍDRICO NA ÁREA DA UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL

VARIABILITY OF FIELD CAPACITIES IN THE HYDRIC BALANCE IN THE AREA OF THE ACADEMIC UNIT OF CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRAZIL

Romildo Morant de Holanda¹, Raimundo Mainar de Medeiros², Luciano Marcelo Falle Saboya³, Manoel Vieira de França⁴, Fernando Cartaxo Rolim Neto⁵, Wagner Rodolfo de Araújo⁶

Submetido em: 21/07/2021

e28576

Aprovado em: 31/08/2021

<https://doi.org/10.47820/recima21.v2i8.576>

RESUMO

O balanço hídrico sobre o déficit de água ou o aumento, pode reduzir a produção e/ou a qualidade do produto, enquanto que o excesso de irrigação, além das perdas de água e energia, pode contribuir para a lixiviação dos nutrientes e agroquímicos para as camadas inferiores do solo ou atingir o lençol freático. Tem-se como objetivo realizar o computo do balanço hídrico pelo método de Thornthwaite e Mather (1948, 1955) com diferentes capacidades de campo (25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 mm) além de 1°C e 4°C de aumento na temperatura e redução de 10% e 20% nos índices pluviométricos com o intuito de verificar a influência do armazenamento de água no solo na unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA). Os índices calculados no balanço hídrico mostraram variabilidade espacial de umidade, aridez e hídrico ao longo das capacidades de armazenamento de campo, estando acima dos valores estabelecidos para a desertificação. O balanço hídrico é ferramenta importante na classificação climática de dada região e pela apresentação do excedente e das deficiências hídricas do solo para irrigação apontando suas semelhanças com as condições atmosféricas.

PALAVRAS-CHAVES: Déficit hídrico. Irrigação. Clima e fatores climáticos.

ABSTRACT

The water balance on the water deficit or increase can reduce production and/or product quality, while excess irrigation, in addition to water and energy losses, can contribute to the leaching of nutrients and agrochemicals into the lower layers of soil or even reaching the water table. The objective is to perform the BH computation by the method of Thornthwaite and Mather (1948, 1955) with different field capacities (25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 mm) in addition to 1°C and 4°C increase in temperature and 10% and 20% reduction in rainfall in order to verify the influence of soil water storage at the Cabo de Santo Agostinho Academic Unit (UACSA). The indices calculated in the water balance showed spatial variability of moisture, aridity and water throughout the CAD's, being above the values established for desertification. The water balance is an important tool in the climate classification of a given region and for the presentation of the water surplus and deficiencies of the soil for irrigation, pointing out its similarities with atmospheric conditions.

KEYWORDS: Water deficit. Irrigation. Climate and climatic factors.

INTRODUÇÃO

O balanço hídrico (BH) tem várias aplicações. Sua elaboração é o primeiro passo para o planejamento do uso do solo e clima de uma região, de acordo com o tipo de irrigação definida e avaliação

¹ Prof. do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

² Pós-doutorado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

³ Prof. Dr. pela Universidade Federal de Campina Grande.

⁴ Prof. MSc pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

⁵ Prof. Dr. pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

⁶ Graduando em Geografia pela Universidade Estácio de Sá – Recife.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HÍDRICO NA ÁREA DA
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Luciano Marcelo Falle Saboya,
Manoel Vieira de França, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo

dos níveis de redução de evapotranspiração da cultura escolhida. Outro modelo é a irrigação com déficit hídrico monitorado. Neste modelo, é desenvolvido um estudo do controle da irrigação que propiciará redução da evapotranspiração potencial da cultura, ou seja, a cultura será conduzida, através de monitoramento do balanço hídrico diário, cruzado com balanço de água no solo, a se desenvolver com déficit hídrico controlado de modo a economizar água e energia, garantindo altos níveis de produtividade. Outro exemplo para o balanço hídrico é o manejo da irrigação, uma técnica muito importante, para economia e ambiente numa atividade agrícola, pois através de um manejo adequado da irrigação, pode-se economizar energia, água, monitorar o aumento da produtividade da cultura e, conseqüentemente, melhorar a qualidade do produto.

Medeiros et al. (2013) mostraram que a técnica do balanço hídrico fornece o saldo de água disponível no solo para o vegetal, ou seja, contabiliza a entrada (precipitação e ou irrigação) e a saída (evapotranspiração potencial), considerando determinada capacidade de armazenamento de água pelo solo.

O BH sobre o déficit de água ou o aumento, pode reduzir a produção e/ou a qualidade do produto, enquanto que o excesso de irrigação, além das perdas de água e energia, pode contribuir para a lixiviação dos nutrientes e agroquímicos para as camadas inferiores do solo ou atingir o lençol freático. Em regiões áridas e semiáridas, o uso inadequado da irrigação pode levar também à salinização do solo. Por outro lado, através do planejamento e manejo adequado, pode-se determinar a quantidade de água de uma cultura, isso implica em estudos de levantamentos de solos, clima e fatores culturais.

Medeiros (2016) realizou o cálculo do balanço hídrico mensal para o município de Matinhas (PB), visando o planejamento da citricultura. O BH foi determinado a partir do método de Thornthwaite e Mather (1955). Foram utilizados dados da temperatura média do ar estimada através da utilização de um software "Estima-T", referente ao período de 2000 a 2012 e precipitações mensais, obtidos junto a Agência Executiva de Gestão de Águas da Paraíba (AESPA), para o período de 2000 a 2012, sendo também utilizada a capacidade de armazenamento de campo (CAD) de 100 mm. O BH resultou em oito meses (agosto a março) de deficiência hídrica com total acumulado de 354,5 mm, ocorrendo excedente hídrico nos meses de junho e julho, evapotranspirando 32% acima dos índices pluviométricos ocorridos, a evaporação real anual é na ordem de 906,7 mm.

Tem-se como objetivo realizar o computo do BH pelo método de Thornthwaite e Mather (1948, 1955) com diferentes capacidades de campo (25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 mm) além de 1°C e 4°C de aumento na temperatura e redução de 10% e 20% nos índices pluviométricos com o intuito de verificar a influência do armazenamento de água no solo, na unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA).

MATERIAL E MÉTODOS

Cabo de Santo Agostinho localiza-se na mesorregião Metropolitana e na Microrregião Suape do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Moreno e Jaboatão dos Guararapes, a sul com Ipojuca e Escada, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com Vitória de Santo Antão. A sede do município tem



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HIDRICO NA ÁREA DA
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Luciano Marcelo Falle Saboya,
Manoel Vieira de França, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo

uma altitude de 29,0 m e coordenadas geográficas: 08°17' de latitude sul e 35° 02' de longitude oeste (Figura 1).

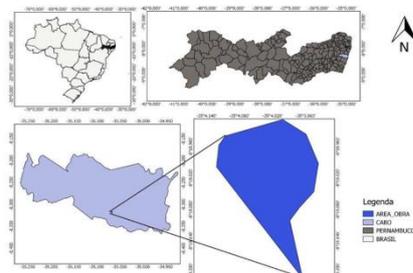


Figura 1. Localização do município e da área da unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA). FONTE: Medeiros (2020).

Os sistemas atmosféricos, que influenciam e/ou inibem a precipitação do município do Cabo de Santo Agostinho, são os Distúrbios Ondulatórios de Leste e a Brisas Marítimas/ Terrestres, as Ondas de Leste, ventos alísios de sudeste, Zona da Convergência Intertropical. A Zona da Convergência Intertropical (ZCIT) abrange a área de estudo, principalmente no outono, e provocam chuvas de intensidades moderadas a fortes. As formações dos sistemas de Vórtices Ciclones de Altos Níveis, quando de suas formações nos meses de fevereiro a abril, e com suas bordas sobre o Nordeste Brasileiro (NEB), em especial acima do estado do Pernambuco aumenta a cobertura de nuvem e provocam chuvas em curto intervalo de tempo, causando prejuízo às comunidades como alagamento, enchentes, inundações e ao setor socioeconômico, no período seco a precipitação registrada é causada pelas contribuições locais seguidas de precipitações isoladas (MEDEIROS, 2016).

Segundo a classificação climática de Köppen (1928), o clima é do tipo “As” tropical chuvoso, com verão seco. Esta classificação está de acordo com Alvares et al. (2014) e com Medeiros et al. (2018).

Os dados de precipitação média mensal foram para o período de 1980-2017 onde, empregaram-se do software em planilhas eletrônicas, para extrair os valores das médias mensais, anuais, plotando os seus respectivos gráficos e tendências. Os referidos dados foram fornecidos pela Agência de água e clima do Estado de Pernambuco (APAC, 2018). Os dados de temperatura foram estimados (por não existir estação meteorológica na área de estudo) pelo software Estima_T (CAVALCANTI et al., 1994; CAVALCANTI et al., 2006) estando disponível no site da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Utilizou-se o método de Thornthwaite e Mather (1948, 1955) para o cálculo do BH em escala mensal para a área do município em estudo, ou seja, o BH cíclico, elaborado a partir das normais climatológicas de temperatura e precipitação média. Essa técnica é a mais utilizada para trabalhar com dados de balanço global de água do ponto de vista climatológico. Através da contabilização do suprimento natural de água ao solo, por meio da pluviosidade (P), e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração potencial (ETP), considerando um nível máximo possível de armazenamento. O balanço hídrico fornece estimativas da evapotranspiração real (ETP), deficiência hídrica (DEF), excedente hídrico (EXC) e do



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HÍDRICO NA ÁREA DA
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Luciano Marcelo Falle Saboya,
Manoel Vieira de França, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo

armazenamento efetivo de água no solo (ARM), podendo ser elaborado desde a escala diária até a mensal de acordo com Camargo (1971).

Nos cálculos do BH utilizaram-se da CAD representativos na região de estudo para 25 mm; 50 mm; 75 mm; 100 mm; 125 mm; 150 mm; 175 mm; 200 mm, além do cálculo para o BH com aumento de temperatura de 1°C e 4°C e com redução pluvial de 10% e 20%. Com base no BH foram utilizadas as metodologias de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite e Mather (1955) para a classificação climática de acordo com os valores de CAD's predeterminados. Utilizou-se para os cálculos do BH planilhas eletrônicas desenvolvidas por Medeiros (2016).

RESULTADO E DISCUSSÃO

As constantes variabilidades climáticas estão importunando aumento nas ocorrências de eventos climáticos extremos no mundo inteiro, para tanto se preiteou a estudar as variabilidades das CAD's através do cálculo do BH da área da unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho visando detectar suas variabilidades.

Na Tabela 1 têm-se as variabilidades das CAD's de 25 mm; 50 mm e 75 mm. A Tabela 2 apresenta o cálculo do BH para as CAD's de 100 mm; 125 mm e 150 mm. Nas Tabelas 3 e 4 mostram as variabilidades das CAD's de 175 mm; 200 mm e para +1 °C de temperatura e -10% nos índices pluviais e para +4 °C de temperatura e -20% nos índices pluviais respectivamente. Na Tabela 5 tem-se a variabilidade dos Índices de umidade, aridez e hídrico para as CAD em estudos. E as Figuras de 2 a 10 representam os gráficos dos BH para todas as variações das CAD's.

Na Tabela 1 observa-se que não se registrou variações de ETP, a EVR sofreu ligeiros aumentos, as deficiências e os excedentes hídricos foram reduzidos para as CAD's de 25 mm; 50 mm e 75 mm. A deficiência hídrica se equilibrou entre os meses de março a agosto e registraram-se excedentes hídricos entre os meses de maio a julho.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HÍDRICO NA ÁREA DA
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Luciano Marcelo Falle Saboya,
Manoel Vieira de França, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo

Tabela 1. Balanço hídrico da área da unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA) para a Capacidade de água disponível (CAD's) de 25 mm; 50 mm e 75 mm.

Meses	T	P	25 mm				50 mm				75 mm			
			ETP	EVR	DEF	EXC	ETP	EVR	DEF	EXC	ETP	EVR	DEF	EXC
Jan	26,9	101,8	148,1	101,8	46,3	0,0	148,1	101,9	46,2	0,0	148,1	102,4	45,6	0,0
Fev	27,0	117,2	138,7	117,2	21,5	0,0	138,7	117,3	21,5	0,0	138,7	117,4	21,3	0,0
Mar	26,7	169,8	145,8	145,8	0,0	0,0	145,8	145,8	0,0	0,0	145,8	145,8	0,0	0,0
Abr	26,1	192,0	127,7	127,7	0,0	63,3	127,7	127,7	0,0	38,3	127,7	127,7	0,0	13,8
Mai	25,2	264,0	114,7	114,7	0,0	149,3	114,7	114,7	0,0	149,3	114,7	114,7	0,0	149,3
Jun	24,1	325,5	94,4	94,4	0,0	231,0	94,4	94,4	0,0	231,0	94,4	94,4	0,0	231,0
Jul	23,5	260,8	89,0	89,0	0,0	171,8	89,0	89,0	0,0	171,8	89,0	89,0	0,0	171,8
Ago	23,4	131,8	89,0	89,0	0,0	42,7	89,0	89,0	0,0	42,7	89,0	89,0	0,0	42,7
Set	24,3	87,4	99,3	96,9	2,4	0,0	99,3	98,0	1,3	0,0	99,3	98,4	0,9	0,0
Out	25,5	41,3	123,3	56,2	67,1	0,0	123,3	73,1	50,2	0,0	123,3	83,8	39,5	0,0
Nov	26,2	31,0	133,7	31,6	102,2	0,0	133,7	37,7	96,1	0,0	133,7	47,0	86,7	0,0
Dez	26,8	47,6	150,9	47,6	103,3	0,0	150,9	48,5	102,5	0,0	150,9	51,7	99,2	0,0
Anual	25,5	1770,2	1454,8	1112,1	342,7	658,1	1454,8	1137,1	317,8	633,2	1454,8	1161,6	293,3	608,7

Legenda: Temperatura média do ar (T), Precipitação climatológica (P), Evapotranspiração potencial (ETP), Evaporação real (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excesso Hídrico (EXC).

FONTE: Medeiros (2021).

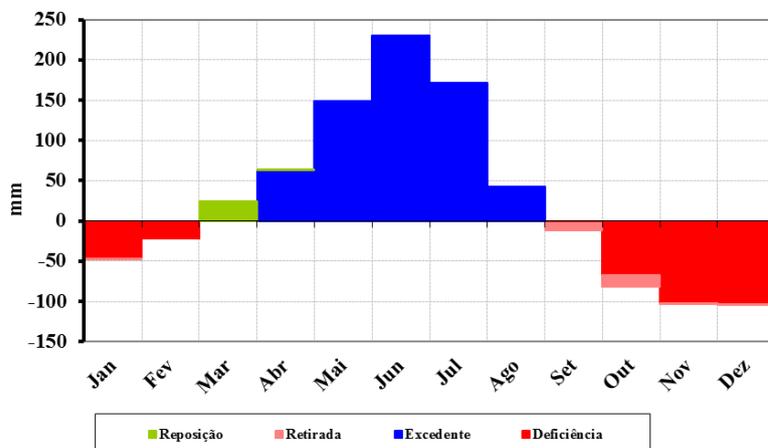
As Figuras 2 (a, b) representam os gráficos do BH para as CAD's de 25 e 50 mm respectivamente. Na figura 2a observa-se que os excedentes hídricos ocorrem entre os meses de abril a agosto, com oscilações de 42,7 a 231 mm, com um total anual de 658,1 mm. A deficiência hídrica registra-se entre os meses de setembro a fevereiro e totalizam 342,7 mm. Ocorreu pequena reposição e retirada de água no solo a CAD de 25 mm manteve a capacidade de campo. Figura 2b com a CAD de 50 mm destaca-se a reposição e retirada de água do solo com maior amplitude, os excedentes registrou-se entre os meses de abril e agosto e as deficiências hídricas ocorreram entre os meses de setembro a fevereiro, a CAD de 50 mm mantém o solo em sua capacidade de campo entre os meses de abril a agosto.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

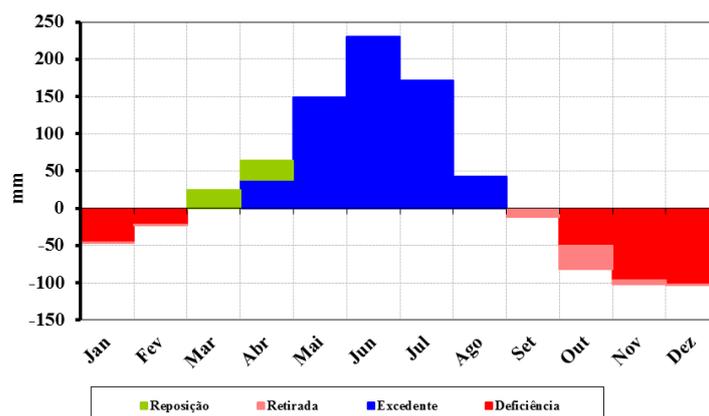
VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HÍDRICO NA ÁREA DA
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Luciano Marcelo Falle Saboya,
Manoel Vieira de França, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo

Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano



a

Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano



b

Figura 2. Gráficos do Balanço Hídrico climatológico da área da unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA) com Capacidade de água disponível (CAD) de 25 mm (a) e (CAD) de 50 mm (b).
FONTE: Medeiros (2021).

Na Figura 3a observa-se o gráfico do BH climatológico da área da unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA) com CAD de 75 mm. Os excedentes hídricos fluíram entre os meses de abril a agosto com oscilações entre 12,1 mm e 230 mm. A deficiência hídrica registra-se entre os meses de outubro a fevereiro. A retirada de água no solo ocorre entre os meses de setembro a dezembro e a reposição de água no solo entre os meses de março e abril.

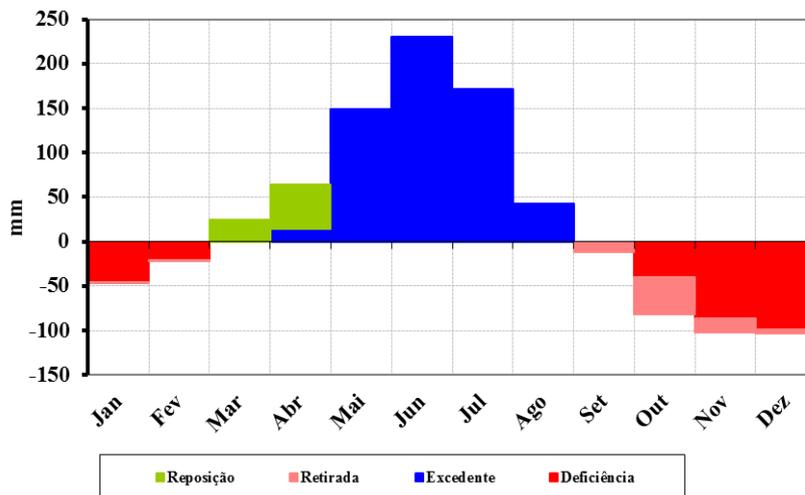


RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

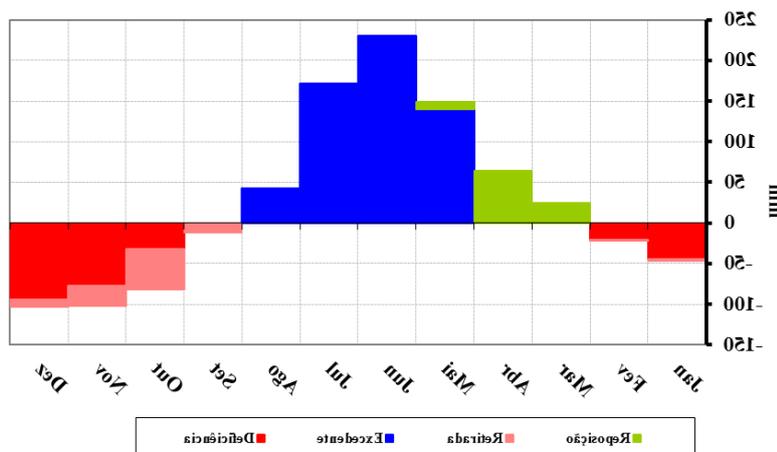
VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HÍDRICO NA ÁREA DA UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Luciano Marcelo Falle Saboya, Manoel Vieira de França, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo

Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano



(a)

Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano



(b)

Figura 3. Gráficos do Balanço Hídrico climatológico da área da unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA) com Capacidade de água disponível (CAD) de 75 mm (a) e (CAD) de 100 mm (b).
FONTE: Medeiros (2021).

Na CAD de 100 mm (Figura 3b) têm-se os excedentes hídricos predominantes entre os meses de maio a agosto, as deficiências hídricas entre os meses de outubro a fevereiro, as reposições de águas no solo entre os meses de março a maio e a retirada de água nos meses de setembro a dezembro.

Na Tabela 2 nota-se que não ocorreu flutuação na ETP. Na EVR registrou-se aumento de 1,8% e 3,5% respectivamente. Nas deficiências e excedentes hídricos ocorreram reduções nos seus valores para as CAD's de 100 mm; 125 mm e 150 mm. Estas CAD's satisfizeram as capacidades de campo nos meses de janeiro a abril e de setembro a dezembro que não apresentaram excedentes hídricos, já as deficiências equilibram-se entre os meses de março a agosto.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HÍDRICO NA ÁREA DA
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Luciano Marcelo Falle Saboya,
Manoel Vieira de França, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo

Tabela 2. Balanço hídrico do município do Cabo de Santo Agostinho para a Capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm; 125 mm e 150 mm.

Meses	T	P	100 mm				125 mm				150 mm			
			ETP	EVR	DEF	EXC	ETP	EVR	DEF	EXC	ETP	EVR	DEF	EXC
Jan	26,9	101,8	148,1	103,7	44,4	0,0	148,1	105,3	42,8	0,0	148,1	107,2	40,9	0,0
Fev	27,0	117,2	138,7	117,8	20,9	0,0	138,7	118,5	20,3	0,0	138,7	119,2	19,5	0,0
Mar	26,7	169,8	145,8	145,8	0,0	0,0	145,8	145,8	0,0	0,0	145,8	145,8	0,0	0,0
Abr	26,1	192,0	127,7	127,7	0,0	0,0	127,7	127,7	0,0	0,0	127,7	127,7	0,0	0,0
Mai	25,2	264,0	114,7	114,7	0,0	140,1	114,7	114,7	0,0	119,2	114,7	114,7	0,0	100,5
Jun	24,1	325,5	94,4	94,4	0,0	231,0	94,4	94,4	0,0	231,0	94,4	94,4	0,0	231,0
Jul	23,5	260,8	89,0	89,0	0,0	171,8	89,0	89,0	0,0	171,8	89,0	89,0	0,0	171,8
Ago	23,4	131,8	89,0	89,0	0,0	42,7	89,0	89,0	0,0	42,7	89,0	89,0	0,0	42,7
Set	24,3	87,4	99,3	98,6	0,7	0,0	99,3	98,8	0,5	0,0	99,3	98,9	0,5	0,0
Out	25,5	41,3	123,3	91,0	32,3	0,0	123,3	96,0	27,3	0,0	123,3	99,7	23,7	0,0
Nov	26,2	31,0	133,7	56,1	77,6	0,0	133,7	64,1	69,7	0,0	133,7	70,8	63,0	0,0
Dez	26,8	47,6	150,9	56,6	94,3	0,0	150,9	62,2	88,7	0,0	150,9	67,7	83,2	0,0
Anual	25,5	1770,2	1454,8	1184,6	270,3	585,7	1454,8	1205,5	249,3	564,7	1454,8	1224,2	230,6	546,0

Legenda: Temperatura média do ar (T), Precipitação climatológica (P), Evapotranspiração potencial (ETP), Evaporação real (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excesso Hídrico (EXC).

FONTE: Medeiros, (2021).

Marengo (2012) mostrou que a região do NEB se caracteriza naturalmente com alto potencial para evaporação da água em função da grande disponibilidade de energia solar e altas temperaturas. Aumentos de temperatura associados à mudança de clima decorrente do aquecimento global, independente do que possa vir a ocorrer com as chuvas, já seriam suficientes para causar maior evaporação dos lagos, açudes e reservatórios e maior demanda evaporativa das plantas. Isto é, a menos que haja aumento de chuvas, a água se tornará um bem mais escasso, com sérias consequências para a sustentabilidade do desenvolvimento regional.

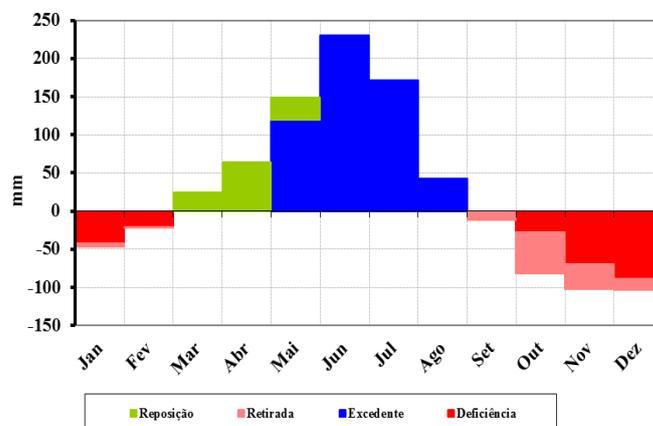
Na Figura 4a têm-se as flutuações dos gráficos do Balanço Hídrico climatológico da área da unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA) com Capacidade de água disponível (CAD) de 125 mm. Os excedentes hídricos ocorrem entre os meses de maio a agosto, as deficiências hídricas entre os meses de outubro a fevereiro, entre os meses de março a maio ocorrem à reposição de água no solo e a retirada de água registra-se nos meses de setembro a janeiro.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

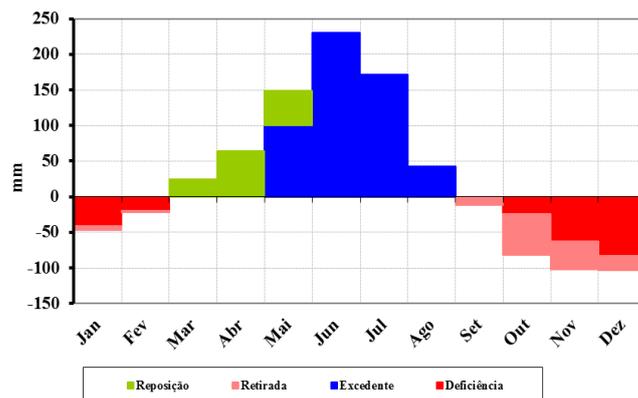
VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HÍDRICO NA ÁREA DA
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Luciano Marcelo Falle Saboya,
Manoel Vieira de França, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo

Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano



(a)

Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano



(b)

Figura 4. Gráficos do Balanço Hídrico climatológico da área da unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA) com Capacidade de água disponível (CAD) de 125 mm (a) e (CAD) de 150 mm (b). FONTE: Medeiros (2021).

Entre os meses de maio e agosto ocorrem os excedentes hídricos, entre setembro a janeiro registram-se as retiradas das águas do solo. A reposição da água acontece entre os meses de março a maio e a deficiência hídrica entre os meses de outubro a fevereiro (Figura 4b).

Tabela 3 com variabilidade das CAD de 175 mm; 200 mm e aumento de 1°C na temperatura e redução de 10% na precipitação. Na ETP das CAD's de 175 e 200 mm não se registra variações para o aumento de 1°C na temperatura e redução de 10% na precipitação, a ETP aumentará 12,8% do seu valor original. Ocorrera aumento da EVR para a CAD de 200 mm e para o aumento de 1°C na temperatura e redução de 10% na precipitação em 1,2% e 2,3% respectivamente. As deficiências e excedentes hídricos anuais sofreram redução na CAD 200 mm aumento para o aumento de 1°C na temperatura e redução de 10% na precipitação. As deficiências hídricas se equilibram nos meses de março a agosto e os excedentes hídricos entre os meses de janeiro e abril.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HÍDRICO NA ÁREA DA
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Luciano Marcelo Falle Saboya,
Manoel Vieira de França, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo

Tabela 3. Balanço hídrico do município do Cabo de Santo Agostinho para a Capacidade de água disponível (CAD) de 175 mm; 200 mm e aumento de 1°C e redução de 10% na precipitação.

Meses	T	P	175 mm				200 mm				1°C e -10%			
			ETP	EVR	DEF	EXC	ETP	EVR	DEF	EXC	ETP	EVR	DEF	EXC
Jan	26,9	101,8	148,1	109,1	39,0	0,0	148,1	111,0	37,1	0,0	168,4	92,8	75,7	0,0
Fev	27,0	117,2	138,7	120,0	18,7	0,0	138,7	120,9	17,9	0,0	157,9	105,9	52,0	0,0
Mar	26,7	169,8	145,8	145,8	0,0	0,0	145,8	145,8	0,0	0,0	165,6	152,9	12,7	0,0
Abr	26,1	192,0	127,7	127,7	0,0	0,0	127,7	127,7	0,0	0,0	144,4	144,4	0,0	0,0
Mai	25,2	264,0	114,7	114,7	0,0	84,0	114,7	114,7	0,0	69,4	128,9	128,9	0,0	37,6
Jun	24,1	325,5	94,4	94,4	0,0	231,0	94,4	94,4	0,0	231,0	105,2	105,2	0,0	187,7
Jul	23,5	260,8	89,0	89,0	0,0	171,8	89,0	89,0	0,0	171,8	98,8	98,8	0,0	136,0
Ago	23,4	131,8	89,0	89,0	0,0	42,7	89,0	89,0	0,0	42,7	98,7	98,7	0,0	19,8
Set	24,3	87,4	99,3	98,9	0,4	0,0	99,3	99,0	0,3	0,0	110,8	106,2	4,7	0,0
Out	25,5	41,3	123,3	102,5	20,8	0,0	123,3	104,7	18,6	0,0	138,8	83,4	55,4	0,0
Nov	26,2	31,0	133,7	76,4	57,3	0,0	133,7	81,2	52,5	0,0	151,4	46,5	104,8	0,0
Dez	26,8	47,6	150,9	73,0	78,0	0,0	150,9	77,8	73,1	0,0	171,5	48,4	123,2	0,0
Anual	25,5	1770,2	1454,8	1240,7	214,1	529,5	1454,8	1255,3	199,5	514,9	1640,5	1212,1	428,4	381,1

Legenda: Temperatura média do ar (T), Precipitação climatológica (P), Evapotranspiração potencial (ETP), Evaporação real (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excesso Hídrico (EXC).

FONTE: Medeiros (2021).

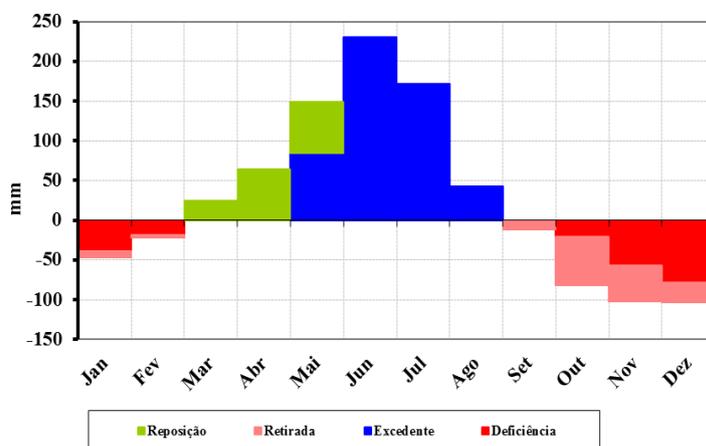
Na Figura 5a têm-se as flutuações da reposição e retirada de água no solo, os excedentes e as deficiências hídricas para a CAD de 175 mm. As reposições de águas ocorrem entre os meses de março e junho, a retirada registra-se entre os meses setembro e fevereiro. As deficiências ocorrem entre os meses de outubro e fevereiro e os excedentes hídricos entre os meses de maio e agosto.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

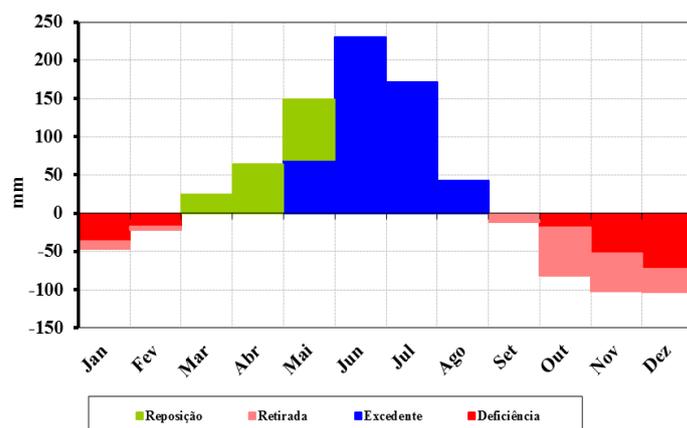
VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HÍDRICO NA ÁREA DA
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Luciano Marcelo Falle Saboya,
Manoel Vieira de França, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo

Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano



(a)

Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano



(b)

Figura 5. Gráficos do Balanço Hídrico climatológico da área da unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA) com Capacidade de água disponível (CAD) de 175 mm (a) e (CAD) de 2000 mm (b). FONTE: Medeiros (2021).

Com uma capacidade de campo de 200 mm registrar-se-á deficiências hídricas nos meses de outubro a fevereiro, os excedentes hídricos oscilam entre os meses de maio e agosto, as retiradas de águas no solo fluem de setembro a fevereiro e as reposições de água no solo ocorrem nos meses de março a maio conforme figura 5b.

Tabela 4 tem-se os elementos climáticos com aumento de 4°C e redução de 20% na precipitação para o município do Cabo de Santo Agostinho registrar-se-á uma temperatura anual de 30,5 °C, um índice pluviométrico de 1416,2 mm, a ETP é duas vezes o valor da precipitação esperada, a EVR flui próximo aos índices pluviométricos, as deficiências e os excedentes hídricos são de 1625,9 mm e 20,8 mm, respectivamente. Ocorreram mudanças bruscas no modo de vida humana, animal no setor socioeconômico, agropecuário e nos armazenamentos de águas.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HÍDRICO NA ÁREA DA
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Luciano Marcelo Falle Saboya,
Manoel Vieira de França, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo

Tabela 4. Balanço hídrico do município do Cabo de Santo Agostinho com aumento de 4°C e redução de 20% na precipitação.

Meses	+4°C -20%		ETP (mm)	EVR	DEF	EXC
	T (°C)	P				
Jan	31,9	81,5	324,4	81,5	242,9	0,0
Fev	32,0	93,8	305,3	93,8	211,5	0,0
Mar	31,7	135,8	316,6	135,8	180,7	0,0
Abr	31,1	153,6	269,6	153,6	116,1	0,0
Mai	30,2	211,2	232,2	211,2	21,0	0,0
Jun	29,1	260,4	181,8	181,8	0,0	0,0
Jul	28,5	208,7	166,4	166,4	0,0	20,8
Ago	28,4	105,4	165,9	150,8	15,1	0,0
Set	29,3	70,0	192,9	108,6	84,3	0,0
Out	30,5	33,0	253,2	47,2	205,9	0,0
Nov	31,2	24,8	283,9	26,4	257,5	0,0
Dez	31,8	38,1	329,1	38,2	290,9	0,0
Anual	30,5	1416,2	3021,3	1395,4	1625,9	20,8

Legenda: Temperatura média do ar (T), Precipitação climatológica (P), Evapotranspiração potencial (ETP), Evaporação real (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excesso Hídrico (EXC).

FONTE: Medeiros (2021).

As deficiências hídricas ocorrem nos meses de agosto a maio com alta variabilidade hídrica. O excedente hídrico não ultrapassa os 21 mm. Nos meses de junho e julho registrar-se-á reposição de água no solo menor de 75 mm e a retirada de água ocorrerá nos meses de agosto a outubro (Figura 10).

Na Figura 6a tem-se a variabilidade do gráfico do BH climatológico da área da unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA) com CAD de 100 mm e com aumento de 1°C na temperatura e redução de 10% na precipitação.

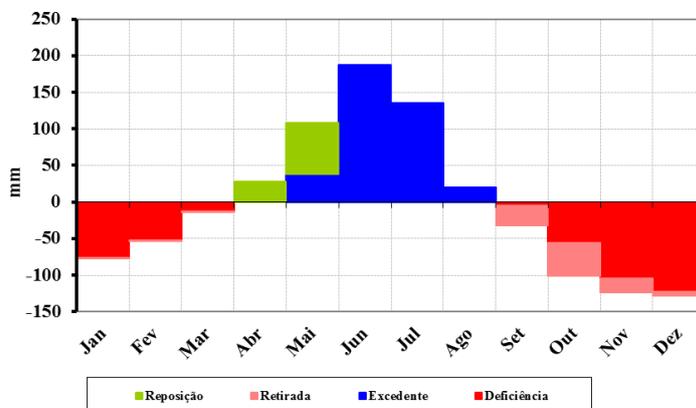
Os excedentes hídricos ocorrem entre os meses de maio e agosto com flutuações de 5 mm a 192,4 mm. As deficiências hídricas oscilam entre os meses de outubro e março e fluem de 3 mm a 110 mm, mostrando que a CAD de 100 não satisfaz a capacidade de campo. Os meses de abril e maio ocorrem reposição de água e retirada de água nos meses de setembro a dezembro.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

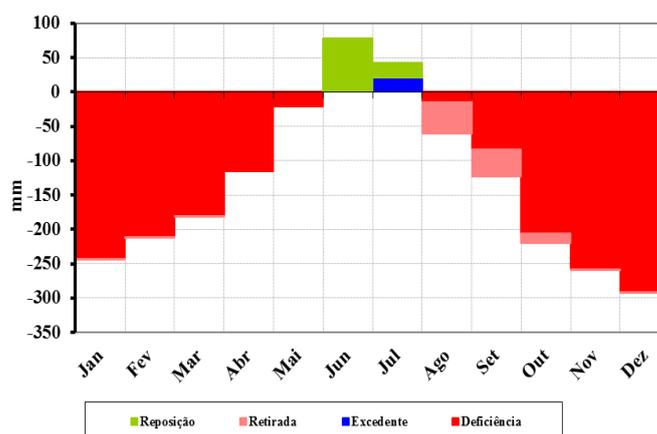
VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HÍDRICO NA ÁREA DA
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Luciano Marcelo Falle Saboya,
Manoel Vieira de França, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo

Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano



(a)

Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano



(b)

Figura 6. Gráficos do Balanço Hídrico climatológico da área da unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA) com Capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm e com aumento de 1°C na temperatura e redução de 10% na precipitação (a) e com aumento de 4°C na temperatura e redução de 20% na precipitação (b). FONTE: Medeiros (2021).

Os autores Souza et al. (2013); Oliveira et al. (2014); Silva et al. (2014) e Ribeiro (2016) mostraram que o BH efetuado pelo método de Thornthwaite-Mather (1955) foram realizados para as mais variadas finalidades e diversificadas CAD, como a caracterização regional da disponibilidade hídrica, zoneamento agroclimático, definição de períodos de secas e da aptidão hídrica regional para culturas agrícolas, além de planejamento de pesquisa. Isso se deve por causa das variáveis que seu cálculo fornece, como a estimativa da evapotranspiração potencial e real, da capacidade de armazenamento de água no solo, bem como do excedente e da deficiência hídrica. O que vem a corroborar com o artigo.

Na tabela 5 tem-se a variabilidade dos Índices de umidade, aridez e hídrico para as CAD de 25 mm, 50 mm, 75 mm, 100 mm, 125 mm, 150 mm, 175 mm, 200 mm e para +1°C -10% e +4°C -20% da área da unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA).

O índice de umidade (IU) representa o excesso hídrico expresso em percentagem da necessidade que é representada pela evapotranspiração potencial, ambas anuais. Observa-se maior flutuabilidades



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HÍDRICO NA ÁREA DA
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Luciano Marcelo Falle Saboya,
Manoel Vieira de França, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo

nos índices para a CAD de 25 mm, nas CAD's de 50 mm e 75 mm ocorrem reduções gradativas, nas CAD's de 100 e 175 mm seu IU é de 18,58, os IU igualam-se para as CAD's de 125 e 200 mm de acordo com a tabela 5.

O Índice de Aridez (IA) caracteriza-se por indicar a deficiência hídrica expressa em porcentagem da evapotranspiração potencial (necessidade). É definido em função da deficiência e evapotranspiração potencial (ambas anuais). A CAD de 25 mm registrou um índice de aridez de 0,24% e para as CAD's de 50 e 75 mm os seus índices foram de 0,22% e 0,20% respectivamente, para a CAD's de 100 e 175 mm. O IA é de 0,19%, os IA igualam-se para as CAD's de 125 e 200 mm.

O IA representa o quanto uma região é árida. Para estudo de intensificação ou não deste índice, é preciso que se faça uma análise temporal do comportamento. Este índice é um conjunto entre o IA e de IU. Um decréscimo deste índice resulta num aumento do IA e da forma que um aumento deste índice resulta num aumento do IU.

Geralmente, tem-se que durante o ano ocorrem estações de excesso e falta da água, o índice hídrico é função dos índices de aridez e de umidade. Na tabela 5 podem-se observar as flutuações dos índices hídricos para a área de estudo.

Tabela 5. Variabilidade dos Índices de: umidade, aridez e hídrico para as CAD de 25 mm, 50 mm, 75 mm, 100 mm, 125 mm, 150 mm, 175 mm, 200 mm e para +1°C -10% e +4°C -20% para da área da unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA).

Índice/CAD (mm)	25	50	75	100	125	150	175	200	+1°C -10%	+4°C -20%
Umidade (%)	23,56	21,84	20,16	18,58	17,14	15,85	18,58	17,14	15,85	53,81
Aridez(%)	0,24	0,22	0,20	0,19	0,17	0,16	0,19	0,17	0,16	0,54
Hídrico(%)	0,31	0,30	0,30	0,29	0,29	0,28	0,29	0,29	0,28	-0,32

FONTE: Medeiros (2021).

Trabalhos sobre evapotranspiração podem ser encontrados nas suas diversas finalidades de acordo com Henrique (2006); Mendonça (2008); Valiati et al. (2003). Já os índices climáticos de: IA, IU e IH têm como um dos propósitos a caracterização climática de um local considerado. Esses índices climáticos representam parte dessa caracterização de uma determinada região, obtidos por meio de variáveis do balanço hídrico e da evapotranspiração potencial. Estes resultados corroboram com os valores do estudo atual.

CONCLUSÕES

Os índices calculados no balanço hídrico mostraram variabilidade espacial de umidade, aridez e hídrico ao longo das CAD's, estando acima dos valores estabelecidos para a desertificação.

Devido irregularidade das chuvas e a configuração geográfica da área de estudo, as condições de tendências de aridez e os menores valores do índice de umidade se restringiram as CAD's de 100; 125; 150; 175 e 200 mm e com um grau de aumento e redução de 10% nos índices pluviais.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HÍDRICO NA ÁREA DA
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Luciano Marcelo Falle Saboya,
Manoel Vieira de França, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo

As deficiências hídricas para as CAD's de 25 mm; 50 mm; 75 mm; 100 mm; 125 mm; 150 mm; 175 mm; 200 mm e com 1 °C de aumento e -10% de redução de chuva não alteram os seus meses (setembro a fevereiro) com deficiências e suas flutuações mensais são de reduções de décimos de mm. Para o aumento de 4 °C e -20% de redução de chuva as deficiências sofrem alterações e persistem em 10 meses (setembro a maio).

O BH é ferramenta importante na classificação climática de dada região e pela apresentação do excedente e das deficiências hídricas do solo para irrigação apontando suas semelhanças com as condições atmosféricas.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2014.

APAC. **Agência Pernambucana de água e clima**. Recife: Apac, 2018.

CAMARGO, A. P. **Balanço hídrico no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1971. 28p. (Boletim Técnico, 116)

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 140-147, 2006.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. *In.: Anais... Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 8, 1994. Belo Horizonte, Belo Horizonte: SBMET, 1, p.154-157. 1994.

HENRIQUE, F. A. N. **Estimativa da Evapotranspiração de Referência em Campina Grande – PB**. 2006. 102f. Campina Grande. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. "Klimate der Erde. **Gotha**: Verlag Justus Perthes". Wall-map 150cmx200cm. 1928.

MARENGO, J.; SILVA, D. P. **Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. Capítulo 3 em Águas Doces do Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. São Paulo: Editoras Escrituras, 2012. p. 63-109

MEDEIROS, R. M.; AZEVEDO, P. V.; SABOYA, L. M. F. Classificação climática e zoneamento agroclimático para o município de Amarante – PI. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 7, n. 2, p. 170 -180, 2013.

MEDEIROS, R. M. **Estudo Climático do Município de Matinhas-PB**. Campina Grande Editora da Universidade Federal de Campina Grande, 2016

MEDEIROS, R. M. **Balanço Hídrico de conformidade Thorthwaite e Mather 1948, 1955 em planilhas eletrônicas**. [S. l: S. n.], 2016.

MEDEIROS, R. M. **Estudos dos fatores provocadores de chuvas no estado de Pernambuco - Brasil**. [S. l: S. n.], 2016.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

VARIABILIDADE DE CAPACIDADE DE CAMPO NO BALANÇO HÍDRICO NA ÁREA DA
 UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE, BRASIL
 Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Luciano Marcelo Falle Saboya,
 Manoel Vieira de França, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo

MENDONÇA, E. A. **Estimativa da Evapotranspiração de Referência no Município de Capim – PB.** 2008. 114f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

OLIVEIRA, L. D. S. *et al.* Efeito do aumento da temperatura na classificação climática do município de Nossa Senhora da Glória, SE. *In.: Anais... III Congresso internacional da realidade semiárida, III Simpósio alagoano sobre ecossistemas do semiárido*, Delmiro Gouveia - AL, p. 1 – 8, 2014.

RIBEIRO, E. P. **Mudanças ambientais e desertificação na bacia hidrográfica do rio Pajeú.** Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco, CFCH, Recife, 2016.

SILVA, A. O.; MOURA, G. B. A.; KLAR, A. E. Classificação climática de Thornthwaite e sua aplicabilidade agroclimatológica nos diferentes regimes de precipitação em Pernambuco. *Irriga*, Botucatu, v. 19, n. 1, p. 46 – 60, 2014.

SOUZA, A. P. *et al.* Classificação climática e balanço hídrico climatológico no Estado de Mato Grosso. *Nativa*, v. 01, n. 01, p. 34-43, 2013.

THORNTWHAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, v. 38, n. 1, p. 55-94, jan. 1948.

THORNTWHAITE, C. W.; MATHER, J. R. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. *Publications in Climatology*, v. 10, n. 3, 1957.

VALIATI, M. I.; DUTRA, I.; CUNHA, A. R.; ESCOBEDO, J. F. Estimativa da evapotranspiração potencial em ambiente protegido utilizando o método do Tanque Classe A e de Penman-Monteith. *In.: Anais Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*, Santa Maria – RS: SBA, 2003. p. 63-64. CDROM.